

**IV краевая научно – практическая конференция учащихся  
«Старт в науку XXI века»**

**Секция информатика**

**Технология распознавания лиц.  
Система идентификации человека по лицу на языке Python**

Выполнил: Тимофеев Артём,  
ученик 10 «А» класса, МАОУ  
«Гимназия»

Руководитель: Долганова  
Ольга Михайловна, учитель  
информатики и ИКТ, МАОУ  
«Гимназия»

г. Чайковский, 2023

Уважаемые пользователи! Сегодня в период с 16:00 до 17:30 сроки проверок могут быть увеличены в связи с техническими работами. Приносим извинения за доставленные неудобства.



ТАРИФ  
Free  
ИЗМЕНИТЬ

БАЛЛЫ  
0

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ  
olmydo@gmail.com  
ПРОВЕРИТЬ ДОКУМЕНТ

МЕНЮ

ГЛАВНАЯ / КАБИНЕТ

## Кабинет

Поиск по названиям документов

УДАЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ | 1/1

ПРОВЕРИТЬ ДОКУМЕНТ

ПРОВЕРИТЬ ТЕКСТ

### ПАПКИ

Все документы

Корневая папка 1

создать

удалить

переименовать

перезагрузить

ПЕРЕМЕСТИТЬ | УДАЛИТЬ | ИСТОРИЯ ОТЧЕТОВ

Название	Дата загрузки	Оригинальность
<input checked="" type="checkbox"/> PDF Исследовательская работа Timofeev	09 Фев 2023 18:44	88,67%

ПОСМОТРЕТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Теоретическая часть.....	5
1.1 Метод Виолы — Джонса.....	5
1.2 Современные алгоритмы идентификации.....	7
Глава 2. Практическая часть .....	9
2.1 Реализация программы на языке Python.....	9
2.2 Принцип работы программы .....	10
Заключение .....	11
Список используемых источников.....	12

## Введение

Ты узнаешь ее из тысячи...

П. Н. Жагун

Ты узнаешь её из тысячи. Слова из популярной песни отлично описывают идею нашего исследовательского проекта. Мы написали программу, которая позволит узнать не только её, но и его.

С развитием технологий человеку представляется всё больше возможностей к эффективной коммуникации. Люди идентифицируют знакомое лицо в толпе с точностью около 97%.

В 2022 году в Московском метро была запущена система «Face Pay», – система оплаты проезда при помощи анализа человеческого лица. Современный алгоритм, использующийся в камерах видеонаблюдения в Москве способен обрабатывать 1 миллиард изображений менее чем за полсекунды с точностью близкой к 100%. Москва стала первым городом в мире, который внедрил технологию оплаты проезда по распознаванию лица в таком масштабе.

В основе нашего исследования лежит необходимость научного объяснения принципов, этапов и методов современной машинной идентификации лиц.

**Цель исследования:** изучение современных алгоритмов распознавания и идентификации лиц.

**Гипотеза:** возможно написать программу, состоящую из 3 частей: базы данных, подпрограммы для записи данных с видео или веб-камеры в базу данных, подпрограммы, идентифицирующей лицо человека.

**Задачи:**

1. Изучить причины и сферы применения технологий распознавания лиц.

2. Изучить теорию работы алгоритмов опознавания человека.
3. Разработать программу записи фотографий человека в базу данных на языке Python.
4. Разработать программу, сверяющую данные человека с веб-камеры или видео с данными человека из созданной базы данных, и выводящую результат на экран.

**Объект исследования:** технологии распознавания лица.

**Предмет исследования:** определение и описание специфических алгоритмов распознавания и идентификации лиц, сфер их применения; создание и реализация собственной программы распознавания лица.

**Практическая значимость:** наше исследование может быть использовано в качестве дополнительного учебного материала для школьников, стимуляции их интереса к ИКТ; созданная программа может быть использована в качестве дополнения к существующей системе допуска в школу, для повышения безопасности учеников и персонала, последующее развитие программы потенциально позволит внедрить алгоритм в другие системы, требующие идентификации людей по лицу.

**Методы исследования:** теоретический анализ, эксперимент.

## Глава 1. Теоретическая часть

Технологии машинного зрения и распознавания лиц развивались очень активно с середины прошлого века. Но только сейчас стали по-настоящему хорошо работать. Причин тому несколько:

1. Появились действительно мощные компьютеры, способные справиться с этой задачей.
2. Появились базы данных с нашими фотографиями, за что спасибо социальным сетям.
3. Ну и конечно, произошел прорыв в области нейросетей.

Все эти события позволили создать практически идеальные алгоритмы распознавания лиц. Так давайте же разберемся, как они работают.

В первую очередь, для того чтобы лицо распознать, надо его сначала обнаружить. Задача на самом деле не тривиальная. Для этого мы бы могли использовать натренированные нейросети, но это слишком долго, дорого и ресурсоемко. Поэтому для обнаружения лица используется метод Виолы – Джонса<sup>1</sup>, разработанный еще в 2001 году.

### 1.1 Метод Виолы – Джонса

Метод Виолы – Джонса является одним из самых эффективных и быстродействующих из существующих методов распознавания лиц и может использоваться в режиме реального времени. Метод распознает лица даже при повороте на 30 градусов, но при увеличении наклона обнаружение происходит с ошибками, это – главный его недостаток.

Метод характеризуется применением интегрального представления изображений и примитивов Хаара. (см. приложение, рис.1). Примитивы или каскады Хаара представляют собой набор черно-белых прямоугольных масок разной формы. Маска накладывается на какую-то часть кадра, затем алгоритм производит сложение яркости всех пикселей изображения,

---

<sup>1</sup> Пол Виола – исследователь в области компьютерного зрения, инженер Microsoft, бывший профессор Массачусетского технологического института и бывший вице-президент Amazon Air по науке.  
Майкл Дж. Джонс – американский ученый-компьютерщик и изобретатель, работающий исследователем компьютерного зрения в Mitsubishi Electric Research Laboratories.

оказавшейся под черной и под белой частью маски, после чего рассчитывается разность этих значений, то есть вычисляется свертка кадра с маской. (см. приложение, рис. 2).

Алгоритм также использует бустинг для увеличения эффективности работы метода. Бустинг – это метод, используемый в машинном обучении для уменьшения количества ошибок при анализе данных. Бустинг строит объединения моделей путем последовательного объединения нескольких слабых деревьев решений. Деревья решений — это структуры информации в машинном обучении, разделяющие набор данных на меньшие подмножества. Смысл заключается в том, что деревья решений многократно разделяют данные, пока не останется только один класс.

К примеру, дерево может задать ряд вопросов с ответами «True» или «False» и разделить данные на эти категории на каждом шагу. Выходным данным деревьев присваиваются веса. Затем классификациям из первого дерева решений присваивается больший вес, после чего информация передаётся в следующее дерево, выстраивается иерархия: после многочисленных циклов бустинг объединяет слабые классификаторы в один мощный алгоритм (самые важные критерии данных теперь выше, чем второстепенные, а те в свою очередь, выше, чем третьестепенные).

Метод Виолы – Джонса применяет каскадную модель сильных классификаторов – это, по сути, дерево принятия решений, где каждый узел дерева построен таким образом, чтобы детектировать почти все интересующие образы и отклонять регионы, не являющиеся образами. (см. приложение, рис. 3). Далее происходит сравнение полученного результата с некоторым пороговым значением и, таким образом, детектируется лицо.

Сначала находится первый признак, система понимает: «В этой области может быть лицо». Тогда начинается поиска второго признака там же, а потом третьего. И если в одной области найдено 3 признака, уже можно

уверенно сказать — да, это лицо! После чего система получает область изображения, в котором есть только лицо.

## **1.2 Современные алгоритмы идентификации**

Получив область для анализа, дальше в дело вступает биометрический алгоритм. Он расставляет на лице антропометрические точки, по которым впоследствии будут вычисляться индивидуальные характеристики человека: разрез глаз, форма подбородка, носа, расстояние между зрачками и так далее. Таких признаков есть гигантское количество, вплоть до нескольких тысяч. Но в целом, антропометрических точек должно быть больше 68.

Алгоритму требуется лицо, смотрящее анфас на камеру, но, конечно, это условие не выполняется почти никогда, особенно если мы взялись идентифицировать человека в толпе. Поэтому система производит дополнительное преобразование изображения: устраняется поворот и наклон головы с помощью нейросетей. Проводится 3D-реконструкция лица из 2D-изображения. Таким образом, даже если человек на изображении смотрел вбок, мы всё равно можем получить четкий фронтальный снимок, что существенно повышает качество распознавания.

Далее нейросеть присваивает распознанному человеку список векторов, которые, по своей сути, являются числами, получаемыми из сумм признаков лица, расстоянием между бровями, шириной рта и прочее. Основное правило — они должны описывать лицо независимо от посторонних факторов: макияжа, причёски, возрастных изменений.

Программе осталось сравнить набор векторов человека с базой других векторов. Совпадение найдено — вы опознаны!

Для многих отраслей тема контроля доступа с использованием технологии распознавания лиц, является одной из самых важных в сфере ведения бизнеса и таких отраслей как:

- Робототехника;
- Криминалистика;

- Информатика.

Такие системы могут быть нацелены не только на идентификацию, но и на анализ поведения или эмоций человека. К примеру, в общественном транспорте можно быстро и эффективно вычислять пьяных пассажиров или водителей. В торговых центрах можно находить недовольных покупателей и изменять уровень сервиса относительно настроений потребителя. Или, например, в школах можно находить скучающих детей и либо применять меры к ученику, либо корректировать программу обучения. Такая система уже сегодня реализована во многих школах Китая. Если кто-то из учеников отвлекается во время уроков — учителю приходит оповещение, в котором говорится, кто из присутствующих его не слушает. Вот такой мир будущего, и мы уже в нём живём, не зная этого.

## Глава 2. Практическая часть

### 2.1 Реализация программы на языке Python

Изучив теорию, мы поняли, что самым лучшим решением будет написание программы на фундаменте крупной библиотеки: OpenCV – самой эффективной и популярной библиотеки для работы с изображениями.

Все модули и библиотеки, использованные в нашей программе, являются открытыми и свободными к распространению.

**Цель опыта:** создание программы распознавания и идентификации человека по лицу.

**Оборудование:** персональный компьютер [Intel Core i7-10700F 2.90GHz, DDR4 2666 МГц 2x8 ГБ, SSD 128 ГБ, Windows 10 Home]; Python 3.9, PyCharm Community Edition 2022, веб-камера A4TECH AMCAP.

Описание применения импортированных библиотек и модулей программы:

- Модуль `os` – был использован для описания путей расположения директорий программы.
- Модуль `pickle` – был использован для записи данных в качестве Python-объекта.
- Библиотека `face_recognition` – распознавание лица и вектора изображения
- Библиотека `PIL` – работа с изображениями
- Библиотека `NumPy` – математические и числовые операции в работе с многомерными массивами данных.

В программе использовалась открытая библиотека OpenCV. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) — это открытая библиотека для работы с алгоритмами компьютерного зрения, машинным обучением и обработкой изображений. Написана на C++, но существует также для Python, JavaScript, Ruby и других языков программирования. Работает на Windows,

Linux и MacOS, iOS и даже на Android. Использует расширенный метод Виолы – Джонса для опознавания лица на изображении.

## 2.2 Принцип работы программы

Наша программа состоит из 2 подпрограмм: первая берет на вход данные с веб-камеры или с видео, создает базу данных с фотографиями в репозитории, анализирует фотографии из базы данных и создаёт файл с закодированными данными конкретного лица в репозитории; вторая берет на вход данные с веб-камеры или видео, анализирует предложенные данные лица и сверяет их с созданным в репозитории файлом, а затем выводит на экран рамку с результатами проверки (результаты проверки также выводятся и в консоль: “Match found! {name}” в случае опознавания знакомого человека, и “Unknown person!” в случае опознавания чужого).

**Инструкция по работе с программой:** запустить программу `training_model.py`, которая с видео или веб-камеры возьмет несколько фотографий, о каждой Вы будете уведомлены в консоли программы (фотографии делаются автоматически раз в 3 секунды, но, если, к примеру, видео слишком короткое, Вы можете сделать несколько экстренных фотографий на Ваше усмотрение, просто нажмите на клавишу “SPACE”, оптимальное количество фотографий для корректной работы программы – 4-7 штук). Для завершения работы программы нажмите на клавишу “Q” (в случае окончания предложенного видео программа завершит работу автоматически). Затем запустить программу `main.py`, которая возьмёт данные с веб-камеры или видео, и выведет результат идентификации лица на экран (имя человека в случае успешного опознавания лица как знакомого), а также в консоль.

В видеофрагментах представлена демонстрация работы программы по идентификации человека по лицу:

- видео 1 – <https://youtu.be/738HI4E9-1M>,
- видео 2 – <https://youtu.be/jrJIUwFdZF4>.

## **Заключение**

В ходе исследования мы изучили современные эффективные алгоритмы распознавания и идентификации лиц, в частности Виолы – Джонса.

Результатом исследования стала программа на фундаменте крупной библиотеки OpenCV, позволяющая распознавать лица и идентифицировать личность по лицу. Программа состоит из 3 частей: базы данных, подпрограммы для записи данных с видео или веб-камеры в базу данных, подпрограммы, идентифицирующей лицо человека действительно возможно.

Наша гипотеза подтвердилась. Нам удалось написать программу распознавания и идентификации лиц в домашних условиях. Мы использовали открытую библиотеку OpenCV для работы с изображениями. Исследования темы и совершенствования программы будут нами продолжены.

## Список используемых источников

1. Журнал «Код» от Яндекс Практикума о технологиях и программировании. [Электронный ресурс] \Бустинг — ещё один способ машинного обучения\ - 2020. <https://thecode.media/boosting/>.
2. Хабр – крупнейший русскоязычный ресурс для IT-специалистов [Электронный ресурс] \Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц\ – 2011. <https://habr.com/ru/post/133826/>.
3. ХАЙТЕК – журнал о современных технологиях. [Электронный ресурс] 2018. <https://hightech.fm/2018/05/17/china-19/>.
4. Шакирьянов Э. Д. Компьютерное зрение на Python. Первые шаги, 2021.
5. GitHub - крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки [Электронный ресурс] - 1989. \Руководство к библиотеке Face Recognition\  
[https://github.com/ageitgey/face\\_recognition/blob/master/README.rst/](https://github.com/ageitgey/face_recognition/blob/master/README.rst/);  
\Руководство к библиотеке OpenCV\  
[https://github.com/opencv/open\\_vision\\_capsules/blob/master/README.md/](https://github.com/opencv/open_vision_capsules/blob/master/README.md/).

В расширенном методе Виолы – Джонса

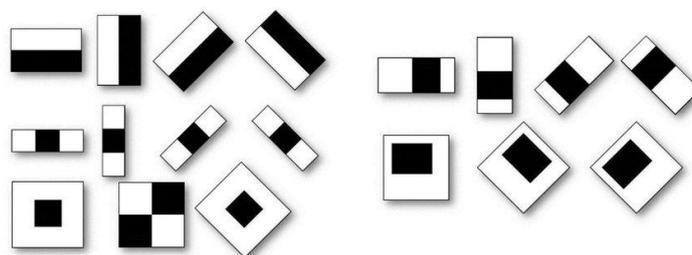


Рис. 1. Примитивы (каскады) Хаара



Рис. 2. Применение каскадов Хаара на изображение лица

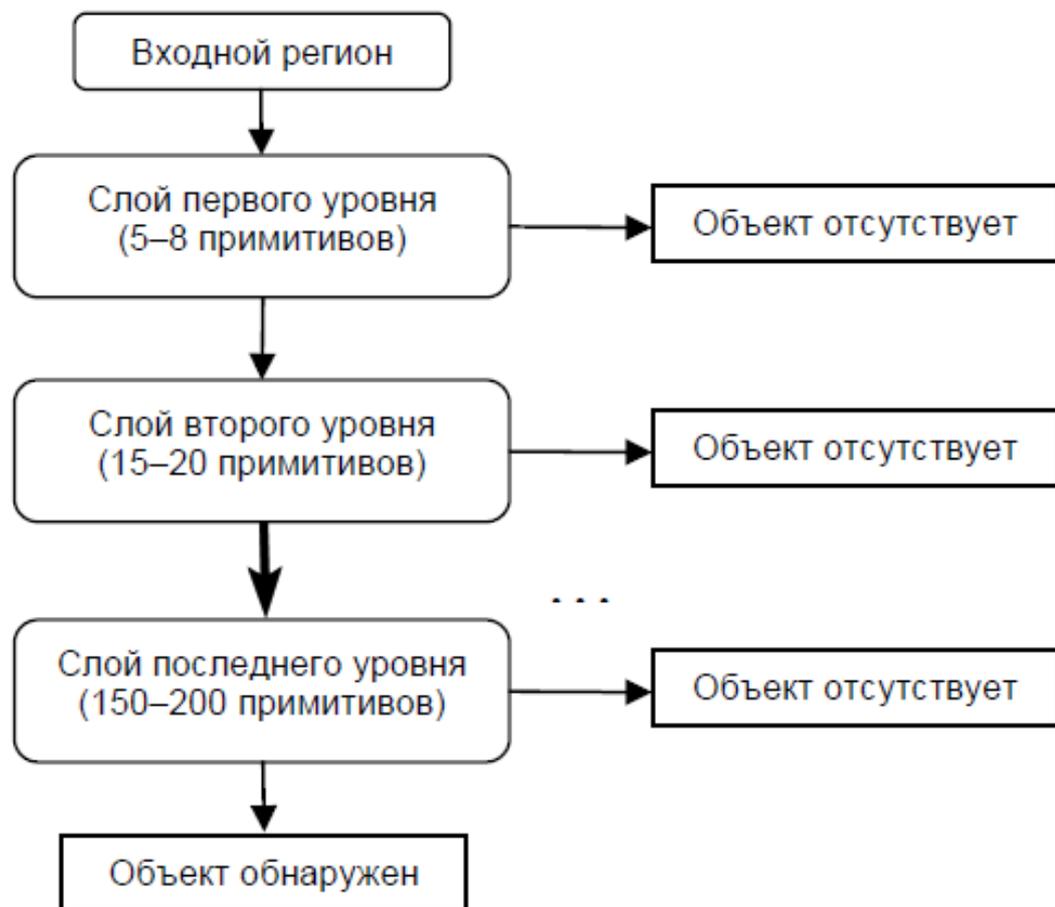


Рис. 3. Пример каскадной модели сильных классификаторов