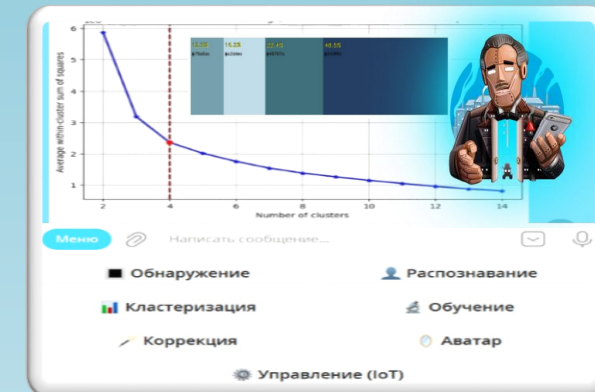


ИТОГОВЫЙ АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ на тему:



"Классификация и распознавание
лиц (движущихся объектов) на базе
OpenCV и различных алгоритмов
распознавания"

РАЗРАБОТЧИК: ПАНФИЛОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ (04.2022)

💡 Используемая в Проекте методология CRISP-DM

(CRoss Industry Standard Process for Data Mining)

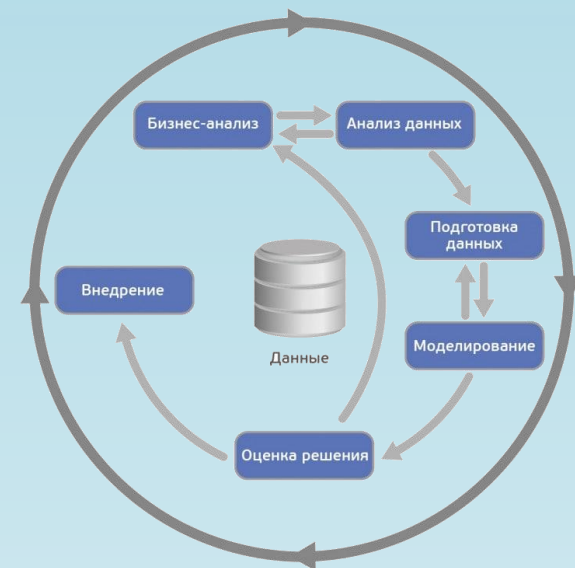
♦ Методология разработана в 1996 году по инициативе 3 компаний (нынешние DaimlerChrysler, SPSS и Teradata). Последние годы активно продвигается компанией IBM.

♦ Важное свойство — уделять больше внимания бизнес-целям компании. Это позволяет руководству воспринимать проекты по анализу данных как полноценный элемент бизнес-процессов компании.

♦ Особенность — детальное документирование каждого шага. Хорошо задокументированный процесс позволяет менеджменту лучше понимать суть проекта, а аналитикам — больше влиять на принятие решений.

♦ Методология не жесткая, допускаются вариации в зависимости от конкретного проекта — можно возвращаться к предыдущим шагам, можно какие-то шаги пропускать, если не очень важны.

♦ Согласно CRISP-DM, аналитический проект состоит из 6 этапов, выполняемых последовательно



Business Understanding/ Бизнес-анализ

Determine Business Objectives/
Определение бизнес-целей

Assess Situation/
Оценка текущей ситуации

Determine Data Mining Goals/
Определение целей аналитики

Produce Project Plan/
Подготовка плана проекта

Data Understanding/ Анализ данных

Collect Initial Data/
Сбор данных

Describe Data/
Описание данных

Explore Data/
Изучение данных

Verify Data Quality/
Проверка качества данных

Data Preparation/ Подготовка данных

Select Data/
Выборка данных

Clean Data/
Очистка данных

Construct Data/
Генерация данных

Integrate Data/
Интеграция данных

Format Data/
Форматирование данных

Modeling/ Моделирование

Select Modeling Techniques/
Выбор алгоритмов

Generate Test Design/
Подготовка плана тестирования

Build Model/
Обучение моделей

Assess Model/
Оценка качества моделей

Evaluation/ Оценка решения

Evaluate Results/
Оценка результатов

Review Process/
Оценка процесса

Determine Next Steps/
Определение следующих шагов

Deployment/ Внедрение

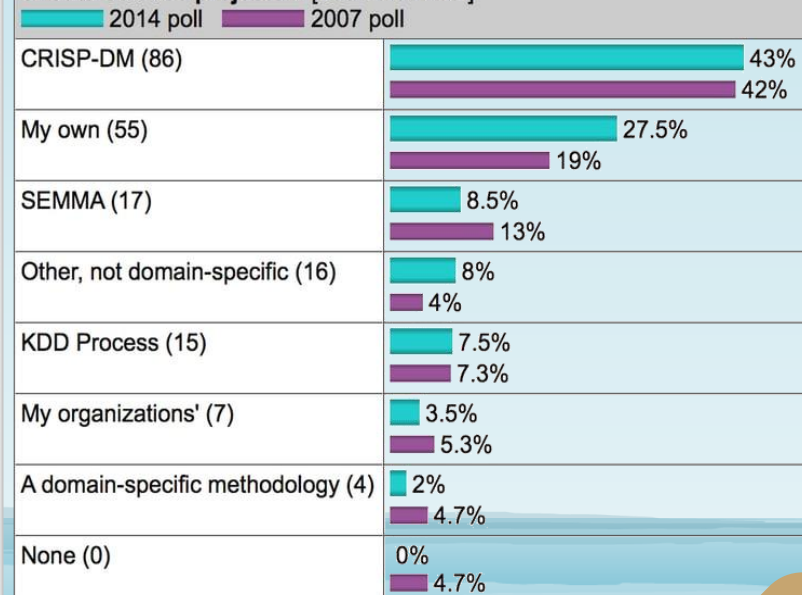
Plan Deployment/
Внедрение

Plan Monitoring and Maintenance/
Планирование мониторинга и поддержки

Produce Final Report/
Подготовка отчета

Review Project/
Ревью проекта

What main methodology are you using for your analytics, data mining, or data science projects ? [200 votes total]



🔍 Оценка текущей ситуации (описание проблемы)



вопросы безопасности, контроля и автоматизации ряда других рутинных процессов (кластеризации, поиска или проверки данных), связанных с распознаванием различных объектов, животных или лиц



необходимость регистрации событий или мониторинга офиса, квартиры, дома или иного удаленного (или загородного) объекта



поиск и распознавание графической информации по Базе Данных (полиции или в картотеке любого Бюро пропусков, распознавание рукописей или автомобильных номеров)

💡 Обнаружение или распознавание объектов — это компьютерная технология, связанная с компьютерным зрением и обработкой изображений, которая занимается обнаружением экземпляров семантических объектов определенного класса.

📷 Типовые примеры использования технологии распознавания лиц:

- Контроль доступа к объектам или системам
- Выявление нарушителей
- Определение портрета покупателя
- Умный город
- Идентификация в банковском секторе
- Управление рабочим временем
- Оплата услуг
- Проход на стадионы
- Вокзалы
- Доступ к экзаменам
- Бюро пропусков
- Контроль дееспособности оператора (водителя)
- Анализ эмоционального состояния



анализ эмоционального состояния человека, контроль дееспособности (один из вариантов - контроль бодрствования по открытости глаз при вождении) и т.д.



Потребность в использовании "супераппов" (супер-приложений от англ. superapp), предоставляющих доступ к полноценным экосистемам, удобных и эффективных в использовании

Бизнес-цели Проекта

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ

Провести предварительный анализ популярных алгоритмов распознавания лиц на изображениях и на потоковом видео в реальном времени. Провести **оценку выбранных методов** (классификаторов) распознавания лиц OpenCV, определить основные плюсы и минусы, а также различия **в точности и скорости**



1 этап

2 этап



ВЫБОР МОДЕЛИ

Выбрать наиболее приемлемый **алгоритм распознавания лиц и идентификации персон** для работы со статическими изображениями и потоковым видео при использовании недорогого (обычного "бытового") аппаратного обеспечения, широко используемого в массах или в бизнесе МСП

ВЫБОР СУПЕРАППА

Сделать обоснованный выбор наиболее приемлемого приложения в качестве недорогого и доступного решения, способного объединить в себя множество функций (мониторинга, удаленного управления, контроля, обработки информации) и удерживающего пользователя в рамках одной экосистемы - **супераппа**



3 этап

4 этап

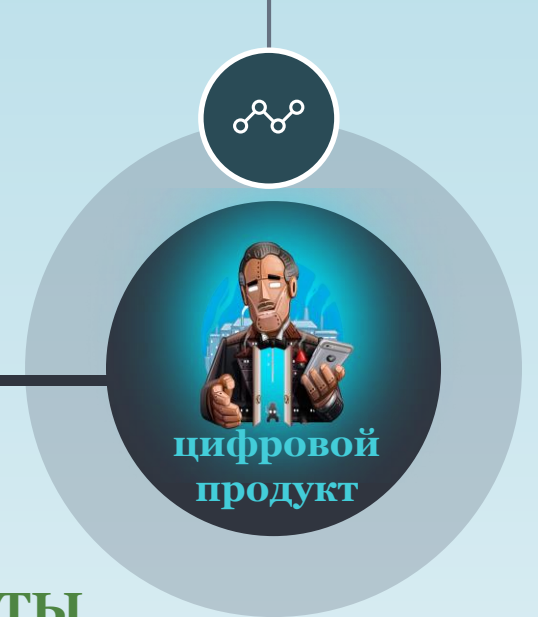


ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ

Сделать демонстрационную реализацию работы алгоритма распознавания и идентификации лиц (с небольшой базой данной или натренированной моделью) на основе выбранного супераппа

РАЗВИТИЕ

Наметить дальнейшие шаги возможного развития Проекта



✂ Потенциальные риски реализации Проекта



**неправильный
выбор алгоритма
или оборудования,
целостность данных**

отсутствие нужного CPU/GPU или CUDO, ОС или ПО (сложность компиляции), проблемы правильного хранения или оперативного доступа к данным (в моменты взаимодействия с цифровым продуктом)



**несоответствие
результатов
намеченным целям**

низкое качество или скорость выполнения операций, низкие выходные характеристики - вероятность определения ROI или предсказания тестовых экземпляров по предобученной модели, длительное и неудобное внедрение продукта, неудобство интерфейса взаимодействия с пользователем или высокие задержки на реакции, и т.д.



**невозможность
обработать
«некачественные»
данные**

невозможность обработать некоторые "некачественные" данные или пропуски данных (например, невозможность определить ROI), а также появление "ложных срабатываний" (ошибочные ROI)



**неспособность
моделирования в
заданных
условиях**

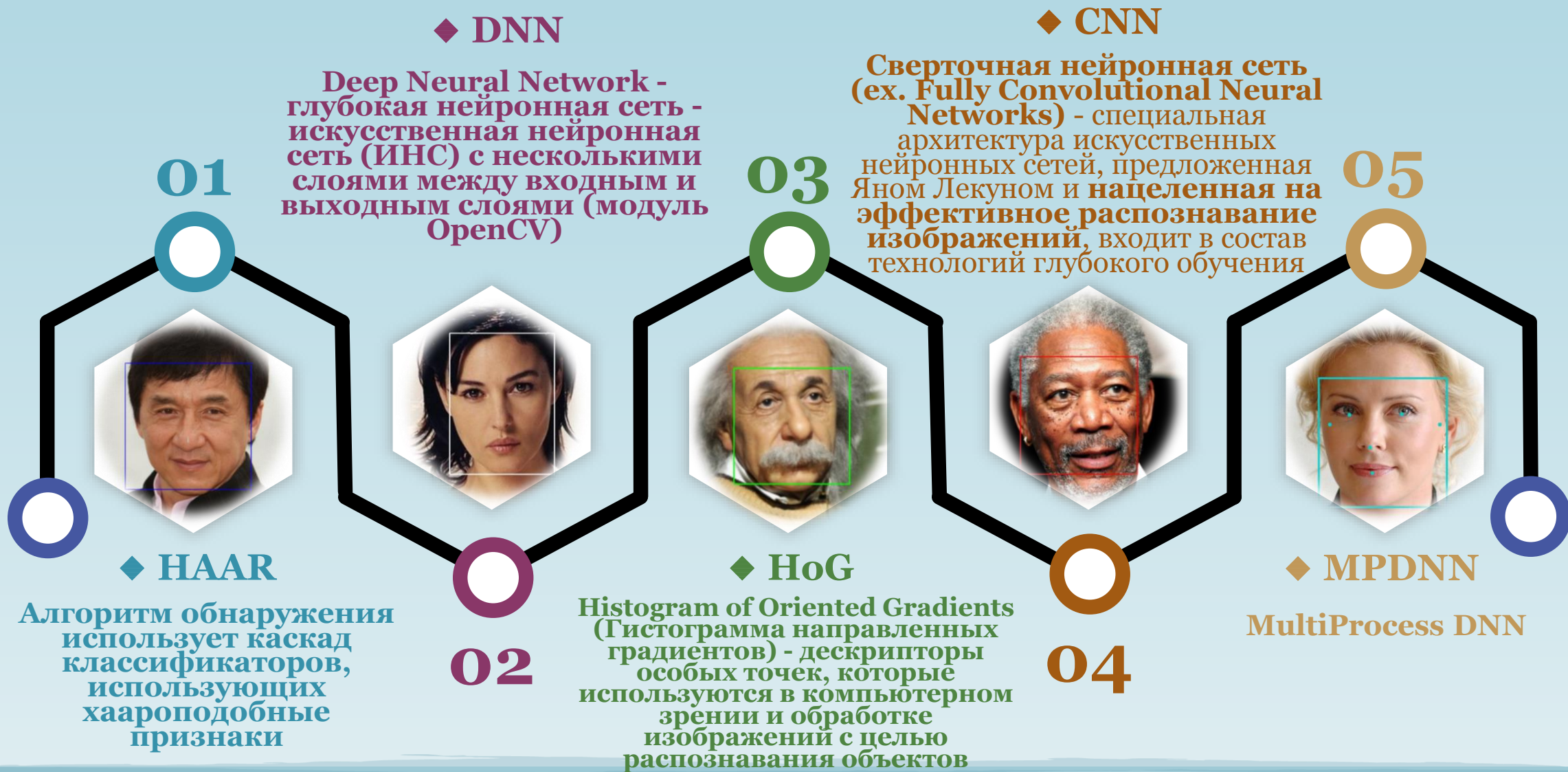
неспособность модели выполнить намеченный алгоритм с имеющимися типами данных, без конвертации, без предобработки и т.д.



**отсутствие
достаточных
собранных
данных**

малое количество или плохое качество данных для успешного достижения намеченных целей(при требовании большой выборки Датасетов)

♠ Сравнение методов обнаружения и распознавания лиц



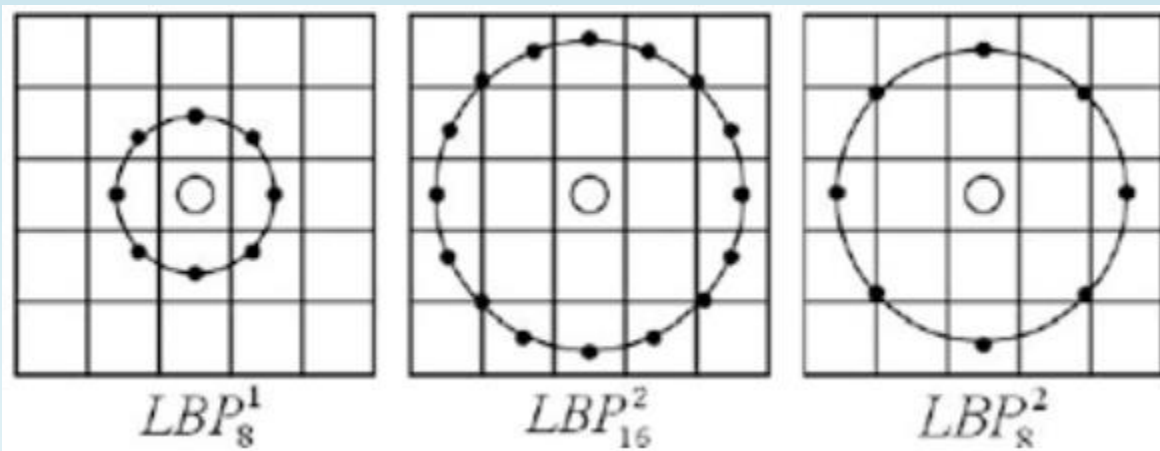
Метрики для оценки Алгоритмов и Модели

```
# Для детектирования лиц используем известные каскады Хаара
cascadePath = "haarcascade_frontalface_default.xml"
faceCascade = cv2.CascadeClassifier(cascadePath)

# Для распознавания используем локальные бинарные шаблоны
recognizer = cv2.createLBPHFaceRecognizer(1,8,8,8,110)
```

Конкурент А

- Наиболее точные прямоугольные рамки вокруг области интересов (ROI) выдает алгоритм CNN, а два других (HOG и HAAR) отрисовывают рамки с большим запасом, что может приводить к снижению точности точности распознавания в дальнейшем.
- Разброс по времени выполнения функции для каждого из алгоритмов:
 - HAAR - от 0.02 до 0.05 сек (зависит от разрешения исходного фото)
 - HOG - от 0.12 до 0.50 сек (зависит от разрешения исходного фото)
 - CNN - от 3.07 до 12.38 (зависит от разрешения исходного фото)
- На серии отобранных фото хорошего качества наибольшую скорость выдает алгоритм HAAR (каскадные классификаторы Хаара на основе функций)



Конкурент Б

истинно-положительные результаты (ИИ дал прогноз на положительный класс и угадал);
истинно-отрицательные результаты (ИИ дал прогноз на отрицательный класс и угадал);
ложноположительные результаты (ИИ дал прогноз на положительный класс, но ошибся);
ложноотрицательные результаты (ИИ дал прогноз на отрицательный класс, а выпал положительный).

Основные этапы обучения Модели Лиц

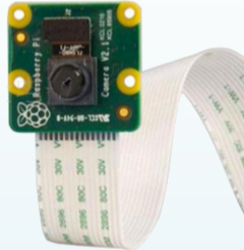
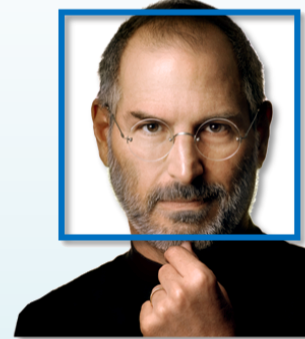


этап 3. РАСПОЗНАВАНИЕ

Mary ← id = 1



id = 2 → Steve



Тренер по Обучению

trainer.yml

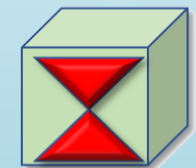
Передача ID каждого Лица в распознаватель для Обучения



id = 1



id = 2



Recognizer

База Данных

dataset



этап 2. ОБУЧЕНИЕ распознаванию



этап 1. Обнаружение Лиц и СБОР ДАННЫХ

🔑 Сначала происходит получение изображения и преобразование его из RGB (красно-зелено-синего) в оттенки серого, так как в оттенках серого легче обнаружить объекты

🔑 Распознать лицо можно, если правильно его обнаружить (выделить из полного изображения)

🔑 Для обнаружения таких объектов как лицо OpenCV использует классификаторы /каскады (Classifiers)

🔑 классификаторы предварительно тренируются (обучаются) на наборе данных (XML файл), после чего они могут быть использованы для обнаружения определенных объектов

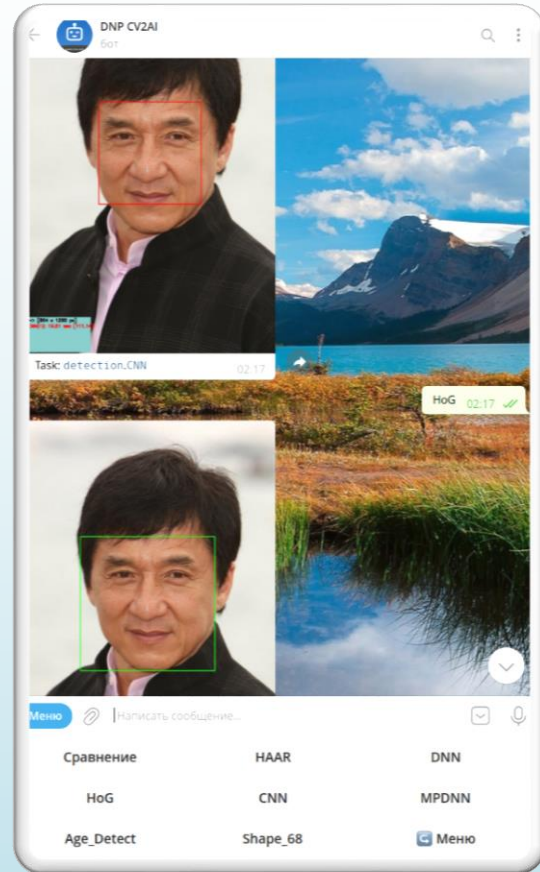
🔑 Библиотека OpenCV позволяет создать свой собственный классификатор/каскад (Classifier), который можно использовать для обнаружения любого объекта на изображении при помощи обучения своего каскада Хаара



id = 1



✈ Использование Telegram в роли SuperAPP



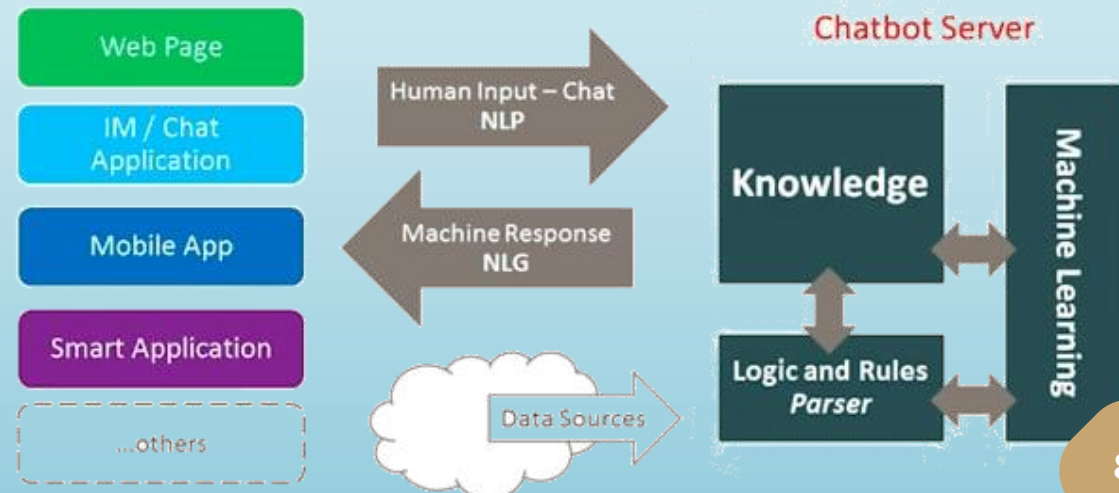
- **бесплатное** приложение, мало рекламы (есть настройки и выбор по ее ограничению), есть множество клиентов на **разных платформах**, не требует вложений;
- **быстрое** приложение - хорошо работает даже при плохом канале;
- **хорошая защита** (особенно в режиме Private Chat), **стабильная работа**, удобный интерфейс, **постоянное развитие** и улучшение интерфейса и возможностей (в том числе, по заявкам пользователей);
- расширенный API для интеграций, для Telegram-Bot на разных платформах с большим количеством библиотек, возможность открывать **Web-интерфейсы внутри Telegram** доступна для всех и, по своей сути, дублирует возможности игровой платформы Telegram, которая была запущена с 2016 года;
- развитый **функционал мессенджера**: удобные сообщения и общение в Telegram, голосовые звонки/сообщения и высокое качество связи, **аудио и видеоконференции**, группы и супергруппы, информ-каналы, групповые чаты и множество разарботанных Ботов, предоставляющих самые разнообразные сервисы;
- существует возможность оплата товаров или услуг из приложения (с привязкой кредитной карты);
- Telegram – как записная книжка в облаке и как **центр мониторинга и управления** любыми удаленными устройствами, поддерживающих IoT;
- **Telegram Passport** позволяет зарегистрироваться на сайтах и сервисах, требующих идентификации личности. Благодаря сквозному шифрованию end-to-end ваши персональные данные и документы, при этом будут надежно защищёны и никто не сможет получить к ним доступ, включая самого Telegram;
- **возможности автоматизации работы через боты без создания отдельных приложений.**

Целевой объём рынка российских экосистем и супераппов, которые уже запустили «Сбер», «Яндекс», Mail.ru Group и Тинькофф-банк, увеличится с \$51 млрд в 2020 году до **\$134 млрд в 2025 году**

до \$134 млрд в 2025 году
с \$51 млрд в 2020 году
увеличится



Chatbot Server

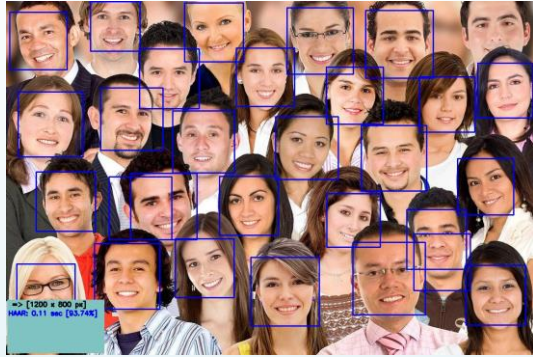


Преимущества использования ботов:

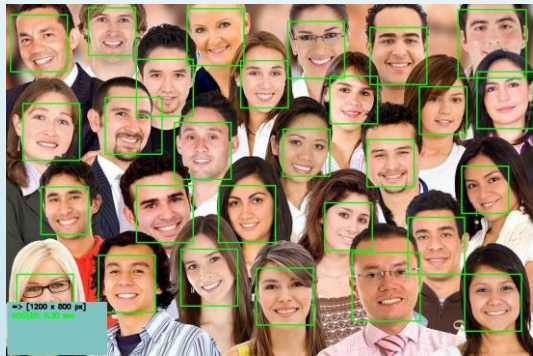
- круглосуточная **доступность**;
- простота и **удобство** применения;
- ответ поступает **моментально**;
- установка не влияет на работу устройства;
- **безопасность** личных данных;
- неограниченный **функционал**.



Выводы по результатам проведенных испытаний



Haar: 0.17 сек



HoG: 0.30 сек



CNN: 17.5 сек

- В результате первой серии проведенных испытаний предварительно выбранного алгоритма (модели Haar) распознавания лиц можно сделать следующие выводы:
 - Каскадные классификаторы Хаара являются одними из самых быстрых алгоритмов и достаточно высокого качества, но на хороших и "правильных" изображениях (сделанных при правильном освещении). При малейших отклонениях или поворотах изображения вероятность угадывания даже области интересов оставляет желать лучшего. На статических изображений также при малом количестве исходных данных выявлена низкая способность предсказаний (особенно нестандартных изображений) с невысокой вероятностью - это касается и определения ROI (часто алгоритм даже не распознает крупное лицо хорошего качества) и финального результата обработки по предобученной модели.
 - Работа с потоковым Видео можно считать приемлимой: скорость обработки высокая даже на слабых ПК и камерах среднего качества, разброс выходных данных большой, но много "угадываний" в серии кадров. Что позволяет использовать эту технологии в не очень критичных областях - больше, в информационных.
- Другим из популярных способов обнаружения лиц и объектов является классификаторов **HOG** - гистограмма ориентированных градиентов. Суть вопроса заключается в поиске подходящих дескрипторов признаков для изображения, будь то лица или другие объекты. HOG - это дескриптор функции, используемый в основном для распознавания объектов при обработке изображений. Дескриптор функции - это представление изображения или фрагмента изображения, которое, извлекая из него ценную информацию, упрощает изображение. Существует библиотека **face_recognition**, в которой есть оптимизированный код для распознавания лиц.
- Из опробованных алгоритмов (Haar, HoG, DNN, CNN, Сиамские нейросети) наибольшее качество и высокую вероятность демонстрируют Сверточные нейросети CNN. Сверточная нейронная сеть CNN – полезная модель в проблеме распознавания из-за высокого качества. Но замечены некоторые ограничения в применении данной технологии в он-лайн решениях: низкая скорость работы и сложность внедрения (особенно с использованием модуля **tensorflow**, требовательного к ресурсам ПК и наличию специальных ЦПУ). С алгоритмом CNN разработка распознавания изображений - очень долгий процесс.

⚙️ Обзор этапов Проекта разработки цифрового продукта

РАЗДЕЛ	СОДЕРЖИМОЕ
1. Бизнес-анализ (Business Understanding)	Описание целей и задач Проекта , составлен план реализации, описаны методы ML и применяемых технологий (инструментов)
2. Анализ данных (Data Understanding)	Описание, как собирались данные, в каком объеме они собраны, какие предъявлялись требования и механизмы (инструменты) проверки качества обрабатываемых данных
3. Подготовка данных (Data Preparation)	Основные этапы подготовки данных, преобразование в нужный формат (например, выделение области интересов ROI , нормирование размеров изображений и приведение цветовой гаммы в градации серого), код
4. Моделирование (Modeling)	Основные характеристики алгоритмов распознавания лиц (HAAR, DNN, HOG, CNN, MPDNN), описаны этапы проведенного тестирования моделей и оценка их работы на предварительном этапе, обоснование выбора ключевой технологии (за основу взят алгоритм HAAR)
5. Оценка решения (Evaluation)	Интерпретация результатов работы выбранного алгоритма и сделанных замеров (по скорости и вероятности распознавания лиц по фото), Ревью Проекта, последующие шаги в целях улучшения результативности, гипотеза о возможностях альтернативных методов и дополнительных механизмов, улучшающих качество процесса, а также возможные перспективы использования
6. Развёртывание/внедрение (Deployment)	Описание развёртывания проекта в виде облачного приложения (Telegram Bot на арендованном VPS или ином Linux-сервере) и дана ссылка на репозиторий GitHub с программными модулями https://github.com/dnp34/cv2ai