

УДК 004.8

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ОСНОВЕ ЛИЦЕВОЙ БИОМЕТРИИ

Холькина А.А. (ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»)

Научный руководитель – доцент, кандидат экономических наук, Писарева О.М.  
(ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»)

**Введение.** Проблема обеспечения контроля доступа и безопасности на территориях с режимом ограниченного доступа, в частности, образовательных учреждений, всегда находится в фокусе интересов как администрации и клиентов подобных организаций, так и разработчиков систем контроля и управления доступом (далее - СКУД). В частности, за период с 2014 по 2021 год следственный комитет Российской Федерации расследовал 33 факта предотвращенных или реализованных вооруженных нападений на школы, колледжи и университеты [1]. Очевидно, что менее трагичных событий, связанных с несанкционированным проникновением на объекты, существенно больше, также, как и причинённого от этого совокупного ущерба. В этой связи встает вопрос о повышении технико-эксплуатационных характеристик СКУД, и прежде всего их надежности, непосредственно направленных на рост вероятности предотвращения попыток проникновения на объекты ограниченного доступа лиц, не имеющих соответствующих прав.

Одним из возможных методов здесь является установление систем контроля и управления доступом, проводящих идентификацию личности по биометрическим данным. Основными преимуществами таких систем является их простота в использовании и внедрении. По прогнозам компании RecFaces, в ближайший год отечественный рынок биометрических систем продолжит активный рост и его среднегодовое значение превысит 60% [2], при этом особым спросом пользуются системы на основе лицевой биометрии. Лидерами российского рынка здесь являются компании ISS, Sigur, ITV, Macroscop. Причем средняя удельная стоимость их лицензии на модуль распознавания лиц на одну камеру составляет 378 440 рублей при базе данных в 1 000 человек, т.е. ощутимость стоимости программного обеспечения (ПО) может стать существенной проблемой для государственных образовательных учреждений. Разработанное ПО будет в первую очередь предназначено для образовательных учреждений, т.к. автору известна специфика их СКУД. Основной проблемой являются случаи проникновения на объекты ограниченного доступа лиц по чужому пропуску, поэтому особое внимание уделяется исключению ложноположительных результатов.

При анализе подходов к решению задач, связанных с лицевой биометрией, перспективным направлением является нейросетевое моделирование [3]: обладая высокой точностью, нейросетевые алгоритмы сохраняют быстродействие и способность адаптироваться к изменениям окружающей среды.

**Основная часть.** Подходя к вопросу создания биометрической системы контроля доступа, ее создание можно разбить на следующие этапы: 1) распознавание лиц (процесс, обнаружения камерой лица в кадре); 2) предобработка изображения и анализ лица (коррекция изображения, определение геометрии лица на 2D-изображении и др.); 3) поиск соответствия (сравнение преобразованного биометрического набора данных с эталонными в базе данных).

Распознавание лиц относится к задаче детекции объектов, для решения которой используются сверточные нейронные сети. Их архитектуры бывают двух видов: двухэтапные и одноэтапные. Экспериментальные данные [4] свидетельствуют о том, что одноэтапная архитектура работает гораздо быстрее, при этом незначительно уступая в точности. В этой связи было принято решение использовать одноэтапную архитектуру, т.к. биометрические системы требуют потоковой обработки данных. Далее была дообучена модель YOLOv5, разработанная на фреймворке PyTorch, для чего использовался собранный на платформе RoboFlow датасет из 12 000 изображений, содержащий три класса: “лицо”, “лицо в маске” и

“фейк”. По итогу дообучения на 40 эпохах метрики precision, recall и mAP@0.5 на валидационной выборке равнялись 0.96, 0.97 и 0.98 соответственно.

Обнаруженные на изображении моделью детекции объекты, относящиеся к классу “лицо”, преобразуются и поступают на вход модуля поиска соответствия. Класс “лицо в маске” инициирует уведомление о необходимости снять маску, а “фейк” – сигнал сотрудникам охраны о попытке проникновения на территорию постороннего.

Поиск соответствия на изображениях также относится к задаче распознавания образов, ее реализация осуществлялась на основе сиамских нейронных сетей. Такая сеть предназначена для сравнения векторов признаков двух объектов с целью выделения их семантической близости. Для удовлетворительных результатов работы архитектура сиамских сетей не требует многослойности, поэтому была разработана собственная архитектура из 13 слоев на фреймворке PyTorch, обученная на открытом датасете в течение 100 эпох. В качестве функции ошибки принята ContrastiveLoss, определяющая схожесть на основе евклидова расстояния. Датасет содержал данные 40 человек с 10ю изображениями лица в разных ракурсах. Результатом работы модуля является метка о соответствии: 1, если входное изображение лица совпадает с субъектом из базы данных, и 0, если совпадений не обнаружено. Получившаяся модель на валидационных тестах 14 раз дала верный результат, 2 раза - ложноотрицательный и 4 - ложноположительный результат. На данный момент метрика accuracy равняется 0.7. Для достижения желаемого уровня точности (accuracy  $\geq$  0.98) запланированы эксперименты по увеличению количества слоев и использование модифицированных SOTA-моделей.

**Выводы.** В ходе решения задачи повышения эффективности работы СКУД на основе методологии нейросетевого моделирования создано два программных модуля детекции лиц и поиска соответствия. Преимуществами этих решений являются быстрдействие, возможность масштабирования, простота внедрения и эксплуатации. Кроме того, метрики качества работы модуля детекции на валидационной выборке достигли высоких показателей. К недостаткам решения можно отнести некоторую незавершенность модуля поиска соответствия, который может допускать ложноположительные ответы, а их минимизация важна при повышении эффективности СКУД. Работа по повышению качества этого модуля продолжается. Разрабатываемое ПО в дальнейшем может быть интегрировано в СКУД широкого круга организаций с режимами ограниченного доступа, в том числе, образовательных учреждений.

#### **Список использованных источников:**

1. Замахина Т. В Госдуме обсудили меры по борьбе с нападениями на школы / Т. Замахина // Российская газета. – 2021. – № Федеральный выпуск: №268(8619). – 24.11.2021. – URL: <https://rg.ru/2021/11/24/reg-pfo/v-gosdume-obsudili-mery-po-borbe-s-napadeniami-na-shkoly.html> (дата обращения: 11.10.2022).
2. Лицевую биометрию в России ожидает стремительный рост // CNews: сайт. – URL: [https://www.cnews.ru/reviews/importozameshchenie\\_2022/cases/litsevuyu\\_biometriyu\\_v\\_rossii\\_ozhidaet](https://www.cnews.ru/reviews/importozameshchenie_2022/cases/litsevuyu_biometriyu_v_rossii_ozhidaet) (дата обращения: 20.01.2023)
3. Катасёв А.С. Нейросетевая биометрическая система распознавания изображений человеческого лица / А.С. Катасёв, Д.В. Катасёва, А.П. Кирпичников // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 18. – С. 135-138.
4. Тимошкин М.С. Сравнение YOLOv5 и Faster R-CNN для обнаружения людей на изображении в потоковом режиме / М.С. Тимошкин, А.Н. Миронов, А.С. Леонтьев // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. – №6 (120). – URL: <https://research-journal.org/archive/6-120-2022-june/sravnienie-yolov5-i-fasterr-cnn-dlya-obnaruzheniya-lyudej-na-izobrazhenii-v-potokovom-rezhime> (дата обращения: 12.12.2022).