

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.896

Мусский
Никита Анатольевич

Система обнаружения и распознавания лиц

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра
по специальности 1-40 80 01 «Компьютерная инженерия (встраиваемые
системы)»

(подпись магистранта)

Научный руководитель
Лихачёв Денис Сергеевич

(фамилия, имя, отчество)

К. Т. Н., ДОЦЕНТ

(ученая степень, ученое звание)

(подпись научного руководителя)

Минск 2024

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы системы обнаружения и распознавания лиц стали одним из наиболее востребованных направлений в области компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Они находят широкое применение в различных сферах: от обеспечения безопасности и контроля доступа до маркетинга и взаимодействия с потребителями. Современные технологии позволяют с высокой точностью и скоростью идентифицировать личности, что существенно улучшает эффективность и безопасность различных процессов.

Научные исследования и практические разработки в области распознавания лиц активно ведутся уже несколько десятилетий. Основоположники данного направления, такие как М. Турк и А. Пентланд, внесли значительный вклад в развитие алгоритмов, основанных на методах главных компонент (РСА). В последние годы значительное внимание уделяется нейронным сетям и глубокому обучению, которые значительно повысили точность и устойчивость систем распознавания лиц. Такие архитектуры, как Convolutional Neural Networks (CNN) и её модификации, как FaceNet, VGG-Face, DeepFace, обеспечили новые возможности для улучшения качества распознавания.

В настоящее время, системы распознавания лиц используются в самых различных областях: от камер видеонаблюдения в общественных местах до приложений на смартфонах. Тем не менее, остаются нерешённые проблемы, связанные с условиями освещения, различиями в выражениях лиц, углами обзора и наличием внешних помех. Большое внимание уделяется вопросам конфиденциальности и этики использования таких систем. Современные алгоритмы стремятся не только повысить точность, но и минимизировать риски ошибочной идентификации и неправильного использования данных.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации обусловлена широким внедрением систем распознавания лиц в различные сферы человеческой деятельности и постоянным стремлением к улучшению их характеристик. Безопасность, идентификация личности и контроль доступа являются ключевыми задачами, требующими надёжных и точных решений. Таким образом, разработка и совершенствование методов распознавания лиц имеет большое практическое значение и востребованность.

Целью данной работы является анализ, сравнение и выбор наиболее точных методов обнаружения и распознавания лиц с последующей разработкой серверного API для обеспечения функциональности распознавания лиц в клиентских приложениях.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- обзор существующих методов обнаружения и распознавания лиц;
- выбор критериев оценки точности;
- проведение сравнительного анализа;
- выбор наиболее точного решения на основе результатов анализа;
- разработка архитектуры системы поиска и распознавания лиц в виде серверного API приложения;
- разработка демо-приложения для демонстрации работы системы.

Объектом данного исследования являются методы обнаружения и распознавания лиц, используемые в компьютерном зрении.

Предметом исследования является сравнительный анализ точности и производительности методов обнаружения и распознавания лиц.

Результаты данной работы могут быть использованы для создания и совершенствования систем контроля доступа и безопасности, а также для других приложений, требующих высокой точности и надёжности распознавания лиц. Полученные данные и выводы могут стать основой для дальнейших исследований и разработок в данной области.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проводится теоритический обзор алгоритмов обнаружения и распознавания лиц. Рассмотрены как классические подходы машинного обучения, так и современные, основанные на использовании глубокого обучения и нейронных сетей.

Во второй главе проводится анализ и сравнение моделей используемых для обнаружения лиц. Для анализа и сравнения выбраны модели OpenCV Haar-cascade, ResNet SSD, Dlib face detection model, MTCNN, Faster MTCNN, MediaPipe, YoloV8-face, YuNet, CenterFace. В качестве метрик для оценки точности обнаружения используются Intersection over Union (IoU), Precision, Recall, F-score. Для тестирования выбран датасет Wider Faces. Для метрики IoU выбрано пороговое значение равное 0,5. Во время тестирования используется метрика IoU и пороговое значение для определения остальных метрик. После тестирования получены метрики как для всего датасета, так и для специальных случаев (размытость изображений, лица с эмоциями, экстремальное освещение, окклюзия, нестандартные позы). В результате тестирования наилучшую точность показала модель YoloV8-face. Она будет использоваться в реализуемой системе.

В третьей главе проводится анализ и сравнение моделей используемых для распознавания лиц. Для анализа и сравнения выбраны модели Facenet, Facenet512, VGG-Face, ArcFace, Dlib face recognition model, GhostFaceNet, SFace, OpenFace, DeepFace, DeepID. В качестве метрик для оценки точности распознавания используются расстояния(косинусное, евклидово, евклидово с нормализацией), Precision, Recall, F-score, Accuracy. Для тестирования выбран датасет LFW. Перед началом полноценного тестирования определяются лучшие пороговые значения для метрик расстояний. Во время тестирования используется метрика расстояния и пороговое значение для определения остальных метрик. Для улучшения результатов добавлено выравнивание лица перед использованием моделей. Собраны метрики после применения выравнивания. В результате тестирования наилучшую точность показала модель Facenet512 при использовании евклидова расстояния с нормализацией для оценки и порогового значения 1 и без выравнивания. Она будет использоваться в реализуемой системе.

В четвёртой главе описывается предлагаемая архитектура и технологии для реализации системы обнаружения и распознавания лиц в виде серверного API приложения. Система состоит из нескольких взаимосвязанных компонентов, организованных по принципам сервисно-ориентированной

архитектуры, работающих в Docker контейнерах для обеспечения портативности и масштабируемости. Основные компоненты включают API-endpoint(PHP, Symfony framework, Nginx server), сервис обнаружения и распознавания (Python, FastAPI framework, Uvicorn server, модели YoloV8-Face и FaceNet512) и две базы данных: SQL база данных для хранения информации о людях(PostgreSQL) и векторная база данных для хранения и поиска векторов признаков лиц(Milvus). Для реализации клиентского интерфейса используются Javascript и VueJS.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской работе был проведен обзор как классических алгоритмов, так и алгоритмов глубокого обучения для обнаружения и распознавания лиц. Были рассмотрены датасеты используемые для обучения и тестирования моделей обнаружения и распознавания лиц. Были выбраны подходящие метрики для оценки качества моделей: F-score для моделей обнаружения лиц и Accuracy, F-score для моделей распознавания лиц. Используя датасет Wider Faces, были протестированы различные обученные модели для обнаружения лиц. Лучший результат показала модель YOLOv8-face, которая была выбрана для дальнейшего использования в системе. Для оценки моделей распознавания лиц использовался датасет LFW. Наилучшие результаты показала модель FaceNet512 при использовании евклидова расстояния с регуляризацией для оценки схожести векторов признаков лиц, которая была выбрана для дальнейшего использования в системе.

В итоге была создана система с сервис-ориентированной архитектурой, включающая API-endpoint (PHP, Symfony framework, Nginx), PostgreSQL, сервис для обнаружения и распознавания лиц (Python, FastAPI, Uvicorn, модели YOLOv8-face и FaceNet512), векторная база данных Milvus. Также было разработана клиентская часть с использованием JavaScript и Vue.js framework.

Результаты данной работы могут быть использованы для создания и совершенствования систем контроля доступа и безопасности, а также для других приложений, требующих высокой точности и надёжности распознавания лиц. Полученные данные и выводы могут стать основой для дальнейших исследований и разработок в данной области.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1-А] Мусский, Н. А. Анализ подходов для построения систем обнаружения и распознавания лиц / Н. А. Мусский // Встраиваемые вычислительные системы реального времени: материалы 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17 – 21 апреля 2023 г. – Минск: БГУИР, 2023. – С. 99 – 100.