2024

Шелагурова Марина

УИИ

27.7.2024

****

**Сравнение моделей распознавания лиц для задач регистрации и идентификации пользователей терминалов**

Оглавление

[1. Постановка задачи 2](#_Toc173087057)

[2. Выбор моделей 2](#_Toc173087058)

[2.1. Face Recognition 2](#_Toc173087059)

[2.2. DeepFace 2](#_Toc173087060)

[2.3. Каскады Хаара + LBPH Recognizer 3](#_Toc173087061)

[2.4. Face Detection YuNet и SFace 3](#_Toc173087062)

[3. Тестирование моделей 4](#_Toc173087063)

[3.1. Исходные данные для модели 4](#_Toc173087064)

[3.1.1. Face\_recognition 4](#_Toc173087065)

[3.1.2. DeepFace 4](#_Toc173087066)

[3.1.3. Каскады Хаара + LBPH Recognizer 4](#_Toc173087067)

[3.1.4. Face Detection YuNet и SFace 5](#_Toc173087068)

[3.2. Тестирование моделей в реальном масштабе времени 5](#_Toc173087069)

[3.2.1. Face\_recognition 5](#_Toc173087070)

[3.2.2. DeepFace 5](#_Toc173087071)

[3.2.3. Каскады Хаара + LBPH Recognizer 6](#_Toc173087072)

[3.2.4. Face Detection YuNet и SFace 6](#_Toc173087073)

[3.3. Тестирование моделей на подготовленном наборе данных 7](#_Toc173087074)

[4. Итоги 7](#_Toc173087075)

1. Постановка задачи

Разработка системы распознавания лиц для терминала на замену идентификации по ключу. При этом система должна работать локально на мощностях самого терминала.

Система должна выполнять следующие функции:

* Регистрация пользователя
* Распознавание пользователя
* Работа с базой данных пользователей:
* Экспорт данных
* Импорт данных
* Удаление всех данных
* Удаление конкретного пользователя

Для работы с пользователем была выбрана база данных sqllite.

1. Выбор моделей

Для сравнения были выбраны 4 модели:

* Face Recognition,
* DeepFace,
* каскады Хаара + LBPH,
* Face Detection YuNet и SFace

2.1. Face Recognition

**Обзор**

Face Recognition – это библиотека на Python, основанная на модели глубокого обучения dlib. Она использует алгоритмы глубокого обучения для извлечения лицевых векторов и последующего сравнения их для идентификации лица.

**Преимущества**

* **Высокая точность:** использует современные алгоритмы глубокого обучения.
* **Простота использования:** легкая интеграция и простота использования.
* **Активная поддержка и обновления:** часто обновляется сообществом разработчиков.

**Недостатки**

* **Требовательность к ресурсам:** требует значительных вычислительных ресурсов для обучения и распознавания.
* **Зависимость от освещения и угла:** могут возникнуть проблемы при изменении условий освещения или угла обзора.

2.2. DeepFace

**Обзор**

DeepFace – это библиотека на Python, предоставляющая интерфейс к нескольким моделям глубокого обучения для распознавания лиц, включая VGG-Face, Google FaceNet, OpenFace, DeepID, ArcFace.

**Преимущества**

* **Многообразие моделей:** поддерживает несколько моделей глубокого обучения.
* **Высокая точность:** достигается благодаря использованию различных моделей и алгоритмов.
* **Гибкость:** возможность выбора и комбинирования различных моделей и методов.

**Недостатки**

* **Требовательность к ресурсам:** необходимы значительные вычислительные ресурсы.
* **Сложность настройки:** может требоваться настройка параметров для достижения оптимальных результатов.

2.3. Каскады Хаара + LBPH Recognizer

**Обзор**

Этот метод сочетает в себе каскады Хаара для обнаружения лиц и Local Binary Patterns Histogram (LBPH) для их распознавания. Каскады Хаара используются для быстрого обнаружения лиц, а LBPH – для создания и сравнения гистограмм лицевых изображений.

**Преимущества**

* **Быстрота и эффективность:** Быстрое обнаружение лиц благодаря каскадам Хаара.
* **Низкие требования к ресурсам:** меньше вычислительных ресурсов по сравнению с глубоким обучением.
* **Хорошая производительность в реальном времени:** подходит для приложений реального времени.

**Недостатки**

* **Низкая точность:** Точность ниже по сравнению с современными моделями глубокого обучения.
* **Зависимость от условий:** Уязвимость к изменениям освещения и угла обзора.

2.4. Face Detection YuNet и SFace

**Обзор:**

YuNet — это легковесная и эффективная модель для детектирования лиц, разработанная для реальных приложений. SFace — это модель для распознавания лиц, которая обеспечивает высокую точность идентификации.

**Преимущества**

* **Высокая точность детектирования**: YuNet эффективно обнаруживает лица в различных условиях освещения и положения.
* **Эффективность:** Обе модели оптимизированы для быстрой обработки изображений, что делает их подходящими для реальных приложений.
* **Гибкость:** Возможность использования различных порогов для настройки точности и производительности.

**Недостатки**

* Требования к ресурсам: обе модели требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения и распознавания.
* Сложность настройки: требуется более глубокое понимание параметров для оптимальной работы моделей.

1. Тестирование моделей

Тестирование моделей осуществлялось двумя способами:

1. С помощью видеокамеры на реальных людях.
2. На тестовом наборе данных

Тестирование проводилось на персональном компьютере Intel(R) Core(TM) i5-7300HQ CPU @ 2.50GHz 2.50 GHz, ОЗУ - 8,00 ГБ.

3.1. Исходные данные для модели

* + 1. Face\_recognition

Регистрация пользователя проводилась по 1 кадру и 10 кадрам.

Embedding, name хранятся в БД sqllite

* + 1. DeepFace

Регистрация пользователя проводилась по 1 кадру и 10 кадрам.

Embedding, name хранятся в БД sqllite

Для данной модели можно использовать несколько различных моделей для извлечения эмбеддингов лица

* **VGG-Face**: Модель, разработанная Visual Geometry Group (VGG) из Оксфордского университета. Хорошо зарекомендовала себя в задачах распознавания лиц.
* **FaceNet**: Модель, разработанная Google, которая используется для определения эмбеддингов лиц с высокой точностью.
* **OpenFace**: Модель, разработанная CMU, которая является открытой и эффективной для задач распознавания лиц.
* **DeepID**: Модель, разработанная в Китайском университете Гонконга, которая также хорошо зарекомендовала себя в задачах распознавания лиц.
* **ArcFace**: Современная модель, которая используется для распознавания лиц и показывает высокую точность на различных наборах данных.
  + 1. Каскады Хаара + LBPH Recognizer

Регистрация пользователя проводилась по 1 кадру и 10 кадрам.

Embedding хранятся в отдельном файле, т.к. модель LBPH работает с ним: дообучение и извлечение Embedding происходит из этого файла. Имена пользователей хранятся в БД sqllite. Таким образом, невозможно из файла модели удалить данные или добавить без переобучения всей модели.

Для данной модели использовался haarcascade\_frontalface\_default.xml

* + 1. Face Detection YuNet и SFace

Регистрация пользователя проводилась по 1 кадру и 10 кадрам.

Embedding, name хранятся в БД sqllite

Использовалась модель для детектирования лиц, созданная с использованием архитектуры YuNet - face\_detection\_yunet\_2023mar.onnx.

Использовалась модель для распознавания лиц, основанная на архитектуре SFace - face\_recognition\_sface\_2021dec.onnx.

* 1. Тестирование моделей в реальном масштабе времени

Для тестирования моделей был создан интерфейс, который включает следующие функции:

* Регистрация пользователя
* Идентификация пользователя
* Просмотр пользователей в базе данных
* Удаление пользователя по его id

Тестирование проводилось на следующем наборе кейсов:

1. Влияние освещения
2. Поворот и наклон головы
3. Наличие маски
4. Наличие очков
5. Повязка на глазе
6. Повязка на носе
7. Макияж
8. Эмоции

Также замерялись время регистрации пользователя и время распознавания.

* + 1. Face\_recognition
  1. Влияние освещения: работает при любом освещении, если исключить прямую засветку камеры. Распознает в полной темноте – только при свете от монитора ноутбука.
  2. Поворот и наклон головы: распознает при наклонах головы на 45 градусов, при повороте лица тоже на 45 градусов
  3. Наличие маски: распознает с маской
  4. Наличие очков: распознает с очками
  5. Повязка на глазе: распознает при закрытии повязкой одного глаза
  6. Повязка на носе: не распознает при закрытии носа
  7. Макияж: распознает с/без
  8. Эмоции: распознает при любых эмоциях
* Время распознания – 0.4 с
* Время регистрации - 7 с

Стабильное распознавание пользователей происходит уже при регистрации по 1 кадру.

* + 1. DeepFace
  1. Влияние освещения: сильная зависимость от освещения.
  2. Поворот и наклон головы: распознает при наклонах головы на 3 градуса, при повороте лица на 3 градуса.
  3. Наличие маски: не распознает с маской
  4. Наличие очков: распознает с очками
  5. Повязка на глазе: не распознает при закрытии повязкой одного глаза
  6. Повязка на носе: не распознает при закрытии носа
  7. Макияж: распознает с/без
  8. Эмоции: распознает при любых эмоциях не стабильно

В таблице приведены время регистрации и время распознавания пользователей для каждой модели.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | Время регистрации, с | Время распознания, с | Стабильность распознавания при 1 кадре при регистрации | Стабильность распознавание при 10 кадрах при регистрации | Торможение распознавания |
| VGG-face | 9 | 0.9 | да | да | да |
| Facenet | 14 | 0.9 | нет | нет | да |
| OpenFace | 4 | 0.7 | да | да | да |
| DeepID | 4 | 0.2 | нет | нет | нет |
| ArcFace | 9 | 0.5 | нет | нет | нет |

Особенности: нестабильность распознавания и его заметное торможение. Самый стабильный результат показала модель VGG-face.

* + 1. Каскады Хаара + LBPH Recognizer
  1. Влияние освещения: работает хорошо только при любом освещении.
  2. Поворот и наклон головы: распознает при наклонах головы на 5 градусов, при повороте лица на 5 градусов
  3. Наличие маски: распознает с маской, но не стабильно
  4. Наличие очков: распознает с очками
  5. Повязка на глазе: распознает при закрытии повязкой одного глаза
  6. Повязка на носе: не распознает при закрытии носа
  7. Макияж: распознает с/без
  8. Эмоции: распознает при любых эмоциях
* Время распознания – 0.001 с
* Время регистрации - 2 с

При регистрации пользователя по 1 кадру дальнейшее распознавание не проходило.

* + 1. Face Detection YuNet и SFace
  1. Влияние освещения: освещение сильно влияет на распознавание. Если регистрировать в темноте, то может распознавать в темноте. Если регистрировать при свете, то в темноте уже не идет распознавание и наоборот.
  2. Поворот и наклон головы: распознает при наклонах головы на 5 градусов, при повороте лица на 5 градусов
  3. Наличие маски: распознает с маской, но не стабильно
  4. Наличие очков: распознает с очками
  5. Повязка на глазе: распознает при закрытии повязкой одного глаза
  6. Повязка на носе: не распознает при закрытии носа
  7. Макияж: распознает с/без
  8. Эмоции: распознает при любых эмоциях
* Время распознания – 0.03 с
* Время регистрации - 4 с

Особенности: нестабильность распознавания, как при 1, так и при 10 кадрах регистрации

* 1. Тестирование моделей на подготовленном наборе данных

|  |  |
| --- | --- |
| **Модель** | **Точность** |
| **Face\_recognition** | 98.10% |
| **DeepFace** | 90.48% |
| **Каскады Хаара + LBPH Recognizer** | 98.8506% |
| **Face Detection YuNet и SFace** | 1.9% |

1. Итоги

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **модель** | **Face\_recognition** | **DeepFace (VGG-face)** | **Каскады Хаара + LBPH Recognizer** | **Face Detection YuNet и SFace** |
| Влияние освещения | нет | да | нет | да |
| Поворот и наклон головы | 45 градусов | 3 градуса | 5 градусов | 5 градусов |
| Наличие маски | Не влияет | Не распознаёт | Распознает не стабильно | Распознает не стабильно |
| Наличие очков | Не влияет | Не влияет | Не влияет | Не влияет |
| Повязка на глазе | Не влияет | Не распознаёт | Не влияет | Не влияет |
| Повязка на носе | Не распознаёт | Не распознаёт | Не распознаёт | Не распознаёт |
| Макияж | Не влияет | Не влияет | Не влияет | Не влияет |
| Эмоции | Не влияет | Распознает не стабильно | Не влияет | Не влияет |
| Время регистрации | 7 с | 9 c | 2 с | 4 с |
| Время распознавания | 0.4 с | 0.9 c | 0.001 с | 0.03 |
| Стабильность распознавания | да | нет | да | нет |
| Точность | 98.10% | 90.48% | 98.8506% | 1.9% |

Анализ результатов показал, что по качеству распознавания наиболее удовлетворяют модели **Face\_recognition и Каскады Хаара + LBPH Recognizer,** у последней время распознавания и регистрации намного меньше, однако она не удовлетворяет требованиям заказчика на работу с данными пользователя.