

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ В СИСТЕМЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ABOUT THE EXPEDIENCY OF USING NEURAL NETWORK DETECTORS IN THE INTEGRATED SECURITY SYSTEM OF AN EDUCATIONAL ORGANIZATION

**A. Zhangeriev
I. Kardangushev
S. Zhangeriev**

Summary. The topic of ensuring the physical safety of students and staff of an educational organization using neural network technologies is touched upon. The statistics of incidents and incidents falling into the category of «school shutting» events in educational organizations of the Russian Federation in recent years are presented.

The results of testing and practical application of neural network detectors of the open video surveillance system of Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov (hereinafter — KBSU named after H.M. Berbekov) are presented. The features of the use of neural network detectors of the poses of a «Recumbent person», «Sitting person», «Man with raised arms», «Arrow» are described.

The identified problems in the course of applying neural network detectors in practice, the prospects for their use and the factors constraining their mass application in educational organizations are touched upon.

Keywords: video surveillance, neural network detector, integrated security of an educational organization.

Жангериев Аслангери Юрьевич

кандидат экономических наук, доцент,
Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик
ctiub@mail.ru

Кардангушев Ислам Заурбекович

ассистент, Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова
ikardangushev_07@mail.ru

Жангериев Султан Аслангериевич

Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова
szhangeriev@mail.ru

Аннотация. Затронута тема обеспечения физической безопасности обучающихся и персонала образовательной организации с использованием нейросетевых технологий. Приведена статистика происшествий и инцидентов, попадающих в категорию событий «school shutting» в образовательных организациях РФ за последние годы.

Изложены результаты тестирования и практического применения нейросетевых детекторов системы открытого видеонаблюдения Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (далее — КБГУ им. Х.М. Бербекова). Описаны особенности использования нейросетевых детекторов поз «Лежачего человека», «Сидячего человека», «Человека поднявшего руки», «Стрелка».

Затронуты выявленные проблемы в ходе применения на практике нейросетевых детекторов, перспективы их использования и факторы, сдерживающие их массовое применение в образовательных организациях.

Ключевые слова: видеонаблюдение, нейросетевой детектор, комплексная безопасность образовательной организации.

Введение

Участившиеся, к сожалению, в последнее время случаи стрельбы в образовательных организациях (т.н. «school shutting» — событие, при котором учащийся учебного заведения ранит по крайней мере одного человека на территории этого учебного заведения) требует принятия дополнительных мер по ускорению обнаружения таких фактов.

Только за период 2019–2023 гг. на территории Российской Федерации зарегистрировано 6 таких происшествий, в которых пострадало 144 человека [16,17]. Существующие системы безопасности в виде представителей частных охранных организаций, работники которых, как правило, располагаются на первых этажах учебных корпусов, не в состоянии обеспечить контроль

за территорией на верхних этажах зданий и зачастую не ходят в неведении об обстановке там. Надо полагать, скорейшее обнаружение техническими средствами указанных фактов и последующий вызов сотрудников охраны и специальных служб в места совершения терактов и инцидентов способствовало бы снижению тяжести их последствий.

Увеличение степени автоматизации существующих систем безопасности (процессов автоматического выполнения задач обнаружения инцидентов, производящихся с помощью технологий, не требующих вмешательства человека) способно значительно усилить уровень комплексной безопасности образовательной организации.

Одним из предлагаемых для этого способов является применение нейросетевых детекторов поз. Их ра-

бота основана на определении и классификации положения отдельных частей тела человека. Нейросетевой детектор непрерывно анализирует область охраны ip-видеокамеры, выявляет людей и анализирует их позы. При обучении учителем нейросети делается упор на запоминание определенного положения рук, ног человека, угла наклона его туловища и т.д., которые расцениваются как угрожающие, требующие внимания системы безопасности. Исследованию вопросов машинного обучения раздела «pose estimation» посвящено много публикаций [2, 4, 10]. Вопросы обеспечения безопасности торговых точек с использованием распознавания девиантного поведения человека исследованы в публикации [3]. Использование нейросетевых детекторов для предотвращения несчастных случаев на производстве описано в публикации [6].

Алгоритм, основанный на мультикаскадном методе и методе детектирования объектов, который определяет человека по действиям преступного характера описан в публикации [9].

Защита образовательных организаций от угроз беспилотных летательных аппаратов может быть организована на основе нейросетевых технологий описанных в [19].



Рис 1. Результат непрерывного отслеживания поз людей нейросетевым детектором

Целью работы являлись проверка работоспособности нейросетевых детекторов и оценка полезности их применения в условиях образовательной организации для обеспечения ее комплексной безопасности.

Были проведены мероприятия по тестированию нейросетевых детекторов поз «Стрелка», «Человека, поднявшего руки», «Человека, держащегося за поручни», «Сидящего человека», «Лежачего человека» и нейросетевых детекторов «Дыма» и «Огня». Тестирование проводилось

на базе кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности института искусственного интеллекта и цифровых технологий КБГУ им. Х.М. Бербекова. Практическое использование нейросетевых детекторов поз в настоящее время осуществляется круглосуточно функционирующем Центром мониторинга и управления безопасностью (Ситуационным центром) университета.

Применяемое оборудование: Сервер Intel Core i7-9700K CPU 3.60GHz RAM 16 Гб, WIN 10 Pro.

Результаты тестирования:

- «Детектор стрелка».



Рис. 2. Работа нейросетевого детектора позы «Стрелка»

Принцип работы: реагирует на ситуацию, когда один или несколько человек вытягивают руки перед собой, будто держа оружие.

Работоспособность: работает корректно. Детектор правильно распознает человека, держащего оружие или иной предмет на вытянутых руках.

Полезность: полезен, можно применять на камерах с широким обзором (малым фокусным расстоянием) в коридорах зданий.

- «Детектор человека, поднявшего руки».

Принцип работы: Реагирует на ситуацию, когда один или несколько человек вследствие опасности или получения команды от преступников поднимают руки вверх.

Работоспособность: работает корректно. Детектор правильно распознает людей, поднявших руки.

Полезность: полезен, подлежит применению на камерах с широким обзором, в коридорах зданий.

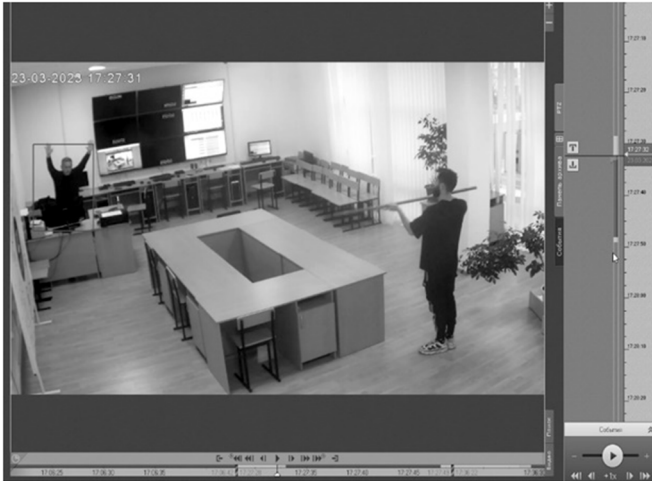


Рис. 3. Работа нейросетевого детектора позы «Человека, поднявшего руки»

- «Детектор сидячего человека».

Принцип работы: нетипичное поведение человека около банкомата, такое как приседание на корточки, может свидетельствовать о попытке взломать устройство, отключить систему охранной сигнализации или установить взрывчатку.

Работоспособность: работоспособен.

Полезность: Полезен в определенных случаях. В местах, где установлены банкоматы или двери особо важных помещений (например кассы организации) целесообразно предусмотреть работу данного детектора.

- «Детектор лежащего человека».

Принцип работы: если человек лежит на полу или на земле, это вероятный признак того, что ему нужна помощь. В условиях образовательных организаций данная ситуация может быть следствием как наступивших обмороков обучающихся, так и драк обучающихся с последующим их падением на землю. Быстрая реакция на падение человека поможет снизить риск негативных последствий.

Работоспособность: Работоспособен при условии тонкой и кропотливой настройки.

Полезность: ограниченно полезен. В местах, где возможны конфликты студентов можно предусмотреть работу данных детекторов для своевременного на них реагирования.

- Нейросетевые детекторы «Дыма» и «Огня».

Принцип работы: нейросетевые видеодетекторы обнаруживают возгорание при появлении видимого огня

или дыма. Совмещение разных типов детекторов и возможность дополнительного визуального контроля со стороны оператора обеспечивают максимальную вероятность раннего обнаружения возгораний.

Работоспособность: работоспособны при условии тонкой и кропотливой настройки (с целью исключения ложных срабатываний).

Полезность: Полезны. Указанные детекторы могут использоваться в качестве дополнительной к основной системе пожарной безопасности

Следует признать, что традиционные системы реагирования на возгорание и задымление (система «Орион» и др.) работают с меньшим количеством ложных срабатываний, не требуют точной настройки и обходятся образовательной организации дешевле.

По результатам работы сделан вывод о том, что все исследованные детекторы работоспособны, они корректно распознают позы людей в зоне контроля камеры видеонаблюдения и, при необходимости, инициируют тревожные события для последующего реагирования дежурному персоналу. Вместе с тем нейросетевые детекторы «Лежащего человека», «Дыма» и «Огня» требуют тонкой и кропотливой настройки в привязке к особенностям зоны контроля видеокamеры с целью исключения как ложных срабатываний, так и пропуска действительно опасных тревожных ситуаций.

Проблемы и перспективы использования нейросетевых детекторов системы комплексной безопасности образовательной организации

На практике, с начала 2023 года нейросетевые детекторы уже применяются в системе безопасности КБГУ им. Х.М. Бербекова и развернуты на ряде критических зон ответственности. Исключением являются нейросетевые детекторы «Человека, держащегося за поручни», полезность использования которого в образовательной организации сомнительна. Также вместо детекторов «Дыма» и «Огня» пока используются более дешевые традиционные технические решения.

С учетом возраста контингента обучающихся, весьма полезным была бы организация в образовательных организациях функционирования детекторов «Агрессии», алгоритм которых должен обеспечить выявление случаев активного размахивания конечностями одного человека, находящегося рядом с другим, наподобие описанных в [6, 7]. В настоящее время подобных детекторов в системе, используемой университетом нет.

Нельзя не отметить, что использование нейросетевых детекторов является достаточно затратным меро-

приятием — их активное применение сдерживается ограниченностью вычислительной мощности применяемого оборудования. Так, при существующей конфигурации системы видеонаблюдения КБГУ им Х.М. Бербекова, состоящей из 562 ip-камер видеонаблюдения и 12 серверов (не считая серверов репликации архива) система стабильно работает при организации на каждом сервере не более 3–4 камер видеонаблюдения с нейродетектором поз (т.е. в совокупности до 36–48 камер видеонаблюдения, декодирование производится на центральных процессорах серверов). Организация на всех камерах видеонаблюдения нейросетевых детекторов поз потребует значительного увеличения вычислительной мощности потребляемого оборудования путем организации вычислений на графических процессорах с минимум 2 Гб памяти.

Одна нейронная сеть использует 500 мегабайт видеопамати [11]. Перевод всех камер видеонаблюдения на режим работы с нейродетектором поз с использованием GPU обойдется в необходимость задействования 280 гигабайт видеопамати или 140 видеокарт с сопутствующими корпусами, материнскими платами, процессорами, блоками питания и периферией, что потребует еще более серьезных капитальных вложений.

По итогам работы нейросетевых детекторов поз в КБГУ им Х.М. Бербекова можно сделать вывод об их работоспособности — инициированные ими тревожные события были обусловлены корректной работой детекторов, которые правильно идентифицировали позы студентов. При этом каждая ip-видеокамера с подключенными нейросетевыми детекторами поз «Стрелка» и «Человека, поднявшего руки» в среднем ежедневно генерировала не более 5 тревожных событий. Данные инициированные тревоги немедленно анализировались диспетчерами круглосуточно функционирующего Центра мониторинга и управления безопасностью (Ситуационного центра) университета и попали в категорию «ложные тревоги», так как за указанный период в КБГУ им. Х.М. Бербекова происшествия и инциденты не регистрировались.

Надо полагать развитие интеллектуальных систем видеоконтроля пойдет по пути наращивания количества задействованных нейросетевых детекторов. С учетом нарастающего увеличения вычислительной мощности компьютерного оборудования (согласно эмпирическому наблюдению Гордона Мура) уже в ближайшем будущем можно ожидать перевод всех камер системы видеонаблюдения университета на работу с нейросетевыми детекторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.А. Булыгин, Т.Е. Мамонова. Распознавание жестов рук в режиме реального времени // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2020. Март. DOI: 10.17212/1814-1196-2020-1-25-40
2. А.В. Носов. Алгоритм распознавания жестов рук на основе скелетной модели кисти руки // Вестник СибГАУ. №3 2(54). 2014, с.62–67.
3. А.В. Козловский, В.И. Волощук, Я.Э. Мельник. Система распознавания девиантного поведения в видеопотоке с использованием нейронных сетей и других методов машинного обучения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. №2. с 77–82.
4. Местецкий Л.М., Рейер И. Непрерывное скелетное представление изображения с контролируемой точностью // International Conference Graphicon. М., 2003. С. 51–54.
5. К.В. Тарасов. Распознавание позы человека // Международный научный журнал «Молодой ученый» № 51(446). Декабрь 2022г. С.16–21.
6. М.Ю. Уздяев. Распознавание агрессивных действий с использованием нейросетевых архитектур 3D-CNN // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. Вып.2. С.316–330.
7. М.Ю. Уздяев. Нейросетевая модель многомодального распознавания человеческой агрессии // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки.2020. Т. 33. №4. С.132–149.
8. В.А. Егунов, П.Д. Кравченя, Е.И. Большакова, З.Ш. Суменова. Использование нейросетевых детекторов для предотвращения несчастных случаев на производстве // Инженерный вестник Дона. 2023. № 10(106). С.39-47. — EDN DPEGBS.
9. Хади Н.М. Алгоритм идентификации лиц и преступных действий // Computational Nanotechnology. — 2022. — Т. 9, № 3. — С. 19–31. — DOI 10.33693/2313-223X-2022-9-3-19-31. — EDN ZLJDDC.
10. Jiaqi Dong, Zeyang Xia, Weiwu Yan, Qunfei Zhao. Dynamic gesture recognition by directional pulse coupled neural networks for human-robot interaction in real time // Journal of Visual Communication and Image Representation, Volume 63, 2019, 102583, ISSN 1047-3203, Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2019.102583>.
11. Требования к аппаратной платформе для работы нейроаналитики. Available at: <https://docs.itvgroup.ru/confluence/pages/viewpage.action?pageId=184370938>.
12. С.Ю. Пчелинцев, М.А. Ляшков, О.А. Ковалева. Метод создания синтетических наборов данных для обучения нейросетевых моделей распознаванию объектов // Информационно-управляющие системы. — 2022. — № 3(118). — С. 9–19. — DOI 10.31799/1684-8853-2022-3-9-19. — EDN LBEAQQ.
13. OpenPose (2022). Ginés Hidalgo, Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaadhav Raaj, Hanbyul Joo and Yaser Sheikh. Available at: <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose> (accessed 19 December 2022), Getting Started.
14. Руководство по обнаружению ориентиров позы. Инструмент MediaPipe корпорации Google. Available at: https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/pose_landmarker.

15. Зотин А.Г., Носов А.В., Бузаев Д.В. Анализ пригодности методов сегментации для локализации объектов на основе цветовых и структурных признаков // Вестник СибГАУ. 2012. Вып. 1(41). С. 23–28.
16. Устроивший стрельбу в пермском вузе приговорен к пожизненному сроку. <https://www.vedomosti.ru/society/news/2022/12/28/957462-ustroivshii-strelbu-v-permskom-vuze-prigovoryon-k-pozhiznennomu>.
17. Случаи стрельбы и нападений в российских школах и колледжах. Справка. Available at: <https://www.rbc.ru/society/07/12/2023/609a5cdc9a7947237982ce4a>.
18. Tomas Simon, Hanbyul Joo, Iain Matthews, Yaser Sheikh. Hand Keypoint Detection in Single Images using Multiview Bootstrapping. July 2017. Conference: 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) DOI:10.1109/CVPR.2017.494.
19. Грушевская, Д.В. Классификатор дрон/птица на основе глубоких нейронных сетей / Д.В. Грушевская // Путь в науку: прикладная математика, информатика и информационные технологии: Тезисы докладов конференции, Ярославль, 19–23 апреля 2021 года. — Ярославль: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, 2021. — С. 91–93. — EDN DRAPPH.
20. Л.М. Местецкий. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры // Москва. Физматлит. 2009 г.

© Жангериев Аслангери Юрьевич (smiub@mail.ru); Кардангушев Ислам Заурбекович (ikardangushev_07@mail.ru);
Жангериев Султан Аслангериевич (szhangeriev@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»