

внедрены в некоторых странах и показывают высокую эффективность в обеспечении безопасности на дорогах.

Также, стоит отметить использование интернета вещей в системе транспортной безопасности. Благодаря установке датчиков на дорогах, автомобилях и даже на пешеходах, можно получать реальное время, данные о состоянии и перемещении всех участников дорожного движения. Это позволяет автоматически принимать решения и предупреждать об опасных ситуациях на дорогах, минимизируя риск аварий и повышая общую безопасность [1].

Это всего лишь некоторые примеры интересных инновационных подходов в обеспечении транспортной безопасности. Современные технологии и идеи продолжают менять и улучшать систему безопасности на дорогах, и в будущем мы можем ожидать еще большего развития и применения инноваций [1].

В заключение, можно сделать вывод, что для успешной реализации проекта необходимо учесть все выявленные факторы и проблемы. Только при соблюдении определенных условий и принятии соответствующих мер можно достичь поставленных целей. Также стоит отметить, что не стоит забывать о значимости планирования и оценки рисков в ходе реализации проекта. Все это позволит достичь успеха и увеличить вероятность положительных результатов.

Список литературы

1 Белорусский государственный университет транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bsut.by/>. – Дата доступа : 12.07.2019.

2 Репозиторий Белорусского национального технического университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rep.bntu.by/>. – Дата доступа : 22.03.2020.

3 Глобальный план десятилетия действий по обеспечению безопасности дорожного движения 2021–2030 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cdn.who.int/> . – Дата доступа : 22.03.2020.

УДК 658.5.017.7

НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ НА ОХРАНЯЕМЫЙ ОБЪЕКТ

Н. В. РЯЗАНЦЕВА, Т. А. ГОЛДОБИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время в сложной политической обстановке резко повысилась актуальность исследований, связанных с разработкой систем обнаружения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Системы несанкционированного проникновения на охраняемый объект обладают достаточно широким спектром средств и методов для обнаружения, однако, как показал анализ, они не анализируют аудио информацию. Как правило, БПЛА не обнаруживается и системой ПВО. В то же время, анализируя звук такого летательного аппарата, мы можем обнаружить его появление на небольшом, но достаточном для принятия ответных мер расстоянии.

В основе системы лежит использование направленных микрофонов, которые улавливают и анализируют звук, издаваемый дронами. Эти микрофоны, будучи расположенными на определенном расстоянии друг от друга, могут с помощью метода триангуляции с достаточно большой точностью обнаруживать БПЛА в пространстве. Фокусируясь на определенном направлении, микрофоны помогают идентифицировать звуки дрона и отличать их от фонового шума, позволяя системе активировать соответствующие меры реагирования.

Для идентификации проникновения будет использоваться нейронная сеть, которую предварительно следует обучить на конкретных примерах звуковых сигналов, издаваемых БПЛА.

Добавление видеокамеры и возможность вращать микрофоны в разных направлениях позволяют расширить потенциал системы и предоставить ценные визуальные и аудиоданные для дальнейшего отслеживания и анализа поведения дронов.

Самым очевидным решением было бы использование готовых программных продуктов, которые предлагает рынок, однако они в основном предназначены для генерации изображений по текстовому описанию, коллажам и с помощью смешивания картинок. Среди наиболее популярных

продуктов в настоящее время можно упомянуть DALL-E 2, российскую нейросеть ruDALL-E, DALL-E MINI/Craiyon, Artbreeder, Lexica.art, Dream by WOMBO, нейросеть с открытым кодом Stable Diffusion, Dezgo, как вариант Stable Diffusion без установки на компьютер, Midjourney, нейросети для создания логотипов, нейросеть Turbologo, нейросети для работы с текстом и программным кодом, например, Explainpaper – анализ текстов и статей, Copilot – помощник для написания программного кода, Ghostwriter – помощник для написания программного кода, RuGPT-3 – нейросеть для генерации текста, ReText.AI – сервис перефразирования и рерайтинга, Copy Monkey.ai – генерация текстов.

Использование готовых систем безопасности, таких, например, как система безопасности от компании Xeoma, система микрофонного наблюдения Oak Brook, система интеллектуальных нейроподобных датчиков для распознавания и идентификации опасности (SENTRI), созданная компанией Safety Dynamics, система Pilargw и др., также невозможно, так как все эти системы являются узкоспециализированными и дорогостоящими.

Зачастую для улучшения качества результата в системах обнаружения используют различные вспомогательные методы, такие как сейсмологические (в системах локализации выстрела), применяются дополнительные датчики (в системах сигнализации), используется диверсификация методик обнаружения (в системах обеспечения общественной безопасности). Кроме того, необходимо учитывать санкционные ограничения и высокую стоимость подобных проектов. Исходя из вышеизложенного, было принято решение провести самостоятельную разработку.

Описываемая система включает в себя аппаратную часть, программный модуль обработки звуков, программный модуль для формирования и обмена уведомлениями, а также приложение для мобильного телефона для обработки данных уведомления.

Аппаратная часть разрабатываемого комплекса представлена микрофонным модулем, подключенным к микропроцессорной системе под управлением ОС Linux.

В основе модуля лежит микросхема WM8960, которая представляет собой аудиокодек с низким энергопотреблением, в состав которого включены два 24-битных сигма-дельта аналого-цифровых преобразователя соотношением сигнал шум в 94 dB, а также два цифроаналоговых преобразователя соотношением сигнал шум в 98 dB. Выходной драйвер усилителя способен формировать звуковой сигнал мощностью до 1 Вт для динамиков с сопротивлением 8 Ом, с коэффициентом нелинейных искажений меньше 0,1 %. Конфигурация BTL способна обеспечивать высокую выходную мощность и отличный PSRR. Малый ток утечки и относительно эффективные механизмы шумоподавления позволяют напрямую подключаться к источнику питания, уменьшая количество компонентов и потребление энергии в портативных приложениях с батарейным питанием.

Также следует отметить возможность динамических настроек усиления, что обеспечивает полное внутреннее смещение уровня аналоговых выходных сигналов, позволяя максимизировать выходную мощность динамика при минимизации других аналоговых токов питания без включения дополнительных компонентов в финальную схему. Входы ЦАП могут мультиплексировать на себя два псевдодифференциальных интерфейса стереомикрофона, а также коммутацию дополнительных линейных стереовходов, делая таким образом доступными в качестве входных устройств до трех источников аналогового стереовхода. Данная возможность устраняет необходимость во внешних аналоговых переключателях во многих приложениях. Усилители Boost доступны для дополнительного усиления на микрофонных входах, а усилитель с программируемым усилением с автоматической регулировкой уровня смешанного сигнала (ALC) поддерживает постоянную громкость записи.

В качестве микропроцессорного модуля было решено использовать одноплатный компьютер Raspberry Pi 3. Этот выбор основывается на относительно низкой стоимости платы (30–35\$) и доступности ее в нашем регионе; характеристики производительности модуля достаточны для проработки прототипа. В случае, если производительность компьютера окажется недостаточно высокой для поставленной задачи, возможна адаптация под вышеуказанные модули.

При необходимости масштабирования задачи также возможны более высокопроизводительные сборки в иных форм-факторах, захват при этом может производиться за счет ресурсов звуковых карт. Принципиального изменения в алгоритм распознавания это не внесет.

Разработка программного обеспечения проводилась на языке Python. Данный язык программирования был выбран для минимизации затрат на разработку. Кроме того, использование Python для написания модулей значительно повышает портируемость программного обеспечения. Широкое

применение данного языка для машинного обучения оправдывается наличием большого ассортимента библиотек, необходимых для подобного рода разработок.

В основе системы использовалась ОС Linux, так как конечный программный продукт должен был быть монолитным, запуск ПО осуществляется посредством подсистемы `init.d`, которая при загрузке операционной системы запускает выполняемые скрипты в заданном порядке. В основу программного продукта закладывается `main`-файл, который будет отвечать за непрерывный захват акустического окружения и анализ окружающих звуков на предмет соответствия эталонным образцам. Механизм распознавания реализован на нейронной сети ANN, что позволяет достаточно оперативно соотносить зафиксированные звуки с обученными последовательностями.

Метод распознавания основан на сопоставлении отпечатков обучающих последовательностей и захваченных параметров окружения. В основе механизмов, отвечающих за распознавание, заложена библиотека `PyTorch`, которая полностью соответствует нашим требованиям – открыта для использования, имеет широкий набор всех необходимых инструментов, поддерживаемых сообществом. Также следует отметить кроссплатформенность данной библиотеки – использование возможно в равной мере как в ОС Linux, так и в Mac OS или Windows. Дополнительно следует отметить возможность GPU многопоточной обработки на платформах CUDA и ROCm.

Как показали результаты тестирования, уже на этапе получения данных сигнал содержит в себе значительное количество помех, которые формируются как шумом окружения, так и переотражением основного сигнала. Применение фильтров устраняют большинство сторонних сигналов. При известном фоновом шуме возможна адаптивная фильтрация, предназначенная для подавления конкретного вида шума, например, применение простого фильтра верхних частот значительно снижает сторонние составляющие в сигнале. При настройке модели в зависимости от комбинации входных наборов для количества эпох, равных 128, средняя точность составила 78,8 %, что является достаточно хорошим результатом.

УДК 612.845.5: 004.3+004.4

АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК МАШИНИСТАМИ С АНОМАЛЬНОЙ ТРИХРОМАЗИЕЙ

В. В. СИНИЦЫНА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Как известно, болезни органов зрения довольно часто не только препятствуют восприятию окружающей человека визуальной информации, но и являются серьезной помехой на пути освоения многих профессий. И такая профессия, как машинист поезда, не стала исключением. Так, среди нарушений зрения, не позволяющих человеку работать на должности машиниста поезда, выделяются аномалии цветового зрения. Наиболее распространенной аномалией цветового зрения считается аномальная трихромазия, которая встречается примерно у 6 % населения Земли, когда вообще аномалии цветового зрения свойственны 8 % населения земного шара [1].

Особенность аномальной трихромазии заключается в недостаточном количестве фотопигмента определенного цвета в фоторецепторах колбочек глаз человека. В зависимости от цвета недостающего фотопигмента выделяются следующие формы цветоаномалии: тританомалия, протаномалия и дейтераномалия. Тританомалия характеризуется частичным отсутствием синего фотопигмента, протаномалия – красного фотопигмента, дейтераномалия – зеленого.

Кроме того, формы аномальной трихромазии имеют различные степени тяжести: А, В и С. Так, степень А – наиболее тяжелая степень аномальной трихромазии, при которой количество фотопигмента очень сильно сокращено по сравнению с количеством фотопигмента в фоторецепторах колбочек глаз нормального трихромата. Степень С является наиболее легкой, в таком случае цветоаномалы воспринимают цвета почти так же, как и нормальные трихроматы. Определение степени тяжести аномалии происходит на основании выявленных у цветоаномалов порогов цветоразличения. Однако довольно часто степень тяжести аномалии классифицируют не только на основании