

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Интеллектуальные и мехатронные системы»

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ, СЕНСОРНЫЕ И
МЕХАТРОННЫЕ СИСТЕМЫ-2024**

Сборник научных трудов
(по материалам студенческих научно-технических конференций)

М и н с к
Б Н Т У
2 0 2 4

Редакционная коллегия:

В.А. Гулай, А.В. Дубовик

Составитель:

Е.А. Богданова

Представлены материалы докладов студенческих научно-технических конференций. Тематика охватывает широкий круг проблем построения интеллектуальных систем обработки информации, сенсорных и мехатронных систем.

© Белорусский национальный
технический университет, 2024

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО КРЕСЛА-КОЛЯСКИ: АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

магистрант кафедры «ЭАПУиТК» Радкевич А. А.

Научный руководитель – канд. техн. наук Павлюковец С. А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В конструкциях разнообразных кресел-колясок, приводимых в движение электроприводом, в последнее время всё большее распространение находят технологии, основанные на методах машинного обучения. Поскольку часть людей с нарушениями опорно-двигательного аппарата не имеют возможности пользоваться ручным управлением, им требуются альтернативные способы управления движением кресла-коляски. Из числа таких альтернативных способов успешно используются управление переключателем движения, встроенным в спинку кресла при помощи головы или подбородка, голосовое управление, ВСІ (мозговой компьютерный интерфейс), который улавливает сигналы из мозга путем определенной стимуляции сетчатки глаз и управляет движением с помощью сигналов мозга, а также управление при помощи видеокамер, основанное на распознавании образов. На сегодняшний день эта технология является наиболее эффективной из перечисленных выше, поскольку имеет меньше недостатков, связанных с несовершенством её конструкции. При этом появляется всё больше исследований по разработке новых алгоритмов обработки изображения и принятия решений по планированию траектории. В рамках данной работы предлагается краткий обзор и анализ технических решений систем компьютерного зрения интеллектуальных кресел-колясок.

Одним из вариантов использования компьютерного зрения для управления креслом-коляской является система отслеживания глаз,

предложенная в статье [1]. Эта система состоит из базы данных отслеживания движения глаз, предварительной обработки, оценки направления движения глаз и системы управления движением кресла-коляски.

Видеокамера, расположенная на расстоянии корпуса направлена на сидящего в кресле человека и передаёт его изображение в режиме реального времени на встроенный вычислительный модуль машинного обучения, который посылает обработанное изображение в нейронную сеть для получения предполагаемого направления отслеживания глаз и передаёт сигнал на контроллер движения. Мобильный контроллер обрабатывает полученный сигнал и в зависимости от положения взгляда глаз формирует управляющий сигнал на регуляторы электроприводов колёс, тем самым изменяя угловые скорости и направление вращения колёс и положение кресла-коляски. Состояние глаз пользователя и предполагаемое направление движения кресла-коляски обновляются на дисплее в режиме реального времени. Структурная схема системы компьютерного зрения, основанной на отслеживании движений глаз, показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Блок-схема интеллектуальной системы отслеживания движений глаз в кресле-коляске.

В развитие этого варианта авторы в исследовании [2] сосредоточили внимание на подходе к распознаванию всего лица и носа пользователей инвалидных колясок, который обеспечивает выходные сигналы управления

интеллектуальной системой кресла-коляски. Принцип, использованный в данном исследовании, состоит из двух основных методов: обнаружение лица и носа и классификация команд. Для определения положения лица и носа человека авторы используют каскадный алгоритм Хаара-Каскада, который обеспечивает обнаружение объектов в режиме реального времени с использованием таких функций, как край, линия и окружность. Эти характеристики представляют собой значения, формирующие обнаруженный объект и классифицируются с помощью каскадного классификатора.

Классификация команд основана на распознавании лица и положении носа. Ограничительная рамка ограничивает область лица и носа, её положение анализируется для определения жестов лица. Например, если положение носа близко к нижней части ограничительной рамки лица, тогда информация о жесте будет «Посмотреть вниз»; если жест положение носа пересекает ограничительную рамку, это можно классифицировать как команду торможения, и так далее.

После обработки мобильным компьютером команда отправляется на контроллер для изменения угловой скорости электроприводов колёс и положения кресла-коляски в пространстве. Блок-схема интеллектуальной системы управления креслом-коляской жестами головы на основе компьютерного зрения показана на рисунке 2.



Рисунок 2. Блок-схема интеллектуальной системы управления креслом-коляской жестами головы на основе компьютерного зрения.

Система навигации кресла-коляски с установленной видеокамерой перед инвалидом-колясочником для сбора управляющей информации выражается через горизонтальное направление взгляда для направления движения и команду синхронизации моргания для таких команд как «движение вперёд», «движение назад» и «остановка». В статье [3] авторы создали похожий алгоритм с распознаванием жестов головы и управлением креслом-коляской без помощи рук. Положение видеокамеры ориентировано на лицо пользователя. Набор предопределённых жестов головы распознаются камерой для управления коляской. Похожая по конструктивному принципу система управления представлена в работе [4], за исключением того, что для генерирования команд управления дополнительно используется форма рта пользователя.

Недостатком подобных систем компьютерного зрения с фронтальным расположением видеокамеры и формированием движения по оценке взгляда или мимики лица человека является невозможность пользователю общаться с другими во время управления креслом, а также вероятность незапланированного функционирования коляски при непреднамеренном или случайном изменении положения лица человека.

В основе работы [5] лежит подход к управлению движением кресла-коляски, основанный на эгоцентричном носимом устройстве – веб-камере, закреплённой на кепке человека, но возможны и другие способы её размещения. Для управления креслом-коляской с использованием эгоцентричного управления камерой, человек двигает головой внутри небольшого радиуса действия для управления виртуальным джойстиком, который отслеживает движение головы и отображается на фронтальном дисплее. Движение головы человека при этом незначительное. Фронтальный дисплей служит для обратной связи, помогая пользователю контролировать состояние движения робота и при помощи голосового ввода воздействовать на него.

Преимуществом эгоцентричного управления видеочамерой кресла-коляски является то, что камера позволяет роботу видеть то, что видит пользователь в реальном времени. В отличие от этого, при фронтальном размещении камеры очень сложно распознавать жесты и лица в реальном времени, а методы управления без помощи рук требуют полного внимания пользователя во время движения.

В основе кресла-коляски с эгоцентричным управлением видеочамерой находятся электроприводы, управляемые с помощью джойстика. При управлении джойстиком электрические сигналы эмулируются с сигналами, генерируемыми микроконтроллером Arduino. Для обнаружения препятствий по периметру коляски установлены ультразвуковые датчики, способные обнаруживать препятствия в радиусе до 3 метров.

Чтобы измерить расстояние от объектов до кресла-коляски, сенсор Kinect установлен на её поверхности и направлен вперёд над головой пользователя.

Носимая видеочамера закреплена на кепке человека, и пользователь управляет движением коляски поворотом головы. Программная система построена в среде Robot Operating System (ROS) и отображена структурной схемой на рисунке 3.

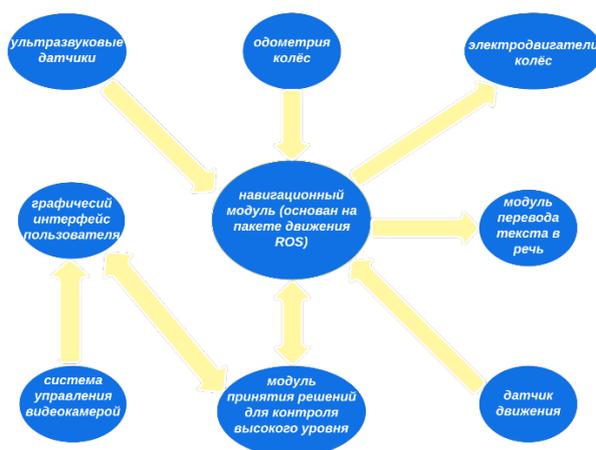


Рисунок 3. Структурная схема интеллектуальной системы управления креслом-коляской на основе эгоцентричного компьютерного зрения.

На схеме стрелками указаны направления передачи данных или информации. В основе эгоцентрического компьютерного зрения в режиме управления команды движения от виртуального джойстика передаются на навигационный модуль, который планирует траекторию движения и подаёт команды электродвигателям.

Компьютерное зрение находит применение также и для обнаружения препятствий при движении кресла-коляски [6]. Для этой цели требуется установка нескольких видеокамер по периметру кресла-коляски со взаимным перекрытием углов обзора.

Таким образом, в настоящее время существуют несколько разновидностей конструктивных и схемотехнических решений компьютерного зрения для автономного управления движением интеллектуального кресла-коляски. Эгоцентричное управление видеокамерой является наиболее перспективным направлением в этой области. Пользователи контролируют направление и скорость движения инвалидной коляски движениями головы с закреплённой на ней видеокамерой. Обратная связь о состоянии объекта реализована через фронтальный дисплей для осуществления контроля при движении.

Литература

1. Xu, J.; Huang, Z.; Liu, L.; Li, X.; Wei, K. Eye-Gaze Controlled Wheelchair Based on Deep Learning. *Sensors* 23, no. 13: 6239. <https://doi.org/10.3390/s23136239>
2. Somawirata, K.; Utaminingrum, F. Smart wheelchair controlled by head gesture based on vision / Komang Somawirata, Fitri Utaminingrum // Journal of Physics: Conference Series, Volume 2497, 2022 The 4th International Conference on Electronics Communication Technologies (ICECT 2022) 15/09/2022 - 18/09/2022 Nagoya, Japan. – 2023.

3. P. Patthanajitsilp and P. Chongstitvatana, "Obstacles Detection for Electric Wheelchair with Computer Vision," *2022 14th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*, Chon buri, Thailand, 2022, pp. 97-101, doi: 10.1109/KST53302.2022.9729083.
4. Liu, K., Yu, Y., Liu, Y. *et al.* A novel brain-controlled wheelchair combined with computer vision and augmented reality. *BioMed Eng OnLine* 21, 50 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12938-022-01020-8>.
5. Kutbi, M., Li, H., Chang, Y. *et al.* Egocentric Computer Vision for Hands-Free Robotic Wheelchair Navigation. *J Intell Robot Syst* 107, 10 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10846-023-01807-4>
6. P. Patthanajitsilp and P. Chongstitvatana, "Obstacles Detection for Electric Wheelchair with Computer Vision," *2022 14th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*, Chon buri, Thailand, 2022, pp. 97-101, doi: 10.1109/KST53302.2022.9729083.

МЕХАТРОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ МЕЖДУ РАЗНЫМИ УРОВНЯМИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КОНВЕЙЕРА

студент группы 10309120 Кипенко Я.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Введение

Наименование разрабатываемой системы – Мехатронная установка для вертикального перемещения изделий между разными уровнями горизонтального конвейера.

Назначение системы – осуществление процесса перемещения грузов на производстве с многоуровневой конвейерной структурой. Перемещение производится по вертикали между уровнями конвейера.

Актуальность мехатронной установки: Создание данного устройства может привести к упрощению и изменению планировки не только на некоторых предприятиях, но и на многих производствах по всему миру при условии создания достаточно дешевого и прочного устройства. При введении таких устройств и их модификаций на большую высоту, скорость или объем, многие производства, занимающие километры и километры территорий смогут сократить свои производственные мощности в длину, увеличив высоту, тем самым освободив лишнее место под более необходимые нужды и то, что могло занимать несколько гектаров производство, будет целиком и полностью находится в одном единственном здании. Производства, занимающие меньше места производят меньший вред окружающей среды и предоставляют себе и другим большие территориальные возможности, открывающие новые перспективы в размещении производства.

Обзор аналогов

1.1 Обзор существующих мехатронных систем

1.1.1 Qimarox Prorunner MK1

Вертикальный конвейер для коробок и ящиков - решение межэтажной транспортировки малых грузов, которое предлагается для проектов автоматизации производственно-складской логистики.

Описание принципа работы промышленного лифта для ящиков и коробов:

Короба из двух зон комплектации заказов на верхних этажах поступают по подающим транспортерам к подъемнику. Затем последовательно подаются на подвижную платформу с приводной секцией, позиционируются на ней. Далее осуществляется спуск короба и его автоматическая выгрузка на накопительный гравитационный конвейер, расположенный на нулевом уровне.

В случае переполнения накопительного транспортера работа лифта останавливается, и система управления с помощью световой/звуковой индикации информирует о необходимости снять доставленные заказы и освободить приемный конвейер.

Преимущества производственно-складского подъемника

- подъемный механизм не требует смазки и периодического обслуживания
- возможность сортировки продукции на несколько уровней
- подъем и спуск продукции по одному конвейеру
- плавное движение без рывков
- самое компактное исполнение среди аналогичных систем
- современный дизайн

1.1.2 Interroll RM6008

Подъемная станция состоит из колонной конструкции и каретки, на которой установлен роликовый конвейер. Червячный мотор-редуктор с

тормозом используется в качестве привода для подъема и опускания каретки с помощью ремня. Подъемник перемещает грузы в вертикальном направлении и соединяет конвейерные системы разной высоты. Планируемый привод расположен в верхней части. Возможна интеграция энкодера. По желанию этот подъемник может использоваться на более высоких скоростях.

1.1.3 ВКНД-404

Вертикальный конвейер непрерывного действия в сборе с блоком привода и опорной поверхностью. Вертикальный конвейер этого типа предназначен для транспортировки таких изделий, как коробки, лотки, ящики, контейнеры и т.п.

По полученной информации, можно сказать, что каждый из этих вертикальных конвейеров спроектирован под свои собственные условия. Для менее мощного и энергозатратного конвейера не нужна большая грузоподъемность или большая высота. Когда как более высокие конвейеры, выдерживающие более нагруженные состояния, требуют большей мощности и большего энергопотребления.

1.2 Формирование исходных технических требований

Согласно обзору существующих систем и их прототипов, а также их сравнения, устанавливаем требования, которыми должна будет обладать разрабатываемая мехатронная установка.

Функциональные требования

На систему возлагается выполнение следующих основных требований:

- Осуществление процесса вертикального перемещения грузов различных форм на производстве.
- Приём груза с горизонтального конвейера и перемещение такого с установки на иной горизонтальный конвейер.

- Выполнение перемещения в темпе, задаваемом и выдерживаемом на всём производстве, чтобы не допустить замедления процесса выпуска продукции.
- Обладание большой эффективностью и малым энергопотреблением.
- Низкий уровень подготовки пользователя.
- Простота и дешевость в изготовлении и сборке.
- Возможность управления устройством.

Устройство управления.

ESP32 — серия недорогих микропроцессоров с малым энергопотреблением китайской компании Espressif Systems. Представляют собой систему на кристалле с интегрированными контроллерами радиосвязи Wi-Fi, Bluetooth и Thread. В устаревших сериях ESP32 и ESP32-S использовались процессорные ядра с архитектурой компании Tensilica, а в последних сериях ESP32-C, ESP32-H, ESP32-P – применяются ядра с открытой архитектурой RISC-V.

Таким образом, плата на базе микроконтроллера ESP32 является предпочтительной из рассмотренных микроконтроллеров. Она обеспечит должную вычислительную мощность, ввиду наличия архитектуры AVR не возникнет сложностей с программированием системы, наличие Wi-Fi модуля также позволит использовать дистанционное управление процессом измерения и беспроводную передачу обработанных данных.

Сенсорная система.

Сенсорная система представлена в виде путевых выключателей, что используются для того, чтобы определять, когда груз находится на платформе. Для этого используется сразу два путевых выключателя: один вначале платформы, для определения, заезжает ли груз на платформу и заехал ли уже. А вторая необходима для предотвращения перемещения груза, превышающего платформу по габаритам.

Выключатель путевого LXW5-11G2. Путевой выключатель — это специальный аппарат, который используется для замыкания и размыкания электроцепей установки в процессе решения ею поставленной задачи.

Больше всего подходит путевого выключатель LXW5-11G2, который будет использоваться в начале и в конце передвижной платформы, а также вначале и вконец рельс, по которым ездит вторичная балка.

Исполнительное устройство.

Stepline SL42STH48-0406A. Шаговый электропривод – это исполнительное электромеханическое устройство, предназначенное для осуществления мерного перемещения исполнительного органа какого-либо механизма. Привод преобразует электрические управляющие импульсы в дискретные механические перемещения. В отдельных случаях с помощью шагового привода осуществляют регулирование скорости вращения механизма. Двигатель имеет стандартный типоразмер NEMA 17

Наиболее гибкий и удобный в использовании для данных целей двигатель — Stepline. К нему требуется драйвер A4988.

Источник питания

Источник питания представлен сетью предприятия, ток которой передаётся на устройство с помощью адаптера. Блок питания GPSS-0500201. Используем как наиболее выгодный и удобный в использовании. К нему подходит стабилизатора напряжения ICL7662CBA+.

Блок-схема алгоритма работы

На блок-схеме алгоритма работы системы, показано, как должна работать программа в устройстве управления мехатронной системой.

Датчик 1 - Датчик начала пути.

Датчик 2 - Датчик конца пути.

Датчик 3 - Датчик наличия груза вначале платформы.

Датчик 4 - Датчик наличия груза в конце платформы.

Двигатель - Шаговый двигатель.

С помощью данного алгоритма можно управлять шаговым двигателем для перемещения платформы с грузом от верхнего до нижнего её положения, поднимая/опуская грузы на разноуровневом конвейере.

При запуске программы, программа проверяет, активирован ли первый датчику, показывающий, что устройство находится в начальном положении. Если устройство находится не в начальном положении, то двигатель запускается, чтобы подотпустить основную конструкцию в начальную точку. Как только установка находится в исходном положении, устройство проверяет Датчик номер 3, что отвечает за проезжающий груз. Если груза нет, датчик не срабатывает и ждёт, пока груз не появится. Если груз появится, он заденет датчик. Тогда логическая плата ожидает запрос от датчика 3 и датчика 4. Если Датчик 3 деактивировался раньше датчика 4, значит груз малогабаритный и он находится на платформе полностью. Далее запускается двигатель. Если датчик 3 и датчик 4 активированы одновременно, значит платформа заполнена. Двигатель запускается и в этом случае. Когда двигатель закончил работу, платформа должна оказаться в крайнем положении. Если датчик 2 активировался, значит платформа достигла этого положения и двигатель прекращает своё действие. Если же датчик 2 неактивировался, значит двигатель продолжает своё действие, пока платформа не достигнет крайнего положения.

Когда двигатель закончил свою работу, плата проверяет, когда отключатся датчики 4, а затем 3, что для платы означает, что груза больше нет. Если же платформа была заполнена, но не полностью, то достаточно чтобы перестал работать 4-й датчик. После чего установка возвращается в начальное положение

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

(несвязный текст)

Студент группы 10309120 Гроднев И. А.

Студент группы 10309120 Соболев И. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) — вид авиационной техники.

Дрон, как беспилотный летательный аппарат (БПЛА), представляет собой автономное устройство, способное выполнять полеты без участия человека на борту. БПЛА, часто называемые дронами, могут иметь различные конфигурации. Они обычно оборудованы датчиками, камерами, иной навигационной техникой и системами управления, позволяющими им выполнять разнообразные задачи

Основной задачей БПЛА является выполнение полёта, потенциально опасных для человека, по заранее заданной программе с возможностью автоматической или ручной корректировки полетного задания, а также оперативного принятия решений, в зависимости от меняющихся условий полета и окружающего пространства.

Функции дронов:

- Аэросъемка и видеосъемка;
- Агрокультурные мониторинги;
- Поисково-спасательные операции;
- Доставка грузов;
- Развлекательные цели;
- Создание 3Д моделей;
- Картографирование исследования.

Классификация дронов по типу применения:

- 1) Детские дроны;
- 2) Спортивные дроны;
- 3) Промышленные дроны;

Детские дроны созданы для развлечения. Летают низко и не очень быстро. В обязательном порядке имеют защиту винтов. Благодаря этому игрушечные квадрокоптеры не разбиваются при падении и не могут нанести ущерба окружающим. Такие модели легко сносятся порывами ветра, поэтому используются только в помещении. Такой дрон является доступным по цене.

Спортивные дроны используются для соревнований на скорость и выполнения различных трюков: переворотов, резкой остановки и смены направления движения и др. Гоночные дроны могут иметь маленький или средний размер, отличаются хорошей маневренностью и разгоняются до 100 км/ч. Высокая скорость движения обеспечивается мощными двигателями. Также на гоночные квадрокоптеры устанавливают камеру, транслирующую изображение полета на специальные очки, монитор в пульте управления или на экран смартфона.

Промышленные дроны являются более большими и тяжелыми моделями. Используются для перевозки грузов, распыления удобрений, тушения пожаров, геодезии, топографии, поисковых операций и в других узких сферах. Важные характеристики для этого класса аппаратов: грузоподъемность и дальность полета. Грузовые модели могут поднимать в воздух предметы весом от 5 кг, оснащены специальными крюками, стропами или другими приспособлениями для фиксации груза. Управлять промышленными дронами довольно сложно, т.к. с увеличением габаритов снижается маневренность устройства. Цена на такие БПЛА довольно высока, поэтому их используют только в специфических областях для решения определенных задач.

1. **Корпус (рама):** Это основная структура дрона, которая обеспечивает его прочность и защиту внутренних компонентов. Корпус может

быть выполнен из легких материалов, таких как пластик или углеродное волокно.

2. **Моторы и пропеллеры:** Дрон оснащен четырьмя или более электрическими моторами и пропеллерами, которые обеспечивают подъем, опускание и управление направлением полета.

3. **Батарея:** Питание для электродвигателей поступает от аккумулятора (батареи), который обеспечивает энергию для полета. Обычно используются литий-полимерные или литий-ионные аккумуляторы.

4. **Электроника управления (контроллер):** Электронный контроллер управляет работой моторов, определяет направление и угол наклона дрона, а также обрабатывает команды от пульта управления или программного обеспечения.

5. **Бортовой компьютер и навигационные системы:** Дрон обычно оснащен компьютером, который управляет его функциями и может выполнять автономные задачи. Навигационные системы, такие как GPS, могут использоваться для определения положения в пространстве.

6. **Камеры и сенсоры:** Дроны могут быть оснащены камерами, видеокameraми или другими сенсорами для сбора данных или визуального наблюдения. Эти устройства могут использоваться для фото- и видеосъемки, а также для выполнения различных задач, таких как картография или обнаружение объектов.

7. **Система передачи данных:** Для связи с оператором или другими устройствами дрон обычно использует беспроводные технологии, такие как радиоуправление, Wi-Fi или специализированные беспроводные протоколы.

8. **Датчики безопасности:** Некоторые дроны могут быть оборудованы датчиками, такими как избегания препятствий, чтобы предотвращать столкновения и обеспечивать безопасный полет.

ArUco-маркеры

Это тип маркеров, который активно используется в области компьютерного зрения и распознавания объектов. Маркер ArUco представляет

собой синтетический квадратный маркер, состоящий из широкой черной рамки и внутренней двоичной матрицы, определяющей его идентификатор (id). Черная рамка облегчает его быстрое обнаружение на изображении, а двоичная кодировка позволяет его идентифицировать и применять методы обнаружения и исправления ошибок. Размер маркера определяет размер внутренней матрицы. Например, размер маркера 4x4 состоит из 16 бит.

1. **Обнаружение маркеров:** Дрон оснащен камерой, которая наблюдает окружающую среду. Когда в поле зрения камеры появляется ArUco-маркер, встроенные алгоритмы компьютерного зрения начинают процесс обнаружения.

2. **Извлечение уникальной идентификации:** Когда маркер обнаружен, программа компьютерного зрения анализирует его уникальные черты и извлекает уникальный идентификационный номер, закодированный в узоре маркера.

3. **Определение положения и ориентации:** Зная уникальный идентификатор маркера, алгоритм определяет положение и ориентацию дрона относительно маркера. Это включает в себя расчет углов поворота и смещения дрона в трехмерном пространстве.

4. **Коррекция ориентации:** Полученные данные используются для коррекции ориентации дрона. Это может быть особенно полезным в условиях, когда другие методы навигации, такие как GPS, недоступны или неэффективны (например, внутри помещений).

5. **Навигация и управление:** Корректированная ориентация дрона используется для навигации в пространстве. Дрон может автономно следовать за маркерами, поддерживать определенное положение или выполнять другие программные задачи, опираясь на полученные данные об ориентации.

Использование ArUco-маркеров для ориентации позволяет дрону получать высокоточные данные о своем местоположении в реальном времени, что особенно важно в сценариях, где требуется точная навигация и

управление, таких как внутренние пространства, где сигнал GPS может быть недоступен.

СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ

Студент группы 10309120 Масарский И.Д.

Студент группы 10309120 Ширко А.Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Испытания - неотъемлемый этап создания новых изделий, а также многих технологических процессов. Необходимость испытаний обусловлена требованиями подтверждения безопасности и заявленных функциональных характеристик продукции. В зависимости от вида и сложности изделия, а также его потенциальной опасности, испытаниям подвергаются составные части и/или всё изделие в собранном состоянии.

Виды и методы, а также требования к схеме испытательного оборудования, регламентированы рядом нормативных актов, имеющих международный, национальный и отраслевой статусы. Поэтому важно при определении первичных требований к процессу испытаний и необходимому оборудованию, пользоваться правильными, актуальными нормативными документами.

Схема испытательного стенда зависит от конструкции и назначения. Стенды делятся на три категории:

- регистрирующие фактические характеристики изделия в нормальных условиях эксплуатации, регламентированные в руководстве по эксплуатации;
- имитирующие критические условия эксплуатации и регистрирующие характеристики изделия;
- имитирующие условия эксплуатации и разные виды нагрузок, в случае невозможности получить объективные фактические характеристики изделий, в условиях производства.

В процессе создания, испытаниям подвергаются детали, узлы и собранное изделие. В производственных процессах, чаще всего, испытания подвергаются

готовые изделия с целью контроля соответствия критических и опасных характеристик качества.

В зависимости от выполняемых задач стенды могут предназначаться для испытания какой-либо одной или комплекса характеристик, от этого зависит применяемая схема испытательного стенда.

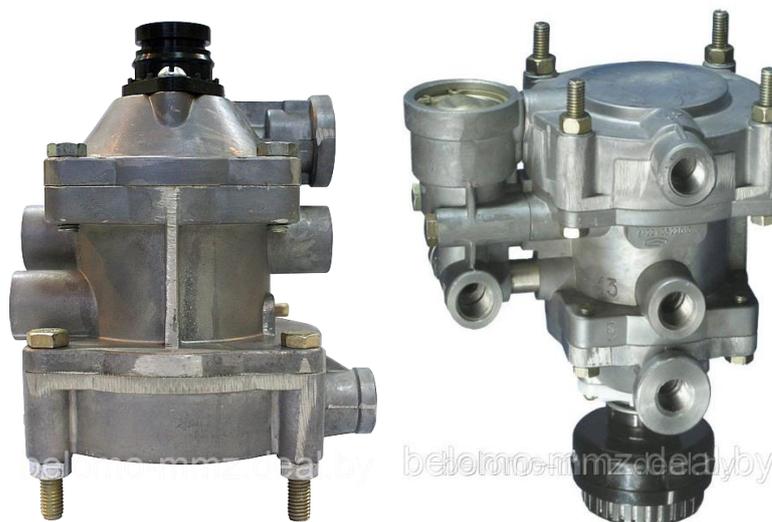


Рисунок 1 - Клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом 6024.35.22.010 (64221-3522010)

Клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом предназначен для управления тормозной системой прицепа с двухпроводным приводом автомобилей МАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, УралАЗ. Внешний вид клапана изображен на рисунке 1. При обрыве управляющей тормозной магистрали прицепа осуществляется запираение сжатого воздуха подаваемого от автомобиля к прицепу, с одновременным снижением давления питающей магистрали.

Актуальность устройства:

Проведение испытаний позволяет подтвердить безопасность новой продукции и понять соответствуют ли она заявленным характеристикам. Проверке могут подвергаться составные элементы узлов, механизмов и агрегатов или система в собранном виде. В данном процессе используется

испытательный стенд, который моделирует работу тестируемого объекта, регистрирует параметры работы и передает их в систему учета для постобработки.

Использование испытательного оборудования позволяет:

- повысить качество продукции;
- сэкономить энергию и производственные ресурсы;
- уменьшить влияние человеческого фактора при изготовлении систем и узлов;
- повысить производительность за счет автоматизации и контроля множества этапов.

Назначение испытательного стенда заключается в:

- проектирование объектов;
- определение возможности ремонта серийных образцов, нуждающихся в калибровке на регулярной основе;
- контроле производительности агрегатов в период работы.

Так как данное изделие относится к нестандартному, испытательное оборудование должно создаваться согласно утвержденным нормам:

- Оформление документов осуществляется согласно ГОСТ 2.601 -2006-ЕСКД.

- Монтаж и подключение моделей радиоэлектронного и электрического типа выполняется по ГОСТ 23588-79.

- Монтаж и подключение испытательного оборудования по ГОСТ 23 594-79 и т.д.

На основании заявленных характеристик испытуемого изделия, к практикуемому стенду предъявлены следующие технические требования, обусловленные нормативными актами.

Таблица 1 – Характеристики стенда.

№ п/п	Наименование характеристик	Величина характеристики
1	Давление сжатого воздуха, подводимого к стенду, МПа	0,8-1,0
2	Давление сжатого воздуха для контроля изделия, МПа	0,75
3	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения датчиком давления, % -утечек воздуха в атмосферном выводе, -давления в выводах	$\pm 0,4$ $\pm 0,25$
4	Привод прижима выводов изделия	пневматический
5	Габаритные размеры), мм	1700x750x1700
6	Напряжение питания электрической сети переменного тока частотой 50 Гц, В	220
7	Напряжение питания датчиков давления, В	24
8	Напряжение питания контроллерного оборудования, В	24

Стенд для испытания изделия состоит из каркаса, базового приспособления, блока управления с контроллером, пневмооборудования, измерительных и показывающих приборов (рисунок 2).

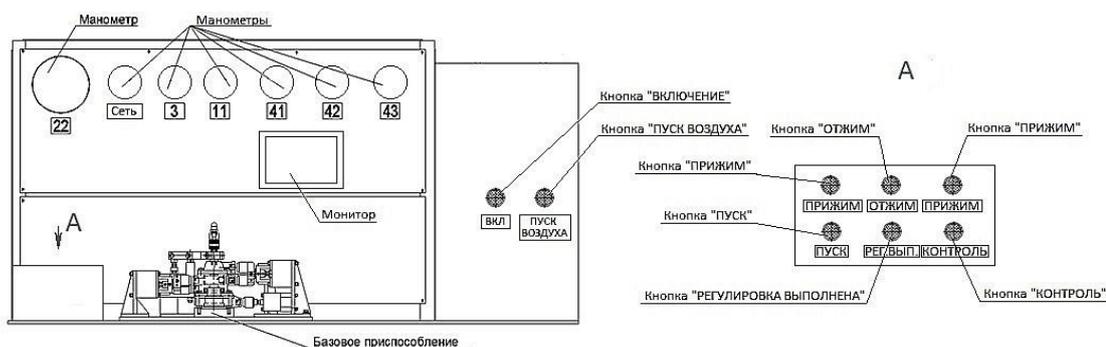


Рисунок 2 - Стенд для испытания изделия

Каркас выполнен в виде верстака сварной конструкции.

На верхней плите каркаса расположено базовое приспособление, предназначенное для установки и проведения испытаний изделия. Изделие устанавливается на опорную плиту. Пневмоцилиндры, закрепленные на

кронштейнах, производят прижим и герметизацию боковых выводов клапана. Одновременность и скорость прижима регулируется дросселями, установленными на входных и выходных портах пневмоцилиндров. Прижим атмосферного вывода производится от пневмоцилиндра через коромысло. На коромысле установлен прижим с быстроразъемным соединением, при разъединении которого в процессе испытания открывается выхлопное окно и производится ручная регулировка винтом величины давления в выводе. Все цилиндры двухстороннего действия с магнитным кольцом и датчиками положения.

Заключение

В рамках презентации были продемонстрированы общая информация об испытаниях и испытательных стендах, их классификация и виды.

В ходе работы по проектированию испытательного стенда за испытуемый объект взят клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом, приведены технические характеристики и конструкционные особенности.

На основании приведенного изделия был спроектирован стенд для проведения испытаний. Процесс проектировки опирался на ГОСТы и нормативные акты.

Таким образом, данное устройство приведет к снижению затрат и времени, необходимых для проверки качества выпускаемых серийных изделий.

МЯГКИЙ СЕГМЕНТНЫЙ МАНИПУЛЯТОР НА ОСНОВЕ ПРОДОЛЬНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Студент группы 10309120 Бобрик Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Введение

Наименование разрабатываемого устройства: мягкий сегментный манипулятор на основе продольных движителей.

Устройство представляет собой комбинацию элементов трех неклассических областей робототехники: мягкой робототехники, продольных сегментных манипуляторов и искусственных мышц. В ходе проекта предполагается получить более дешевый, безопасный и портативный аналог манипуляторов пригодный для работы с людьми и мягких или сложной формы объектов.

Назначение устройства: управление сегментами мягкого манипулятора с 6 степенями свободы по заданному алгоритму.

Цель создания устройства: освоение и оценка применимости мягкого сегментного робота-манипулятора на основе искусственных мышц из нейлоновых нитей.

Актуальность темы: Современные конструкционные решения уперлись в пределы применения классических жестких манипуляторов. На текущий момент стоит задача поиска и оценка применимости новых конструкций и материалов для расширения возможностей роботов-манипуляторов и создания принципиально новых технологий и применений.

Задачи, решение которых предусматривается в ходе разработки устройства:

1. Изучить кинематику и принципы движения манипуляторов;
2. Провести обзор существующих аналогов;

3. Разработать структурную схему;
4. Разработать схему электрических соединений;
5. Построить 3D модель деталей.
6. Провести предельной полезной нагрузки, потребления, полученного манипулятора.

Технические требования:

- Манипулятор должен иметь деформируемый корпус с возможностью восстановления формы;
- В конструкции должны быть использованы мягкие технологии для минимального использования жестких конструкционных элементов;
- Манипулятор должен выдерживать деформации при операциях и иметь достаточную силу для перемещения объекта.

Обзор аналогов мягких сегментных манипуляторов

Основой для конструкторского решения явился набор аналогов, существующих на рынке, анализ их состава и функций. Основными элементами подвергшимся анализу были: конструкционные особенности, используемые движители, материалы и обеспечиваемые характеристики. Ниже приведены некоторые из них:

Установка манипулятор Octoarm VI

Данная лабораторная установка представляет собой непрерывный сегментный манипулятор на основе пневматических мышц. Данный манипулятор имеет двигатель для ротации и 3 сегмента пневмомышц: 2 с 6 движителями, 1 с 3 движителями. Для обратной связи данный манипулятор использует энкодеры лесок, которые различно растягиваются при движениях манипулятора.

Рука-манипулятор Make IT Happen MKN-800 Pliable

Гибкая роботизированная рука-манипулятор Make IT Happen MKN-800 основана на инновационной технологии, использующей мягкие мышцы в качестве роботизированных приводов вместо обычных двигателей и

редукторов, обеспечивая непревзойденный вес, податливость и интерактивную безопасность.

Благодаря новому пневматическому приводу и механической конструкции серия MKN позволяет добиться высокой маневренности в ограниченном и сложном пространстве. При взаимодействии с людьми и оборудованием безопасный контакт и столкновение могут быть реализованы без сложных сенсорных систем. Высокое соотношение полезной нагрузки к весу - максимальное соотношение полезной нагрузки к весу 3:1 (традиционное 1:3) позволяет применять серию MKN на платформах широкого спектра применения без ущерба для грузоподъемности, сохраняя при этом высокую безопасность.

Характеристики:

- Полезная нагрузка (номинальная-Максимальная): 3 - 15 кг;
- Ловкость и гибкость: Линейное выдвижение до 300 мм | податливость на 360 ° | всенаправленный изгиб;
- Радиус действия: 800 мм;
- Рабочая мощность: 30 Вт;
- Рабочее напряжение: 24 В;
- Ввод-вывод контроллера: RS232 / 485;
- Вес: 3 кг;
- Цена: 32 000\$.

Выбор компонентов для мягкого сегментного манипулятора

Из структурной схемы видно, что система управления роботизированной системой состоит из следующих компонентов:

- 1) Устройство управления;
- 2) Приводы;
- 3) Плата согласования двигателей;
- 4) Датчики;
- 5) Источник питания;

6) Устройство ввода;

7) Устройство вывода;

Устройство управления

В качестве компонента блока «Устройство управления» можно использовать один из микроконтроллеров с большим количеством выводов.

Из микроконтроллеров выбираем ATmega2560-16AU из-за большого числа ШИМ и цифровых выводов, большого объема FLASH памяти, высокой тактовой частоты, а также наличия поддержки большинства интерфейсов связи.

Для уменьшения стоимости конструкции можно использовать меньшее число независимо управляемых двигателей и устройство управления с меньшим числом выводов, заметно уменьшая расходы на компоненты.

Для обеспечения передачи данных и возможности программирования через USB интерфейс, необходим преобразователь интерфейса USB – UART.

Из микросхем выбираем PL2303 из-за высокой скорости передачи данных.

Приводы и исполнительное устройство

За перемещение сегментов манипулятора будут отвечать продольные двигатели на основе искусственных мышц. Искусственные мышцы выбраны для данного проекта по следующим причинам: податливость, габаритное и конструктивное преимущество. В качестве искусственных мышц могут быть использованы: металлы с памятью формы (SMA), пьезоэлементы, тепло- и электропроводящие полимеры, углеродные нанотрубки. Однако по отдельности каждый вид мышц из данных материалов либо дорог, либо неперспективен. Но благодаря комбинации материалов и их технологии сокращения были получены перспективные образцы искусственных мышц с значительным сокращением и внушительной полезной нагрузкой. Наиболее интересны два образца приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Образцы искусственных мышц

№ образца	Потребляемый ток, мА	Относительное сокращение, %	Материал
4	15	35.5	Силиконовая резина ИРП-1265, Эпоксидная смола DER 331, катализатор Граббса, сплав никель-цирконий, нейлоновое волокно, углеродная нанотрубка.
2	12	29	Силиконовый каучук СКТФВ, эпоксидная смола, амид натрия, нитинол, нейлоновое волокно, бутадиен-нитрильный каучук.

Из данных образцов выбираем №2 из-за низкой стоимости, т.к. не используются углеродные нанотрубки, а более доступные материалы при незначительно меньших для поставленной задачи характеристиках.

Плата согласования двигателей

В качестве микросхемы согласования выбираем преобразователь уровня напряжения CD40109BE. Это простая микросхема и по параметрам они мало различаются и в основном отличаются по цене, поэтому выбираем дешевый компонент с удовлетворительными характеристиками.

Датчики

Для измерения угла отклонения и текущего углового положения используем акселерометры и гироскопы.

Можно установить гироскопы L3G4200D, что позволит узнать ориентацию точки сегмента в пространстве, а установка акселерометров LIS2DW12TR, позволит узнать ускорение и скорость с точностью, что понадобится в алгоритмизации движения. LSM330DLC совмещает акселерометр и гироскоп имея при этом независимые каналы на каждую из осей с высокой точностью по каждому из направлений.

Из данных датчиков выбираем LSM330DLC из-за точности измерения при совмещении необходимых двух функций.

Источник питания

В качестве источника питания используем сетевое напряжение, подаваемое через блок питания.

Из данных адаптеров выбираем IR6-500S из-за достаточных параметров для питания установки при низкой стоимости.

В качестве источников питания напряжением 3.3В и 5В для питания микроконтроллера и датчиков используем стабилизаторы напряжения NCP1117DT33G и 78D05L, которые могут выдать ток до 1 А, что является достаточным для всей периферии, используемой в проекте.

Устройство вывода

В качестве устройства вывода будем использовать жидкокристаллический дисплей из-за дешевизны и простоты использования и малого объема информации для вывода.

Выбираем RG12864A-TNI за дешевизну и удобную плату для установки в проект при высоком разрешении и размере экрана.

Устройство ввода

Для устройства ввода будем использовать 3D джойстики для ориентации по меню настройки и для управления устройством.

Выбираем 3D-джойстик Trema-модуль за дешевизну и удобную плату для установки в проект.

Трёхмерная модель мягкого сегментного манипулятора

Построение модели

Установка состоит из базы крепления, сокращающихся сегментов и трехпальцевого манипулятора.

База, её крышка, сегментные крепления и манипулятор отливаются в формах из силиконовой резины (рисунок 1). База и сегменты соединены между собой соединителями и искусственными мышцами.

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	10000000	Н/м ²
Коэффициент Пуассона	0.25	Не применимо
Модуль сдвига	30000000	Н/м ²
Массовая плотность	1246.5	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	6000000	Н/м ²
Предел прочности при сжатии	6000000	Н/м ²
Предел текучести	20000	Н/м ²

Рисунок 1 – Параметры силиконовой резины.

База представляет собой полое цилиндрическое тело с прикручиваемой крышкой и пазом под порт питания. Внутри полости базы крепится плата и через соединители ведется проводка для всего устройства.

Сегментные крепления представляют собой тела дисковидной формы с пазами под крепления искусственных мышц, отливаемые в форме с заранее закрепленной внутренней проводкой. Отливая таким образом тела, получаем возможность опосредованного подключения питания искусственных мышц из полого сегмента манипулятора.

Соединители сегментов представляют собой два крепления с толстой резиновой полый трубкой соединяющих их, поверх которой натянута пружина сжатия, выполняющая функцию жесткости тела.

Искусственные мышцы изготавливаются в виде продольных цилиндрических трубок, на концы которых крепятся разъемы, на которые в свою натягивается пружина растяжения, выполняющая компенсацию избыточного растяжения.

Манипулятор представляет собой сплошную отливку с полостями под искусственные мышцы, которые присутствуют в них при отливке. Сжатие или растяжение пальца происходит посредством управления мышц в нем и за счёт разной толщины материала по разные стороны полости мышц.

Расчёт напряженно-деформированного состояния мягкого сегментного манипулятора

Проверка будет производиться по самому нагруженному сегменту в условиях эксплуатации: сегмент испытывает давление веса верхних сегментов и тела, удерживаемого манипулятором в горизонтальном положении.

В такой постановке нагрузка будет приложена к верхней плоскости сегментного крепления и будет равняться 50 Н (0.5 кг веса верхних сегментов и 4.5 кг испытательного груза). Между сегментами приложим связь пружины из инструментальной стали с жесткостью 50 Н/мм. С пересчетом на угол приложения и количество пружин на площадь площадки крепления пружин, получим плотность нормальной жесткости растяжения и сжатия 100 Н/м³ и предварительную загрузку пружины 0,2 Н/м².

Максимальное перемещение сегментного крепления составляет 0,1 мм при значительной нагрузке в соотношении масс объекта и манипулятора.

Блок-схема алгоритма работы мягкого сегментного манипулятора

С помощью данного алгоритма можно управлять режимом работы установки, посредством задания траектории движения для позиционирования объекта и манипуляций с ним в процессе выполнения, предела отклонения от требуемой траектории.

Можно управлять:

- От 6 степенями свобод объекта манипуляций
- Степенью натяжения или сжатия каждого из сегментов
- Ориентацией звеньев на всей длине манипулятора

Данное управление требуется для операций над объектами с сложной формой или процессов с сложным путем перемещений объекта.

С помощью данного алгоритма можно управлять режимом работы установки, посредством задания траектории движения для позиционирования объекта и манипуляций с ним в процессе выполнения, предела отклонения от требуемой траектории.

Можно управлять:

- От 6 степенями свобод объекта манипуляций
- Степенью натяжения или сжатия каждого из сегментов
- Ориентацией звеньев на всей длине манипулятора

Данное управление требуется для операций над объектами с сложной формой или процессов с сложным путем перемещений объекта.

Заключение

В соответствии с темой проекта было разработано схмотехническое решение мягкого сегментного манипулятора на основе продольных движителей. На основании используемых средств и анализа аналогов, распространённых на рынке, была разработана структурная схема. В соответствии с последней подобраны компоненты мехатронной системы, позволяющие обеспечить все требуемые функции, и разработана принципиальная схема. Согласно цели управления составлена блок схема алгоритма работы устройства, обеспечивающая настройку установки оператором, индикацию во время работы на основании обработки данных с датчиков.

Конструкторские задачи решены, конструкция выдерживает рабочую нагрузку.

**КОМПЛЕКТ МОБИЛЬНЫХ МЕХАТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ
ТУРНИРОВ "МИНИ-СУМО": КОНСТРУКТИВНЫЕ,
СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ, АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ
РЕШЕНИЯ**

Студент группы 10309120 Колесников П. С.

Студент группы 10309120 Морозов Д. И.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Введение

Мы давно все знаем о том, что роботы это наше будущее. Существует очень много направлений робототехники. Военные разработки, социальные, развлекательные и просто рабочие роботы. Но в этот раз мы хотим поведать от лица команды машиностроительного факультета о соревновательной составляющей, а именно про роботов сумоистов.

На данный момент робот-сумоист – автономное устройство, состоящее из двигателей, датчиков и управляющего МК, предназначенное для участия в соревнованиях по робосумо, а именно для выталкивания противника за пределы ринга.

Роботы-сумоисты различаются в соответствии с видами соревнований. Всего существует 4 вида робосумо:

Мега — самые большие роботы. Максимальный вес до 3 кг. На данных соревнованиях допускается использование таких гаджетов, как присоски, магниты и других устройств, увеличивающих прижимную силу, чего не разрешается делать в других видах соревнований.

Мини — небольшие роботы до 500 грамм и не более 10 на 10 см. Не сложны в пайке, удобны в настройке и сборке. У них не ограничена высота,

что позволяет создавать необычные конструкции роботов, например, с вертикальным стартом. Являются самой популярной номинацией в сумо.

Микро и нано — уменьшенные копии мини. Микро 5 на 5 на 5, нано 2,5 на 2,5 на 2,5. Трудно паять и подбирать детали. Основной сложностью разработки данных роботов является грамотное расположение всех компонентов.

Робо-сумо — один из видов соревнований по робототехнике, давно завоевавших популярность. Правила сумо среди роботов просты. Два робота помещаются в круг, задача каждого из них – вытолкнуть соперника за черную линию своеобразного ринга.

Как и в любом другом виде спорта, в робо – сумо есть свод правил, именуемый регламентом. Для каждой компетенции создается индивидуальный регламент. Но во всех регламентах можно выделить некоторый базис, который именуется общие положения:

Матч проводится между двумя командами. Каждая команда выставляет одного робота.

Роботу необходимо вытолкнуть противника с ринга. Матч продолжается, пока команда не набирает установленное количество баллов.

Робот не должен быть под контролем человека, а значит быть автономным.

Сами бои происходят на специально созданном поле, который называется ринг.

Ринг представляет собой диск черного цвета с границей в виде белой линии по периметру. Граница является частью ринга. Боковая поверхность ринга не является частью ринга.

Вокруг ринга обеспечено свободное внешнее пространство, ограниченное выступом. Выступ должен предотвращать вылет роботов за пределы полигона, обеспечивая безопасность участников и сохранность роботов. Для каждой компетенции размеры рингов различаются.

Актуальность

В целом, робот-сумоист это довольно простой в своей концепции робот, однако для создания его на конкурентоспособном уровне нужно сильно постараться, то есть начать создавать робота довольно просто и есть куда его в дальнейшем развивать. Студенты могут разрабатывать его с первого курса, так как робот-сумоист не требует больших материальных затрат, а также это поможет им лучше понять свою специальность и даст возможность поучаствовать в международных соревнованиях, что может помочь в дальнейшем распределении. Особенно это актуально для студентов технических вузов, так как они изучают необходимые дисциплины, например, схемотехнику, системотехнику и программирование. Также создание робота допускает различные подходы к проектированию и программированию, что позволяет реализовать различные идеи и тактики, позволяя раскрыть потенциал разработчика. Сами роботы могут быть различных размеров и сложности создания, что поможет каждому найти себе дисциплину по уровню умений. Также они разделены на категории по размерам и массе, что обеспечивает равные условия соревнований.

Создание робота

Во время проведения научной работы мы разработали модель двухколесного робота – сумоиста, предназначенного для участия в соревнованиях по мини-сумо 10*10. Для этого были подобраны компоненты, отвечающие соревновательным стандартам выбранной компетенции, разработана 3д модель робота, проведен расчет на прочность самого нагруженного элемента, разработан комплексный алгоритм управления роботом.

Робот-сумоист состоит из:

Микроконтроллер — микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. В настоящее время микроконтроллеры настолько дешевы и легко доступны, что их обычно используют вместо

простых логических схем, таких как счетчики, с единственной целью получить некоторую гибкость конструкции и урезать пространство. В основном новые микроконтроллеры являются «программируемыми в системе», это означает, что вы можете настраивать выполняемую программу, не снимая микроконтроллер с его позиции.

Датчики будут использоваться двух видов: датчики линии и датчики препятствия.

Датчик линии – это оптический модуль, предназначенный для обнаружения препятствий в виде белых или чёрных линий. Данный датчик используется для определения края ринга.

Датчики препятствия - устройства, предназначенные для бесконтактного определения присутствия различных объектов в контролируемом пространстве. Данные датчики используются с целью обнаружения противника.

Электродвигатель - электрическая машина, в которой электрическая энергия преобразуется в механическую. В основу работы подавляющего числа электрических машин положен принцип электромагнитной индукции.

Управлять шаговым двигателем сложнее, чем обычным коллекторным двигателем, нужно в определенной последовательности переключать напряжения в обмотках с одновременным контролем тока. Поэтому для управления шаговыми двигателями были разработаны специальные устройства, называемые драйверами. Они позволяют управлять вращением ротора в соответствии с сигналами управления и определенным образом делить физический шаг на более мелкие дискреты.

Источник питания отвечает за питание всех элементов робота. В роботах-сумоистах используются аккумуляторы, которые должны быть достаточно малыми, чтобы их можно было разместить внутри корпуса и при этом иметь довольно высокие параметры емкости.

Робот, кроме электронных компонентов, состоит из корпуса, состоящего из нескольких пластин, утяжелителей и основы, к которой они крепятся. Также необходимы два колеса.

Пластины изготавливаются из нержавеющей стали толщиной 1 мм путем лазерной резки. Передняя пластина загнута ближе к основанию и у самого основания заточена для лучшего подцепа.

Основа распечатывается на 3D-принтере.

Утяжелители добавляются в последнюю очередь для того, чтобы приблизить вес робота к максимально допустимому весу. 3D-модель робота представлена на рисунках 1 и 2.

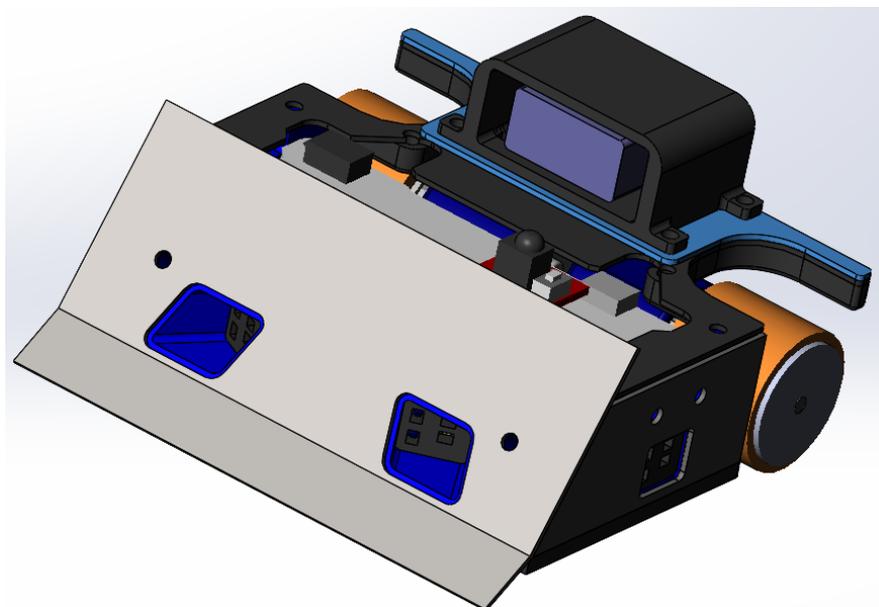


Рисунок 1 – 3D-модель робота-сумоиста

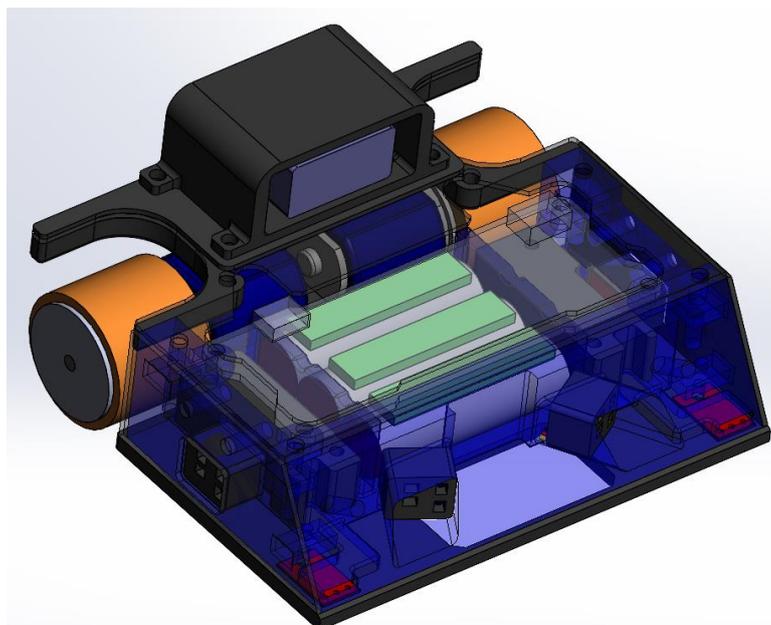


Рисунок 2 – Расположение компонентов внутри робота-сумоиста

Напряженно-деформированное состояние - совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих при действии на неё внешних нагрузок, температурных полей и других факторов. Совокупность компонентов деформации характеризует деформированное состояние частицы тела.

Проверка будет производиться по самому нагруженному элементу в самых неблагоприятных условиях: по передней пластине в момент лобового столкновения двух роботов, которое ведет к «клинчу» - ситуации, когда роботы столкнулись, но ни один из них не может подцепить другого и они пытаются вытолкнуть друг друга за счет силы приводов. Распределение деформаций представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Напряженно-деформированное состояние передней пластины

Из анализа видно, что максимальная деформация пластины меньше 1 мм. Это может незначительно повлиять на конкурентоспособность робота, однако исправляется при заточке пластины между матчами.

Для создания программы, удовлетворяющей всем соревновательным критериям, создается блок-схема алгоритма работы. Она представляет собой перечень действий, которые должен выполнить робот, а также является основой для создания кода. Сам программный код состоит из двух основных циклов: отслеживания положения на ринге и поиска противника. Также для соблюдения правил соревнований требуется реализация включения и выключения робота с помощью пульта. Все команды должны выполняться без задержек, а сам код должен быть понятен и прост для дальнейшего редактирования.

Достижения

Роботы, созданные студентами в свободное время, уже учувствуют в различных соревнованиях как в Беларуси, так и за рубежом, например, в России, и показывают достойный результат. Так, в сезонах КОР 2022г и 2023г команда занимала призовые места, заканчивая первыми местами на минском роботурнире 22 и 23 годов. Так же на соревнованиях Робофинист 2022, которые проходили в Санкт-Петербурге, один из белорусских мини-сумоистов смог занять первое место, а другой – третье. В этом году также был показан высокой результат – второе место.

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ КОЛЕСНОГО РОБОТА В ТРУБОПРОВОДАХ

Студент группы 10309120 Морозова Е. М.

Студент группы 10309120 Силкина Д. М.

Научный руководитель – Старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Введение

«Трубопровод» у пользователей чаще всего ассоциируется с проводкой водоснабжения и бытового газа, которые встречаются в условиях привычных городов и поселений. Обычному человеку трудно представить, что основная масса трубопроводов имеет гигантские диаметры. Такими трубопроводами пронизана практически вся территория нашей страны. Это магистральные трубопроводы, по которым, как по артериям, поставляется в промышленных объемах газ и нефть. О них не так много знают, так как эти трубопроводы в целях безопасного использования скрыты от глаз под землей, реками, горными системами.

Благодаря этим трубопроводам продукция нефтегазовой отрасли транспортируется к потребителям между странами, континентами. Диаметр труб может достигать 1422 мм, а в длину может превышать тысячи километров. Транспортировка продуктов нефти и газа происходит безостановочно, поэтому первоочередную роль имеет надежность и безопасность конструкции трубопровода. Эффективная работа нефтегазовой отрасли – основа развития экономики стран и благополучной жизни населения. Нефть и газ обеспечивают большую часть мировой потребности в энергетических ресурсах. И хотя тенденция говорит о постепенном смещении их доли в пользу экологичных видов топлива – но в реальности нефть обеспечивает до 34% мирового производства энергии, а газ - 21%.

Первые робототехнические комплексы для выполнения трубопроводной диагностики стали производиться в России в 2005 году, а их способность перемещаться как по ровным трубам, так и кривообразным вызвала бурную реакцию на рынке. Новые открывшиеся возможности позволили «идущим в ногу со временем» предприятиям выявлять в своих трубопроводах различные дефекты сварных швов и запорной арматуры до того, как это могло стать серьезной проблемой.

Следующим этапом в развитии манипуляторов стало появление на рынке сварочного робота, профессиональные возможности которого, например, помогли успешно провести работы на водно-графитовом реакторе канального типа Билибинской АЭС. Далее был создан уже полнофункциональный комплекс, умеющий проводить восстановительный ремонт телескопических соединений трактов технологических каналов реакторов большой мощности — ему удалось провести успешную модернизацию энергоблоков на Ленинградской АЭС.

Гусеничный робот с электромагнитным-акустическим методом работы успел успешно проявить себя и в США — его функциональные возможности позволили провести подземное исследование трубопроводов высокого давления с локтевыми сгибами на АЭС Соопег в штате Небраска, диагностику газо- и нефтепроводов в Калифорнии и Аляске, а также проверку безопасности систем газоснабжения в Нью-Йорке в районе Манхэттена.

Разветвлённая система обеспечения потребителей природным газом для его применения в хозяйстве и бытовых нужд на территории Беларуси. Состоит из магистральных газопроводов, газопроводов в одноконтурном исчислении, газопроводов-отводов и распределительных сетей низкого давления, а также рядом газораспределительных станций и газохранилищ. По состоянию на конец 2017 года протяжённость магистральных газопроводов на территории Республики Беларусь составляет 7901 км. х. Из общего числа отказов трубопроводов примерно 23 % отказов приходится на долю дефектов

геометрии типа овализации, образований вмятин, гофр и других дефектов приводящих к изменению проходного сечения трубопроводов.

Одним из путей обеспечения эксплуатационной надежности трубопроводов является внедрение многоуровневой интегрированной системы обследования технического состояния, диагностирования и мониторинга, предусматривающей определение параметров дефектов и особенностей трубопровода: дефектов геометрии и особенностей трубопровода (вмятин, гофр, овальностей поперечного сечения, сужений, выступающих внутрь трубы посторонних предметов и элементов арматуры трубопровода), ведущих к уменьшению его проходного сечения; дефектов типа потери металла, уменьшающих толщину стенки трубопровода (коррозионных язв, царапин, вырывов металла и т.п.), а также расслоений, включений в стенке трубы; поперечных трещин в кольцевых сварных швах; продольных трещин в теле трубы и продольных сварных швах.

Для технического диагностирования региональных газопроводов и газопроводов-отводов высокого давления применяют внутритрубную дефектоскопию (ВТД), наземные методы обследования, обследования с применением летательных аппаратов, мобильных роботов и другие способы и методы контроля.

При диагностике действующих газопроводов, водопроводов, очистных и дренажных магистралей, систем ливневой канализации применяются системы магнитной интроскопии, видеодиагностики и телеинспекции трубопроводов, в т.ч. перемещающиеся мобильными роботами. Робототехнические системы видеодиагностики и телеинспекции (видеоинспекция, теледиагностика) трубопроводных сетей позволяют обнаружить небольшие трещины, течи, деформацию, засоры и посторонние предметы, причину снижения пропускной способности, определить точное местоположение и характер дефекта, определить состояние трубопровода вокруг дефекта для принятия решения о локальном ремонте, санации трубы или о замене участка трубопровода. В результате, поиск и ликвидацию утечек трубопровода можно осуществлять

без раскопки траншей большой протяженности с локальной раскопкой в установленном месте, или применением бестраншейных технологий.

Создание мобильных роботов для технической диагностики состояния, неразрушающего контроля и ремонтно-восстановительных работ внутри трубопроводных систем - одно из направлений развития современной робототехники и мехатроники. Для решения проблем обеспечения надежности газопроводов необходимо создание многоцелевой робототехнической системы, которая должна: перемещаться по трубам различного внутреннего диаметра с возможностью преодоления 90-градусных отводов, тройников, крестовин, разветвителей и соединительных муфт; обеспечивать проведение ремонтно-восстановительных работ; оснащаться сенсорами, обнаруживающим дефекты, причем наличие этого сенсора не должно мешать роботу перемещаться по трубам; оборудоваться средствами регистрации пройденного расстояния, определения собственного положения и записи этих данных вместе с информацией о дефектах; допускать возможность введения его в трубопровод и извлечение наружу в одной и той же точке трубы, чтобы избежать необходимости раскопок грунта в нескольких местах. Одним из путей обеспечения требуемого качества выполнения операций внутритрубной диагностики и ремонта трубопроводов региональных газопроводов и газопроводов-отводов среднего и высокого давления в подобных условиях является применение адаптивных МБР.

Цель создания устройства: создание системы управления перемещением колесного робота в трубопроводах.

Задачи, решение которых предусматривается в ходе разработки устройства:

1. Изучить принцип движения колесного робота в трубопроводах.
2. Провести обзор существующих аналогов.
3. Разработать структурную схему.
4. Разработать схему электрических соединений.
5. Разработать алгоритм работы.

Обзор литературных источников

Подвижные МР, по принципу передвижения внутри трубопроводов разделяются на устройства с механическим двигателем и с подачей избыточного давления:

- а) в потоке продукта;
- б) колесный;
- в) гусеничный;
- г) стено-нажимной;
- д) шагающий;
- е) ползущий;
- ж) винтообразный.

Тип «в потоке продукта» - один из самых известных коммерческих типов. Является пассивным роботом, т.к. не имеет приводов движения. Он использует давление, создаваемое жидкостью или газом внутри трубопровода, т.е. рабочее тело (т.е. жидкость или газ) как бы проталкивают его вперед. Обычно такие роботы используются для инспекции больших трубопроводов.

Колесный тип - это самый распространенный тип мобильных роботов автомобильной конструкции.

Гусеничный тип - является аналогом колесного робота с использованием в качестве двигателя гусеницы.

Роботы стено-нажимного типа - роботы, имеющие возможность подниматься по вертикальным трубопроводам, что является его большим преимуществом. Роботы такого типа имеют «упругий» механизм, который позволяет им держаться на стенках трубопровода за счет давления, создаваемого этим механизмом, т.е. робот как бы разжимается внутри трубы, обеспечивая надежное сцепление с ее стенками.

Шагающий тип - роботы *шагающего типа* - конструкции с разным числом конечностей - от многоногих шагающих аппаратов, напоминающих сороконожку, до роботов с 8, 6, 5, 4, 3 и 2 конечностями.

Роботы *ползущего типа* перемещаются, осуществляя периодические изменения формы корпуса. Подобная конструкция многозвенного змееподобного робота предложена в ЦНИИ робототехники и технической кибернетики (Санкт-Петербург).

Винтообразный тип - перемещение этого робота напоминает движение закручивающегося винта. Робот как бы вкручивается (ввинчивается) в трубопровод .

Выбор программного обеспечения для разработки

В качестве программного средства, необходимого для построения схем системы управления перемещением колесного робота для трубопроводов была выбрана программа AutoCAD.

AutoCAD является одной из самых популярных и мощных программ, разработанной компанией Autodesk, для создания и редактирования 2D и 3D чертежей и проектов. Программа широко используется в различных отраслях, таких как архитектура, инженерный дизайн, производство, электроника и многих других. AutoCAD обладает удобным и гибким пользовательским интерфейсом, который позволяет пользователю создавать сложные чертежи с высокой точностью.

Полезные функции AutoCAD для создания чертежей:

Работа с размерами и координатами: AutoCAD предоставляет возможность работать с абсолютными и относительными координатами, а также с углами и полярными координатами, что сильно упрощает разработку чертежей.

Разработка структурной схемы устройства управления

Составим структурную схему системы управления перемещением колесного робота в трубопроводах. Структурная схема мобильных роботов (МБР) состоит из четырех основных частей: «механическое устройство

(двигатель)», «блок приводов», «устройство компьютерного управления», «информационное устройство».

«Механическое устройство (двигатель)» конечным звеном которого является рабочий орган - колесный модуль (КМ) или другой вид устройства передвижения.

«Блок приводов» включающий в себя силовые преобразователи и исполнительные двигатели.

«Устройство компьютерного управления» на вход которого поступают команды человека-оператора, либо ЭВМ верхнего уровня управления.

«Информационное устройство», предназначенное для получения и передачи в устройство компьютерного управления данных о реальном движении МР и о фактическом состоянии его подсистем.

Выбор компонентов для устройства управления

Из структурной схемы видно, что система управления перемещением колесного робота в трубопроводах состоит из следующих компонентов:

- 1) Механическое устройство;
- 2) Блок приводов;
- 3) Устройство компьютерного управления;
- 4) Информационное устройство.

Механическое устройство

За вращение колес будут отвечать мотор-редукторы.

Из данных мотор-редукторов выбираем JGA25-371 из-за низкой стоимости при схожих характеристиках.

Драйвер двигателя DRV8833 1,5А DC .

Преимущества DRV8833: Встроена защита от перегрузки, перегрева, короткого замыкания. Есть спящий режим с низким потреблением.

Блок приводов

В качестве стабилизирующего источника питания можно использовать один из следующих линейных стабилизаторов.

Из данных линейного стабилизатора AMS1117-5 рассеиваемая мощность определяется разницей напряжений на входе и выходе и выходным током. Гарантированное максимальное значение рассеиваемой мощности не будет доступно для всех входов и выходов. Стабилизация по сети и по нагрузке измеряется при постоянной температуре кристалла с помощью тестовых импульсов с небольшим коэффициентом заполнения. Стабилизация по нагрузке измеряется на расстоянии $\sim 1/8$ дюйма от места пайки вывода корпуса.

Устройство компьютерного управления

В качестве компонента блока «Устройство компьютерного управления» можно использовать один из следующих микроконтроллеров.

Из данных микроконтроллеров выбираем ATmega328 из-за низкой стоимости. А также скорости, они способны работать на частоте 20 МГц.

Информационное устройство

1080P HD TVI канализационного стока трубы пуш-ап камера инспекции.

Датчик камеры: Sony 1080P, 1920 * 1080 пикселей.

Из данных камер для трубопроводов выбираем SONY1080 HD TVI из-за длины кабеля и поля обзора.

Для обнаружения препятствий используем датчик расстояния.

Из данных датчиков расстояния выбираем VL53L1X из-за максимального расстояния и поля зрения.

Разработка схемы электрических соединений устройства управления

Рассмотрим микроконтроллер Atmega328. К устройству компьютерного управления микроконтроллеру Atmega328 подключены к разъемам PB6 и PB7 конденсаторы C2, C3 на 22 мкФ и кварцевый резонатор ZQ1 на 16 МГц для стабилизации напряжения. К разъемам 2,3 подключен XS1 с напряжением +10V. На разъем 1 подан резистор R1 и S1. К разъемам 27,28 подключаем разъем датчика расстояния VL53L1X с напряжением +5В. К выводам PB5, PB4, PB3, PB2 микроконтроллера подключаем первый микроконтроллер

сопряжения DRV8833. А к разъемам PD5, PD6 подключаем второй микроконтроллер сопряжения DRV8833. Для стабилизации напряжения устанавливаем в двух микроконтроллерах между вывода 11 и GND конденсаторы C4 и C6 на 10мкФ каждый. От этих микроконтроллеров идет подключение к трем мотор-редукторам JGA25-371.

Для стабильной работы устанавливаем линейный стабилизатор AMS1117-5(U1) на +5В.

Для стабильной работы стабилизатора напряжения AMS1117-5 (U1) между выводами VCC и GND установим конденсатор C6 и C7 на 150 мкФ и 10мкФ соответственно, а между выводами +5V и GND установим конденсатор C5 на 22мкФ.

Блок-схема алгоритма работы устройства управления

«Начало» - подаётся напряжение питания, и программа начинает свою работу.

«Ввод» - Происходит чтение расстояние между шарнирами, длину звеньев и определение режимов работы портов ввода-вывода микроконтроллера. Включается камера для определения дефектов трубопровода.

«Опрос датчиков углов α , β , γ » - определяет ширину трубы.

«Вывод 1» - происходит перемещение пружин.

«Опрос датчика силы» - деформируем колеса с помощью датчика силы.

«Вывод 2» -определяем силы и опору.

«Препятствие 1» - если достаточно угла наклона (-60°) - ($+60^\circ$), то переходим на вывод 3, иначе переходим на «препятствие 2».

«Вывод 3» - определяются силы реакции поверхности в точке контакта с движителем.

«Препятствие 2» - если недостаточно угла наклона (60°) - (180°), то переходим на «препятствие 3», иначе переходим на «вывод 4».

«Вывод 4» - определяются силы реакции поверхности в точке контакта с двигателем.

«Препятствие 3» - если недостаточно угла наклона (180°) - (300°), то возвращаемся на опрос датчиков углов α , β , γ , иначе переходим на «вывод 5».

«Вывод 5» - определяются силы реакции поверхности в точке контакта с двигателем.

«Вывод 6» - если движущая усилие привода системы достаточна, то переходим на «вывод 7».

«Вывод 7» - определяется коэффициент наклона касательной к участку характеристики трения.

«Вывод 8» - получаем изменение радиального размера робота перемещением.

«Препятствие» - если опрос датчиков получился больше, чем «вывод 8», то конец программы, иначе переходим на опрос датчиков углов α , β , γ .

«Конец» - остановка программы.

Заключение

Рассмотрен робот для перемещения в трубопроводах. Согласно разработанной структурой схеме были подобраны компоненты. Также была составлена блок-схема алгоритма работы устройства.

УНИВЕРСАЛЬНОЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ МЕХАТРОННОГО ПРИВОДА МАНИПУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ ВАРИАТИВНОГО ДВИЖИТЕЛЯ.

Студент группы 10309120 Шатило Д. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Введение

Наименование разрабатываемого устройства: универсальное схемотехническое решение мехатронного привода манипулятора на основе вариативного движителя.

Назначение устройства: перемещение крупных объектов преимущественно кубических форм в разные места по заданному алгоритму без участия человека, а также без алгоритма под полным управлением человека.

Цель создания устройства: создание системы управления мехатронным устройством с манипулятором с реализацией алгоритмов управления для движения и перестановки грузов.

Задачи, решение которых предусматривается в ходе разработки устройства:

1. Изучить принцип движения и работы роботизированной системы с манипулятором;
2. Провести обзор существующих аналогов;
3. Разработать структурную схему;
4. Разработать схему электрических соединений;
5. Разработать алгоритм работы;

Составим структурную схему системы управления универсального схемотехнического решения мехатронного привода манипулятора на основе вариативного движителя.

Схема состоит из четырёх блоков: «Устройство управления», «Исполнительное устройство», «Датчики» и «Источник питания».

Блок «Устройство управления» передает сигналы управления на блок «Исполнительное устройство».

Блок «Исполнительное устройство» отвечает за перемещение, согласно управляющим сигналам блока «Устройство управления», и передачу информации о текущем положении устройства на блок «Устройство управления».

Блок «Датчики» отвечает за предельное положение элементов схвата манипулятора.

Блок «Источник питания» отвечает за питание блоков «Устройство управления», «Исполнительное устройство» и «Датчики».

Комплектующие

Из структурной схемы видно, что система управления состоит из следующих компонентов:

- 1) Устройство управления
- 2) Исполнительное устройство
- 3) Датчики;
- 4) Источник питания;

Выбираем ATmega32U4-AU (рисунок 1) из-за невысокой стоимости, большого объема FLASH памяти, высокой тактовой частоты, а также наличия WI-FI и Bluetooth интерфейсов связи.



Рисунок 1 – Микроконтроллер ATmega32U4-AU

Для обеспечения передачи данных и возможности программирования через USB интерфейс, необходим преобразователь интерфейса USB – UART. Выбираем FT232 из-за высокой скорости передачи данных (рисунок 2).



Рисунок 2 – Преобразователь интерфейса FT232

В качестве пульта для управления транспортной системой используем смартфон с операционной системой Android.

Для дистанционного управления телевизионным приемником используем инфракрасный приемник TSOP34838, что представлен на рисунке 3



Рисунок 3 – Инфракрасный приемник TSOP34838

За движение гусеницы (вращение звёздочки) будут отвечать мотор-редукторы.

Выбираем JGA25-371 из-за низкой стоимости при необходимых для нас характеристиках (рисунок 4).



Рисунок 4 – Мотор-редуктор JGA25-371

Мотор-редуктор GA-12 N20 будем использовать для схвата манипулятора. Данный мотор-редуктор представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Мотор-редуктор GA-12 N20

В качестве микросхемы согласования выбираем транзисторную сборку TA6586 (рисунок 6).

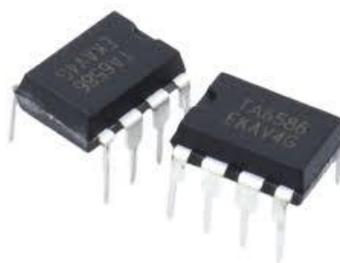


Рисунок 6 – Транзисторная сборка TA6586

Для движения манипулятора и схвата будем использовать механические приводы. Используем MG995, поскольку у него большой крутящий момент, а также невысока цена. Данный механический привод представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Механический привод MG995

В качестве источника питания используем литий-полимерный аккумулятор.

Выбираем Zeee Power 3s 11.1v 3300mah из-за большой емкости и малых габаритов при низкой стоимости (рисунок 8).



Рисунок 8 – Аккумулятор Zeee Power 3s 11.1v 3300mah

В качестве источника питания напряжением 5В для питания микроконтроллера и датчиков используем стабилизатор напряжения L7805CP (рисунок 10).

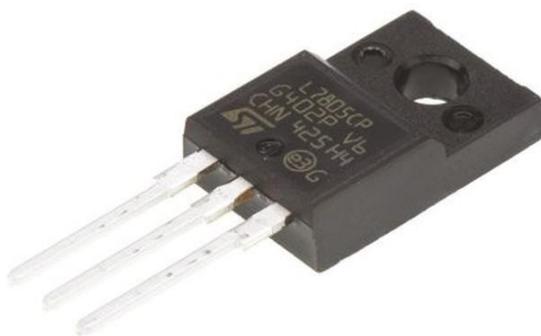


Рисунок 10 – Стабилизатор напряжения L7805CP

Схема электрическая принципиальная и структурная схема универсального мехатронного устройства

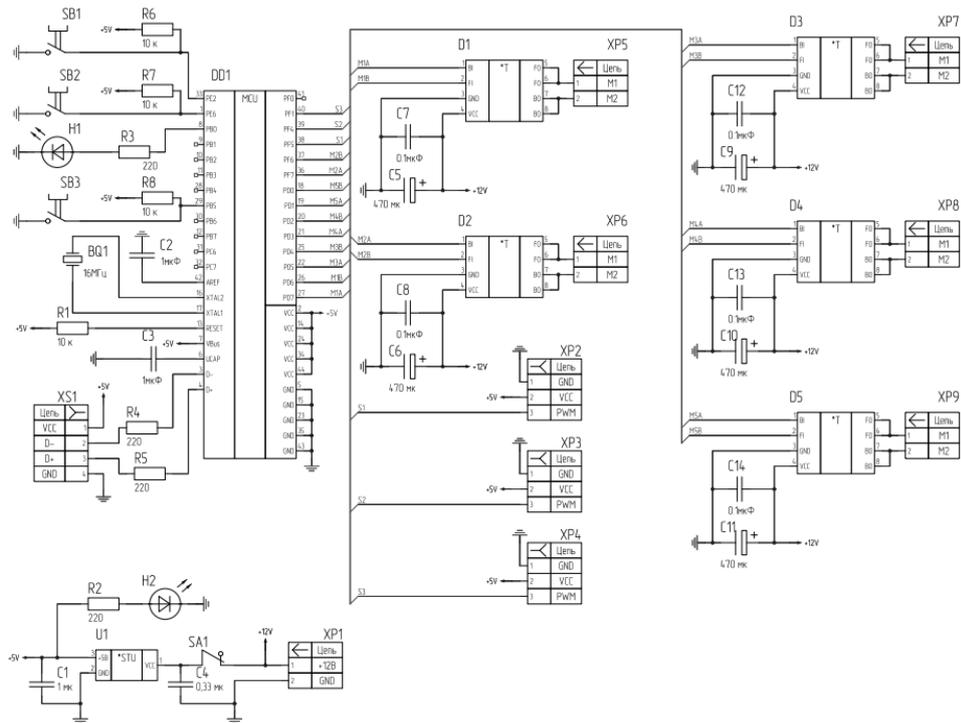


Рисунок 11 – Схема электрическая принципиальная



Рисунок 12 – Структурная схема

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте была разработана структурная схема универсального схемотехнического решения мехатронного привода манипулятора на основе вариативного движителя. Вариативность заключается в том, что в разных условиях можно сменить тип движителя, то есть вместо гусеницы можно будет установить колёса разного типа, то есть помимо стандартных, можно установить «Колёса Илона», которые позволяют двигаться в разных направлениях. Также, согласно разработанной структурной схеме, были подобраны компоненты и составлена принципиальная электрическая схема. Была составлена и блок-схема алгоритма работы устройства. Необходимо отметить, данное устройство направлена также для обучения, то есть усовершенствования и приобретения навыков в таких сферах как схемотехника, 3д-моделирование, системотехника, а также материаловедение и другие сферы. Таким образом, помимо создания этого устройства были приобретены навыки в названных областях, что является отличным опытом, который поможет на производстве в предприятиях в будущем.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

студент Ушаков П. А.

Научный руководитель - канд. физ-мат. наук Козлова Е. И.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Введение

Разработка систем, анализирующих видеопоток в режиме реального времени, представляет собой актуальную и активно развивающуюся теоретическую и практическую проблему во многих областях. Актуальность данной работы заключается в том, что нейронные сети могут применяться в различных интерактивных системах, умных городах, видеонаблюдении и многих других областях. Кроме того, их использование позволяет автоматизировать процесс и сократить время на выполнение задач.

Для обнаружения и классификации объектов на изображении могут применяться различные типы нейронных сетей:

Сверточные нейронные сети (CNN): наиболее часто используемый тип сетей в обработке изображений, поскольку они автоматически и эффективно извлекают признаки из изображений на разных уровнях, что критически важно для точного распознавания.

R-CNN (Region-based Convolutional Neural Networks) и их вариации (Fast R-CNN, Faster R-CNN): эти сети обеспечивают более обнаружение объектов, путем сочетания CNN для извлечения признаков и регионов интереса на изображениях.

SSD (Single Shot MultiBox Detector): эти сети также обрабатывают изображение за один проход и могут обнаруживать объекты разных масштабов.

Сбор данных и формирование датасета

Сбор информации для датасета может проводиться различными

способами в зависимости от задачи и типа требуемых данных. Для многих задач уже есть готовые датасеты, которые можно найти в открытом доступе на различных веб-ресурсах.

Формирование качественного датасета является одной из самых важных задач в построении модели обнаружения и классификации объектов. Качество и точность определения объектов в поставленной задаче напрямую зависит от данных, которые находятся в датасете. Чем лучше он будет подготовлен, тем меньше времени потребуется на отладку модели, ее тренировки, поиск и устранение неточностей распознавания.

Некоторые задачи требуют ручного ввода данных от пользователей. В таком случае предоставляются разработанные веб-формы и системы, позволяющие проводить аннотацию(разметку) данных. В данной работе использовалась специальная платформа Roboflow. Платформа упрощает процесс разработки моделей для компьютерного зрения, имеет широкую совместимость и гибкость развертывания, у нее простая настройка и интеграция, а также одно из самых значительных ее преимуществ – это безопасность. Пример размеченного датасета представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Размеченный датасет

Методы обнаружения

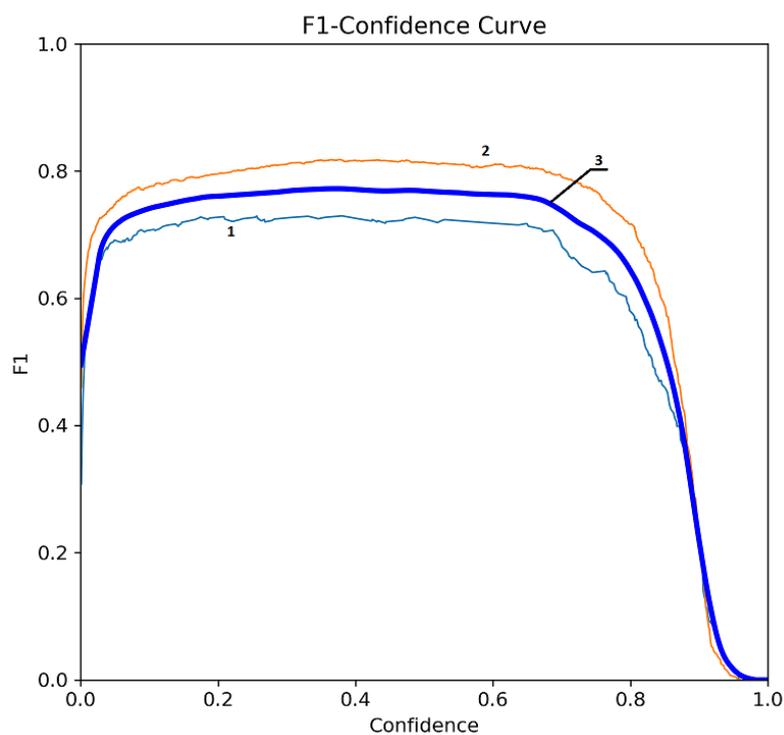
Методы обнаружения объектов, как правило, основаны на машинном либо глубоком обучении. Для методов, основанных на глубоком обучении, свойственно использование сверточных нейронных сетей. В соответствии с

этим, для данной работы был выбран метод YOLO, поскольку к его достоинствам можно отнести скорость, высокую точность, универсальность.

Результаты

Один из наиболее важных критериев оценки работы нейронной сети в случае распознавания изображений – это качество распознавания изображений. Для оценки качества распознавания изображения при помощи нейронной сети мы можем использовать разные метрики. Проверка работоспособности предлагаемого в данной работе алгоритма была исследована на датасете, который содержал изображения максимально приближенные к реальным условиям. Задачей модели обнаружения в алгоритме было нахождение на видео интересующих объектов – человек и сумка/рюкзак.

Исходя из данных, полученных на графике F1-Confidence Curve (Рисунок 2), можно сделать вывод, что максимальное значение F1 для обоих классов достигается при определённом уровне уверенности и составляет примерно 0.77 при пороге уверенности 0.37. Это указывает на то, что модель достигает наилучшего баланса между точностью и полнотой при данном значении confidence. После этой точки F1-мера падает, что может свидетельствовать о уменьшении полноты при более высоких уровнях уверенности.



*1 – объект класса bag, 2 – объект класса person,
3 – для двух классов*

Рисунок 2. F1-Confidence Curve

Также для наглядности работы модели была построена матрица ошибок (Рисунок 3).

Согласно данной матрице, можно сделать вывод, что модель достаточно хорошо справляется с обнаружением человека на изображении, точность предсказания составила 83%, но 17% были ошибочно приняты за класс "background". Для класса "bag", модель предсказала правильно в 67% случаев, однако 32% были ошибочно классифицированы как "background".

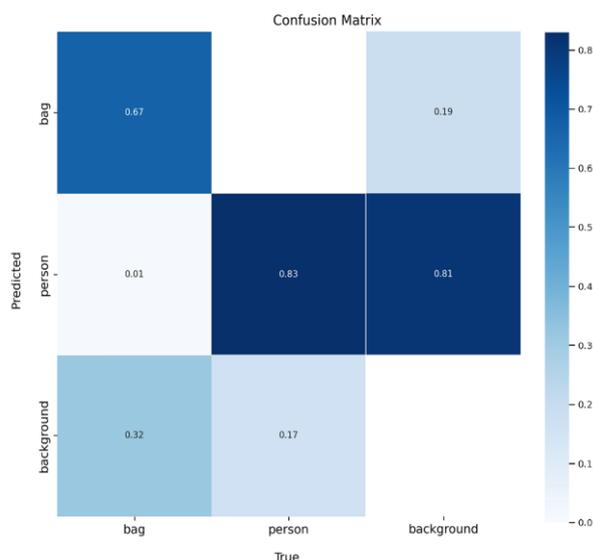


Рисунок 3. Confusion Matrix

Заключение

Распознавание объектов по-прежнему остается одной из самых важных сфер применения для глубокого обучения и компьютерного зрения на сегодняшний день. В работе были подробно рассмотрены основные этапы процесса применения нейронных сетей для классификации объектов, включая подготовку данных. Важным этапом работы с нейронными сетями является выбор подходящих метрик оценки качества классификации. Результаты, полученные с помощью этих метрик, подчеркнули сильные стороны модели в определенных аспектах обнаружения объектов, а также выявили области, требующие улучшения.

Литература

1. Ultralytics YOLOv8 Docs [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/> – Дата доступа: 15.12.2023
2. Performance Metrics in Machine Learning [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://neptune.ai/blog/performance-metrics-in-machine-learning-complete-guide> - Дата доступа: 15.12.2023
3. Задача нахождения объектов на изображении [Электронный

ресурс] – Режим доступа:

https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Задача_нахождения_объектов_на_изображении – Дата доступа: 14.12.2023.

УЗЕЛ РАЗЪЁМНОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ САМОСБОРКИ МОДУЛЬНОЙ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Студент группы 10309120 Шостко А. Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Козлов Ю. В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Теоретическая часть

Наименование разрабатываемого устройства: узел разъёмного соединения для самосборки модульной мехатронной системы.

Назначение устройства: осуществление разъёмного соединения модулей в составе печатной головки 3D-принтера.

Цель создания устройства: разработка узла разъёмного соединения повышенной надёжности, снижение временных затрат на реализацию процесса смены экструдера печатной головки 3D-принтера.

Функциональные требования:

1. Надёжное удержание и фиксация сменных экструдеров.
2. Реализация соединения и разъединения подвижной базы печатной головки и экструдера.
3. Удержание активного экструдера в процессе выполнения операций печати.

С развитием модульной мехатроники и робототехники открываются принципиально новые вариативные возможности формирования систем из отдельных полнофункциональных конструктивных единиц, адаптированных к решению множества прикладных задач, иначе называемых модулями.

Мехатронный модуль — это функционально и конструктивно самостоятельное изделие для реализации движений, подразумевающее взаимопроникновение и синергетическую аппаратно-программную интеграцию составляющих его элементов, имеющих различную физическую

природу (механические, электротехнические, электронные, цифровые, пневматические, гидравлические, информационные и т. д. компоненты).

Разработки в области интеллектуального гибкого производства призваны решить проблему того, что некоторые мехатронные и робототехнические устройства столкнулись с трудностями выполнения различных задач с применением единственного варианта конфигурации. Обретают силу реконфигурируемые системы, способные изменять свои конфигурации и конечные исполнители для переключения между различными видами операций. Реконфигурируемый соединительный механизм (RCM) является основным компонентом таких устройств.

Модульные мехатронные системы с применением данной технологии имеют спрос в самых различных сферах применения. Так получили жизнь такие широко популярные разработки как самособирающийся хирургический робот ARES (Италия), робот M-TRAN III (Япония), многозвенные мехатронно-модульные роботы с адаптивной кинематической структурой PolyBot (США), SkBot (США), АРАКС (Россия), а также робот Mori (Швейцария), способный повторять сложные геометрические формы, и многочисленные реконфигурируемые роботы-манипуляторы. Подобные устройства применяются в медицинских, промышленных, военных, научных целях, для спасения человеческих жизней и в качестве игрушек для детей.

3D-принтер – станок с числовым программным управлением, выполняющий трёхмерную объёмную печать. Из числа многообразных типов данного рода устройств (FDM, Polyjet, LENS, LOM, фотополимерные, филаментные, лазерное спекание, 3D-ручки) на рассмотрение в рамках темы был взят филаментный принтер, реализующий аддитивные операции, то есть добавляющий порции материала к заготовке. Данный вид принтеров отличается широкой доступностью, а также простотой в эксплуатации.

Процесс печати объёмной модели осуществляется путём послойного нанесения материала (филамента). Рабочий материал принтеров на сегодняшний день также представлен в широком спектре вариаций в

зависимости как от цветовой палитры, так и от химического состава и вытекающих из этого физико-химических свойств. Наиболее распространённый тип филамента – различные пластики: ABS, PLA, PETG / PET / PETT, PC.

Говоря же о недостатках таких 3D-принтеров, стоит отметить проблему неизбежности прерывания процесса печати при необходимости смены вида подаваемого материала с целью комбинации цветов в рамках одного изделия или же создания модели, разные элементы которой имели бы различные физические или химические свойства.

Ввиду данного недостатка хочется рассмотреть главный рабочий орган 3D-принтера, а именно печатную головку, выполняющую посредством экструдера нагрев и подачу филамента, как узел с урезанным функционалом, пригодный к замещению узлом, предусматривающим возможность автоматической смены экструдера, а соответственно и рабочего материала печати, без вынужденного прерывания самого процесса печати.

Перед узлом разъёмного соединения ставится задача фиксации и удержания сменных экструдеров на каркасе 3D-принтера, а также обеспечение процесса их автоматической установки/отсоединения от печатной головки устройства. Узел должен быть компактным по габаритам и простым по своей конфигурации для простоты демонтажа и замены его компонентов в случае неисправности.

Практическая часть

В соответствии с предъявляемыми к устройству требованиями были построены схема структурная, схема электрических соединений и блок-схема алгоритма работы данного узла; согласно схемам, были подобраны электронные компоненты и создана виртуальная модель.

Обобщая результаты рассмотрения литературных источников, а также аналогичных систем, выявлен следующий ряд основных компонентов, необходимых для построения узла:

- 1) Электрическая система управления (управляющая плата) – посылает сигналы на шаговые двигатели и экструдер в соответствии с программой;
- 2) Устройство сопряжения двигателя – преобразовывает сигналы с управляющей платы в команды для шаговых двигателей;
- 3) Шаговые двигатели – осуществляют перемещение печатной головки над поверхностью стола в пределах заданной координатной области;
- 4) Серводвигатель крепления – обеспечивает возможность удержания или отстыковки сменной печатной головки;
- 5) Экструдер – производит подачу филамента;
- 6) Источник питания – обеспечивает мехатронную систему необходимой электрической энергией.

При запуске системы в работу перемещение головки и печать модели происходят как при обычной эксплуатации принтера, однако при возникновении необходимости смены филамента для дальнейшей печати производится автоматическая замена печатной головки на другую, что заранее вносит соответствующие корректировки в программу работы устройства. Команды, поступающие с управляющей платы перемещают движимую базу для сменного экструдера в пределах трёх координатных осей посредством шаговых двигателей.

Автоматизированное разъёмное крепление сменной головки активируется при взаимодействии со стыкующейся подвижной базой, вызывая срабатывание сервопривода магнитного замка, реализующего вращение кольца магнитов на 60 градусов, меняя значение их полюсов на противоположное. После смены экструдера и филамента система может продолжать работу в обычном режиме.

Сменные модули в неактивном состоянии крепятся к каркасу принтера посредством шипового соединения со специальным неподвижным крепёжным элементом, расположенным на раме принтера.

Заключение

На основании созданного в процессе изучения темы теоретического и графического материала, а также в соответствии с техническими требованиями был разработан узел разъёмного соединения для самосборки модульного соединения в составе 3D-принтера, выполняющий все возложенные на него функциональными требованиями задачи. Согласно разработанной структурной схеме подобраны компоненты и составлена схема электрических соединений. Выбраны программные средства, необходимые для проектирования устройства и реализации его работы. Также разработана блок-схема, описывающая алгоритм работы устройства. Опираясь на вышеописанный материал создана объёмная виртуальная модель готового узла.

Таким образом, узел разъёмного соединения автоматизирует выполнение операций по смене экструдера в процессе работы 3D-принтера и исключает необходимость непосредственного вмешательства пользователя.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ (БИОМЕТРИЯ ОТПЕЧАТКА ЛАДОНИ И ГОЛОСОВАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ)

Студент группы 10306121 Волков И. В.

Научный руководитель – преподаватель-стажер Богданова Е. А.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Введение

Определение системы контроля и управления доступом

Система контроля и управления доступом (СКУД) представляет собой комплекс технических и программных средств, предназначенных для организации контроля и регулирования доступа персонала или посетителей на охраняемые объекты или в определенные зоны. Она включает в себя методы аутентификации, контроль прохода через двери, ворота, турникеты и другие точки доступа, а также системы мониторинга и учета.

Значение безопасности и защиты информации

Безопасность и защита информации стали ключевыми аспектами в современном мире, особенно в контексте роста цифровизации и увеличения объема конфиденциальных данных. Системы контроля и управления доступом играют важную роль в обеспечении безопасности, защите конфиденциальной информации, предотвращении несанкционированного доступа и контроле перемещения людей в охраняемых зонах.

Биометрические методы аутентификации

1.1. Сканирование отпечатка ладони

1.1.1. Уникальные особенности ладони

Каждая ладонь имеет уникальные особенности, такие как рисунок линий, папиллярных узоров и точек, которые отличаются у каждого человека. Эти

уникальные характеристики делают отпечаток ладони надежным биометрическим идентификатором.

1.1.2. Принцип работы системы сканирования

Система сканирования отпечатка ладони использует оптические или емкостивые методы для получения изображения ладони. Оптический сканер использует видимый или инфракрасный свет для создания изображения, в то время как емкостивый сканер измеряет электрические свойства кожи. Полученное изображение ладони затем обрабатывается и сравнивается с заранее сохраненными шаблонами для аутентификации.

1.1.3. Преимущества и ограничения сканирования отпечатка ладони

Преимущества сканирования отпечатка ладони включают:

1. Высокую точность и надежность: Отпечатки ладони сложно подделать или скопировать, что делает этот метод аутентификации надежным.

2. Удобство использования: Пользователю необходимо просто поместить ладонь на сканер, что делает этот метод удобным в повседневном использовании.

3. Малая площадь сканирования: Для сканирования отпечатка ладони требуется меньшая площадь, чем для сканирования отпечатка пальца, что позволяет использовать компактные устройства.

Ограничения сканирования отпечатка ладони включают:

1. Возможность изменения отпечатка: Некоторые факторы, такие как повреждения кожи или старение, могут изменить отпечаток ладони и повлиять на процесс идентификации.

2. Дороговизна: Установка и поддержка систем сканирования отпечатка ладони могут быть дорогостоящими, особенно для больших организаций.

3. Чувствительность к грязи и влаге: Системы сканирования отпечатка ладони могут быть чувствительными к грязи, маслу или влаге, что может повлиять на качество сканирования.

1.2. Голосовая аутентификация

1.2.1. Уникальные характеристики голоса

Голос каждого человека имеет уникальные характеристики, такие как тон, частота, ритм, интонация и длительность звуков. Эти уникальные характеристики делают голосовую аутентификацию эффективным методом биометрической идентификации.

1.2.2. Принцип работы системы голосовой аутентификации

Система голосовой аутентификации записывает голосовой образец пользователя и анализирует его особенности. Это может включать измерение частоты голоса, спектрального содержания, ритма речи и других акустических параметров. Полученные данные сравниваются с заранее сохраненными шаблонами голоса для аутентификации.

1.2.3. Преимущества и ограничения голосовой аутентификации

Преимущества голосовой аутентификации включают:

1. Удобство использования: Пользователю необходимо только произнести определенную фразу или предоставить голосовой образец, что делает этот метод удобным в повседневной жизни.

2. Бесконтактность: Голосовая аутентификация не требует физического контакта с устройством, что является удобным и гигиеничным.

3. Высокая точность: Голосовая аутентификация обладает высокой точностью и надежностью, особенно при использовании современных алгоритмов и технологий.

Ограничения голосовой аутентификации включают:

1. Влияние физиологических факторов: Физиологические факторы, такие как простуда, изменение тона голоса или голосовые нарушения, могут повлиять на точность аутентификации.

2. с: в некоторых случаях, голос пользователя может быть записан и воспроизведен злоумышленником для обхода системы аутентификации.

3. Окружающий шум: Шум в окружающей среде может повлиять на качество записи и анализ голосового образца, что может снизить точность аутентификации.

Преимущества и недостатки системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации

Преимущества системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации:

1. Высокая точность и надежность идентификации: Биометрические методы аутентификации, такие как сканирование отпечатка ладони или голосовая аутентификация, обладают высокой точностью и надежностью при идентификации пользователей. Это значительно снижает возможность несанкционированного доступа к защищенным областям или информации.

2. Удобство использования для пользователей: Биометрические методы аутентификации обычно удобны в использовании для пользователей. Вместо необходимости запоминать пароли или носить с собой идентификационные карты, пользователи могут просто использовать свои биометрические характеристики для аутентификации, что упрощает процесс и повышает удобство.

3. Сложность подделки или крадення биометрических характеристик: Биометрические характеристики, такие как отпечаток ладони или голос, сложно подделать или украсть. Это делает системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов более надежными и защищенными от мошенничества.

Недостатки системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации:

1. Высокие затраты на установку и поддержку системы: Внедрение и поддержка системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов может быть затратным. Это связано с приобретением специализированного оборудования, разработкой программного обеспечения, обучением персонала и обновлением системы по мере необходимости.

2. Возможность ложных срабатываний или отказа системы: Несмотря на высокую точность и надежность биометрических методов аутентификации, возможны ложные срабатывания или отказы системы. Например, система

может неправильно идентифицировать пользователя из-за изменения его биометрических характеристик (например, из-за повреждения отпечатка ладони или изменения тона голоса). Это может привести к неудобству для пользователей или потенциальным проблемам безопасности.

3. Защита биометрических данных от несанкционированного доступа: Биометрические данные, такие как отпечатки ладони или голосовые образцы, являются конфиденциальной информацией и должны быть защищены от несанкционированного доступа. Системы контроля и управления доступом должны обеспечивать надежную защиту этих данных, что может требовать дополнительных мер безопасности, таких как шифрование и строгий контроль доступа к хранилищам биометрических данных.

Все эти факторы должны быть учтены при выборе и внедрении системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации. Необходимо балансировать между удобством использования, надежностью, безопасностью и затратами для достижения оптимального решения.

Применение системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации

Банки и финансовые учреждения: Биометрические методы аутентификации могут быть использованы для обеспечения безопасного доступа к банковским счетам и финансовым данным клиентов. Например, сканирование отпечатка пальца или распознавание лица может быть использовано для идентификации клиента при входе в банк или проведении финансовых операций.

Корпоративные офисы и предприятия: Биометрические системы контроля доступа могут быть использованы для ограничения доступа к конфиденциальным помещениям в офисах и предприятиях. Это может включать сканирование отпечатка ладони, распознавание лица или голосовую

аутентификацию для идентификации сотрудников и контроля их доступа к определенным зонам или информации.

Государственные учреждения и организации: Биометрические методы аутентификации могут быть применены в государственных учреждениях и организациях для обеспечения безопасности и контроля доступа. Например, системы сканирования отпечатка пальца или распознавания лица могут использоваться для идентификации сотрудников и контроля доступа к защищенным зонам или базам данных.

Транспортные узлы и аэропорты: Биометрические методы аутентификации могут быть применены на транспортных узлах, таких как железнодорожные станции, автобусные вокзалы и аэропорты, для контроля доступа и обеспечения безопасности. Например, системы сканирования отпечатка пальца или распознавания лица могут использоваться для идентификации пассажиров и контроля доступа к платформам или безопасным зонам.

Умные дома и автомобили: Биометрические методы аутентификации могут быть применены в умных домах и автомобилях для обеспечения безопасности и персонализированного доступа. Например, сканирование отпечатка пальца или распознавание лица может использоваться для разблокировки дверей умного дома или запуска автомобиля только для авторизованных пользователей.

Это лишь несколько примеров применения систем контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации. В целом, такие системы могут быть полезны в любой области, где требуется высокий уровень безопасности и контроля доступа к защищенным зонам или информации.

6 лучших биометрические сканеры на 2023 год

Hikvision

Компания входит в число ведущих поставщиков систем безопасности, на рынке присутствует более 20 лет. Головной офис расположен в Китае.

СКУД Hikvision имеет привычную конфигурацию устройств, контроллер базового блока — локальный, то есть все данные хранятся непосредственно на устройствах. Но при необходимости контроллер можно использовать и в рамках сетевой СКУД.

Линейка оборудования включает все необходимое для построения полноценной системы контроля доступа. Поэтому можно подобрать комплектацию и ПО для объекта любого уровня сложности. Для этого на текущий момент компанией предлагается два варианта контроллеров, простой (DS-K2800) и профессиональный (DS-K2600).

Считыватели способны работать с картами, отпечатками пальцев, есть также возможность работы с набором PIN-а на клавиатуре. Терминалы доступа от Hikvision оснащены также функционалом детекции лица, его распознавания и сохранения снимка.

Так, например терминал распознавания лиц DS-K1T331W способен произвести распознавание на расстоянии от 0,3 до 1,5 м, демонстрируя при этом высокую точность идентификации (более 99%) и скорость — 0,2 сек. Есть модели терминалов, которые способны распознать входящего на расстоянии до 3 метров от устройства. Пример такого терминала — модель DS-K1T672.

Достоинства:

- Возможность комплексной интеграции с системами видеонаблюдения и домофонии на базе единого ПО;
- Предусмотрена интеграция с модулями управления лифтов;
- Простота настройки;
- Большой выбор считывателей;
- Стильный дизайн считывающих устройств;
- Наличие пожарного реле для разблокировки дверей при пожаре.

Недостатки:

- Несовершенная русская речь при озвучке ботов;
- Невозможность подключения стороннего оборудования

ZKTeco

Еще один китайский бренд, который, в первую очередь, специализируется на создании оборудования для биометрических СКУД, однако возможность идентификации по RFID карте или PIN также предусмотрена. Платформа для СКУД от ZKTeco — Windows, есть также оборудование, работающее на ОС Linux.

Контроль доступа предполагает не просто запрещение/разрешение входа, но и возможность контролировать дальнейшее передвижение конкретного объекта. СКУД позволяет отследить до 30 тыс. событий.

Заслуживают, например, внимания терминалы данного бренда, которые способны распознать лицо на расстоянии до 3 метров от считывателя, что делает их эффективными в ситуациях и местах с быстро движущимся людским потоком. Отдельные модели способны осуществлять распознавание под углом до 30 градусов (SpeedFace-V5) в то время, как большинство приборов осуществляют идентификацию под углом не более 15 градусов.

В условиях сложной эпидемиологической ситуации становятся актуальны биометрические терминалы с распознаванием лиц, оснащенные тепловизионной камерой. Так модель RevFace10[TI] поможет в мониторинге и выявлении людей с вирусными заболеваниями, точно измерит температуру, а также определит наличие маски.

Используемый программный комплекс ZKBioTime позволяет вести учет рабочего времени, осуществлять контроль и управление посещениями. Полученные данные в автоматическом режиме заносятся в облачное хранилище ZKBioCloud.

Достоинства:

- Биометрия — основное направление бренда при создании СКУД, имеются патенты на технологии распознавания по лицу, ладоням и т.д.;
- Предусмотрена функция распознавания лица в потоке;

- Наличие удобного оборудования, например дистанционный сканер для снятия отпечатков пальцев сотрудников без необходимости идти к стационарному считывателю;

- Возможность настройки работы оборудования под конкретный объект.

Недостатки:

- Нельзя добавить оборудование другого производителя.

Dahua

Очередной производитель из Поднебесной, входит в число лидеров в мировом масштабе среди поставщиков в сфере интеллектуальных систем видеонаблюдения. СКУД от Dahua — это полный набор для создания системы: контроллеры, считыватели, соответствующее ПО. СКУД поддерживает до 100 000 пользователей. Сканеры с функцией биометрического распознавания способны провести идентификацию объекта по лицу или отпечатку пальца. Есть оборудование и для считывания кода с пластиковых карт. Рассмотрим некоторые модели, заслуживающие внимания:

ASI3213G-MW — контроллер доступа с распознаванием лиц, способен распознать лицо на расстоянии от 0,3 до 1,5 метров от видеокамеры, при этом сумеет отличить настоящее лицо от его изображения, характеризуется низким уровне ложного распознавания, хорошей скоростью: 0,3 сек/лицо. Точность распознавания — 99,5%.

ASI8223Y-A-V3 — контроллер с большей дальностью распознавания, до 2 м, способен работать автономно и сохранять до 100 000 лиц, отличается высокой точностью распознавания (99,5%) и скоростью в 0,2 сек/лицо.

Компания предлагает собрать свою СКУД путем подбора подходящего оборудования, а также предлагает уже готовые решения для гостиничного бизнеса, розничной торговли, частного жилого сектора и других.

Контроллеры от бренда позволяют создать как автономную СКУД, так и сетевую. В последнем случае несколько контроллеров будут замыкаться на один основной.

Достоинства:

- Долговечное оборудование;
- Совместимость с техникой других производителей;
- Простота настройки;
- Возможность подбора оборудования под конкретный объект;
- Простота замены комплектующих.

Недостатки:

- Работает только с оборудованием Dahua.

Anviz

Биометрическая СКУД Anviz, страна бренда — США, — это интеграция системы контроля доступа и системы учета времени. Помимо решения проблемы контроля за передвижением сотрудников и посетителей, данное решение позволит строить удобные отчеты по сотруднику в частности или по компании в целом.

Биометрические сканеры бренда позволяют осуществлять идентификацию:

- посредством отпечатка пальца;
- По ID сотрудника и отпечатку пальца;
- по ID и набранному паролю;
- по прокси-карте;
- по ID и карте;
- по отпечатку пальца и карте.
- Есть также оборудование с возможностью FASE-идентификации.

Как и большинство СКУД данного обзора программный комплекс от Anviz может функционировать локально, а также в рамках сети, подключаясь к серверу посредством сети Ethernet или же через Интернет.

Достоинства:

- Широкий выбор вариантов считывателя по типу идентификатора;
- Стильный дизайн оборудования;
- Возможность работы системы локально или в сети;
- Функциональный блок учета рабочего времени с возможностью контроля и отчетности;
- Среди оборудования имеются биометрические системы контроля температуры и наличия маски;
- Широкий функционал сопровождения.

Недостатки:

- Все сопровождение в основном платное.

Smartec

В линейке российского бренда представлены биометрические считыватели для систем контроля и управления доступа, позволяющие осуществлять идентификацию человека по отпечатку пальца, по рисунку вен на пальце или же по геометрии лица. Последний способ особенно привлекателен, так как является бесконтактным. Можно использовать и классический вариант контроля посредством карты или введения кода. Оборудование позволяет использовать каждый вариант идентификации отдельно или создавать комбинации (например, код+отпечаток пальца).

Есть возможность дополнить СКУД терминалами для учета рабочего времени.

Контроллер можно выбрать автономный или сетевой.

Операционная система — Windows

ПО «Таймекс», на котором строится работа системы, имеет модульную структуру. То есть предполагается наличие базового ядра, к которому подключаются необходимые модули. Например, модуль контроля доступа или учета рабочего времени, видеонаблюдения и т.д. Стоит отметить, что при отсутствии необходимости сложной настройки для реализации

интегрированной системы производитель предлагает бесплатную версию ПО Timex Free, что позволяет не совершать лишних трат.

Достоинства:

- Широкий ассортимент базового и дополнительного оборудования для СКУД;
- Модульность программного комплекса;
- Возможность сетевой и локальной работы;
- Наличие бесплатной версии ПО Timex Free;
- Лицензированная поддержка, рассчитанная на год, позволяет получать обновления до более высокой версии ПО без дополнительных трат;
- Гибкая система лицензирования.

Недостатки:

- Пользователями не отмечены.

Suprema

Южно-Корейский производитель выпускает устройства, позволяющие обеспечивать контроль и учет доступа посредством биометрических данных, карт RFID, введения кода или по смартфону.

Ассортимент оборудования для СКУД включает в себя сканеры и терминалы для распознавания, встраиваемые модули и ПО для управления идентификаторами, модулями контроля и учета. СКУД Suprema отличается гибкостью конфигурации, то есть возможностью настроить все под конкретный объект контроля, а также возможностью расширения базовой системы.

Достоинства:

- Есть решения для мобильной идентификации;
- Смартфон можно использовать и для контроля, удаленного администрирования;
- Широкий ассортимент оборудования для СКУД;

- Надежная схема распознавания;
- Привлекательный дизайн устройств;
- Эргономичность СКУД.

Недостатки:

- Финальная стоимость достаточно высокая.

Заключение

В заключение, системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации представляют собой эффективный способ обеспечения безопасности и контроля доступа в различных сферах и организациях. Они обладают рядом преимуществ, таких как высокая точность и надежность идентификации, удобство использования для пользователей и сложность подделки или кражи биометрических характеристик.

Однако, следует учитывать и некоторые недостатки таких систем, включая высокие затраты на установку и поддержку, возможность ложных срабатываний или отказа системы, а также необходимость защиты биометрических данных от несанкционированного доступа.

При выборе и внедрении системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации необходимо учесть все эти факторы и достичь баланса между удобством использования, надежностью, безопасностью и затратами. Каждая сфера применения, такая как банки и финансовые учреждения, корпоративные офисы и предприятия, государственные учреждения и организации, транспортные узлы и аэропорты, а также умные дома и автомобили, имеет свои особенности и требования, которые должны быть учтены при выборе соответствующей системы.

В целом, системы контроля и управления доступом с использованием биометрических методов аутентификации являются важным инструментом для обеспечения безопасности и контроля доступа в современном мире. Они помогают защитить конфиденциальную информацию, предотвратить

несанкционированный доступ и обеспечить удобство использования для пользователей. Однако, при их выборе и внедрении необходимо учитывать все преимущества и недостатки, а также особенности конкретной сферы применения.

УДК 004.4

VR-ТРЕНАЖЕР ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ В УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ

студентка кафедры интеллектуальных систем факультета радиофизики и
компьютерных технологий Анисовец Ю. В.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Головатый А. И.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Каждый студент перед началом лабораторных занятий в учебной аудитории проходит инструктаж по технике безопасности и получает от преподавателя журнал, где расписывается о том, что он ознакомлен с техникой безопасности. Но знания на бумаге – это одно, а столкнуться с чрезвычайной ситуацией в реальности – это другое. Очень часто люди, сталкиваясь с такими ситуациями, впадают в панику, не исключена ситуация, что и студент, столкнувшись, например, с горячей розеткой, не начнет тушить ее водой, хотя с правилами он ознакомлен.

В данной статье описана разработка VR-тренажера для обучения учащихся правилам поведения в пожароопасных ситуациях, чтобы они могли усвоить правила техники безопасности не только на бумаге, но и в виртуальной реальности с использованием VR-очков, датчиков слежения и джойстиков. В рамках разрабатываемого тренажера учащийся, надев очки с подключенной программой сможет почувствовать себя в чрезвычайной ситуации и попробовать совершить необходимые действия, чтобы исправить эту ситуацию в соответствии с правилами техники безопасности.

Виртуальная реальность, англ. *Virtuality Reality* (сокр. *VR*) – это искусственный мир, созданный средствами компьютерного моделирования, симуляция реального мира. Важнейший принцип *VR* – обеспечение реакции системы на действия пользователя, для этого используются специальные устройства взаимодействия [1].

Перед началом разработки тренажера необходимо было выбрать игровой движок и язык программирования для добавления взаимодействий пользователя с VR-средой. Рассматривалось два варианта движка – Unity и Unreal Engine. Обе среды позволяют разрабатывать приложения с подключением VR. В результате была выбрана кроссплатформенная среда разработки компьютерных игр Unity из-за ряда преимуществ: Unity позволяет развертывать проекты на широком спектре платформ; Unity тесно связан с магазином готовых решений (аскетами, или пакетами с моделями, текстурами, анимациями, аудио и т. д.) Unity Asset Store, что позволяет сократить время на разработку; удобный, подстраиваемый под разработчика интерфейс; есть множество обучающего материала на русском языке в свободном доступе, а также Unity поддерживает высокоуровневый язык программирования C# [2].

Также для тестирования тренажера необходим был инструмент для связи VR-среды и VR-очков. Тестирование планировалось проводить на очках виртуальной реальности HTS Vive Cosmos Elite HDM, поэтому выбор пал на SteamVR. SteamVR – это универсальный инструмент для использования виртуальной реальности с любым оборудованием пользователя.

Кроме выбора технических инструментов для разработки и проверки тренажера нужно было выбрать реальную учебную аудиторию в качестве модели сцены для создания диорамы. На данную роль было принято решение взять 124 аудиторию на факультете Радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета, т. к. аудитория большая и просторная и имеет 2 выхода: на улицу и в учебный корпус.

Когда пользователь помещается в VR-среду он видит перед собой сцену, или так называемую диораму. В простейшем случае диорама представляет собой 3D-сцену, наблюдение в которой ведется от третьего лица. «Глазами» пользователя являются камеры: каждый «глаз» представляет собой отдельную камеру, что позволяет достичь стереоскопического эффекта. Благодаря этому пользователь может осматриваться вокруг [3].

С помощью простых инструментов Panel и Cube была сформирована комната, и после добавлены 3D-модели предметов, а именно окна, двери, доски, столы, стулья, компьютеры, розетки, батареи, жалюзи. При этом в окнах стекла прозрачные, как и в реальных окнах, что было достигнуто благодаря наличию в Unity библиотеки текстур.

Также стоит упомянуть и добавленные противопожарные элементы: огнетушители, таблички «ВЫХОД», охранно-пожарные сирены, кнопка ручной сигнализации, датчики сигнализации, извещатели и т.д.

Когда общий вид комнаты был готов, необходимо было настроить освещение. Сцена была создана с использованием глобального и точечного освещения (рис. 1). Глобальное освещение имитирует свет солнца, а точечное – искусственных источников освещения (лампы, люстры, свечи).



Рисунок 1. Вид спереди.

Чтобы запустить сам тренажер, пользователю необходимо использовать VR-систему, скачать и установить Steam и SteamVR, загрузить необходимые драйверы для подключения VR-шлема к ПК, например, и самое главное нажать на исполняемый файл, после которого перед пользователем возникнет стартовая страница.

Стартовая страница в тренажере представляет собой 2D-сцену. В нее добавлен UI (User Interface) - объект Canvas (Холст). Canvas представляет собой абстрактное пространство, в котором производится настройка и отрисовка UI.

После от Canvas унаследованы 2 объекта Panel. Первый отвечает за фон, а второй – за добавления кнопок. Было добавлено всего две кнопки, реагирующие на событие «нажатие на кнопку». Первая кнопка переносит пользователя на другую сцену, а вторая закрывает приложение, если пользователь передумает пользоваться тренажером. С помощью джойстика обучающийся сможет нажать на стартовую кнопку и погрузиться в созданную ранее диораму.

В тренажере по обучению противопожарной безопасности также необходимо было разработать симуляцию огня, т.е. добавить анимацию очага возгорания. Пламя не имеет четкой формы и изменяется в реальном времени, поэтому для его моделирования в Unity использовалась система частиц (System Particles). В общем случае система частиц испускает частицы в случайных точках в пределах заранее определённого пространства, которое может иметь форму, например, сферы или конуса. Система определяет время жизни самой частицы, и когда оно заканчивается, система уничтожает частицу [4]. В тренажере использовались 3 системы с разными текстурами (рис. 2).



Рисунок 2. Очаг возгорания из трех систем движения частиц.

При нахождении пользователя в виртуальной сцене тренажера он может совершить некоторые действия. Первое добавленное действие заключается в использовании телефона. Пользователь оказывается возле виртуального стола, на котором лежит телефон, при наведении на него джойстика высвечивается надпись «Нажмите на джойстик», после нажатия на которую появляется новое окно в виде экрана телефона с набором номера, где обучающийся может

набрать комбинацию из 3 цифр, успешными считаются комбинации «101» и «112», После набора любой из успешных комбинаций окно сменяется на панель с объявлением успешного вызова спасателей.

Далее добавлено взаимодействие с кнопкой ручной сирены. Наведя джойстик на кнопку, также появится надпись «Нажмите на джойстик». После нажатия появляется окно с оценкой успешности прохождения события.

Необходимо отметить и взаимодействие с огнетушителем. После нажатия на него вылезет экран с выбором из двух кнопок – взять или не взять огнетушитель в руку. При нажатии на «Да» огнетушитель оказывается возле правой руки (рис. 3). Пользователь может пройтись с огнетушителем в помещении, а также отпустить его в любой момент при нажатии на джойстик. Если обучающийся подойдет к очагу возгорания, то при нажатии на джойстик появляется анимация выпускаемой струи газа, и за ней следует постепенное уменьшение пламени вплоть до исчезновения очага возгорания. Сопутствующие звуки добавляют атмосферу тушения пожара. Если нажать на «Нет», то окно с предложением просто исчезает.



Рисунок 3. Огнетушитель в руке.

Подобным образом смоделированы и другие действия, необходимые при обнаружении запаха горения, задымления или возгорания.

С помощью кода на C# после выполнения всех действий появляется добавленное окно с информацией об успешном прохождении тренажера.

Литература

1. VR/AR-квантум: тулжит. Ирина Кузнецова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Фонд новых форм развития образования, 2019 —115 с.
2. Технология виртуальной реальности при моделировании ЧС / Иванов В. Е., Зарубин В. П., Вокуев Д. Н. // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2016. – № 1. – С. 249 – 251.
3. Джонатан Линовес. Виртуальная реальность в Unity / Линовес Джонатан; пер. с англ. Рагимов Р. Н. – Москва: ДМК Пресс, 2016. – 316 с.
4. Steven M. LaValle. VIRTUAL REALITY / Copyright Steven M. LaValle. – Oulu: University of Oulu, 2019. – 220 p.

БЕЗОПАСНОСТЬ КОММУНИКАЦИЙ В МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

Студент 4 курса группы 5 КБ Добринский И. С.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук,

доцент Козлова Е. И.

Белорусский Государственный Университет

Минск, Беларусь

В настоящее время мультиагентные системы (МАС) используются в различных сферах деятельности человека, таких как бизнес, производство, государственное управление, здравоохранение и социальная сфера, и даже при анализе почты на персональном компьютере.

К числу задач, которые могут быть решены с помощью МАС относятся задачи понимания смысла текстов на естественном языке, анализ данных для обнаружения скрытых знаний при принятии решений; обучение компьютерных систем путем выявления предпочтений и построения моделей поведения пользователя, и множество других.

Мультиагентные системы – это децентрализованные системы, в которых результат достигается в процессе распределенного взаимодействия множества агентов – автономных программных или программно-аппаратных объектов, нацеленных на поиск возможно не оптимального, но наилучшего из возможных решений на каждый момент времени. Если найденный агентом лучший вариант уже забронирован другим агентом, агенты оказываются способными выявить конфликт и разрешить его путём переговоров, в ходе которых достигается компромисс, отражающий временное, и, как правило, неустойчивое равновесие (баланс) их интересов.

Обеспечение безопасности МАС при этом представляет сложную задачу из-за наличия большого числа агентов, обеспечивающих сбор и передачу блоков данных, их удаленности и физической незащищенности, а также

возможности внешнего вмешательства в собственно процесс передачи данных.

Несмотря на наличие в большинстве протоколов беспроводной передачи данных средств криптографической защиты и политик безопасности, это не гарантирует неуязвимость отдельных узлов и мультиагентных систем в целом.

Целью данной работы является исследование применения блокчейна в мультиагентных системах и разработка алгоритма безопасной коммуникации агентов, проверка и оценка его работоспособности в симуляции реактивной мультиагентной системы.

Почему как протокол общения между агентами был выбран блокчейн? Блокчейн — это особая структура данных, применяемая для создания децентрализованного регистра. Блокчейн состоит из блоков (block), особым образом соединенных в цепочку (chain). Блок содержит набор транзакций, хеш предыдущего блока, метку времени (время создания блока), сумму отчисления майнеру за блок и т. д. Поскольку каждый блок содержит хеш предыдущего блока, они связаны в цепочку. Также блокчейн считается безопасным по ряду причин: *Децентрализация*: Информация хранится на множестве компьютеров, и каждый узел имеет копию всей или части цепочки блоков. Это делает систему менее уязвимой к атакам, поскольку злоумышленнику нужно изменить данные на многих устройствах одновременно.

Криптография: Блокчейн использует криптографические методы для обеспечения безопасности. Каждый блок содержит хеш (кодированное представление) предыдущего блока, что делает манипуляции данными сложными без изменения всей цепочки блоков.

Неизменяемость: Как только информация записана в блок, изменение этого блока требует согласия большинства участников сети. Это делает изменение данных практически невозможным без обнаружения.

Консенсус: Принятие изменений в блокчейне происходит на основе протоколов консенсуса, таких как Proof of Work (доказательство выполнения

работы) или Proof of Stake (доказательство доли), что требует согласия большинства участников сети.

Прозрачность: Все транзакции видны всем участникам блокчейн сети, что увеличивает прозрачность и делает манипуляции с данными более сложными.

Принцип работы блокчейна заключается в создании цепочки блоков, содержащих данные о транзакциях или других данных, например сообщениях. На рисунке 1 можно увидеть, что принцип (алгоритм) состоит из 5 основных этапов.



Рисунок 1 – Общий вид алгоритма работы блокчейна

1. Создание нового блока: Новый блок создается, когда определенное количество транзакций готово для добавления в цепь. Новый блок содержит информацию о транзакциях, временные метки и ссылку на предыдущий блок в цепи.

2. Хеширование: Данные в каждом блоке хешируются с использованием криптографических функций. Хеш блока представляет собой уникальную цифровую подпись содержимого блока.

3. Создание цепи: Каждый блок включает в себя хеш предыдущего блока, формируя цепь блоков. Это обеспечивает целостность и устойчивость блокчейна, поскольку изменение данных в одном блоке потребует изменения всех последующих блоков.

4. Децентрализация и консенсус: Новый блок передается по сети узлам, которые подтверждают его достоверность и валидность. Этот процесс обеспечивает консенсус в сети и подтверждает действительность нового блока.

5. Добавление в блокчейн: После подтверждения новый блок добавляется в цепь и становится частью общедоступной и неизменяемой базы данных.

Этот процесс повторяется для каждого нового блока, что создает постоянно растущую цепь блоков с уникальными хешами, обеспечивая прозрачность, целостность и безопасность данных.

Следующий этап проектирования алгоритма заключается в создании мультиагентной системы, за основу которой будет взята peer-to-peer (p2p) сеть. Данная сеть лучшим образом описывает мультиагентную систему, так как каждый участник сети равноправен и способен обмениваться информацией с любым участником данной сети напрямую, без участия центрального сервера.

Изучив теоретическую часть работы можно приступить к разработке мультиагентной системы и алгоритма блокчейна. В результате выполненной работы была создана простая реализация алгоритма блокчейна, включающая в себя три основных класса: Message, Block и Blockchain. Дополнительно были разработаны классы для сетевой инфраструктуры: Agent и P2Pnetwork. После проведения тестирования этих классов можно ожидать демонстрации их работоспособности и потенциала применения алгоритма блокчейна в мультиагентных системах в перспективе.

На рисунке 2 приведена блок-схема алгоритма тестирования приложения [1].

Заключение

В работе рассмотрена проблема обеспечения безопасности в мультиагентных системах (МАС), исследован и разработан алгоритм блокчейна, рассмотрены его основные этапы и P2P сеть для обеспечения безопасной коммуникации между агентами. Блокчейн был выбран в качестве протокола обмена данными, благодаря своей децентрализации, криптографической защите, неизменяемости данных и механизмам консенсуса. Разработанный алгоритм блокчейна и P2P сеть успешно подтвердили свою работоспособность, обеспечивая целостность, прозрачность и безопасность обмена информацией в среде с множеством агентов.

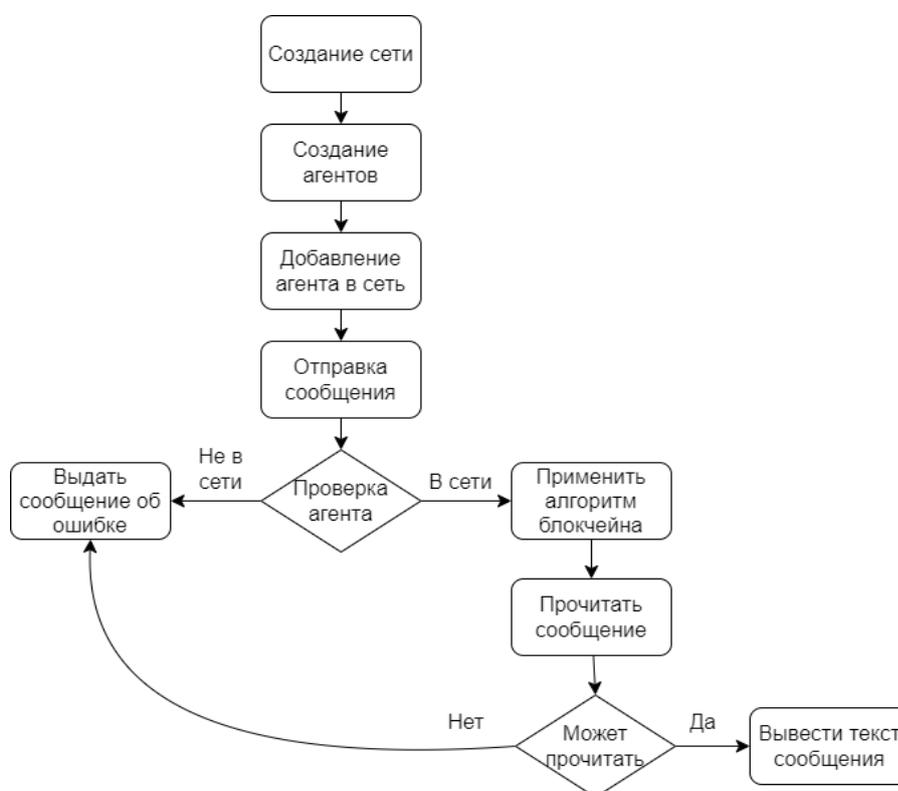


Рисунок 2. Алгоритм тестирования

Литература

1. Добринский Илья: Курсовая работа “Безопасность коммуникаций в мультиагентных системах”. – БГУ, Минск. – 2023.

КОМПАКТНАЯ (ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ) МОДЕЛЬ НЕОХЛАЖДАЕМОГО ТЕПЛОВОГО ДЕТЕКТОРА БОЛОМЕТРИЧЕСКОГО ТИПА

Чан Ван Чиеу, Дао Динь Ха, Новиков П.Э.,

Корсак К.В., Ловшенко И.Ю., Стемпицкий В.Р.

Белорусский государственный университет информатики

и радиоэлектроники

Минск, Беларусь

Введение

Тепловые детекторы и системы на их основе (тепловизоры) находят применение в широком спектре приложений, таких как военная, космическая, газовая промышленность, системы безопасности, медицинское оборудование. Обычно [1] работа детекторов обеспечивается в одной из двух областей электромагнитного спектра: длинноволновой (LWIR, длина волны λ от 8 до 14 мкм) и средневолновой (MWIR, от 3 до 5 мкм) инфракрасной. Неохлаждаемый тепловой детектор болометрического типа (микроболометр) по сравнению с другими типами ИК-детекторов обладает такими преимуществами, как низкая стоимость, малый вес и хорошая портативность.

Качество тепловизоров зависит не только от характеристик микроболометров, но и от реализации и параметров интегральной схемы считывания (ROIC). Таким образом, важной задачей в области проектирования сенсорных устройств, в т.ч. в области термографии, является разработка систем, обеспечивающих точную обработку входных данных, а также их преобразование в цифровой сигнал. Решить такую задачу можно только при наличии электрических моделей микроболометров, учитывающих как можно большее количество эффектов при их эксплуатации. В работе представлены результаты разработки такой модели, которая учитывает изменение температуры микроболометра при протекании через него электрического тока и влиянии ИК-излучения.

Приборная структура

В качестве приборной структуры использована конструкция микроболометра, представляющая собой резонатор Фабри-Перо [2] и состоящая из многослойной мембраны, расположенной на расстоянии D (вакуумный зазор) от кремниевой подложки с нанесенным слоем отражающего покрытия (Al). Мембрана состоит из пленок проводящего и поглощающего (NiCr), диэлектрического (Si_3N_4) и термочувствительного (VO_x) материалов (рисунок 1, отражающий слой не показан). Воздушный зазор обеспечивается за счет опорных «ног», которые также являются контактами микроболометра.

Посредством компьютерного моделирования [3] установлены оптимальные с точки зрения коэффициента поглощения параметры слоёв: нижний слой Si_3N_4 – 70 нм; NiCr – 4 нм; средний слой Si_3N_4 – 200 нм; термочувствительный слой VO_x – 250 нм; верхний слой Si_3N_4 – 150 нм.



Рисунок 1. Конструктивные слои микроболометра.

Компактная (электрическая) модель

На языке описания аппаратуры Verilog-A реализована компактная модель

микроболометра. Модель содержит блок расчета выходного напряжения в зависимости от входного сигнала и теплового потока (ИК-излучения). Таким образом, реальная температура болометра определяется по выражению

$$T_{real} = T_{nom} + \Delta T_1 + \Delta T_2.$$

Вклад каждой составляющей рассчитывается исходя из устоявшегося режима работы болометра при пропускании постоянного тока.

Величина сопротивления микроболометра рассчитывается по аппроксимационной зависимости (рисунок 2, достоверность $R^2 = 0,9999965$), полученной при анализе результатов приборного моделирования:

$$R = 2,23 \cdot 10^{-6} \cdot T_{real}^6 - 4,32 \cdot 10^{-3} \cdot T_{real}^5 + 3,49 \cdot T_{real}^4 - 1,50 \cdot 10^3 \cdot T_{real}^3 + 3,64 \cdot 10^5 \cdot T_{real}^2 - 4,70 \cdot 10^7 \cdot T_{real} + 2,53 \cdot 10^9.$$

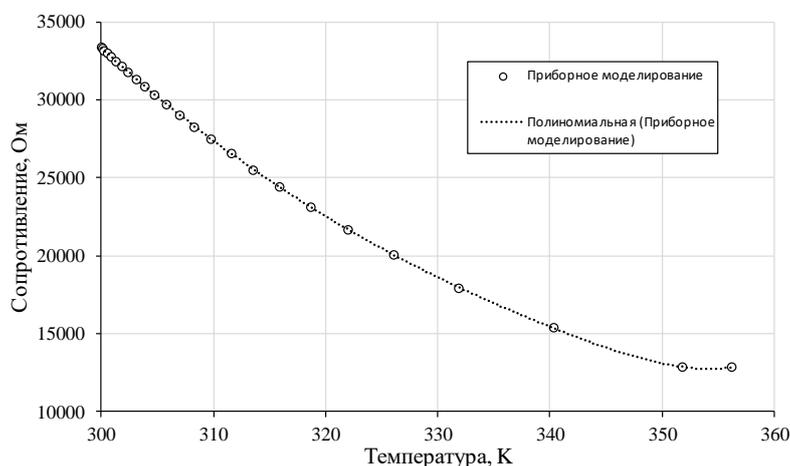


Рисунок 2. Зависимость величины сопротивления от температуры микроболометра.

Для учета изменения температуры во времени введены функции зависимости скорости нагрева и остывания микроболометра от временного шага для эффекта самонагрева и поглощения тепла от внешнего источника f_1 , f_2 , f_3 и f_4 соответственно. Функции также определяются по аппроксимационным зависимостям, полученным на основе временных диаграмм в программном продукте приборного моделирования.

На рисунке 3 представлено сравнение результатов моделирования в программных продуктах приборного и схемотехнического моделирования.

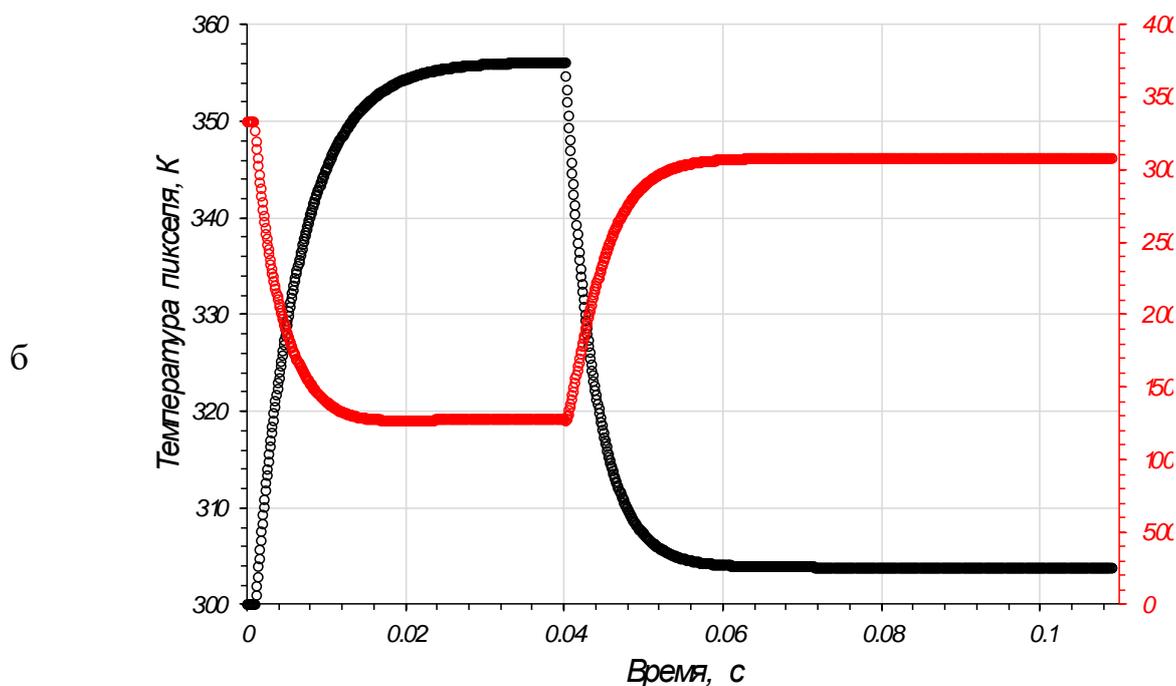
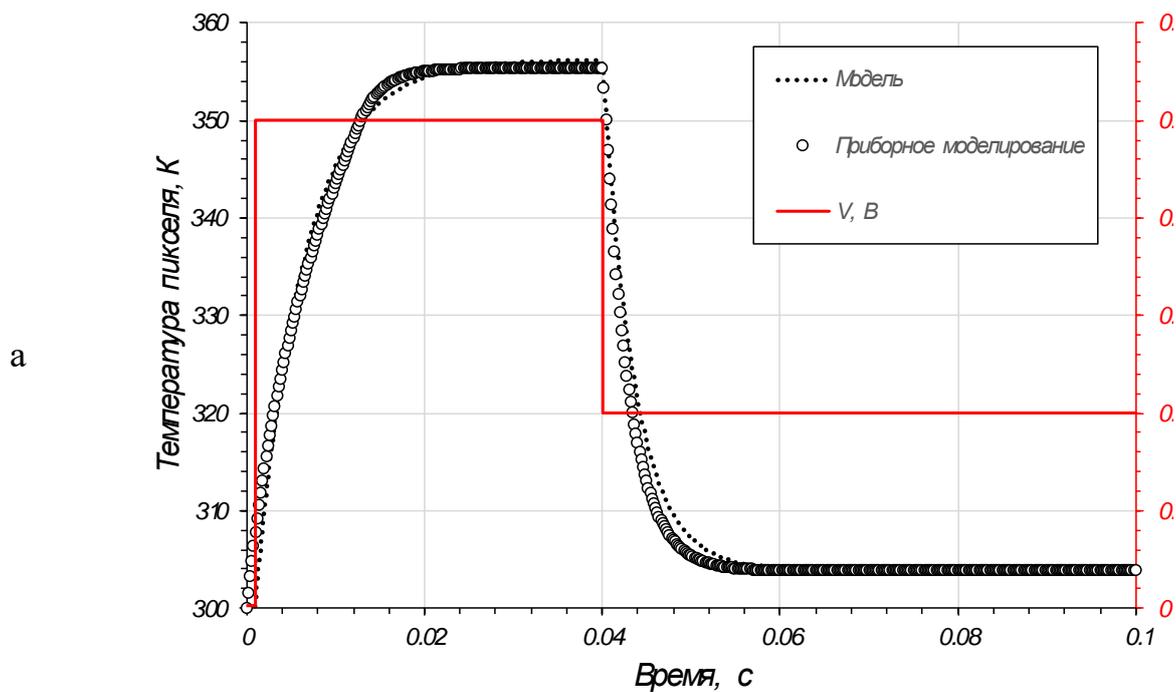


Рисунок 3. Сравнение результатов схемотехнического и приборно-технологического моделирования при воздействии управляющего импульса: температура (а) и сопротивление (б).

Заключение

Проведена интеграция в программный продукт схемотехнического моделирования и топологического проектирования в микроэлектронике компактной модели неохлаждаемого теплового детектора болометрического

типа, реализованной на языке описания аппаратуры Verilog-A, которая позволяет учитывать изменение температуры микроболометра при протекании через него электрического тока и влиянии ИК-излучения. В рамках тестирования электрической модели в среде программного комплекса схемотехнического моделирования установлено, что погрешность моделирования характеристик микроболометров не превышает 10% по сравнению с результатами приборно-технологического моделирования с использованием моделей переноса носителей заряда.

Благодарности

Исследования выполняются при финансовой поддержке и в рамках решения задач государственной программы научных исследований «Фотоника, опто- и микроэлектроника» (задание 3.1.03).

Литература

1. Uncooled thermal MWIR imagers for high-temperature imaging applications / M. Michel [et al.] // Proc. SPIE 12737, Electro-Optical and Infrared Systems: Technology and Applications XX. 2023. P. 1273703.
2. Smith P. W., Turner E. H. (1977) A Bistable Fabry-Perot Resonator. Applied Physics Letters. 30 (6), 280–281.
3. Оптические, механические и электрические характеристики теплового неохлаждаемого детектора болометрического типа на основе оксида ванадия = Optical, Mechanical and Electrical Characteristics of Thermal Uncooled Bolometric Type Detector Based on Vanadium Oxide / Чан Ван Чиеу [и др.] // Доклады БГУИР. – 2023. – Т. 21, № 6. – С. 84–91.

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА

Магистрант Ерофеева О.С.

Научный руководитель – канд. техн. наук Садов В.С.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Введение

В настоящее время беспилотные летательные аппараты находят свое применение как в военной, так и в гражданской сферах для решения задач патруля, аэрофотосъемки, дистанционного мониторинга, тушения пожаров, доставки грузов и т.д. С каждым годом растет число исследований в области планирования траектории полета и принятия решений в экстренных ситуациях беспилотных летательных аппаратов.

Примером экстренной ситуации могут быть как потеря сигнала спутниковой связи GPS (Global Positioning System) или ГНСС (Global Navigation Satellite System), так и возникновение на пути работающего беспилотника непредусмотренного запланированным маршрутом статического или динамического препятствия.

Спутниковый сигнал подвержен как естественным помехам, таким как деревья, горы, городские строения, так и искусственным, например противодействие. В условиях пропадания сигналов ГНСС оценка местоположения БПЛА становится ненадежной, а задача беспилотника завершить маршрут в установленной точке - невозможной.

Подготовка полетного задания характерна для выполнения миссий автоматическими беспилотниками. В комплексе средств подготовки полетных заданий маршрут БПЛА в горизонтальной плоскости хранится в виде списка широты и долготы объектов на местности, именуемых пунктами поворота маршрута [1].

К маршруту в зависимости от предназначения БПЛА могут предъявляться различные требования, такие, как максимальное покрытие

определенной площади или прохождения минимального расстояния. И в том, и в другом случае возникает необходимость обеспечения обхода возможных препятствий и пролета в разрешенном районе. Для навигации по инерциальной навигационной системе с заданной точностью необходимо обеспечивать коррекцию при помощи спутниковой системы навигации или системы технического зрения.

Для выполнения простых миссий по мониторингу на открытой местности чаще всего хватает построения маршрута и формирования полетного задания. Однако для выполнения миссий, предусматривающих появление препятствий на пути беспилотника существуют алгоритмы уклонения.

Анализ алгоритмов управления БПЛА

В Таблице 1 представлены основные характеристики алгоритмов, рассматриваемых в данной работе. При описании алгоритмов будем учитывать предположение, что для выполнения миссии отправлен автоматически беспилотник, оборудованный датчиками обнаружения препятствий (например, лазерными дальномерами, ультразвуковыми датчиками, оптическими камерами или радарами), навигационной системой (которая может включать в себя GPS, IMU, компасы или другие датчики для определения положения и ориентации) и вычислительной мощностью для расчета траектории полета.

Таб 1. Перечень алгоритмов предотвращения столкновения с препятствиями автоматических беспилотников

Наименование		Алгоритм работы	Преимущества и недостатки
VFH	VFH	Алгоритм VFH содержит три основных компонента: 1. Сетка декартовой гистограммы (Cartesian histogram grid) : двумерная сетка декартовой гистограммы создается с помощью датчиков	Преимущества: быстрые вычисление траектории и реагирование на статические и динамические препятствия, устойчивость к подавлению сигналов и шумам.

	<p>дальности робота и постоянно обновляется в режиме реального времени.</p> <p>2. Гистограмма в полярных координатах (Polar histogram): одномерная полярная гистограмма строится путем уменьшения декартовой гистограммы вокруг текущего местоположения робота.</p> <p>3. Долина-кандидат (Candidate valley): последовательные сектора с плотностью полярных препятствий ниже порога, известные как долины-кандидаты и выбирающиеся на основе близости к целевому направлению.</p>	<p>Недостатки: сложность реализации (потребность в больших вычислительных мощностях), U-образное препятствие непроходимо для этого алгоритма.</p>
VFH+	<p>Алгоритм VFH+ содержит в себе свойства VFH и следующие улучшения:</p> <p>1. Пороговый гистерезис: увеличивает плавность запланированной траектории.</p> <p>2. Размер тела робота: учитываются беспилотники разных размеров, что исключает необходимость ручной настройки параметров с помощью фильтров нижних частот.</p> <p>3. Просмотр препятствий: сектора, заблокированные препятствиями, маскируются, поэтому угол поворота не направлен на препятствие.</p> <p>4. Функция стоимости: функция стоимости была добавлена, чтобы лучше охарактеризовать производительность алгоритма, а также дает возможность</p>	

		переключения между поведением путем изменения функции стоимости или ее параметров.	
	VFH*	Алгоритм VFH* содержит в себе свойства VFH+ и следующее изменение: 1. Упреждающее дерево: строится упреждающее дерево, на каждом узле которого выполняется алгоритм VFH+ для поиска возможных направлений. 2. Алгоритм поиска A*: алгоритм выполняет поиск наилучшего пути.	
	IVFH*	Алгоритм IVFH* использует пружинные силы на узлах дерева поиска, чтобы адаптировать их к движущимся препятствиям.	
	MSV	Алгоритм MSV представляет собой адаптацию к VFH+, которая способна справляться с движущимися препятствиями, оценивая их скорость по последовательным гистограммам.	
Bug алгоритм	Bug1	Алгоритм можно описать в 3 действиях: 1. Беспилотник движется к цели, пока не встретит препятствие. 2. Беспилотник движется по контуру препятствия до тех пор, пока не определит точку, в которой расстояние до цели минимально. 3. Сделав полный оборот вокруг препятствия, робот возвращается в эту точку и продолжает движение строя траекторию от нее.	<p>Преимущества: простота в реализации и настройке.</p> <p>Недостатки: нет возможности работать с динамическими препятствиями, зависимость от геометрии препятствия (если беспилотник столкнулся с протяженным / сложным препятствием, то время расчета для обхода может оказаться недопустимо большим; если препятствие блокирует доступ к</p>
	Bug2	Основное отличие Bug2 от Bug1 - при обнаружении препятствия робот	

	запоминает вектор, направленный к целевой точке (это значит, что роботу не нужно делать полный круг около препятствия).	цели, то алгоритм может зациклиться на поиске решения)
Dist-Bug	Суть алгоритма заключается в постоянном измерении рассогласования положения робота и целевой точки. При уменьшении или сохранении величины рассогласования – робот продолжает движение вдоль контура препятствия. В противном случае направление изменяется на целевое.	
NHNA	<p>Особенностью алгоритма NHNA является разделение задачи навигации на несколько уровней (в общем случае на 2 – совещательный и реактивный).</p> <p>Алгоритм действий можно описать следующим образом:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка размеров, скорости и близости помехи к маршруту беспилотника - <i>реактивным уровнем</i>. 2. Расчет траектории обхода - движение продолжится по новому пути, до тех пор, пока помеха перестанет наблюдаться в зоне видимости – <i>совещательным уровнем</i>. 3. Определение текущего местоположения и угла смещения от маршрута для прокладки новой траектории, близкой к первоначальной – <i>совещательным уровнем</i>, передающим эти данные <i>реактивному</i> для дальнейшего движения. 	<p>Преимущества: быстрые вычисление траектории и реагирование на статические и динамические препятствия, относительно больше видов препятствий, который алгоритм умеет обходит.</p> <p>Недостатки: сложность реализации.</p>

Наиболее распространенной стратегией для уклонения от препятствий в автономном режиме является VFH (Vector field histogram) (гистограмма векторного поля). В данной стратегии используется сонар для создания двухмерной сетки окружающей среды, которая затем отображается на одномерной полярной гистограмме, из которой можно извлечь свободные направления движения [2].

Этот алгоритм неоднократно улучшался. Так существует VFH+, который учитывает максимальный радиус поворота робота и пределы безопасности; VFH*, в котором строится упреждающее дерево, на каждом узле которого выполняется алгоритм VFH+ для поиска возможных направлений, а затем в дереве выполняется поиск наилучшего пути с использованием алгоритма A*; IVFH*, который использует пружинные силы на узлах дерева поиска, чтобы адаптировать их к движущимся препятствиям.

Метод подвижного и статического векторного поля (MSV) представляет собой адаптацию к VFH+, которая способна справляться с движущимися препятствиями, оценивая их скорость по последовательным гистограммам.

Алгоритмы семейства VFH обеспечивают хорошую производительность благодаря непрерывному учету расстояний до препятствий, относительно быстрому вычислению оптимального направления движения и возможности адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды. На рисунке 1 представлен пример того, как беспилотник с VFH-методом предотвращения столкновений будет реагировать на препятствие. На данном этапе развития идет активное объединение этого алгоритма с машинным обучением и нечеткой логикой, для улучшения адаптивности к различным ситуациям и условиям работы.

Bug алгоритмы. Представители этой группы алгоритмов являются достаточно простыми: во время отработки робот следует контуру препятствия и непрерывно следит за оставшимся расстоянием до целевой точки – пример блок-схемы такого алгоритма можно наблюдать на рисунке 2. В ранних

разработках беспилотнику приходилось совершить полный оборот вокруг препятствия, чтобы вернуться к точке, в которой расстояние до цели достигает минимального значения. К достоинствам Bug-алгоритмов можно отнести простоту реализации и настройки [3]. Недостатком такого алгоритма является необходимость полного или частичного перебора точек вокруг препятствия.

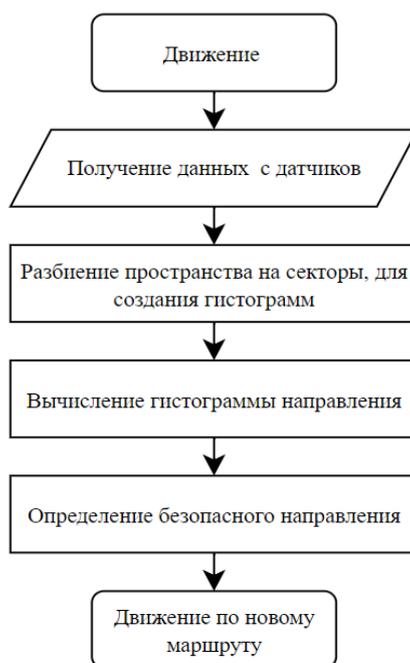


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма VFH

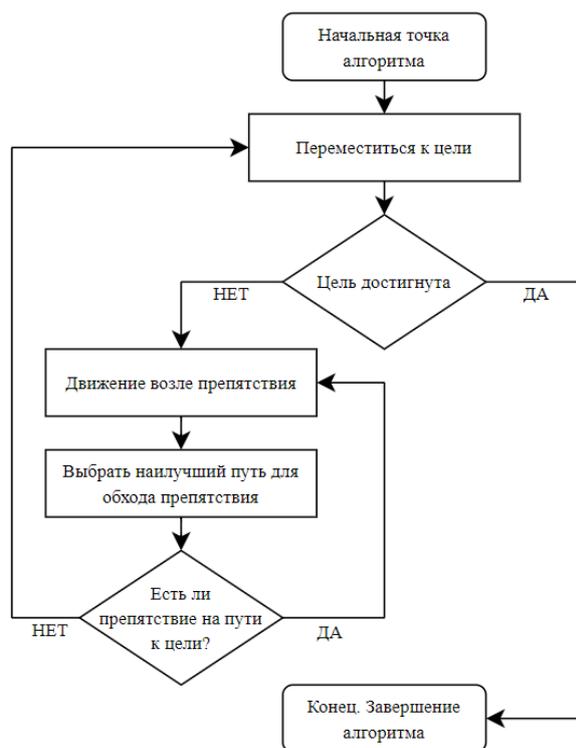


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма Bug

Новый алгоритм гибридной навигации (New Hybrid Navigation Algorithm) представляет собой алгоритм (рисунок 3), основанный на двух независимых уровнях: совещательном и реактивном. Совещательный уровень периодически вычисляет путь в качестве эталона для реактивного уровня, который генерирует окончательные команды движения. Недостаток этого алгоритма - он не может применяться в неизвестной среде, поскольку требует предварительно подготовленной информации о местности. На начальном этапе этот алгоритм критиковался из-за трудоемкости совместной работы двух уровней, так как из-за этого в некоторых прототипах все расчеты проводит совещательный уровень, в то время как реактивный - выполняет функцию контроллера. Однако в модернизированных версиях гибридных навигационных систем распределение задач выглядит следующим образом: совещательный уровень отвечает за задачу планирования пути и использует предварительно загруженные данные, реактивный уровень использует информацию, полученную от датчиков, для оценки и принятия решения о

создании пути и обхода препятствий, исполнительный уровень решает, по какому пути следовать, одновременно управляя роботом, чтобы тот следовал по выбранному пути [4].

Беспилотник, использующий алгоритм гибридной навигации для обхода статичного или динамичного препятствия, будет использовать схему предотвращения столкновения на основе контекстного анализа. Будут оценены размеры, скорость и близость помехи к маршруту беспилотника. Далее будет рассчитана траектория обхода - движение продолжится по новому пути, до тех пор, пока помеха перестанет наблюдаться в зоне видимости. Следующий шаг системы - определение текущего местоположения и угла смещения от маршрута для прокладки новой траектории, близкой к первоначальной.

Заключение

В настоящее время разработки с тематикой обхода препятствий беспилотниками являются актуальными, существующие системы постоянно совершенствуются. В зависимости от миссии беспилотника, её цели, стоимости или времени выполнения, подбираются те алгоритмы работы, которые удовлетворяют условиям. Например, для бытового использования БПЛА достаточным является наличие уже встроенных датчиков, представляющих собой систему технического зрения (это могут быть радиолокаторы или спутниковое зависимое наблюдение-вещание). Такое решение оптимально для примитивных задач, однако оно не дает гарантии безопасности беспилотника, так как не может предотвратить потерю управления в случае вылета за границы разрешенной для полета зоны, при перехвате сигнала или намеренном нанесении внешнего повреждения беспилотнику от стороннего лица. Для задач, предусматривающих возникновение препятствий, потерю или отсутствие сигнала связи, разработаны различные варианты планирования пути, алгоритмы уклонения и механизмы реагирования.

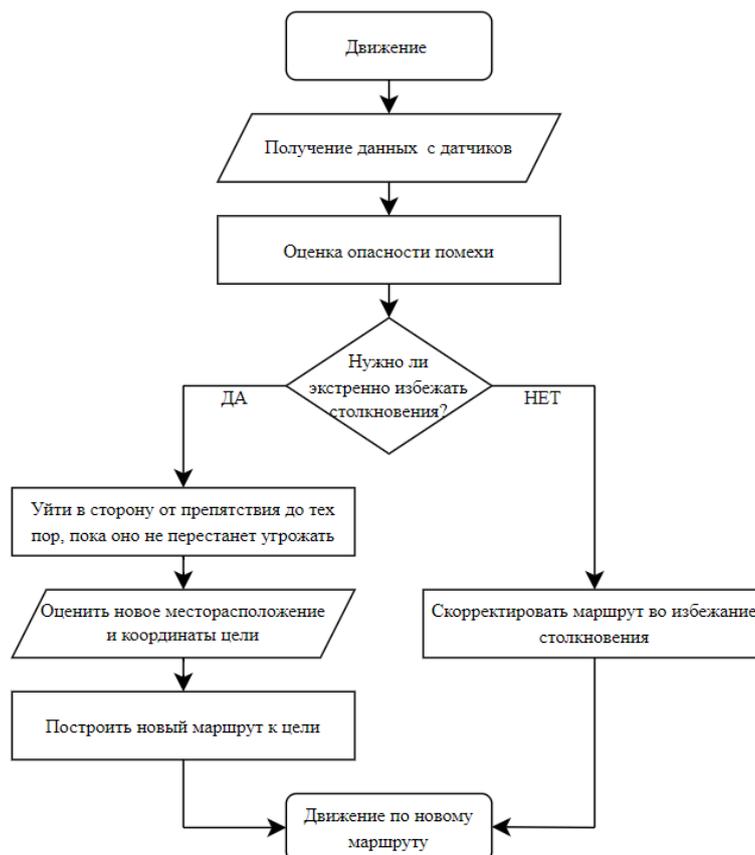


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма New Hybrid Navigation Algorithm

Среди разработок, существующих на данный момент, основной упор идет на развитие ориентирования БПЛА с загруженной предварительной информацией о территории, на которой будет проходить миссия. В зависимости от сложности задания может изменяться наукоемкость миссии, где беспилотник использует эталонную информацию:

- В случае, когда заданием не предусмотрены встречи с помехами, БПЛА может выполнять миссию опираясь на данные собственных встроенных систем, согласовывая их с эталонной информацией и полетным заданием.

- В случае, когда заданием предусмотрены статические и/или динамические препятствия, разумно использование систем обхода

препятствий для предоставления безопасности как окружающим, так и самому беспилотнику.

Рассмотренные алгоритмы предотвращения столкновения могут быть усовершенствованы внедрением искусственного интеллекта. Наиболее перспективными являются разработки, направленные на сопоставление данных, предоставляемых аппаратурой БПЛА и эталонной информацией при помощи нейронных сетей. Отдельную нишу займут алгоритмы, использующие текстовое описание, для генерации изображения маршрута или конечной цели, которое беспилотник сможет использовать в качестве ориентира.

Литература

1. Помазков Е.В. Формирование маршрута беспилотного летательного аппарата, с учетом обеспечения коррекции инерциальной навигационной системы // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. №5. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-marshruta-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-s-uchetom-obespecheniya-korreksii-inertsialnoy-navigatsionnoy-sistemy>. – Дата доступа: 8.02.2024.

2. Мокронос К.К., Еремина В.В. СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ: ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ УКЛОНЕНИЯ ОТ ПРЕПЯТСТВИЙ / E-Scio. 2023. №4 (79). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-vozmozhnosti-i-primeneniye-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-obzor-i-sravnitelnyy-analiz-algoritmov-ukloneniya-ot>. – Дата доступа: 8.02.2024.

3. Марголин И.Д., Слепынина Е.А. ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ОБЪЕЗДА ПРЕПЯТСТВИЙ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ // Вестник магистратуры. 2015. №10 (49). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-algoritmov-obezda-prepyatstviy-dlya-avtonomnyh-mobilnyh-robotov>. – Дата доступа: 9.02.2024.

4. Нгуен Чьонг Тинь, Phan Gia Luan. Планирование пути и предотвращение препятствий на основе гибридной навигационной системы в реальном времени для мобильных роботов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/10/3355>. – Дата доступа: 9.02.2024.

РАЗРАБОТКА ФАКТУР ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

Студентка кафедры интеллектуальных систем *факультета*
радиофизики и компьютерных технологий *Макейкова М.С.*

Научный руководитель - кандидат ф-м. наук Головатый А.И.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

В наше время технология виртуальной реальности прочно входит в различные сферы человеческой деятельности, находя применение в медицине, военном деле, космонавтике и, что особенно важно, в образовании. В этом контексте разработчики стремятся достичь максимальной степени погружения, особенно при создании трехмерных моделей. Процесс разработки 3D-моделей зданий представляет собой тщательное взаимодействие с различными аспектами, начиная от реальных размеров и масштабов до проработки мельчайших деталей, характерных для реального объекта.

На этапе текстурирования, кроме простого наложения фототекстур на объект, становится ясным, что для достижения оптимального результата необходима качественная UV-развертка объекта и ее последующая оптимизация. Также подготовка текстур, служащих основой для создания сложных материалов, играет ключевую роль перед тем, как перейти к формированию реалистичных фактур на поверхности 3D-модели.

Цель работы, описанной в статье, заключается в разработке реалистичных фактур для поверхностей 3D-моделей зданий. Этот процесс требует определённого подхода, учитывающего различные аспекты, такие как освещение, тени, текстуры и многие другие. В данной статье рассмотрены важные этапы и технологии, применяемые при создании фактур поверхностей, а также их воздействие на качество визуализации в виртуальной среде. От выбора подходящих инструментов и программного обеспечения до

оптимизации процесса с целью достижения максимальной реалистичности – эти разработки обеспечат пользователям виртуального пространства более глубокое погружение и взаимодействие в виртуальных мирах.

В качестве основы для 3D-модели здания был взят факультет радиофизики и компьютерных технологий БГУ. Моделирование объекта осуществлялось средствами программы Blender. В качестве исходных данных были использованы снимки факультета, а также планы этажей.

После чего, используя инструментарий Blender, была смоделирована модель здания факультета, включающая в себя окна, двери, внутренние и внешние стены, а также другие детали.

После моделирования 3D-объекта необходимо было сделать его UV-развёртку. UV-развертка — это процесс преобразования трехмерной поверхности модели в двумерное пространство. Прimitивная UV-развертка может быть сгенерирована непосредственно в программе моделирования. Но для корректного наложения текстур и качественной запечки текстурных карт необходима её оптимизация.

Для этой задачи я использовала программу Rizom UV. Процесс оптимизации включал следующие шаги:

1. При первичной оценке, с использованием специальной текстуры шахматной доски, осуществлялась проверка наличия растяжений на текстуре. В случае искажений применялась функция Unfold или, при необходимости, вручную создавались швы.

2. Использовались оверлапы для эффективного использования пространства на UV.

3. Контроль параметра Texel Density, представляющего собой количество пикселей на сантиметр, для обеспечения однородной плотности на всем объекте. Если рядом находятся объекты с разным текселем, то один будет выглядеть очень детализированным, а второй на его фоне будет мыльным. Поэтому согласованный уровень текселя обеспечивает реалистичный визуальный вид объекта.

4. Избегалось избыточное свободное пространство на UV.

5. UV-шеллы не должны были пересекаться друг с другом, так как это вызывает видимые артефакты на текстурах. Если располагать UV-шеллы близко друг к другу, то они, при отдалении камеры от объекта, начнут брать информацию друг о друге. Поэтому всегда нужно оставлять небольшой отступ, известный как padding, между UV-шеллами.

Следующим шагом, после оптимизации UV-развертки, необходимо было подготовить базовые текстуры для сложных материалов. Текстуры сами по себе могут быть тайловыми и не-тайловыми. Не-тайловые текстуры нельзя повторять вдоль поверхности объекта, иначе возникают видимые соединительные швы, что создаёт неестественный эффект. Поэтому, предпочтительно использовать тайловые текстуры. Для их генерации была использована нейросеть Playground AI [1] с фильтром Realistic Stock Photo и моделью Stable Diffusion XL. В качестве промта, например для текстуры кирпичной стены, я использовала «bricks wall, smooth, light, seamless texture, seamless background».

Несмотря на то, что текстура получается бесшовная, возникает проблема качества изображения. При текстурировании объектов для виртуальной среды, как правило, требуется разрешение не менее 2048x2048 пикселей. Для решения данной задачи я воспользовалась ещё одним искусственным интеллектом Gigapixel AI [2], который помог увеличить разрешение сгенерированных текстур в 2 раза.

Следующим шагом необходимо было преобразовать фотографию в цифровой материал. Для данного процесса больше всего подошёл Substance 3D Sampler. С опцией Image to Material Sampler исследуется поверхности текстуры, чтобы найти неровности, складки, гладкость и отражение в материале. Искусственный интеллект строит изображение внешнего вида этой поверхности и интерполирует, как его можно применить к более широкой области поверхности [3].

После подготовки всех текстур начался этап создания сложных материалов в Substance Painter. Процесс разработки материалов включает в себя формирование карт свойств материалов с использованием предварительно заданных функциональных блоков в программном обеспечении. В результате работы программы формируются карты свойств материалов, представленные в виде растровых изображений. Эти изображения затем передаются в шейдер для рендеринга окончательной текстуры, применяемой к конкретному объекту.

В процессе формирования материала, на объект накладываются дополнительные слои, придающие различные реалистичные детали. Основные виды слоев включают: слои заливки с масками прозрачности и генераторами, слои с возможностью рисования кистью. Результат зависит от комбинации и наложения этих слоев в необходимом количестве. После завершения текстурирования формируется набор текстур, который включает в себя текстуру с базовым цветом, normal map и текстуру с тремя каналами для дополнительной информации. Эти текстурные карты затем интегрируются в Unreal Engine, обеспечивая реалистичные и детализированные материалы для объектов в сцене.

На Рисунке 1 представлен скриншот, сделанный во время тестирования виртуальной среды.



Рисунок 1. Скриншот результата виртуальной среды

Таким образом, в данной работе представлен процесс разработки реалистичных фактур для 3D-модели здания на примере факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ в виртуальной среде. Полученные результаты могут быть использованы для ознакомления с факультетом, а также в качестве базы для обучения в области виртуальной реальности.

Литература

1. Ткаченко Д. Нейросеть Playground Ai: как пользоваться бесплатно и как создавать картинки. Режим доступа: <https://postium.ru/nejroset-playground-ai/> (дата обращения: 24.12.2023).
2. Обзор Topaz Gigapixel AI (лучше, чем Photoshop?). Режим доступа: <https://make-photo.com/obzor-topaz-gigapixel-ai-luchshe-li-on-chem-photoshop/> (дата обращения: 26.12.2023).
3. Корсак, М. В. Процесс текстурирования трехмерных моделей в программе Adobe Substance Painter / М. В. Корсак, Ю. О. Савватеева, А. А. Холодилов // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2023. – С. 307-309.

ПАРОЛЬНАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Студент кафедры интеллектуальных систем факультета радиофизики и
компьютерных технологий Манцевича А.В.

Научный руководитель - кандидат ф-м. наук Головатый А.И.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Виртуальная реальность – это одно из самых перспективных направлений развития современных технологий. С каждым годом VR-гарнитур становятся все более доступными для широкой аудитории, что приводит к увеличению спроса на программные продукты, поддерживающие данную технологию.

В настоящее время в разработке находится много VR-проектов, в которых возникает необходимость разграничения доступа к функциональным возможностям. Такие приложения включают в себя конфиденциальные данные или функции, доступные ограниченному числу пользователей.

Аутентификация играет особую роль при управлении доступом к определенным функциям приложения, которыми может воспользоваться определенное число пользователей. Наиболее актуальна данная тема в многопользовательских играх и приложениях, где аутентификация необходима для обеспечения безопасности пользовательских данных и ограничения доступа к тем или иным виртуальным сценам.

Некоторые образовательные платформы и тренажеры, поддерживающие виртуальную реальность, должны включать в себя процесс аутентификации. Например, при обучении хирургов и военных данный процесс позволит обеспечить безопасный и конфиденциальный доступ к обучающим материалам и предотвратить утечку секретной информации.

Аутентификация в виртуальной реальности может быть использована как родительский контроль: для фильтрации контента в виртуальной реальности, чтобы предотвратить доступ к неуместному или нежелательному материалу.

В связи с этим возникает необходимость в разработке методов аутентификации, которые не только позволят обезопасить данные, но и обеспечат полное погружение в виртуальную реальность.

В ходе анализа существующих методологий аутентификации в виртуальной реальности было выделено три основных типа аутентификации: на факторе знаний, биометрическая и поведенческая. [2]

Поскольку методы аутентификации, основанные на факторе знаний, являются часто используемыми, рассмотрим их более подробно.

В подобного рода системах проверка осуществляется путем ввода PIN-кода или буквенно-цифрового пароля перед тем, как предоставить пользователю весь необходимый функционал. Как правило, создаются виртуальные клавиатуры или 3D модели, позволяющие ввести необходимую комбинацию символов. Данный тип аутентификации позволяет разработчикам использовать различного рода интерактивные системы, которые обеспечат эффект полного присутствия в виртуальном мире: кодовые замки, клавиатуры и др. (рисунок 1).



Рисунок 1. Примеры интерактивных систем аутентификации в виртуальной реальности.

Однако такие методы имеют и свои недостатки. Пароли могут быть подвержены утечкам и взлому, особенно если они представляют собой комбинации из небольшого количества символов. Кроме этого, некоторые методы могут быть непрактичны, так как пользователь вынужден затратить большое количество времени для ввода необходимой комбинации.

Ключевым аспектом защиты подобного рода систем является хранение паролей. Самый простой способ – это запись пароля в базу данных в незашифрованном виде. Таким образом, при попытке пользователя пройти аутентификацию будет сравниваться вводимая строка символов с той строкой, которая хранится в базе данных.

В этом случае есть большой риск того, что злоумышленники смогут получить информацию из базы данных. Например, недобросовестный пользователь системы с высоким уровнем доступа может скачать необходимую информацию и воспользоваться для корыстных целей. Кроме того, для кражи паролей могут быть использованы учетные данные этого пользователя. Другой вариант – злоумышленники воспользуются уязвимостями в используемом для хранения данных ПО. Таким образом, хранение паролей в открытом виде подвергает пользователя большому риску, связанному с утечкой аутентификационных данных.

В большинстве информационных систем подобного рода риски устраняются при помощи криптографической защиты.

Хэш (англ. hash – «превращать в фарш», «мешанина») или как его еще называют, хэш-функция - это специальные криптографические алгоритмы, превращающие любые данные в строку битов фиксированной длины предсказуемым, но необратимым образом. То есть, одни и те же данные всегда будут преобразованы в один и тот же набор битов, который совершенно невозможно преобразовать в исходный набор данных. [3]

На первый взгляд может показаться, что если пропустить пароль через криптографическую хэш-функцию, то он будет в безопасности. Однако в

действительности это совершенно не так. Существует множество видов атак, которые позволяют восстановить пароли из простых хэш-кодов.

Если у нескольких пользователей один и тот же пароль, хэш-коды их функций будут идентичными. Такого рода атаки можно лишить эффективности, если внести в каждый хэш что-то уникальное. Это позволит исключить одинаковые хэш-коды. Даже в случае, если попадаются идентичные хэши, это совершенно не означает, что они соответствуют одному и тому же паролю.

Соль – это набор случайных символов, который каждый раз перед прохождением через хэш-функцию добавляется к паролю. [4]

Соль должна быть своя для каждого пользователя и пароля, поэтому набор символов должен быть достаточно длинным. Каждый раз, когда пользователь создает учетную запись или изменяет свой пароль, его нужно захэшировать с помощью новой случайной соли.

Алгоритм сохранения пароля представлен на рисунке 2.

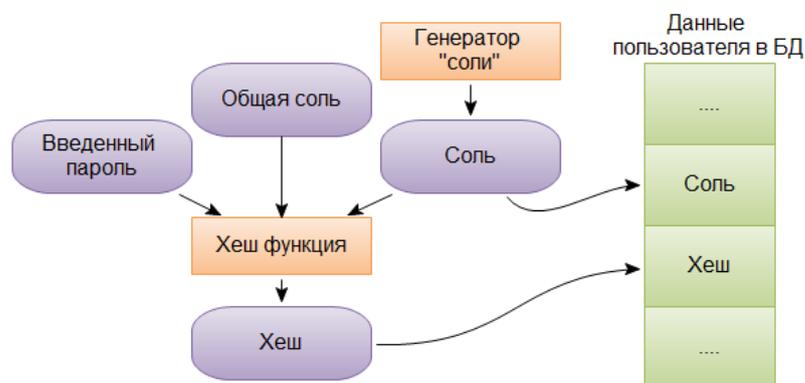


Рисунок 2. Сохранение пароля в базу данных.

Алгоритм проверки подлинности пароля представлен на рисунке 3.

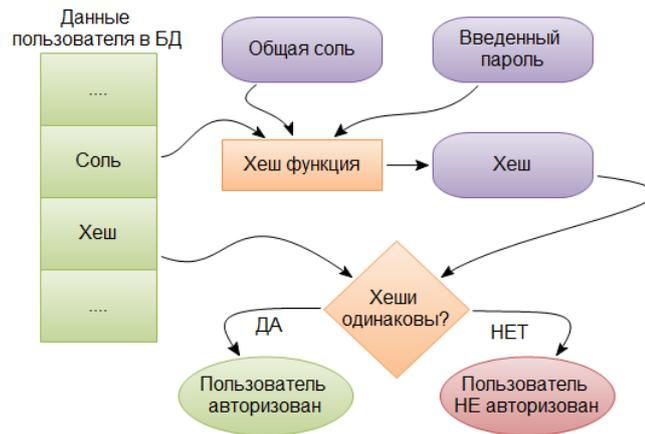


Рисунок 3. Проверка подлинности пароля.

Для реализации аутентификации в виртуальной реальности было принято решение создать кодовый замок, который работает по следующему принципу: пользователь, нажимая на кнопки контроллера движения рук, должен крутить каждый цифровой диск до тех пор, пока не будет установлена необходимая цифра. Каждый диск представляет из себя 10-угольную призму, на гранях которой расположены цифры от 0 до 9. Используя несколько таких дисков, можно сформировать полноценный кодовый замок, регулируя тем самым длину необходимой комбинации.

Чтобы пользователь смог набрать необходимую комбинацию на кодовом замке, цифровые диски должны вращаться, поэтому возникает необходимость в использовании контроллеров движения рук. Стоит отметить, что гарнитуры, в комплектацию которых не входят подобного рода контроллеры, не будут поддерживать данную систему аутентификации.

Таким образом был сформирован шестизначный кодовый замок, представленный на рисунке 4.



Рисунок 4. Кодовый замок.

Нажав на кнопку, пользователь запускает реализованный на практике алгоритм, который представлен на рисунке 5.

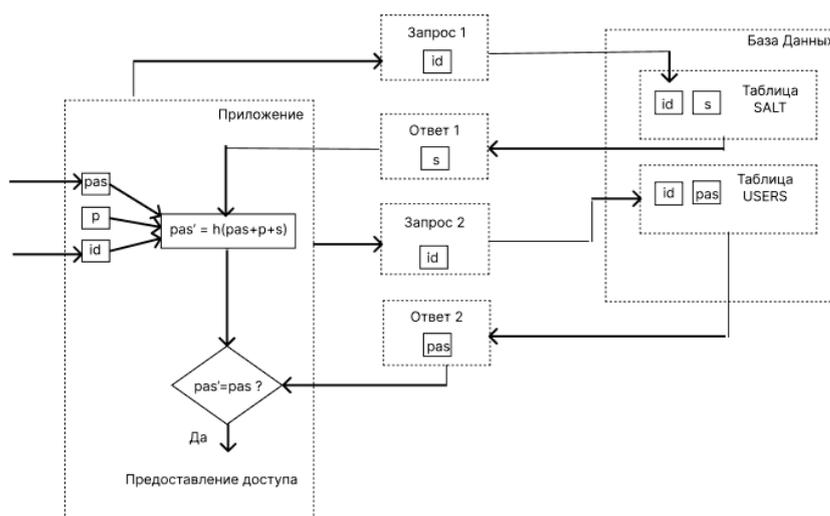


Рисунок 5. Схема работы алгоритма.

Аутентификация играет большую роль в обеспечении защиты и конфиденциальности данных, поэтому этой теме необходимо уделить особое внимание при разработке VR-приложений, которые подразумевают разграничение доступа пользователей.

Простота реализации и логическая ясность принципов работы алгоритмов, основанных на факторе знаний, делают системы парольной

аутентификации самыми популярными. Несмотря на большое количество уязвимостей, парольная аутентификация по-прежнему остается актуальной и используется в большинстве информационных систем.

Таким образом, была разработана система аутентификации, которая может быть интегрирована в виртуальную реальность. Данная система не лишена недостатков, однако благодаря ей разработчики приложений, поддерживающих данную технологию, смогут реализовать алгоритм авторизации, который позволит пользователям полностью окунуться в виртуальный мир.

Литература

1. Линовес Дж. Виртуальная реальность в Unity. Москва: ДМК, 2016.
2. Bertocci. V., Authenticating Users in Your VR Apps / Vittorio Bertocci // Official website of the company "Okta" [Electronic resource]. – 2022. – Mode of access: <https://auth0.com/blog/authenticating-users-in-your-vr-apps/>. -Date of acces: 14.12.2023
3. Donohue B. Чудеса хэширования / Brian Donohue. // Официальный сайт АО «Лаборатория Касперского» [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/the-wonders-of-hashing/3633/>. Дата доступа: 14.12.2023
4. «Интернет Технологии.ру» [Электронный ресурс]: «Соленое» хеширование паролей: делаем правильно. – 2020. – Режим доступа: <https://www.internet-technologies.ru/articles/solenoe-heshirovanie-paroley-delaem-pravilno.html?ysclid=lq6gt95gr6814210196#header-9283-3>. – Дата доступа: 14.12.2023

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПЛАТЫ УСЛУГ ПАРКИНГА

Студент факультета радиофизики и компьютерных технологий, кафедры
интеллектуальных систем Галай Е.Г.

Научный руководитель – старший преподаватель Щетько Н. Н.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Сегодня в городах актуальным является решение проблемы парковки автомобилей, в частности, выделение и управление использованием парковочных мест на улицах и паркингах. Традиционные методы контроля парковки, такие как стационарные парковочные автоматы и контролирующий персонал, недостаточно полно соответствуют современным требованиям к удобству и эффективности [1]. Мобильные приложения обычно предоставляют пользователям удобные и интуитивно понятные инструменты управления различными процессами и услугами, в частности, процесса парковки, мониторинга и оплаты парковочных услуг.

В данной работе для разработки пользовательского приложения контроля услуг паркинга используется язык Kotlin. Выбор обусловлен наличием инструментов для мультиплатформенной разработки. Кроме того, выбор языка обусловлен возможностью повышения скорости реализации приложения. Платформа приложения – Android. Система Android охватывает разнообразие устройств, начиная от смартфонов и планшетов до смарт-телевизоров и носимых устройств [2]. Это позволяет адаптировать приложение для различных форм-факторов, предоставить более широкий функционал в будущем. Важным аспектом разработки приложения является простота восприятия структуры приложения, его возможностей, функционала, чему способствует интуитивно понятный интерфейс, разработка которого была также одной из задач работы.

Запуск приложением парковочной сессии происходит после заезда автомобиля на территорию парковки. Для идентификации автомобиля, заехавшего на территорию паркинга используется детектирование автомобильных номеров с помощью нейронных сетей. В данном приложении эта часть реализована на архитектуре сверточной нейронной сети. Для реализации нейронной сети использовались язык Python с библиотеками OpenCV, NumPy, Matplotlib, TensorFlow, Imutils, EasyOCR. Файл с распознанным номером и временем заезда на парковку передается серверу. Кроме того, эта информация используется для корректного запуска сессии парковки и поиска пользователя в приложении.

Систему получения доступа с помощью идентификации нейронных сетей нельзя рассматривать как полностью автономную. Чтобы водитель смог получить доступ на парковку, необходимо использовать дополнительные способы. Например, идентификацию по билетам, жетонам и так далее, выдаваемым паркоматами. Пример системы въезда на территорию парковки представлен на рисунке 1

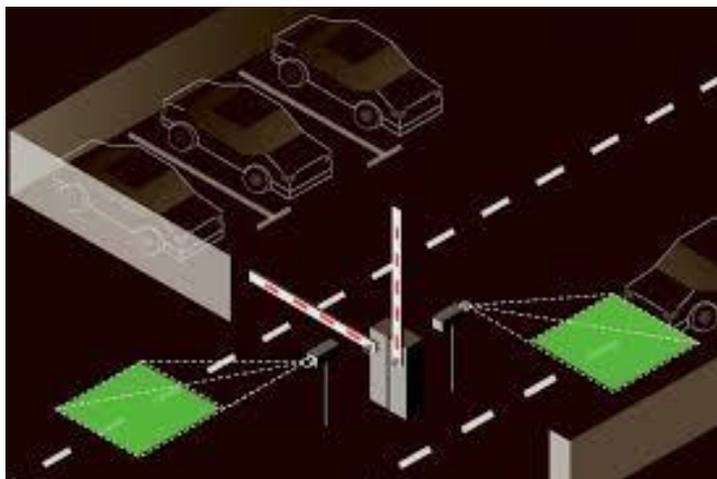


Рисунок 1. Пример въезда на территорию парковки

Для оплаты услуг паркинга через приложение пользователю необходимо зарегистрироваться или произвести вход, если пользователь уже зарегистрирован. Окна регистрации/входа приведены на рисунке 2.

После регистрации в системе пользователю предлагается возможность заполнить личный кабинет – указать ФИО, номер телефона, фото автомобиля а также регистрационный номер транспортного средства. В дальнейшем эти данные используются для организации коммуникации между паркингом и пользователем в случае необходимости.

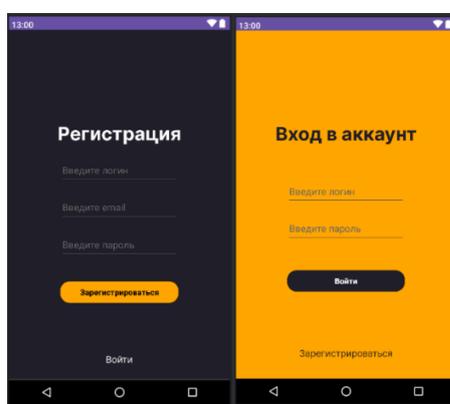


Рисунок 2. Окна регистрации/входа

Контроль учета парковки происходит с помощью создания сессий. После того как сервер нашел нужного пользователя, у последнего в приложении во вкладке «Sessions» запускается сессия контроля парковки. Сервер запустит сессию только в том случае, если другой текущей сессии нет. При активной сессии пользователь видит:

- Адрес паркинга
- Дата и время
- Счетчик времени
- Стоимость услуг парковки на данном паркинге

Пример запущенной сессии контроля парковки представлен на рисунке 3.

После того, как пользователь оплатил услуги паркинга и покинул территорию парковки, сервер завершает активную сессию.

Пользователь может оплатить услуги паркинга одним из предлагаемых способов: банковской картой, через систему ЕРИП, по номеру телефона. Вид окна оплаты представлен на рисунке 4.

Пользователю в любой момент времени доступна вкладка «History», где открывается доступ к просмотру прошлых парковочных сессий: дата и время начала запрошенной сессии; адрес паркинга; время и продолжительность сессии; сумма к оплате.

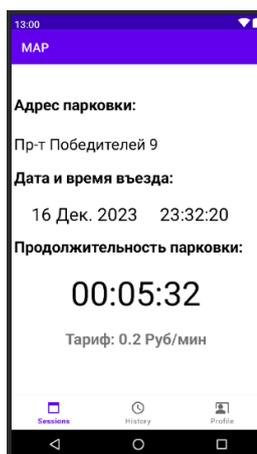


Рисунок 3. Пример запущенной сессии контроля парковки

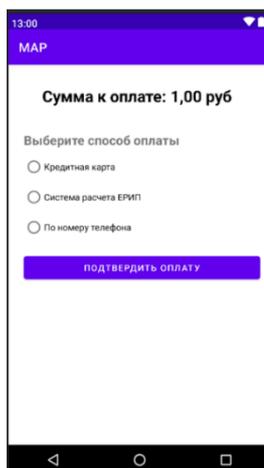


Рисунок 4. Пример окна оплаты

Приложение работает с любой системой паркингов, использующей технологии распознавания автомобильных номеров с помощью нейронных сетей. Приложение также работает параллельно с существующими системами, не заменяя их, но предоставляя пользователю больше возможностей доступа к информации о парковке своего автомобиля, способам оплаты, контроля времени парковки и т.д. Кроме того, параллельная работа сократит затраты на внедрение системы в уже существующие. В дальнейшем приложение планируется расширить путем внедрения возможности бронирования парковочного места.

Литература

1. Желтов С. Ю. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения. М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.
2. Амелин К. С., Граничин О. Н., Кияев В. И., Корявко А. В. Введение в разработку приложений для мобильных платформ. – Издательство ВВМ. – 2011.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ЯРКОСТНОЙ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Студент 4 курса группы 5 КБ Заблוצкая Д. М.

Научный руководитель – к.т.н. Садов В. С.

Белорусский Государственный Университет

Минск, Беларусь

Картографические изображения бывают общедоступными и секретными, доступ к которым имеют определенный круг лиц. Обычно они представлены в виде чертежей или карт, на которых располагаются секретные данные. Для незаметного перемещения и хранения таких объектов используются специальные средства. Однако, стеганография предоставляет компактный и более удобный для использования метод хранения и транспортировки секретных карт, а именно встраивание их в общедоступные карты (контейнеры).

Особенностью стеганографии является установления баланса между стеганографической емкостью контейнера (объемом встраиваемой информации) и незаметностью встраивания [1]. Эта задача требует, в первую очередь, анализа пространственной и аркостно-цветовой неоднородностей изображений-контейнеров. У неоднородных участков изображения выше стеганографическая емкость, в отличие от однородных, и выше незаметность встраивания. То есть для наилучшего встраивания больше подходят неоднородные участки контейнеров. Поэтому основной задачей данной работы является нахождение неоднородных участков на картографических изображениях, их анализ и построение «карты неоднородности контейнера».

Рассмотрим такие понятия, как однородные и неоднородные участки изображения. Неоднородный участок изображения – это область изображения, где яркость соседних пикселей явно различается, т.е. заметны сильные перепады значений яркостей. У однородных участков изображений такого не наблюдается, в них происходит плавная смена яркостей [2].

Для построения карты неоднородности проходим по всему изображению блоками 5×5 пикселей с шагом 1. Вычисляем среднее значение яркости пикселей блока и находим разность по модулю между центральным пикселем блока и средним значением яркости пикселей в блоке. Таким образом, для каждого блока определяется свое значение неоднородности, назовем его *сила неоднородности*.

В качестве примера используем изображение карты, размером 2369×2562 пикселей, представленное на рисунке 1. Данное изображение хорошо подходит для анализа по той причине, что оно достаточно большого размера.

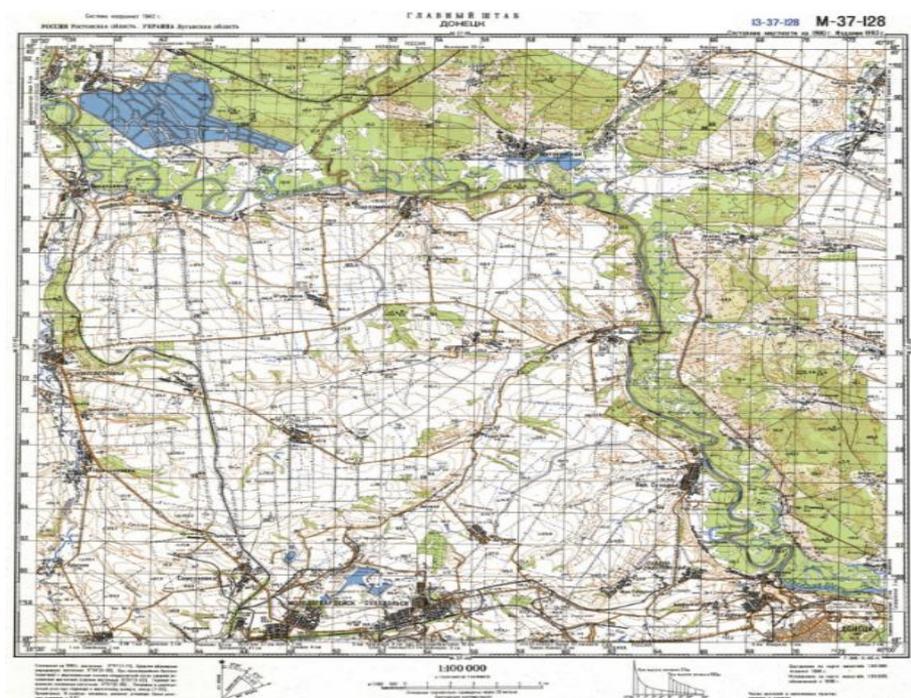
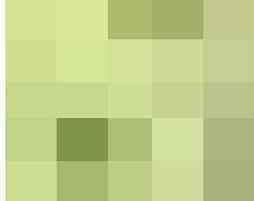
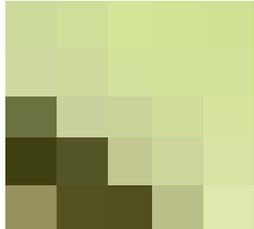
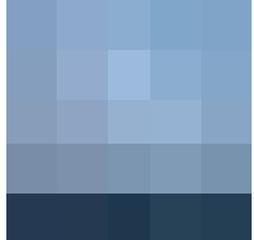
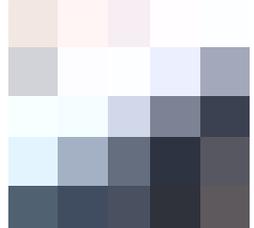
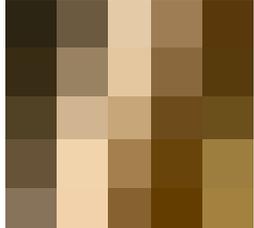
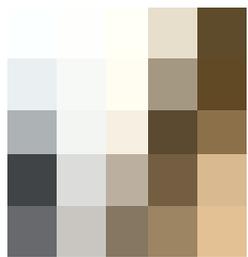
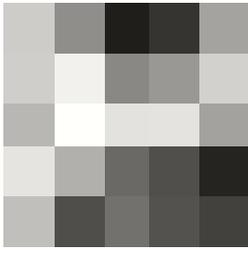
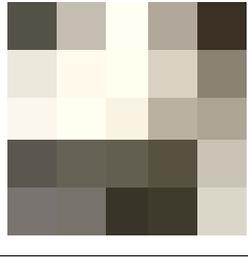
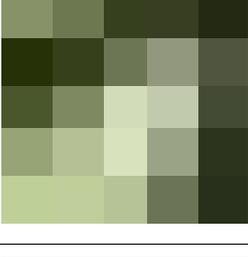
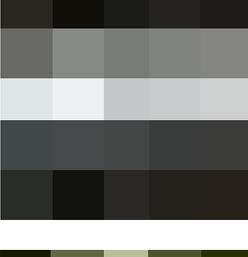
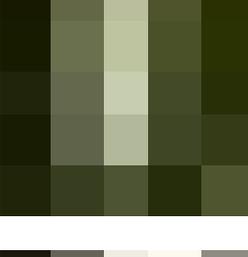
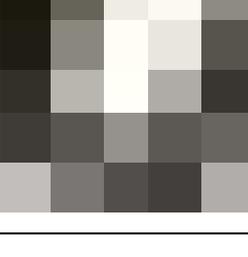


Рисунок 1. Картографическое изображение.

Рассмотрим для данного изображения его блоки, отличающиеся по неоднородности с шагом 10 в диапазоне неоднородности от 0 до 130. (таблица 1).

Таблица 1. Анализ неоднородностей блоков изображения

Значение силы неоднородности	Количество блоков пикселей в контейнере	Визуальное представление блока
0 – 10	4059562	
10 – 20	464112	
20 – 30	345364	
30 – 40	253828	
40 – 50	201012	
50 – 60	143127	

60 – 70	86542	
70 – 80	48503	
80 – 90	30032	
90 – 100	18645	
100 – 110	10950	
110 – 120	6266	
120 – 130	3219	

Исходя из таблицы 1 можно сделать несколько выводов:

- Чем больше сила неоднородности, тем меньше становится количество пригодных блоков. На рисунке 2 можно заметить, что, начиная с силы неоднородности 80 и выше количество блоков стремительно уменьшается, следовательно, количество информации, которое можно встроить в эти блоки, значительно уменьшается.

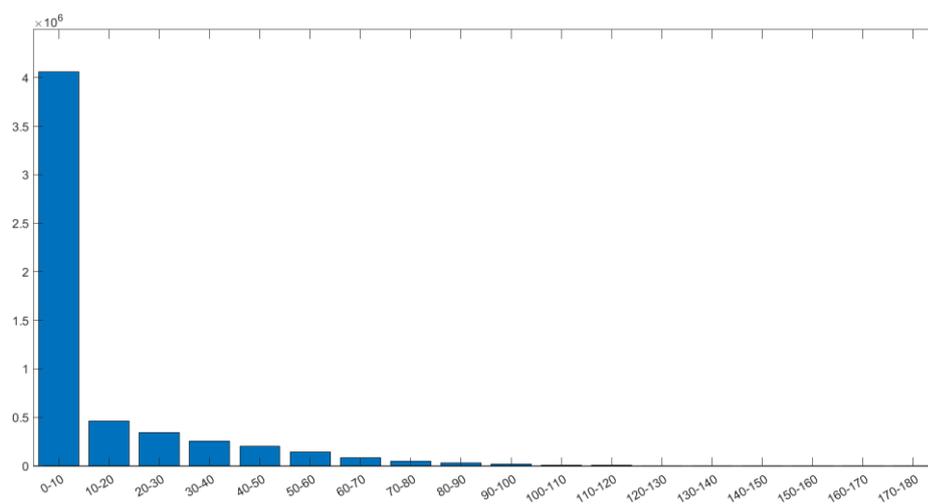


Рисунок 2. Гистограмма зависимости количества пригодных блоков на каждом промежутке.

- Блок пикселей с неоднородностью 0 – 10 не подходит для встраивания, так как даже незначительные изменения яркостей в них, связанные с вносимыми стеганографическими модификациями, будут визуально заметны. Например, на рисунке 3 показан блок с силой неоднородности 10, а на рисунке 5 показан этот же блок с измененным центральным пикселем. Изменения сразу же видны, в отличие от блока с силой неоднородности 50, который представлен на рисунке 4 и 6, где изменения не так заметны.

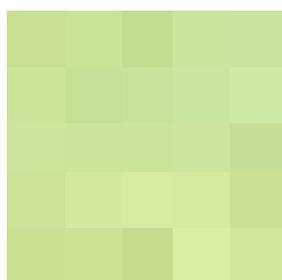


Рисунок 3. Исходный блок (0 – 10)

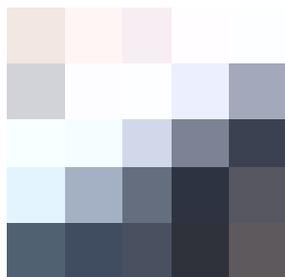


Рисунок 4. Исходный блок (40 – 50)

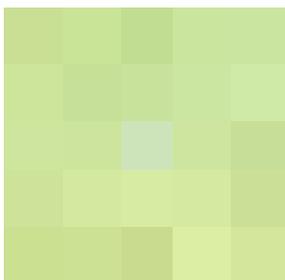


Рисунок 5. Блок 0 – 10 с изменением

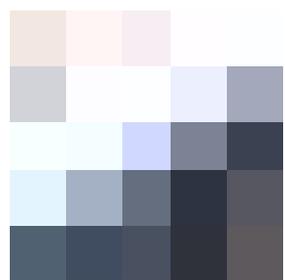


Рисунок 6. Блок 40 – 50 с изменением

Построенная «карта неоднородности» для рисунка 1 приведена на рисунке 7. Участки с силами неоднородностей в диапазоне 10 – 80 выделены черным цветом.

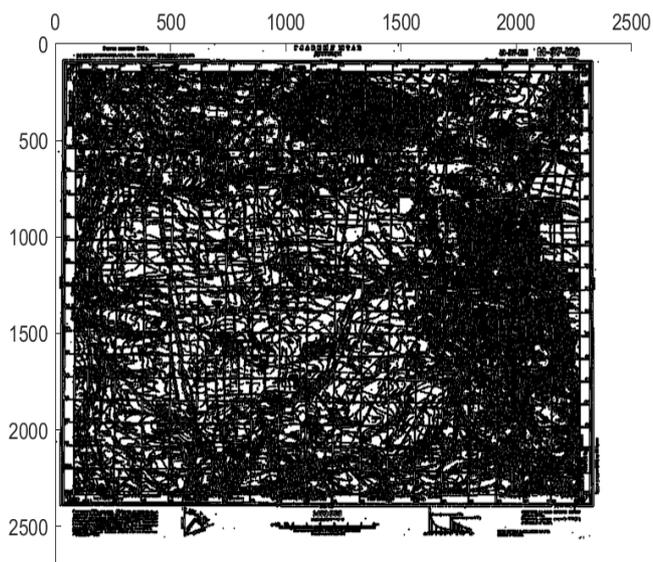


Рисунок 7 – Карта неоднородностей

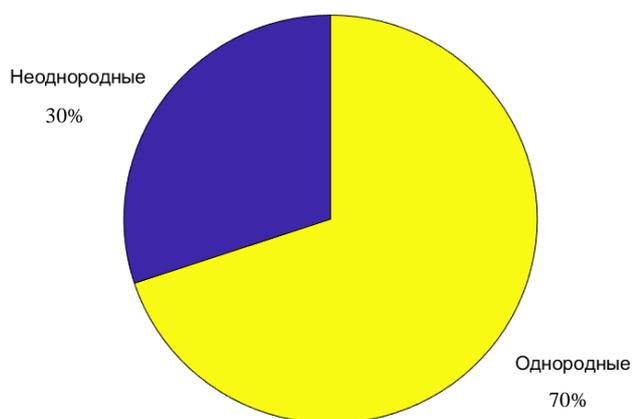


Рисунок 8 – Процентное соотношение однородностей и неоднородностей

Вывод: Как было сказано ранее, в стеганографии необходимо следить за балансом между незаметностью встраивания и стеганографической емкостью контейнера. Следовательно, исходя из этого, желательно не использовать для стеганографических модификаций блоки с силой неоднородности выше 80, так как в этом случае будет возможность встроить только небольшое сообщение. Также можно убрать блоки с силой неоднородности 0 – 10, так как они визуально слишком однородны и стеганографические изменения в них будут заметны.

При соблюдении этих условий, в рассмотренном примере, стеганографическая емкость не превысит $1/5$ размера контейнера.

Литература

1. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – Киев: МК-Пресс, 2006.
2. Садов, В.С. Компьютерная стеганография : учеб. Пособие /В.С. Садов. – Минск : РИВШ, 2014. – 172 с.: ил.

РАСПОЗНАВАНИЕ ЛЖИ ПРИ КОММУНИКАЦИЯХ ЛЮДЕЙ

Студент гр. 5ПИ Котова К. А.

Кафедра интеллектуальных систем

Научный руководитель – кандидат технических наук Садов В. С.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Введение

Современные технологии машинного обучения и анализа данных оказывают значительное влияние на различные сферы жизни. Важным направлением исследований является разработка алгоритмов для определения эмоций человека на основе анализа мимики лица. Эти исследования важны для понимания его поведенческих мотиваций в различных областях деятельности, включая психологию, медицину и маркетинг и др..

В данной работе основное внимание уделяется разработке алгоритма решения задачи определения эмоций при анализе микровыражений на лице человека, во время произнесения лживой или правдивой информации, и исследованию его эффективности. Для решения этой задачи проведен анализ существующих методов и подходов к определению эмоций человека по его физиологическим данным, полученным по изображению лица.

Цель работы: разработать алгоритм распознавания эмоций и найти связь между мимикой лица и истинным отношением человека к сути излагаемой им информации, а также проанализировать полученные результаты.

Задачи: создать математическую модель, описывающую проявление лжи человека по эмоциям на его лице; обучить нейронную сеть для классификации эмоций на основе анализа микровыражений по ключевым точкам на изображении лица.

Общие понятия эмоций

Эмоции человека - комплексное явление, выражающееся в изменении настроения, поведения и мимики лица.

Согласно Полу Экману основными (базовыми) эмоциями человека, которые существенно изменяют выражение лица, являются: удивление, страх, отвращение, гнев, радость, печаль и нейтральное состояние [1].

Математическая модель проявления эмоций

Эмоции и проявление лжи - это сложные психофизиологические концепции, и их взаимосвязь может быть нелинейной и зависеть от множества факторов [2]. Каждая эмоция имеет свое процентное соотношение в общем эмоциональном состоянии человека. Обозначим условно базовые эмоции, следующим образом: A (злость), H (счастье), D (отвращение), F (страх), S (грусть), W (удивление), N (нейтральное состояние).

Тогда математическая модель, которая описывает проявление лжи по этим базовым эмоциям, может быть выражена следующим образом:

$$L = A * w_1 + H * w_2 + D * w_3 + F * w_4 + S * w_5 + W * w_6 + N * w_7, \quad (1)$$

где L – проявление лжи, $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7$ – веса которые определяют вклад каждой эмоции в выражение лжи. Эти веса могут быть определены через эмпирические исследования с помощью нейронной сети.

Обучение нейронной сети

Для обучения нейронной сети с целью распознавания эмоций использовался готовый набор данных FER2013+balanced [3]. Датасет вручную очищен и отфильтрован от «неинформативных» изображений, а также сбалансирован, то есть для всех категорий эмоций имеется примерно одинаковое количество изображений.

Для распознавания микровыражений использовался датасет, который был составлен из видео с YouTube, на которых различные люди шоу-бизнеса проходят полиграф и отвечают на вопросы. Моменты, где полиграф показал ложь на ответы, были вырезаны и добавлены в набор данных. Таким образом,

было собрано 65 видео разных людей, где полиграф показал ложь, и 156 видео – правду. Далее вручную были отобраны изображения с микровыражениями лица, эмоции на которых отличаются от эмоций на кадрах ранее или после.

Датасет FER2013+balanced был разделен на тестовую и тренировочную выборки: для тестовой выборки отобраны 5772 экземпляра, а для тренировочной - 23251.

Распознавание эмоций по ключевым точкам лица осуществлялось с использованием сверточной нейронной сети. Для извлечения ключевых точек лица использовалась Python библиотека MediaPipe.

В следствие обучения нейронной сети на основе ключевых точек лица получены следующие результаты: точность обучения для тренировочной выборки – 70.15%, точность обучения для тестовой выборки – 69.43%, потери на тренировочной выборке – 0.819, потери на тестовой выборке – 0.854. Графики точности и потерь изображены на рис. 1.

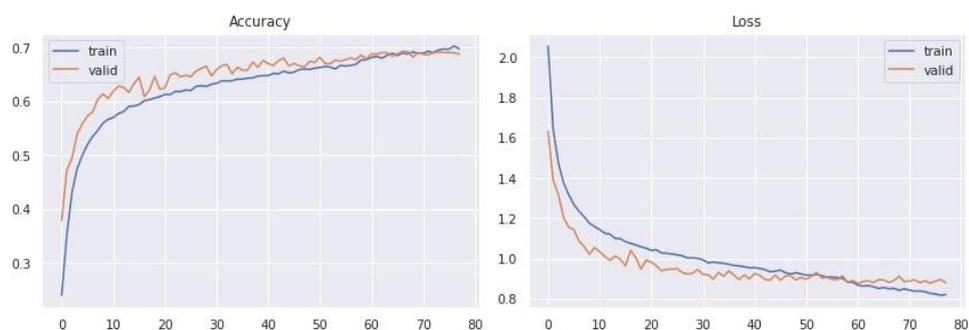


Рисунок 1. Графики точности и потерь на основе результатов обучения нейронной сети по ключевым точкам лица

Матрица ошибок изображена на рис. 2. Она позволяет визуализировать, насколько хорошо модель справляется с задачей классификации, путем сравнения предсказанных классов с фактическими классами. По матрице ошибок заметно, что лучше всего распознаются эмоции радость, удивления и нейтральности. Также заметно, что эмоция грусти может классификатором ошибочно приниматься за нейтральную. Вероятно по причине того, что эти

эмоции похожи внешне, и по ключевым точкам могут быть плохо различимы (рисунок 2).

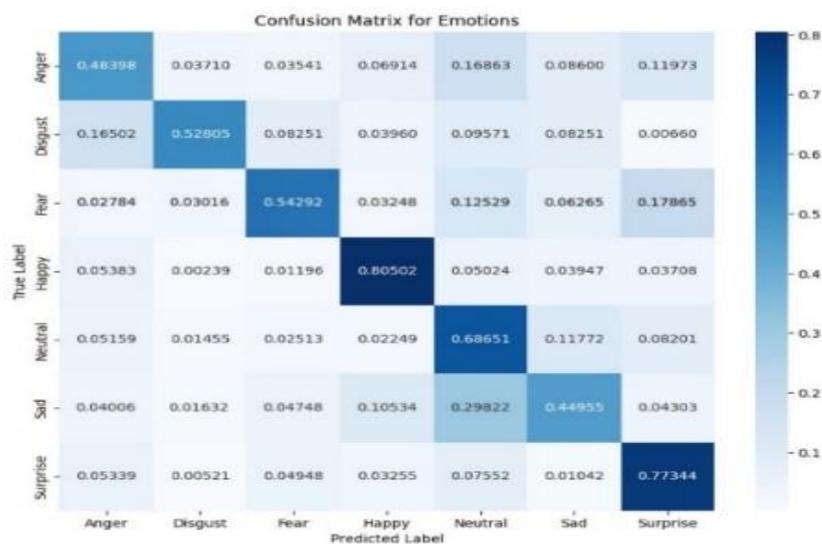


Рисунок 2. Матрица ошибок, которая отображает точность прогнозирования модели (классификатора) в отношении 7 классов эмоций на основе ключевых точек

Полученные результаты

Проанализировав кадры с выражением лжи и правды с помощью обученной модели, была создана статистика: минимальное, максимальное и среднее значения процентного соотношения для каждой эмоции.

Результаты анализа представлены в таблице 1. Исходя из таблицы 1, микровыражения на лице лгущего человека чаще всего являются следствием выражения эмоций радости, нейтральности и грусти, а для человека, говорящего правду, так же более характерны эмоции радости и нейтральности. Для человека, который говорит правду, можно заметить, что эмоции злости, отвращения и страха не особо свойственны.

Таблица 1. Статистика предсказанных эмоций моделью на основе ключевых точек лица

Эмоции/значения	Минимальное, %	Максимальное, %	Среднее, %
Ложь			
Злость	1.80210	54.21466	4.13143
Отвращение	0.16751	10.78209	0.81886
Страх	0.24844	24.67541	1.04491
Радость	1.71094	89.84230	28.32151
Нейтральность	0.07402	35.97861	22.58203
Грусть	4.16396	57.62893	18.80372
Удивление	0.00033	40.19944	1.93037
Правда			
Злость	0.01584	9.09733	2.39784
Отвращение	0.00044	4.41773	0.30386
Страх	0.01319	7.70059	1.84514
Радость	4.34429	99.7719	50.94182
Нейтральность	0.03365	69.45223	27.11486
Грусть	0.08124	36.32472	9.89575
Удивление	0.06451	32.41095	7.50070

На рисунке 3 изображены наиболее характерные результаты оценки эмоционального фона по фотографии лица, полученные по разработанной методике.



Рисунок 3. Результаты предсказания эмоционального фона нейросетевой моделью, обученной по ключевым точкам лица

Заключение

В ходе данной работы был рассмотрен алгоритм классификации эмоций на основе ключевых точек на изображении лица. Точность классификации - 70%. Точность обуславливается правильным выбором модели для обучения (свёрточной нейронной сети); разделением данных на тренировочную, тестовую и валидационную выборки; правильным подбором слоев нейросети;

а также правильным подбором ее параметров. Однако модель, созданная для обучения на ключевых точках, может быть еще эффективнее при корректном выборе набора данных: изображения должны быть лучшего качества.

Был проведен анализ микровыражений, отобранных из кадров видео, где различные люди лгут и говорят правдивую информацию. Было выявлено, что в видео, где люди лгут, содержится больше микровыражений, чем в видео, где говорят правду. А также было обнаружено, что интенсивность проявления таких эмоций, как радость, грусть, злость и страх, выше у «лживых», чем у «правдивых» микровыражений, что может быть связано с попытками скрыть истинную эмоцию либо страхом разоблачения. Однако стоит учитывать, что проявление эмоций зависит от человека и его мимических особенностей, что усложняет задачу классификации.

Литература

1. Экман П., Узнай лжеца по выражению лица. / Пол Экман. - СПб.: Питер, 2019. - 272 с.
2. Экман П., Психология лжи. Обмани меня, если сможешь. / Пол Экман. - СПб.: Питер, 2021. - 384 с.
3. FER2013+balanced [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/prilia/fer2013pluscleanedaugmballanced1>. Дата доступа: 12.10.2023.

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY

Студент 4 курса гр. 5 КБ Такаревский Д. Г.

Научный руководитель – старший преподаватель Щетько Н. Н.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

В современном мире игры являются одним из наиболее популярных и интерактивных форм обучения и развлечения. Развитие технологий, таких как виртуальная реальность и дополненная реальность, сделало игровые приложения еще более захватывающими и привлекательными для миллионов пользователей по всему миру.

В данной работе разрабатывается алгоритм, который позволит эффективно создавать игровые приложения на платформе Unity. Разработка игрового приложения на Unity требует не только знания языка программирования, но и понимания процесса разработки и использования инструментов, предоставляемых платформой Unity.

Таким образом основной задачей данной работы является - реализация алгоритма разработки игрового приложения на платформе Unity, который будет включать этапы от проектирования и создания архитектуры до реализации игровых механик.

Результаты работы будут полезны для разработчиков игровых приложений, обучающихся и интересующихся разработкой игр на платформе Unity. Создание общего алгоритма разработки позволит сократить время и ресурсы, затрачиваемые на создание игровых приложений, и повысить качество конечного продукта.

Таким образом, данная работа имеет важное значение для понимания процесса разработки игровых приложений на платформе Unity и представляет интерес для широкого круга разработчиков и любителей игр. На рисунке 1 представлен алгоритм разработки игрового приложения.

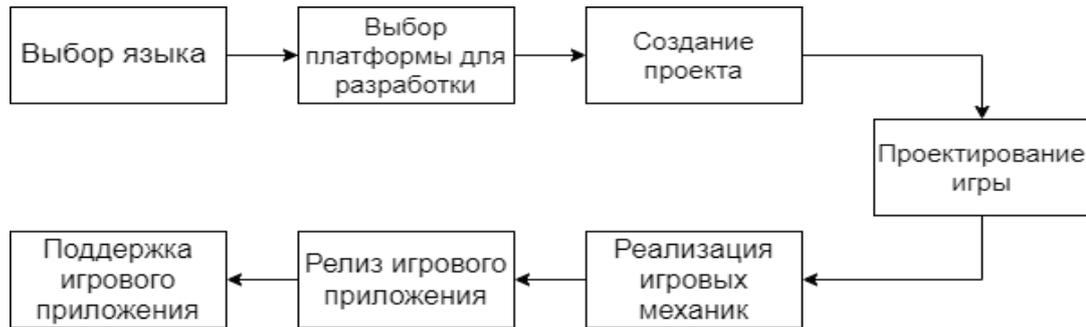


Рисунок 1. Алгоритм разработки игрового приложения

Следует отметить, что данный алгоритм состоит из блоков “выбор языка” (на данном этапе производится выбор подходящего для разработки языка), “Выбор платформы для разработчика” (на этом этапе выбирается платформа, которая будет совместима с языком, выбранным на предыдущем этапе), “Реализация игровых механик” (этот этап рассмотрен ниже), “Релиз игрового приложения”, “Поддержка игрового приложения”. Последние два блока не требуют разъяснения, так как релиз игрового приложения зависит от платформы, куда будет выкладываться игровое приложение, а поддержка игрового приложения подразумевает обновление игрового приложения и его сопровождение в будущем. Можно перейти к блоку “Реализация игровых механик”, этот блок представляет собой также определённый алгоритм, представленный на рисунке 2.



Рисунок 2. Алгоритм разработки игровых механик на платформе Unity.

Можно увидеть, что данный алгоритм состоит из таких блоков как:

1. “Настройка физики” – подразумевает настройку взаимодействия объектов в игровом пространстве, а именно: сила взаимодействия объектов, настройка сил трения, настройка гравитации и т. п.

2. “Разработка игрового пространства” – на данном этапе создаётся уровень для игрового взаимодействия, а также настраиваются некоторые особенные объекты необходимые для тестирования.

3. “Создание игрока” и “Создание противников” – как понятно из названия данных блоков, на данном этапе реализуются такие объекты как: игрок и противники.

4. “Реализация механик игрового пространства” – один из ключевых этапов, на котором продумываются и реализуются дополнительные объекты, с которыми будут взаимодействовать игрок и противники.

5. “Добавление анимаций к объектам” – добавление динамическим объектам анимаций, что добавит больше динамики в игровое приложение.

6. “Создание UI интерфейса” – этап, на котором создаются элементы, с которыми сможет взаимодействовать сам пользователь. Сюда входят как просто визуальные элементы (отображение количества очков, количества жизней и т.п.), так и интерактивные элементы (главное меню, кнопки и т. п.)

7. “Добавление декораций для игрового пространства” – создание дополнительных декоративных объектов, с которыми игрок и противники никак не будут взаимодействовать, но при этом эти объекты позволяют пользователю погрузиться в игровое пространство приложения.

8. “Добавление звукового сопровождения” – добавление звуковых эффектов для объектов, а также музыки для заднего фона, а также для главного меню.

Вывод: в ходе выполнения данной работы был реализован алгоритм разработки игрового приложения на платформе Unity, рассмотрены его основные этапы, а также для этапа реализации игровых механик был создан ещё один алгоритм позволяющий грамотно разработать игровое приложение. В целом, результаты исследования и разработки, представленные в данной

работе, не только раскрывают ключевые аспекты создания игровых приложений на платформе Unity, но и предоставляют конкретные рекомендации и практические решения для разработчиков, стремящихся создать качественные и инновационные игровые продукты будь то для обучающей сферы или для игровой. Полученные знания и опыт могут служить основой для дальнейших исследований в области разработки игр и применения технологии Unity.

Литература

1. Такаревский Дмитрий. Курсовая работа “ Алгоритм разработки игрового приложения на платформе Unity”. – БГУ, Минск. – 2023.

РАСПОЗНАВАНИЕ НЕСТРУКТУРИРОВАННОГО ТЕКСТА

Магистрант кафедры интеллектуальных систем Шуманов В. Е.

Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук, доцент Козлова Е. И.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

В Беларуси насчитывается более 25 тысяч людей с нарушениями зрения и более 28 тысяч иностранных студентов. Задача состояла в том, чтобы сделать для этих людей чтение документов, газет, веб-страниц и т.д. доступным на любом языке. Последние достижения в области компьютерных наук и обработки изображений сделали это достижимым.

Optical character recognition (OCR) – это преобразование изображений текста в цифровой формат. В настоящее время OCR латинских шрифтов имеет настолько высокую точность, что считается решенной проблемой, и многие программные пакеты предоставляют бесплатную технологию OCR для многих языков.

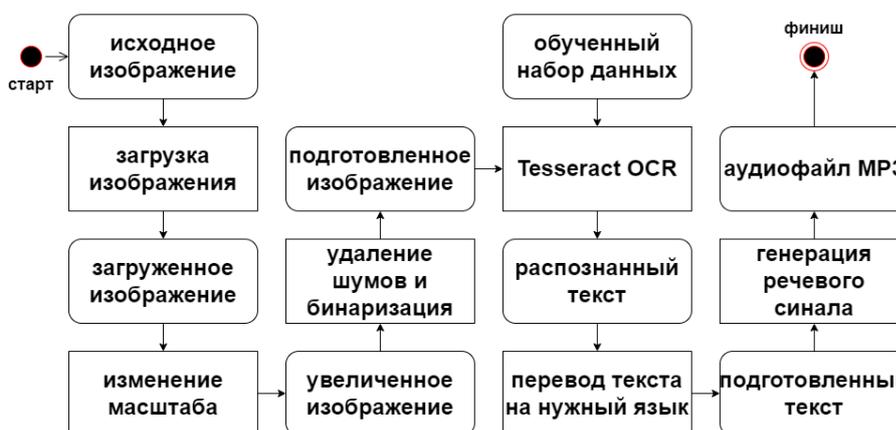


Рисунок 1. Визуализация алгоритма с использованием OCR.

Технология оптического распознавания символов (OCR) значительно усовершенствовалась за последние десятилетия благодаря исследовательской работе, увеличению вычислительных мощностей и передовым методам

машинного обучения. Предлагаемая модель системы помощи людям с использованием Tesseract OCR показана на рисунке 1.

Изображения рекомендуется масштабировать не менее чем до 300 DPI. Увеличение DPI выше этого значения приводит только к увеличению размера выходного файла без улучшения его качества, в то время как DPI ниже этого значения приводит к появлению шума и нежелательному результату.

Шум – это пиксели изображения, которые сильно отличаются по цвету или интенсивности от окружающих их пикселей. Хотя основные причины шума могут быть разными, очевидно, что он затрудняет распознавание символов. Удаление шума включает в себя такие методы как расширение, эрозия и размытие.

Бинаризация – это преобразование многоцветного изображения (RGB) в черно-белое. Для преобразования изображения используется функция порогового выделения библиотеки OpenCV. Tesseract OCR может выполнять бинаризацию внутренними средствами, однако, если входное изображение неравномерно темное, это приводит к некачественному результату.

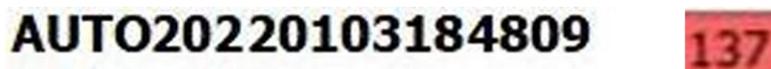


Рисунок 2. Загруженное изображение.



Рисунок 3. Подготовленное изображение.

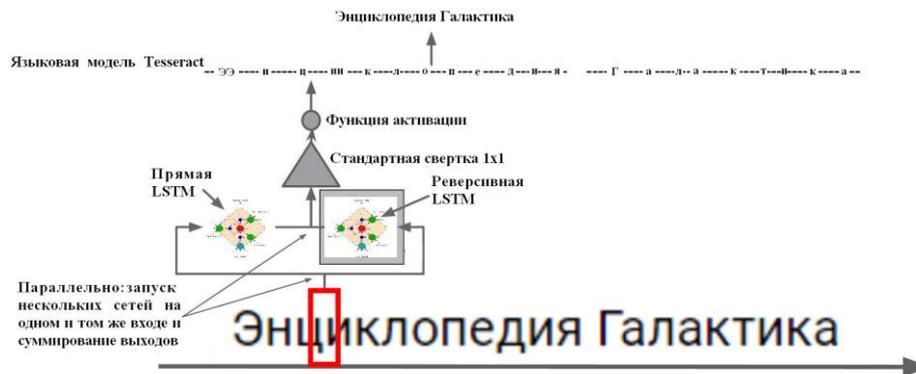


Рисунок 4. Tesseract OCR.

Точность модели сильно зависит от качества входного изображения. Если говорить о точности на уровне символов, то точность модели составляет около 99% (1 из 100 символов распознается как “неопределенный”).

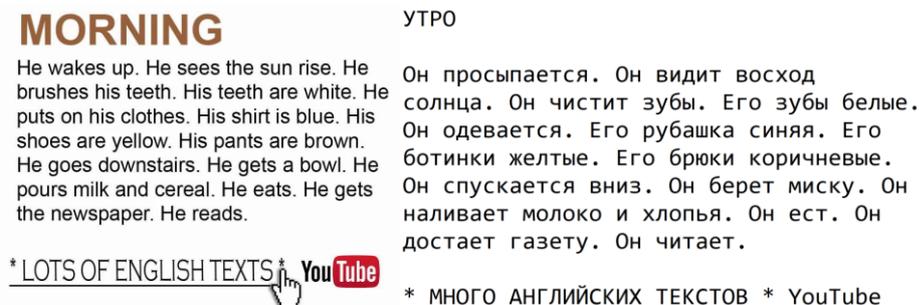


Рисунок 5. Распознанный и переведенный текст.

После того как из изображения получен подготовленный текст, как на рисунке 5, происходит преобразование текста в аудиофайл MP3 с помощью gTTS (Google Text-to-Speech).

В данной работе был реализован алгоритм для распознавания текста на основе gTTS (Google Text-to-Speech) с использованием движка Tesseract OCR. Алгоритм успешно распознает текст различных шрифтов с различных входных изображений и преобразует текст в аудиофайл, который является чрезвычайно точным. В работе использовался движок Tesseract, так как он является мощным и открытым программным обеспечением, а также не требует лицензий и инвестиций. Эксперименты проводились путем визуального сравнения тестовых примеров OCR, в итоге были получены хорошие

результаты при расчете точности модели. Точность на уровне символов составляет около 99%. Предложенная система облегчит работу с цифровыми технологиями людям со слабым зрением и с ограниченными возможностями обучения.

Литература

1. Tesseract OCR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/tesseract-ocr>. – Дата доступа: 17.12.2023.

2. GitHub gTTS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/topics/gtts>. – Дата доступа: 17.12.2023.

НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

студент группы 10306121 Волков И. В.,

Научный руководитель – преподаватель-стажер Богданова Е. А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Введение

Определение нейрокомпьютерного интерфейса (НКИ)

Нейрокомпьютерный интерфейс (НКИ) – это система, которая позволяет прямой двусторонний обмен информацией между мозгом человека и компьютером. Он обеспечивает путь для передачи сигналов от мозга к компьютеру и обратно, позволяя пользователям управлять устройствами, общаться и взаимодействовать с цифровым миром с помощью своих мозговых волн.

Цель и область применения НКИ

Цель НКИ заключается в улучшении взаимодействия человека с технологиями, расширении возможностей людей с ограниченными возможностями и продвижении новых границ в области медицины и науки.

- **Медицинские применения:**
 - Восстановление двигательных функций у пациентов с параличом
 - Управление протезами и экзоскелетами
 - Диагностика и лечение неврологических расстройств
- **Взаимодействие с компьютером:**
 - Управление устройствами без использования рук
 - Ввод текста и общение с помощью мозговых волн
 - Игры и виртуальная реальность
- **Научные исследования:**
 - Изучение работы мозга и нейронных процессов
 - Разработка новых методов лечения неврологических заболеваний
 - Создание искусственного интеллекта и когнитивных систем

1 Типы НКИ

Нейрокомпьютерные интерфейсы (НКИ) классифицируются на три основных типа в зависимости от степени инвазивности их имплантации в мозг.

1.1 Инвазивные НКИ

- Имплантируются непосредственно в мозг, обеспечивая самый прямой и надежный путь связи.
- Позволяют высокоточное управление и запись нейронной активности.
- Используются в медицинских целях, таких как восстановление двигательных функций и лечение неврологических расстройств.

1.2 Неинвазивные НКИ

- Не требуют хирургической имплантации.
- Используют внешние датчики, такие как электроэнцефалография (ЭЭГ),

магнитоэнцефалография (МЭГ) или функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), для измерения мозговой активности.

- Обеспечивают более низкое разрешение по сравнению с инвазивными НКИ, но более удобны и безопасны.

- Подходят для взаимодействия с компьютером, игр и научных исследований.

1.3 Полуинвазивные НКИ

- Находятся на границе между инвазивными и неинвазивными НКИ.

- Имплантируются на поверхность мозга, но не проникают в мозговую ткань.

- Обеспечивают более высокое разрешение, чем неинвазивные НКИ, но менее инвазивны, чем инвазивные НКИ.

- Имеют потенциал для широкого спектра применений, включая медицинские и исследовательские цели.

2 Технологии НКИ

Нейрокомпьютерные интерфейсы (НКИ) используют различные технологии для измерения и модуляции мозговой активности. Вот некоторые из наиболее распространенных технологий:

2.1 Электроэнцефалография (ЭЭГ):

- Измеряет электрическую активность мозга с поверхности головы.

- Обеспечивает относительно низкое разрешение, но является неинвазивной и широкодоступной.

- Используется в неинвазивных НКИ для взаимодействия с компьютером, управления протезами и научных исследований.

2.2 Магнитоэнцефалография (МЭГ)

- Измеряет магнитные поля, создаваемые электрической активностью мозга.

- Обеспечивает более высокое разрешение, чем ЭЭГ, но требует специального оборудования и является менее доступной.

- Используется в неинвазивных НКИ для исследования мозговой активности и диагностики неврологических расстройств.

2.3 Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ)

- Измеряет изменения кровотока в мозге, связанные с нейронной активностью.

- Обеспечивает высокое пространственное разрешение, но низкое временное разрешение.

- Используется в неинвазивных НКИ для исследования мозговой активности и разработки методов лечения неврологических расстройств.

2.4 Электрокортикография (ЭКoГ)

- Измеряет электрическую активность мозга непосредственно с поверхности коры головного мозга.

- Обеспечивает более высокое разрешение, чем ЭЭГ, но требует хирургической имплантации.

- Используется в полуинвазивных НКИ для лечения неврологических расстройств, таких как эпилепсия.

2.5 Глубокая стимуляция мозга (ГСМ)

- Модулирует активность мозга путем электрической стимуляции глубоких структур мозга.

- Используется в инвазивных НКИ для лечения неврологических расстройств, таких как болезнь Паркинсона и дистония.

3 Приложения НКИ

Нейрокомпьютерные интерфейсы (НКИ) имеют широкий спектр применений в различных областях.

3.1 Медицинские применения

- **Восстановление двигательных функций:** НКИ могут помочь восстановить двигательные функции у людей с параличом или другими нарушениями движения.

- **Лечение эпилепсии:** НКИ могут использоваться для выявления и лечения эпилептических припадков.

- **Управление болью:** НКИ могут использоваться для уменьшения боли путем модуляции активности мозга.

3.2 Немедицинские применения

- **Управление протезами:** НКИ позволяют людям с ампутированными конечностями управлять протезами с помощью своих мыслей.

- **Управление виртуальной реальностью:** НКИ могут использоваться для создания более захватывающих и интерактивных впечатлений виртуальной реальности.

- **Общение с людьми с ограниченными возможностями:** НКИ могут помочь людям с ограниченными возможностями общения выразить свои мысли и чувства.

По мере развития технологий НКИ ожидается, что они найдут еще большее применение в различных областях, улучшая качество жизни людей и открывая новые возможности.

4 Этические соображения

4.1 Конфиденциальность данных

- НКИ собирают и хранят большие объемы личных данных, включая медицинские записи, биометрические данные и другую конфиденциальную информацию.

- Важно обеспечить строгие меры безопасности и конфиденциальности, чтобы защитить эти данные от несанкционированного доступа и использования.

4.2 Автономия пациентов

- Пациенты должны иметь право принимать информированные решения об использовании их данных НКИ.

- Необходимо получить явное согласие перед сбором и использованием данных, и пациенты должны иметь возможность отозвать свое согласие в любое время.

4.3 Потенциальные риски

- НКИ могут быть уязвимы для кибератак и других нарушений безопасности, которые могут привести к утечке конфиденциальных данных.

- Существует риск дискриминации и предвзятости, если НКИ используются для принятия решений, влияющих на жизнь людей.

- Важно разработать этические руководящие принципы и меры защиты для минимизации этих рисков.

5 Будущее НКИ

5.1 Тенденции в исследованиях и разработках

- **Искусственный интеллект (ИИ):** Усовершенствование алгоритмов и вычислительных возможностей, ведущее к более мощным и автономным системам ИИ.

- **Квантовые вычисления:** Разработка мощных квантовых компьютеров для решения сложных проблем, которые не под силу классическим компьютерам.

- **Биотехнология:** Прогресс в генной инженерии, биоинформатике и регенеративной медицине.

- **Нанотехнология:** Создание и использование материалов и устройств в наномасштабе для различных применений.

- **Робототехника:** Разработка более совершенных роботов для выполнения сложных задач, таких как уход за больными и производство.

5.2 Ожидаемые достижения

- **Автономные системы:** Развитие самоходных автомобилей, дронов и роботов, способных действовать независимо от человеческого вмешательства.

- **Персонализированная медицина:** Использование генетических данных и ИИ для разработки индивидуальных планов лечения и профилактики заболеваний.

- **Улучшенные материалы:** Создание более прочных, легких и устойчивых материалов для различных отраслей промышленности.

- **Усовершенствованная энергетика:** Разработка возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая, и более эффективных методов хранения энергии.

- **Новые коммуникационные технологии:** Развитие сетей 6G и спутникового интернета, обеспечивающих более быструю и надежную связь.

5.3 Потенциальное воздействие на общество

- **Экономический рост:** Создание новых отраслей промышленности и рабочих мест, связанных с НКИ.

- **Улучшение здравоохранения:** Разработка новых методов лечения, диагностики и профилактики заболеваний.

- **Повышение безопасности:** Использование ИИ и робототехники для улучшения общественной безопасности и предотвращения преступлений.

- **Увеличение удобства:** Автономные системы и усовершенствованные коммуникации облегчают повседневную жизнь.

- **Этические проблемы:** Необходимость рассмотрения этических последствий новых технологий, таких как конфиденциальность данных и автоматизация труда.

Заключение

Краткое изложение основных моментов

- НКИ является движущей силой инноваций и прогресса во многих областях.

- Ключевые тенденции в исследованиях и разработках включают ИИ, квантовые вычисления, биотехнологию, нанотехнологию и робототехнику.

- Ожидаемые достижения охватывают автономные системы, персонализированную медицину, улучшенные материалы, усовершенствованную энергетику и новые коммуникационные технологии.

- НКИ имеет потенциал для оказания глубокого воздействия на общество, включая экономический рост, улучшение здравоохранения, повышение безопасности и увеличение удобства.

- Важно учитывать этические последствия новых технологий и использовать их во благо общества.

Значение НКИ в различных областях

- **Здравоохранение:** Разработка новых методов лечения, диагностики и профилактики заболеваний.

- **Экономика:** Создание новых отраслей промышленности и рабочих мест, связанных с НКИ.

- **Безопасность:** Улучшение общественной безопасности и предотвращение преступлений с помощью ИИ и робототехники.

- **Транспорт:** Развитие автономных транспортных средств и улучшение инфраструктуры.

- **Энергетика:** Разработка возобновляемых источников энергии и более эффективных методов хранения энергии.

- **Связь:** Развитие сетей 6G и спутникового интернета для обеспечения более быстрой и надежной связи.

Перспективы дальнейшего развития

- Продолжающиеся инвестиции в исследования и разработки НКИ.

- Сотрудничество между учеными, инженерами и политиками для решения сложных проблем.

- Развитие этических норм и стандартов для использования НКИ.

- Интеграция НКИ в различные отрасли и сферы жизни.

НКИ продолжит играть решающую роль в формировании нашего будущего, предоставляя решения для глобальных проблем и улучшая качество жизни людей во всем мире.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КОЛЛЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

студент группы 10306121 Кашо Д. М.

Научный руководитель – преподаватель-стажер Богданова Е. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

Информационные технологии на основе искусственного интеллекта и нейронных сетей активным образом проникают во все сферы жизни общества и становятся тем инструментом, с помощью которого успешно решаются вопросы эффективного применения интеллектуальных информационных технологий (ИИТ) и возможностей компьютерных систем при решении сложных прикладных задач.

В настоящее время активно ведутся исследования в области создания методов, моделей, технологий, систем и средств интеллектуальной поддержки принятия решений (ИППР), основными тенденциями развития которых, являются следующие:

- усиливается их ориентация на решение слабо структурируемых и неструктурируемых проблем, характеризующихся невозможностью использования типовых подходов, основанных на точном описании проблемных ситуаций;
- в парадигму систем и средств ИППР включаются методы и модели, основанные на представлении и обработке разнокачественных (в т.ч. и экспертных) данных, знаний;
- смещается акцент в сторону «активной» поддержки принятия решений;
- все более широкое использование находят принципы модульности, гибридности, адаптивности, «реального времени»;
- широко используются методы и технологии интеллектуального анализа данных и знаний.

Помимо методов, моделей и технологий, которые традиционно используются для решения сложных, трудно формализуемых, интеллектуальных задач (например, имитационного моделирования, исследования операций, кластеризации, «классического» искусственного интеллекта), так же ведутся интенсивные исследования в области разработки интеллектуальных технологий, к которым, в первую очередь, относятся нейросетевые технологии.

Особенно важным в этих исследованиях представляется изучение и использование на практике новых подходов и методов для решения сложных задач управления, информационного мониторинга, диагностики, автоматизированного проектирования, распознавания образов, классификации на основе технологий искусственных нейронных сетей (ИНС), эволюционного моделирования и генетических алгоритмов, нечеткой логики, а также различных гибридных технологий (нейронечетких, нейрогенетических).

Повышение эффективности реализации в ИППР механизмов обучения, самообучения и адаптации к особенностям проблемной среды определяют актуальность построения гибридных моделей, формирующихся на основе интеграции нейросетевых, мультиагентных и когнитивных технологий.

1. Особенности применения нейронных сетей

Ввиду высокой сложности, а иногда и невозможности, получения формализованного математического описания интеллектуальных задач, наиболее перспективными ИИТ являются быстро развивающиеся технологии ИНС.

ИНС обладают следующими неоспоримыми и важными для практического использования преимуществами:

- нейросети являются адаптивными самообучающимися системами, извлекающими на примерах информацию из реальных процессов, которые динамически промоделировать достаточно трудно, а зачастую, просто невозможно, т.к. они часто содержат значительный массив скрытых, неконтролируемых, неполных и зашумленных параметров и взаимных связей между ними;

- их применение позволяет решать задачи, которые трудно или невозможно решить традиционными методами в силу отсутствия формализованных математических описаний процессов функционирования;

- обладают ассоциативной памятью и в процессе работы накапливают и обобщают информацию, от чего эффективность их со временем возрастает;

- их использование базируется на обучении нейросети для извлечения информации из опытных данных, что обеспечивает объективность результатов и повышает их надежность и достоверность;

- предоставляют возможность распараллеливания вычислений и могут использоваться в реальном масштабе времени.

Главной отличительной чертой ИНС от других методов интеллектуального анализа является глобальность связей. Базовые элементы ИНС – формальные нейроны, изначально нацелены на работу с векторной информацией. Каждый нейрон, как правило, связан со всеми нейронами предыдущего слоя обработки данных. Специализация же связей между нейронами происходит лишь на этапе обучения на конкретных данных.

Архитектура ИНС представляет собой иерархическую последовательность нескольких слоёв (непересекающихся подмножеств). В различных слоях ИНС могут использоваться разные нейроны, но каждый слой ИНС состоит из нейронов одного типа. При этом обработка информации в каждом слое ИНС осуществляется параллельно. Каналы связи между предыдущим и последующим слоями ИНС, чаще всего, являются однонаправленными и имеют регулируемые веса (синаптические параметры). Эти веса связей настраиваются в процессе обучения и самоорганизации архитектуры ИНС по имеющимся экспериментальным данным или прецедентам.

Архитектура ИНС в процессе обучения может меняться за счет изменения связей между нейронами. Каждый формальный нейрон производит простейшую операцию – взвешивает значения своих входов со своими же локально хранимыми синаптическими весами и производит над их суммой нелинейное преобразование. Нелинейность выходной функции активации нейронов сети принципиальна. Если бы нейроны были линейными элементами, то любая последовательность нейронов также производила бы линейное преобразование, и вся ИНС была бы эквивалентна одному слою нейронов. Нелинейность разрушает линейную суперпозицию и приводит к тому, что возможности ИНС существенно выше возможностей отдельных нейронов.

Традиционно ИНС используются для автономного принятия решений в задачах распознавания образов, диагностики состояний, классификации данных и т.п. По существу эти ИНС являются обучаемыми интеллектуальными агентами, которые настраиваются на индивидуальное решение конкретных задач. Главной задачей ИНС является распознавание сенсорной информации и выработка адекватной реакции на внешние воздействия. При этом они не выполняют внешних алгоритмов, а вырабатывают собственные в процессе обучения, которое представляет собой процесс самоорганизации распределенной вычислительной среды – нейронных ансамблей. В распределенных нейронных сетях происходит параллельная обработка информации, сопровождающаяся постоянным обучением, направляемым результатами этой обработки. ИНС в процессе своего обучения не решают формализованных задач, они отбраковывают неверные решения. Таким образом, элиминация ошибок является основой любого обучения.

2. Комплексный подход к решению задачи с помощью коллектива ИНС.

Другим примером сложных задач, требующих принятия коллективных решений, являются глобальные задачи, допускающие естественную (например, иерархическую или мультифрактальную) декомпозицию на множество локальных задач. Для решения таких задач прибегают к коллективу нейронных сетей – это подход, в основе которого лежит одновременное использование конечного числа предварительно обученных нейронных сетей. Этот подход впервые был предложен в работе, в которой было показано, что способность к обобщению системы на основе нейронных сетей может быть значительно повышена за счет их объединения в коллектив. Суть такого подхода состоит в том, что решение сложной (глобальной) задачи может быть распределено между интеллектуальными ИНС-агентами, специализирующимися на решении M частных (локальных) задач. Параллельная работа M таких ИНС-агентов может значительно ускорить обработку информации и повысить надежность решения исходной задачи. При решении такого рода задач вводятся специальные агенты-координаторы, которые могут принимать коллективные решения на основе локальных решений остальных N ИНС-агентов с помощью принципов теории принятия

решения или различных процедур голосования. При этом все локальные решения принимаются параллельно, что ускоряет принятие коллективного решения в N раз.

В ряде случаев глобальная самоорганизация ИНС-агентов обеспечивается иерархической, фрактальной или мультифрактальной декомпозицией общей задачи на N подзадач. При этом степень внешнего параллелизма в мультиагентной нейросетевой системе определяется параметром N , характеризующим одновременную работу N локальных ИНС-агентов.

К настоящему времени такой метод решения интеллектуальных задач был значительно развит и успешно применен в различных сферах, таких как распознавание лиц, распознавание символов, предсказание землетрясений и т.п. В общем случае решение задачи с помощью коллектива нейронных сетей предполагает формирование и обучение конечного множества нейронных сетей, претендующих на то, чтобы их решение было учтено в общем решении, а затем определение такого способа согласования индивидуальных решений, чтобы общее итоговое решение было наилучшим. Например, наиболее распространенными вариантами комбинирования решений отдельных нейронных сетей являются равноправное или неравноправное голосование для задач классификации и простое или взвешенное усреднение для задач регрессии. Наиболее разработаны варианты с взвешенным усреднением или неравноправным голосованием. Например, в работе для оценки весовых коэффициентов вклада отдельных нейронных сетей в общее решение используется оценка качества их индивидуальных решений, а так же для определения весовых коэффициентов принятых решений может использоваться генетический алгоритм.

В общем случае комплексный подход к решению задачи с помощью коллектива нейронных сетей включает в себя два этапа. Для использования в системах анализа данных желательно, чтобы оба эти этапа были автоматизированы. Первый этап предполагает формирование структуры и обучение нейронных сетей, которые будут включены в коллектив или предварительный пул.

Второй важнейший этап включает в себя отбор тех сетей, с помощью решений которых будет сформировано итоговое решение, а так же определение способа и параметров формирования общего решения. Для повышения эффективности выполнения этого этапа предлагается подход, позволяющий автоматически выбирать из сформированного предварительно пула нейронные сети, участвующие в принятии коллективного решения, сформированного в виде различных преобразований и комбинаций (линейных и нелинейных) отдельных участников коллектива нейронных сетей. Предполагается, что, используя коллектив ИНС, возможно найти более эффективное решение задачи с помощью формирования более сложных комбинаций решений отдельных нейронных сетей, чем простое или взвешенное усреднение и равноправное или неравноправное голосование.

Общее коллективное решение, сформированное с помощью коллектива ИНС, представляет собой некоторую функцию, входными параметрами

которой являются частные решения нейронных сетей, включенных в коллектив:

$$Q=f(Q_1, Q_2, \dots, Q_n), \quad (3)$$

где Q – общее решение, Q_i – индивидуальное решение i -й сети, n – число сетей в коллективе. Такой подход позволяет расширить гибкость системы, за счет отсутствия твердо закрепленной структуры взаимодействия между индивидуальными сетями, формирующими коллектив. При этом формируется не только структура взаимодействия между членами коллектива, но и косвенно (т.е. за счет включения или не включения соответствующих аргументов в формулу общего решения) отбирает те нейронные сети, решения которых будут наиболее полезны в плане эффективности решения интеллектуальной задачи.

Как было отмечено выше, для интеграции решений частных ИНС, как правило, применяется принцип взвешенного голосования.

Заключение

Коллективное использование ИНС в качестве нейросетевых агентов позволяет дополнительно распараллелить и распределить между локальными ИНС-агентами процессы решения сложных, трудноформализуемых интеллектуальных задач, таких как задачи распознавания образов, анализа изображений и сцен, векторной диагностики состояний и адаптивной маршрутизации и классификации информационных потоков.

Однако применение одной ИНС при решении сложных задач, не всегда приводит к получению качественных решений, поэтому наиболее перспективным является направление объединения различных моделей ИНС, предназначенных для решения конкретных задач и выработки некоторого коллективного решения, являющегося наиболее оптимальным.

В результате проведенного исследования авторы выделяют основные направления развития нейросетевых технологий при решении сложных интеллектуальных задач:

- разработка новых разновидностей нейроподобных элементов ИНС;
- комплексирование нейросетевых моделей различных типов;
- создание новых и совершенствование существующих алгоритмов обучения ИНС;
- разработка способов и методик построения и использования ИНС для решения задач в различных предметных областях.

СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА ПРИ НЕШТАТНОЙ СИТУАЦИИ

Студент группы 30309120 Говзич В.С.

Научный руководитель- старший преподаватель Козлов Ю.В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Металлообрабатывающее оборудование широко используются в промышленности, но не все из них оснащены системами безопасности, что может привести к несчастным случаям. Недобросовестные рабочие, игнорирующие правила безопасности, увеличивают риск аварий. Важной задачей является разработка и внедрение систем безопасности. В данном проекте будет предложен метод решения проблемы отсутствия систем безопасности, включая разработку системы аварийного отключения для защиты работников. Это поможет снизить риск несчастных случаев и повысить уровень безопасности труда.

Области применения разработанной системы

Система аварийного отключения металлообрабатывающего станка при нештатной ситуации может применяться на следующих типах производства:

- крупные производства - система обеспечивает безопасность операторов и эффективность работы металлообрабатывающего оборудования на крупных производствах, таких как автомобильные заводы или заводы по производству тяжелого оборудования;
- мелкосерийные производства - система помогает обеспечить безопасность при частой смене деталей и настроек на мелкосерийных производствах;
- единичное производство - система критически важна на предприятиях, занимающихся единичным производством, например, в сфере производства прототипов или изготовления уникальных деталей.

Актуальность работы

Системы безопасности важны для обеспечения охраны труда и производственной эффективности. Они необходимы для быстрого и надежного отключения оборудования в случае угрозы для оператора или окружающих. Разработка и совершенствование таких систем актуально с учетом современных требований к безопасности, надежности, экономичности и удобству эксплуатации.

Характеристики системы

Параметрические требования - характеристики, которые необходимы для выбора механизма, который контролирует и поддерживает требуемые параметры во время функционирования устройства. Параметрические требования системы показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Параметрические требования

№	Наименование требования	Значение
1	Скорость отклика датчика	15 мс
2	Время остановки шпинделя	~1000 мс
3	Высота	~25-39 см
4	Длина	~250-400 см
5	Минимальный размер объекта отклика	14 мм
6	Время передачи сигнала на ПЛК	5 мс
7	Время обработки сигнала ПЛК	10 мс

По стойкости, прочности и устойчивости к внешним воздействующим факторам, составные части системы должны соответствовать требованиям группы 1.1 ГОСТ 20.39.304-76 климатического исполнения УХЛ-объединение умеренного и холодного макроклиматических районов. Требования к обеспечению функционирования системы в различных условиях приведены в таблице 2.

Система должна быть сертифицирована в соответствии с применимыми стандартами. Обнаружение проникновения - Датчики должны быть способны обнаруживать любое проникновение в рабочую зону станка. Некоторые модели могут обнаруживать объекты размером до 14 мм.

Таблица 2 – Требования к обеспечению функционирования системы в различных условиях

Повышенная температура среды рабочая °С	+35
Повышенная температура среды предельная °С	+40
Пониженная температура среды рабочая °С	+5
Пониженная температура среды предельная °С	-10
Верхнее значение относительной влажности	98% при 25°С
Среднегодовое значение относительной влажности	70% при 25°С

Продолжение таблицы 2

Специальные среды	Система предназначена для установки в отапливаемых сооружениях, в связи с этим специальные мероприятия не реализуются. Электромагнитные воздействия не учитываются
-------------------	--

Реакция на проникновение - Датчики должны мгновенно реагировать на любое проникновение, автоматически активируя систему аварийного отключения. Время реакции может составлять около 7,5 мс.

Устойчивость к внешним воздействиям - Датчики должны быть устойчивы к внешним воздействиям, таким как пыль, влажность, температура. Некоторые датчики могут работать в условиях от -20 до +55 °С.

Совместимость и интеграция - Датчики должны быть совместимы с остальной системой и легко интегрироваться в неё. Некоторые датчики могут поддерживать различные протоколы связи для удобства интеграции.

Разрабатываемая система, состоит из следующих компонентов (рисунок 1,2):

1. датчик световой завесы;
2. трёхцветный световой индикатор
3. кронштейн датчика световой завесы;
4. кнопка сброса аварийного сигнала;
5. мини терминал входов/выходов
6. программируемый логический контроллер.

Система аварийного отключения металлообрабатывающего станка, при нештатных ситуациях, устанавливается с использованием кронштейнов, предназначенных для датчика световой завесы 3. На эти кронштейны крепится сам датчик световой завесы 1. Подключение датчика осуществляется через терминал входов/выходов 5 к программируемому логическому контроллеру (ПЛК) 6. Состояние системы аварийного отключения отображается на трёхцветном световом индикаторе 2. В случае необходимости сброса аварийного останова, это можно выполнить с помощью кнопки 4.

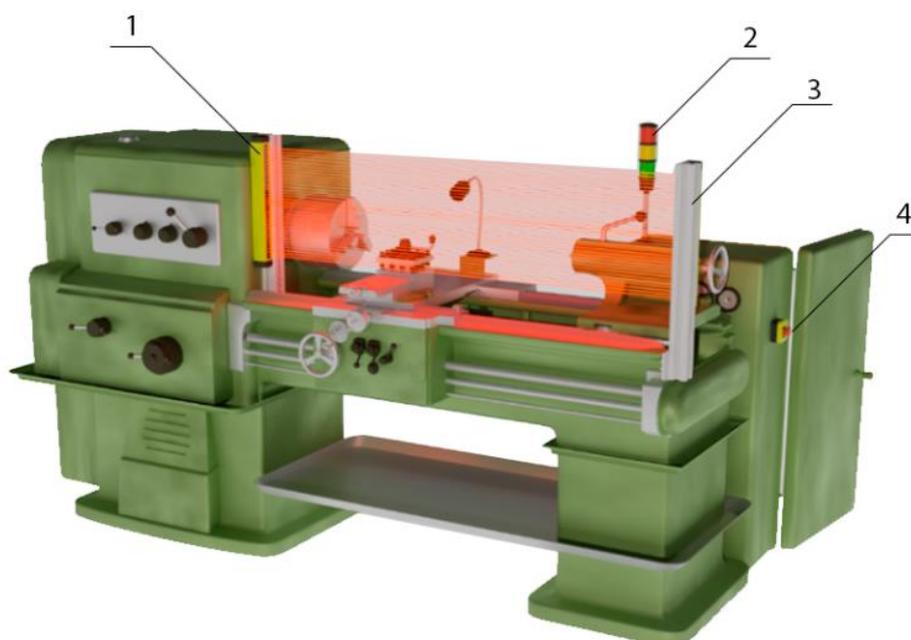


Рисунок 1 – Внешний вид системы (Вид спереди)

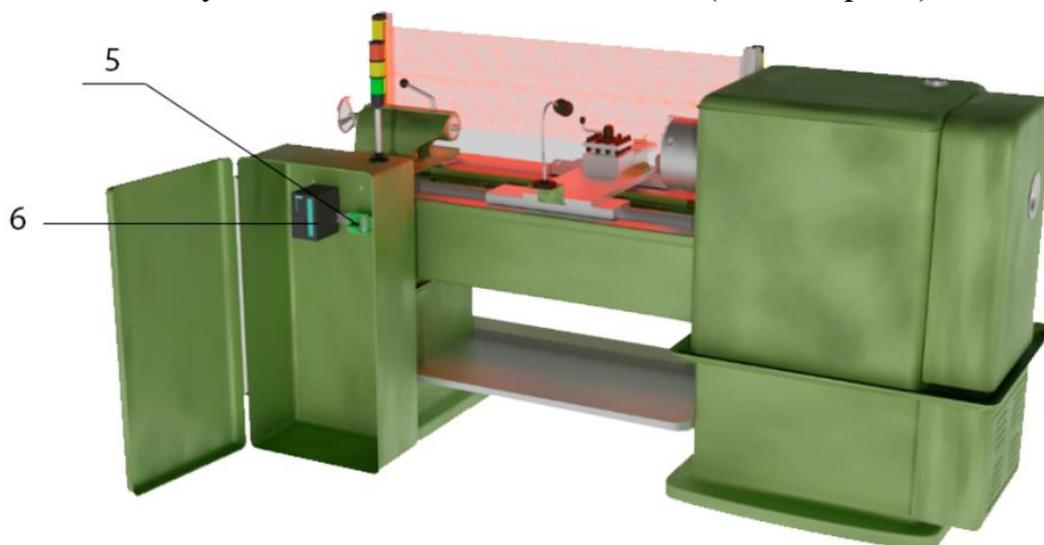


Рисунок 2 - Внешний вид системы (Вид сзади)

Заключение

В рамках данной презентации была представлена общая информация о системе аварийного отключения, которая является элементом безопасности при эксплуатации оборудования. В процессе проектирования системы были тщательно подобраны компоненты, соответствующие всем необходимым стандартам безопасности и надежности. Каждый из выбранных компонентов был подвергнут строгому анализу, чтобы обеспечить его соответствие требованиям проекта.

Технические характеристики системы были определены с учетом её предназначения и способны обеспечить мгновенное отключение оборудования в случае возникновения нештатной ситуации. Это позволяет предотвратить возможные повреждения и уменьшить риск для жизни и

здоровья работников. Система аварийного отключения является важным шагом к повышению безопасности на рабочем месте и снижению числа несчастных случаев. Она способствует созданию более безопасной рабочей среды, где риск возникновения аварийных ситуаций минимизирован, а работники могут выполнять свои обязанности в условиях повышенной безопасности.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛОВИТЕЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТАНКА С ЧПУ

Студент группы 30309120 Гордейчик Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель М.Ю. Шпургалова

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Объектом разработки является автоматическая система ловителя изделий из рабочей зоны станка с ЧПУ, компоненты которой осуществляют автоматическую транспортировку изделия из рабочей зоны станка в контейнер сброса. Устройство устанавливается в рабочей зоне станка и предназначается для захвата и удержания обрабатываемых деталей, предотвращая их выпадение или перемещение в процессе обработки.

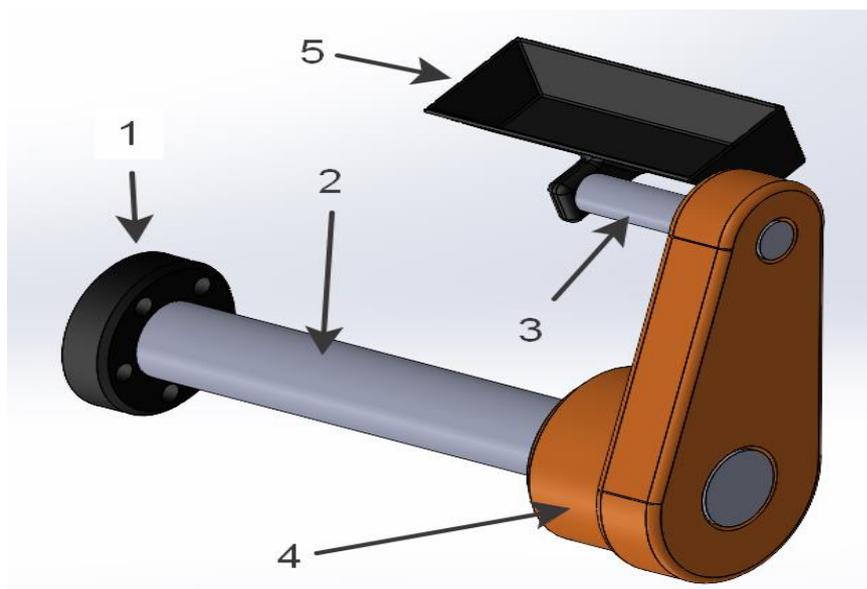
Цель исследования: разработка автоматической системы уловителя изделий из рабочей зоны станка с ЧПУ, который способствует непрерывной работе станка, а также уменьшению количества физической работы оператора.

Область применения: токарные станки с ЧПУ, автоматизированные производства по обработке материала резаньем.

Ловитель деталей на токарном станке с ЧПУ играет важную роль на производстве. Он обеспечивает безопасность, эффективность и качество процесса обработки. Система улавливания деталей повышает производительность, предотвращая простои и обеспечивая бесперебойный производственный процесс. Также улучшается качество продукции за счет предотвращения случайных дефектов. Система также способствует снижению износа оборудования и создает более комфортные условия труда для персонала. Обычно ловитель деталей размещается вблизи токарного станка, в его рабочей зоне, для сбора деталей сразу после обработки и оптимизации производственного процесса.

Ловитель представляет собой узел, состоящий из фиксирующего фланца 1, двух осей 2,3, на осях расположен корпус поворотного механизма 3, благодаря которому оси приходят в движение и меняют свою исходную точку. Ковшик уловителя 5.

Механизм уловителя представлен на рисунке 1.



1 – фланец; 2 - несущий вал; 3 – ось ковшика; 4 – рычаг; 5 – ковшик

Рисунок 1 – Механизм ловителя

В работе был проведён сравнительный анализ различных роботов с целью оснащения его ловителем (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика существующих систем

Характеристики	КУКА «Робот-манипулятор»	Emco S45	Haas SL30
Привод	Электрические двигатели	Пневматический	Гидравлический
Совместимость с типами станков	Может работать с токарными, фрезерными станками с ЧПУ	Только токарные станки с ЧПУ	Только токарные станки с ЧПУ
Фиксация детали	Роботизированная рука	Падение детали в ковшик	Падение детали на лопатку
Вес перемещаемых деталей	До 300кг «в зависимости от модели»	До 5кг	До 30кг
Технологическая точность	Высокая	Средняя	Средняя
Производительность	Высокая	Высокая	Высокая
Привязка к координатам	Да	Нет	Нет
Универсальность	Высокая	Низкая	Низкая
Система очистки	Да	Нет	Нет

Обслуживание	Высокие требования к обслуживанию	Невысокие требования к обслуживанию	Невысокие требования к обслуживанию
--------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Проанализировав имеющиеся на рынке промышленные станки, пришли к выводу, что за основу можно взять токарный станок с ЧПУ Cincinnati Hawk TC-150, на котором будут изготавливаться мелкогабаритные детали. В качестве системы ловителя изделий возьмем пневматический привод, так как он не занимает много рабочей зоны, тем самым повысив автоматизацию производства. Данный станок был предназначен для обработки различных материалов, включая сталь, нержавеющей сталь, алюминий и титан. Он может использоваться в различных отраслях промышленности, включая автомобильную, авиационную и медицинскую.

Токарный станок ЧПУ Cincinnati Hawk TC-150 представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Токарный станок ЧПУ Cincinnati Hawk TC-150

Технические параметры токарного станка ЧПУ Cincinnati Hawk TC-150 представлены на таблице 2.

Таблица 2 – Технические параметры токарного станка ЧПУ Cincinnati Hawk TC-150

Название параметра	Значение
Максимальная длина обработки по (ось Z)	439,4 мм
Диаметр обточки над станиной (макс.)	398,8 мм
Диаметр обточки над поперечным суппортом (макс.)	238,8 мм
Максимальная скорость подачи по оси X	16 м/мин
Максимальная скорость подачи по оси Z	24 м/мин
Максимальная мощность главного шпинделя	7,5 кВт
Максимальная скорость вращения главного шпинделя	5500 об/мин
Общая потребляемая мощность	25 кВт
Длина станка	2413 мм

Ширина станка	1727,2 мм
Высота станка	1600,2 мм
Масса станка	9071,9 т

Токарный станок Cincinnati Hawk TC-150 оснащен контроллером Mitsubishi Meldas M700. Этот контроллер является популярным в индустрии обработки металла и предлагает широкий спектр функций для программирования и управления станком. Существует несколько российских программируемых логических контроллеров (ПЛК), которые могут быть совмещены с контроллером Mitsubishi Meldas M700. Однако, выбор наиболее простого контроллера для совмещения зависит от конкретных требований и потребностей. Среди рассмотренных систем с возможностью интеграции ОВЕН, «Электроника», «Симатик», выбор остановился на ОВЕН ПЛК63, который оснащен мощным процессором, обеспечивающим высокую производительность и быструю обработку логических и арифметических операций, а так же имеет разнообразные цифровые и аналоговые входы и выходы для подключения к внешним устройствам и сенсорам. Контроллер поддерживает возможность расширения путем добавления дополнительных модулей, таких как модули аналогового ввода/вывода, модули связи и т. д.

Mitsubishi Meldas M700 и ОВЕН ПЛК63 мы подключим к сети RS-232. Пример структуры соединения представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Пример структуры соединения

При разработке системы были проведены расчёты пневмосистемы – расчёт расхода сжатого воздуха, потребление которого характеризуется числом циклов работы пневмосистемы в единицу времени, а так же произведёт расчёт габаритов трубопровода, рабочее давление и запас прочности. Разработана электрическая схемы для автоматической системы ловителя изделий из рабочей зоны, смоделировано напряженно-деформируемое состояние (самым нагруженным элементом сборки является несущий вал, так как на нем фиксируется весь механизм ловителя), разработано новое программное обеспечение для прошивки контроллера ловителя с целью управления им, построена блок-схемы алгоритма работы.

Таким образом, в рамках данной работы был разработан и спроектирован уловитель изделий для токарного станка с ЧПУ Cincinnati Hawk TC-150. Разработка включает в себя все необходимые компоненты, начиная от алгоритма работы и блок-схемы управления до электрической схемы и схемы соединения. Контроллер ПЛК63 был выбран для управления уловителем с использованием M-кодов токарного станка, обеспечивая надежное и эффективное управление системой.

Были разработаны блок-схемы алгоритма работы, что позволяет четко понимать последовательность действий уловителя в процессе работы. Разработанная электрическая схема соединения обеспечит правильное подключение и взаимодействие между компонентами системы. Расчет напряженно-деформируемого состояния механизма уловителя подтверждает эффективность и надежность проектируемой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черпаков Б. И. Автоматизация и механизация производства / Б. И. Черпаков, Л. И. Вереина – Москва: Издательство «Машиностроение», 2004. – 244 с.
2. Воробьев Е. И. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа / Е. И. Воробьев, Ю. Г. Козырев, В. И. Царенко. – Москва: Издательство «Машиностроение», 1988. – 234 с.
3. Производственные роботы-манипуляторы KUKA [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://vektor.us.ru/blog/obzory/robot-manipulyator-kuka.html>
4. Программирование программируемых логических контроллеров ОВЕН ПЛК 63 и ПЛК 73 Руководство [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://owen-russia.ru/wp-content/uploads/uploads/23/rp_plk63.73_v.1.4.pdf

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДАЮЩЕЙ МАШИНОЙ

Студент группы 30309120 Рыбаков И.В.

Научный руководитель- старший преподаватель Янулевич А.В.

Белорусский Национальный Технический Университет

Минск, Беларусь

Управление ГПМ на расстоянии довольно распространено в мире грузоподъемной техники. Использование радиоуправления предоставляет большое число выгод. В первую очередь это более комфортная работа, далее повышенная скорость и объёмы производительности, пониженные финансовые и человеческие затраты на техническое обслуживание крана. Внедрение систем дистанционного управления позволяет повысить безопасность работы с механизмами подъема в связи с удаленным размещением оператора. Так же радиоуправление решает задачу синхронности работы двух кранов одновременно. Благодаря радиоуправлению один человек, способен управлять несколькими кранами или другими грузоподъемными механизмами поочередно, пользуясь только одним передатчиком. Техническое обслуживание радиоуправления достаточно простое и может осуществляться настоящими работниками завода.

Области применения разработанной системы

Радиоуправление для электрических лебедок, цепных и канатных электроталей с приводной тележкой в составе кранов, а также монорельсов, подъемников и других промышленных механизмов.

Актуальность работы

Система дистанционного управления грузоподъемной машиной актуальна для малых предприятий и в условиях недостатка средств.

Характеристики микроконтроллера для системы ДУ

В настоящее время устройства, работающие в режиме реального времени, часто содержат микроконтроллер как основной элемент схемы. PIC16F18324-I-SL имеют много усовершенствований повышающие надежность системы, снижающие стоимость устройства и число внешних компонентов. Микроконтроллеры PIC16F18324-I-SL имеют режимы энергосбережения и возможность защиты кода программы.

Основные параметры микроконтроллеров PIC16F18324-I-SL приведены в таблицах 1.1, 1.2, 1.3.

Таблица 1.1 - Характеристика микроконтроллеров

Архитектура	Высокопроизводительная RISC архитектура
Команд	35
Тактовая частота	DC - 20МГц, частота тактового сигнала DC - 200нс, длительность машинного цикла
Память	1024 x 14 слов Flash памяти программ 64 x 8 память данных 128 x 8 EEPROM памяти данных
Аппаратных регистров специального назначения	16
Аппаратный стек	8-уровневый

Таблица 1.2 - Характеристика периферийных модулей

Каналы ввода/вывода	6 каналов ввода/вывода с индивидуальной настройкой направления данных
Выводы для непосредственного подключения светодиодов	Высокотоковые выводы
Модуль	Модуль аналогового компаратора
Модуль АЦП Разрешение 10 бит	Программный выбор одного из четырех аналоговых входов Вход опорного напряжения
Таймер TMR116-разрядный таймер/счетчик с делителем, вход включения таймера	Возможность использования OSC1, OSC2 в качестве выводов генератора TMR1 в LP режиме, если основной тактовый генератор работает в INTOSC режиме

Таблица 1.3 - Дополнительные особенности

Сброс по включению питания (POR)	Таймер сброса (PWRT) и таймер ожидания запуска генератора (OST)
Сброс по снижению напряжения питания (BOD)	Сторожевой таймер WDT с собственным RC генератором
Режим пониженного энергопотребления SLEEP Выбор режима работы тактового генератора	RC - внешний RC генератор INTOSC - внутренний RC генератор 4МГц EC - вход внешнего тактового сигнала
Четыре пользовательских ID ячейки КМОП технология Высокоскоростная КМОП Flash технология с малым энергопотреблением	КМОП технология
Архитектура	Полностью статическая

Продолжение таблицы 1.3

Широкий диапазон напряжений питания	От 2,0В до 5,5В
Температурные диапазоны	Промышленный и расширенный
Малое энергопотребление	<1,0мА, 5,5В, 4МГц 20мкА (тип), 2,0В, 32кГц <1 мкА (тип) в режиме SLEEP, 2,0В

Принцип работы системы

В пульте ИК управления при нажатии кнопки излучает кодированную посылку, а приемник, установленный в управляемом устройстве, принимает её и выполняет требуемые действия. Для того, чтобы передать логическую последовательность, пульт формирует импульсный пакет ИК лучей, информация в котором модулируется или кодируется длительностью, или фазой составляющих пакет импульсов. Данные уже передаются закодированными длительностью и положением этих частотных пакетов. ИК приемник принимает такую последовательность и выполняет демодулирование с получением огибающей. Такой метод передачи и приема отличается высокой помехозащищенностью, поскольку приемник, настроенный на частоту передатчика, уже не реагирует на помехи с другой частотой.

На рисунке 1 будет представлена разработанная в данном проекте трёхмерная модель пульта ДУ.

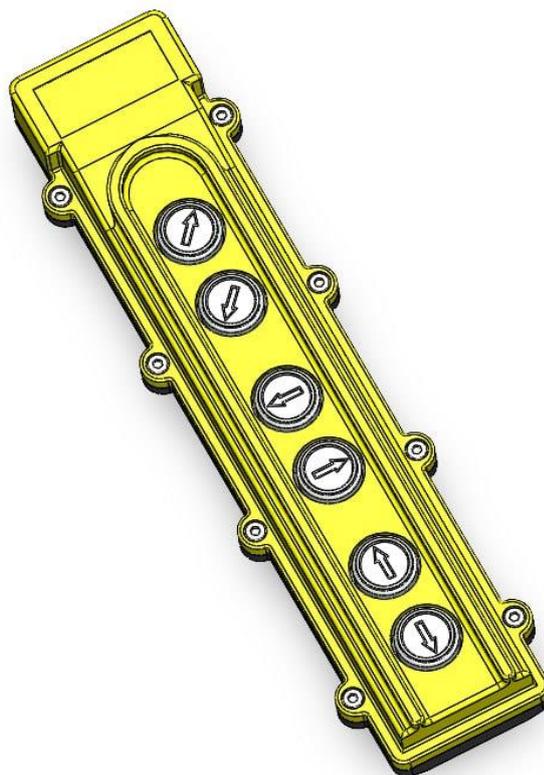


Рисунок 1 – трёхмерная модель пульта ДУ

Заключение

В рамках данной презентации была представлена общая информация о системе дистанционного управления грузоподъемной машиной. В процессе проектирования системы были тщательно подобраны компоненты, соответствующие всем необходимым стандартам безопасности и надежности. Каждый из выбранных компонентов был подвергнут строгому анализу, чтобы обеспечить его соответствие требованиям проекта.

Характеристики микроконтроллера для системы ДУ были определены с учетом его предназначения. Это позволяет предотвратить возможные повреждения груза и уменьшить риск для жизни и здоровья работников. Система дистанционного управления грузоподъемной машиной является важным шагом к повышению безопасности и снижению числа несчастных случаев. Она способствует созданию более безопасной рабочей среды, где риск возникновения аварийных ситуаций минимизирован, а работники могут выполнять свои обязанности в условиях повышенной безопасности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОБИЛЬНОГО КРЕСЛА-КОЛЯСКИ: АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ Радкевич А. А. Научный руководитель – Павлюковец С. А.	3
МЕХАТРОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ МЕЖДУ РАЗНЫМИ УРОВНЯМИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КОНВЕЙЕРА Кипенко Я.С. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	10
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ Гроднев И. А., Соболев И. А. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	16
СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ Масарский И.Д., Ширко А.Ю. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	21
МЯГКИЙ СЕГМЕНТНЫЙ МАНИПУЛЯТОР НА ОСНОВЕ ПРОДОЛЬНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ Бобрик Д.А. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	26
КОМПЛЕКТ МОБИЛЬНЫХ МЕХАТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ТУРНИРОВ "МИНИ-СУМО": КОНСТРУКТИВНЫЕ, СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ, АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ Колесников П. С., Морозов Д. И. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	35
УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ КОЛЕСНОГО РОБОТА В ТРУБОПРОВОДАХ Морозова Е. М., Силкина Д. М. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	42
УНИВЕРСАЛЬНОЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ МЕХАТРОННОГО ПРИВОДА МАНИПУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ ВАРИАТИВНОГО ДВИЖИТЕЛЯ. Шатило Д. А. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	52
НЕЙРОСЕТОВОЙ АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ Ушаков П. А. Научный руководитель – Козлова Е. И.	59
УЗЕЛ РАЗЪЁМНОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ САМОСБОРКИ МОДУЛЬНОЙ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ Шостко А. Ю. Научный руководитель – Козлов Ю. В.	65
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ (БИОМЕТРИЯ ОТПЕЧАТКА ЛАДОНИ И ГОЛОСОВАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ) Волков И. В. Научный руководитель – Богданова Е. А.	70
VR-ТРЕНАЖЕР ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ В УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ Анисовец Ю. В. Научный руководитель – Головатый А. И.	84
БЕЗОПАСНОСТЬ КОММУНИКАЦИЙ В МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ Добринский И. С. Научный руководитель – Козлова Е. И.	90
КОМПАКТНАЯ (ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ) МОДЕЛЬ НЕОХЛАЖДАЕМОГО ТЕПЛООВОГО ДЕТЕКТОРА БОЛОМЕТРИЧЕСКОГО ТИПА	

ЧАН ВАН ЧИЕУ, ДАО ДИНЬ ХА, НОВИКОВ П.Э., КОРСАК К.В., ЛОВШЕНКО И.Ю., СТЕМПИЦКИЙ В.Р.....	96
АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ БПЛА	
ЕРОФЕЕВА О.С. Научный руководитель – Садов В.С.....	101
РАЗРАБОТКА ФАКТУР ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ	
МАКЕЙКОВА М.С. Научный руководитель – Головатый А.И.	113
ПАРОЛЬНАЯ АУТЕНТИФИКАЦИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	
МАНЦЕВИЧА А.В. Научный руководитель – Головатый А.И.	118
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПЛАТЫ УСЛУГ ПАРКИНГА	
ГАЛАЙ Е.Г. Научный руководитель – Щетько Н. Н.	125
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ЯРКОСТНОЙ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
ЗАБЛОЦКАЯ Д. М. Научный руководитель – Садов В. С.	130
РАСПОЗНАВАНИЕ ЛЖИ ПРИ КОММУНИКАЦИЯХ ЛЮДЕЙ	
КОТОВА К. А. Научный руководитель – Садов В. С.	138
АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY	
ТАКАРЕВСКИЙ Д. Г. Научный руководитель – Щетько Н. Н.	144
РАСПОЗНАВАНИЕ НЕСТРУКТУРИРОВАННОГО ТЕКСТА	
ШУМАНОВ В. Е. Научный руководитель – Козлова Е. И.....	148
НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС	
ВОЛКОВ И. В., Научный руководитель – Богданова Е. А.	152
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КОЛЛЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ	
КАШО Д. М. Научный руководитель – Богданова Е. А.	158
СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА ПРИ НЕШТАТНОЙ СИТУАЦИИ	
ГОВЗИЧ В.С. Научный руководитель – Козлов Ю.В.....	163
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛОВИТЕЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТАНКА С ЧПУ	
ГОРДЕЙЧИК Е.В. Научный руководитель – М.Ю. Шпургалова.....	168
СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДАЮЩЕЙ МАШИНОЙ	
РЫБАКОВ И.В. Научный руководитель – Янулевич А.В.....	173