

Применение технологий нейронных сетей для организации контроля доступа лиц с разным уровнем допуска

Н. А. Иванова, О. В. Кубанских, Д. А. Погоньшева, В. А. Беднаж, Н. М. Махина
Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, г. Брянск
ivanova_natala@mail.ru

Аннотация. В работе описаны возможности методов анализа изображений для распознавания лиц в кадре, основанных на нейронной сети, обучение которой проходило в рамках реализованного проекта. Интеграция подобного программного обеспечения в системы управления контролем доступа позволит повысить качество работы и надежность интеллектуального пункта пропуска.

Ключевые слова: искусственный интеллект; машинное обучение; нейронная сеть; база данных; таможенный контроль; цифровая таможня; СКУД

I. ВВЕДЕНИЕ

Появление парадигмы «интеллектуальной таможни» таможенной службы обусловлено стратегической целью развития системы таможенных органов Российской Федерации, которая сформулирована в «Стратегии-2030» [12]. Это предполагает, с одной стороны, обеспечение эффективного таможенного контроля и администрирования, а с другой – формирование условий для проведения таможенной политики, которые бы в максимальной степени позволяли использовать таможенное регулирование как инструмент, обеспечивающий достижение поставленных перед таможенными органами стратегических целей.

Анализируя итоги внешней торговли за январь-декабрь 2021 года в разрезе федеральных округов и субъектов РФ, следует отметить, что вклад ЦФО в экспортные поставки довольно высок и составляет более 50% экспорта страны [10]. Для Брянской области, занимающей пограничное положение в Российской Федерации, осуществляющей внешнеэкономическую деятельность со странами дальнего зарубежья и СНГ, вклад в экспортные поставки невысок и менее 0,1%, доля в импорте не превышает 0,3%.

Наиболее эффективную экспортную деятельность осуществляют в стране средние предприятия, их вклад оценивается на уровне 43%. Напротив, в Брянском регионе доля микропредприятий-участников внешнеэкономической деятельности превышает 44%.

Оборот Брянской области в 2021 году составил около 1200 млн долларов США, что более чем на 10% ниже уровня 2020 года. Преимущественно товары поставлялись в Беларусь (46,4% экспорта), Монголию (6,4%), Германию (3,5%). В область поступали товары в

основном из Беларуси (54,1% импорта), Китая (14,0%), Украины (5,2%), Германии (4,2%) [11].

В 2021 году на экспорт регион поставлял черные металлы, прокат, железнодорожные локомотивы, древесину, лесоматериалы и др. По результатам постконтроля за 2022 год Брянская таможня перечислила в бюджет более 150 млн рублей.

Брянской таможне непосредственно подчинено 9 таможенных постов, из них 5 являются пограничными, 4 – внутренними постами [11]. В настоящее время на территории Брянской области действуют пункты пропуска, по своей функциональности и пропускной способности, значительно отличающиеся друг от друга.

Одним из актуальных вопросов, требующих современного решения, является организация своевременного контроля доступа лиц с разным уровнем допуска. Нейронные сети и технология распознавания образов характеризуются высокой надежностью, гибкостью, возможностью обработки больших массивов данных, а также высокой производительностью, не только дают возможность эффективно решить проблему контроля доступа, но и позволяют существенно улучшить эффективность системы безопасности.

В данной работе представлен разработанный нейронный модуль для идентификации и аутентификации методом двухмерного сканирования лица в потоковом видео, получаемом с камер видеонаблюдения.

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ СТАТЬИ

Одним из необходимых факторов эффективной работы любого предприятия является не только исполнительность и дисциплинированность сотрудников, но и обеспечение безопасности данных, циркулирующих в организации. Одним из существующих способов защиты информации и материальной собственности является установка комплекса программно-аппаратных решений для контроля и помощи в обеспечении безопасности, так называемой системы контроля и управления доступом.

Системы контроля и управления доступом (СКУД) – совокупность программно-аппаратных технических средств контроля и средств управления, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов

(людей, транспорта) на заданной территории через «точки прохода»: двери, ворота, КПП [8]. С помощью СКУД можно не только контролировать работу персонала и сохранность материальных ценностей, но и следить за происходящими событиями в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Контроль доступа на объектах, оснащенных пунктами таможенного контроля, относится к числу режимных объектов. Это означает, что на такие объекты, где происходит хранение, учет и выдача, а также прием и обработка различных ценностей, запретных для свободного доступа, необходимо устанавливать контроль доступа.

В настоящее время в системе контроля и управления доступом таможенного ведомства используются несколько различных комплексов, предназначенных для обеспечения пропускного режима на пунктах таможенного контроля. В то время как традиционные системы распознавания используются, например, в качестве механизма для идентификации и аутентификации пользователей, системы искусственного интеллекта используют машинное обучение, чтобы идентифицировать людей и объекты.

Нейронные сети – это класс нелинейных алгоритмов обработки данных, которые имитируют функции головного мозга и позволяют обрабатывать большие объемы информации и осуществлять их анализ с помощью машинного обучения. В частности, используются в таких областях, как биометрическая аутентификация (распознавание лиц, распознавание речи и обработка естественного языка). Кроме того, нейронные сети способны решать задачи, которые без них были бы не под силу человеку [3].

Анализ практики использования искусственного интеллекта в различных областях деятельности позволяет сделать вывод о наличии ряда безусловных преимуществ и позволяет повысить качество обеспечения безопасности контролируемых объектов:

- использование передовых методов биометрической аутентификации, таких как распознавание лиц или сканирование отпечатков пальцев, что затрудняет несанкционированный доступ;
- раннее обнаружение потенциальных угроз безопасности и быстрое реагирование на них (например, срабатывание сигнализации, оповещение о попытках взлома, предотвращение несанкционированного доступа и защита конфиденциальной информации и активов);
- интеграция с IoT-решениями (технологии Интернет вещей) для комплексной безопасности и адаптации к поведению пользователей (например, регулировка освещения и температуры в зависимости от времени суток и/или времени года);
- удаленное управление и мониторинг (например, предоставление/отмена доступа, отслеживание log-файлов, оперативное оповещение о нарушениях безопасности).

Прорыв в области искусственного интеллекта позволил разработать биометрические системы распознавания лиц для контроля доступа лиц с разным уровнем допуска [9].

Разработанное программное обеспечение предназначено для обеспечения контроля и управления доступом в офисные помещения пункта таможенного контроля и позволяет обеспечить бесконтактный пропуск сотрудников к их рабочим местам и учет рабочего времени. При реализации программных модулей был решен ряд задач:

- добавление новых сотрудников в базу данных;
- настройка уровней допуска;
- определение личности сотрудника, входящего в офисное помещение, и фиксация времени входа;
- обеспечение доступа к персональному рабочему месту (ПК, ноутбук, планшет);
- фиксация сведений об уволенных;
- ведение log-журналов;
- оповещение о нарушениях.

Для разработки был выбран способ биометрической аутентификации методом двухмерного сканирования лица. Реализованная технология позволяет находить лица в видеопотоке, полученного с установленных камер видеонаблюдения. Фиксируется лицо и выполняется его распознавание. Полученный образ сравнивается с элементной базой данных зарегистрированных лиц. Если они совпадают, то пользователю открывается доступ соответствующего уровня. Система обучения нейросети и выбора наиболее значимых признаков полностью автоматизирована и не требует вмешательства человека. После распознавания лица можно получить отчет из журналов событий: дата, время, ФИО сотрудников, их портреты в jpeg-формате.

За основу взят принцип построения нейросетевой модели, в которой каждый уровень допуска характеризуется своим набором входных параметров, а каждый элемент сети – своим набором выходных параметров.

Для проектирования и реализации описанного выше был выбран язык программирования Python, который позволяет реализовать решение различных классов прикладных задач на основе нейронных сетей [7]. Технологии разработки приложений RAD с кроссплатформенной поддержкой, наличие библиотек с набором специализированных подпрограмм выделяют Python как наиболее выгодный вариант проектирования нейронной сети практически любой архитектуры [6].

Перечислим ru-модули, которые были использованы при реализации проекта: OpenCV (библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом), NumPy (библиотека для обработки массивов больших объемов данных), Dlib (библиотека для глубокого метрического обучения нейросети и конструирования векторов изображений), Face_recognition (настройка к

библиотеке Dlib, включающая методы по распознаванию объектов), Keras (расширяемая библиотека для создания и моделирования нейронной сети), ImageAI (модуль для интеграции функций AI) [1, 2, 4, 5].

Реализованное программное обеспечение не нуждается в проведении регулярного обслуживания, имеет возможности к модернизированию и интеграции с различными системами контроля и управления доступом для обеспечения дополнительной защиты.

На данный момент программа распознает лица для сравнения с базой данных в режиме реального времени. Для усложнения проверки работоспособности разработанного программного обеспечения в базу данных изначально были загружены фотографии людей разного качества и размера. Стоит отметить, что для использования нет определенных строгих правил к фотообразам. Единственное условие, которое нужно соблюсти это видимость всех признаков лица для определения лица в кадре и дальнейшего распознавания личности.

Тесты проводились в условиях, приближенных к работе реального офиса, в том числе, проверялось качество распознавания при различных обстоятельствах: в хорошо освещенном помещении, коридоре и/или рабочем месте; при работе со стандартным освещением, но с ограничением видимости объекта (маска на лице, очки на лице человека, рука на лице); с источником света позади фиксируемого объекта; при слабом освещении (неосвещенный коридор); в темноте; при статическом положении и движении лица в кадре; множественное фиксирование объектов.

После распознавания объекта выполняется его детектирование в базе данных. В случае успешного поиска в журнал событий вносится соответствующая запись: идентификатор записи и время аутентификации. При этом на экране монитора вокруг аутентифицированного лица прорисовывается рамка с идентификатором личности

В ходе тестов было обнаружено, что идеальным можно считать случай, когда лицо человека просматриваемо как минимум наполовину. Тесты показали, что распознавание выполняется даже в плохо освещенных местах, для обеспечения доступа к рабочему месту сотрудника вполне достаточно света, исходящего от экрана монитора.

При распознавании двух и более уже внесенных в базу данных сотрудников программа работает корректно, определяя каждого из них. Даже при увеличении количества людей в одном кадре на работоспособность программы данный параметр влиять не будет. Стоит отметить, что даже если человека нет в базе, программа фиксирует лицо и пытается выполнить его распознавание. Цифровой след фиксируется и используется нейросетью в последующей работе по идентификации сотрудников.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описаны возможности методов анализа изображений для распознавания лиц в кадре, основанных на нейронной сети, обучение которой проходило в рамках реализованного проекта. Целесообразно использовать технологии искусственного интеллекта для повышения эффективности системы контроля доступа, поскольку нейронная сеть обладает достаточной точностью распознавания, и можно быть уверенным, что она будет востребована в работе различных ведомственных служб.

Интеграция подобного программного обеспечения в системы управления контроля доступа позволит повысить качество работы и надежность интеллектуального пункта пропуска. Представленное программное решение будет совершенствоваться в соответствии с потребностями таможенной службы.

Данные решения могут найти применение на крупных международных транспортных и логистических узлах, таких как морские порты, аэропорты, железнодорожные и автомобильные вокзалы, а также в аэропортах и на железнодорожных станциях, помимо этого могут быть использованы в торговых центрах, кассовых узлах, и даже крупных охраняемых объектах, где требуются комплексные решения, позволяющие отслеживать, контролировать и управлять объектами. (например, в системах контроля и учета энергоресурсов, в сфере охраны и защиты интеллектуальной собственности).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] A fundamental package for scientific computing with Python. URL: <https://numpy.org/>
- [2] ImageAI. State-of-the-art Recognition and Detection AI with few lines of code. URL: <http://imageai.org/>
- [3] Ivanova N.A., Kubanskikh O.V., Bednash V.A. Using convolutional neural networks to recognize handwritten characters, II International Conference "Mathematical Modelling" (AviaSpace-2021) (2021) 34-37.
- [4] Keras Documentation. URL: <https://keras.io/api/>
- [5] OpenCV Computer Vision Library. URL: <https://opencv.org/>
- [6] Sudharsan Ravichandiran, Sean, Saito, Rajalingappaa Shanmugamani, Yang Wenzhuo. Python Reinforcement Learning: Solve complex real-world problems by mastering reinforcement learning algorithms using OpenAI Gym and Tensorflow, Paclt Publishing, 2019.
- [7] The official home of the Python Programming Language. URL: <https://www.python.org/>
- [8] ГОСТ Р 51241-2008 («Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний.»)
- [9] Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Нейротехнологии и искусственный интеллект» URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019ii.pdf>.
- [10] Официальный сайт правительства Брянской области URL: <http://www.bryanskobl.ru>
- [11] Официальный сайт Федеральной таможенной службы URL: <https://customs.gov.ru>
- [12] Распоряжение Правительства РФ от 23.05.2020 № 1388-р «Стратегия развития таможенной службы Российской Федерации до 2030 года».