



УДК 004.93

**APPLICATION OF FACE RECOGNITION TECHNOLOGY IN THE SECURITY SPHERE****ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ****Rusakov A.M. / Русаков А.М.***senior lecturer / ст. преподаватель.**SPIN: 1066-8077***Trubchenko I.A. / Трубченко И.А.***student / студент.***Fisenko A.D. / Фисенко А.Д.***student / студент.**MIREA-Russian Technological University, Moscow, PR-t Vernadsky, 78**МИРЭА – Российский технологический университет,**Москва, Пр-т Вернадского, 78*

**Аннотация.** В статье приводятся основные принципы создания систем распознавания. Описаны основные сферы и области применения технологии распознавания лиц. Определены области эффективного использования рассмотренной технологии. Разработан алгоритм для создания системы распознавания лиц. Рассмотрены используемые свободные библиотеки на Python: OpenCV, dlib и face\_recognition. Даны рекомендации по дальнейшему развитию проекта.

**Ключевые слова:** технология распознавания лиц, биометрия, информационная безопасность.

**Введение**

Современный мир невозможно представить без компьютерных технологий. Мы ежедневно производим и потребляем информацию. Одним из ключевых проблем в настоящее время является вопрос защиты информации. В данной статье изучается один из способов защиты информации — технологии распознавания лиц.

Система распознавания лиц — программа распознавания образов, задача которой состоит в автоматическом выделении лица на изображении и идентификации персоны путем сопоставления и анализа биометрических данных человеческого лица [1].

Простыми словами, лицо любого человека имеет уникальное строение. Программа по распознаванию умеет находить его на фотографии или в видеопотоке, анализировать, сопоставлять с загруженной базой биометрических данных и идентифицировать человека.

**Области применения технологии распознавания лиц****Обеспечение безопасности**

Технология распознавания лиц помогает выявлять нарушителей для предотвращения совершения противоправных действий, таких как кражи и мошенничество. При появлении подозрительных лиц программа вовремя подаст сигнал правоохранительным органам об их обнаружении.

**Контроль доступа**

Технология распознавания лиц обеспечивает быстрый и бесконтактный



доступ на территорию, абсолютный контроль посещений и перемещений, объективный учёт рабочего времени.

### ***Построение аналитики***

Способствует повышению продаж и лояльности. Определяет пол, возраст, эмоции и другую информацию о клиентах. Выявляет предпочтения покупателей, анализируя их поведенческие факторы.

### **Сферы применения технологии распознавания лиц**

#### **В городских условиях**

Для современных городов технология распознавания лиц обеспечивает возможность сбора и анализа данных из разных источников, в том числе с камер видеонаблюдения. Видеонаблюдение с применением алгоритмов распознавания лиц позволяет гораздо быстрее предотвращать противоправные действия и нарушения.

Имея базу биометрических данных подозреваемых лиц, правоохранительные органы имеют возможность идентифицировать преступника и его близкое окружение, определить их местонахождение и своевременно принять меры по их задержанию.

Помимо идентификации подозреваемых, технология распознавания лиц помогает городским властям решать ряд задач градостроительного характера:

Определение маршрутов жителей;

Улучшение работы городского общественного транспорта;

Выявление наиболее подходящих и удобных места для расположения кафе, ресторанов, магазинов и т. д. по пути следования;

#### **На транспорте**

Стремительное развитие транспортной инфраструктуры и активное передвижение людей по миру приводит к разработке новых решений для улучшения контроля пассажирского потока. Технологии распознавания лиц направлены на повышение уровня безопасности, а также на оптимизацию всех этапов проверки пассажиров.

#### ***Идентификация пассажиров***

Происходит проверка по базе данных правоохранительных органов и специальных служб.

#### ***Онлайн регистрация***

Функция распознавания лиц в смартфонах или веб-камере на компьютерах проводит идентификацию пассажиров при удалённой регистрации на рейс.

#### ***Регистрация на стойке***

Регистрация пассажиров на стойке, оборудованной камерами с функцией распознавания лиц, проводится быстрее, благодаря мгновенной идентификации личности.

#### ***Посадка пассажиров***

Биометрия лица заменяет бумажный или электронный билет при входе в вагон поезда, салон самолёта или другое транспортное средство. Технологии распознавания лиц также играют важную роль в обеспечении безопасности и оптимизации финансовых расходов при оказании транспортных услуг и личном использовании транспорта.



## Контроль водителя

Монотонность движения при длительных поездках и ночная езда повышают утомляемость водителя. Это приводит к снижению его реакции и засыпанию за рулем, что чревато серьезным ДТП. Для наблюдения и контроля уровня усталости водителя в системе распознавания лиц отвечают функции: обнаружения и отслеживания лица, мониторинга глаз, отслеживания взгляда, мониторинга положения головы.

## Предупреждение угонов

Система идентификации и верификации лиц заблокирует двигатель, если за рулем находится неизвестный программе человек, тем самым предотвратит кражу и нецелевое использование автомобиля.

## Обзор современных методов и алгоритмов распознавания лиц

### Контрольные точки

Как может работать базовый процесс распознавания лиц:

1. Обнаружение лица на изображении
2. Выделение особенностей на лице
3. Преобразования для сравнения с лицами в базе данных
4. Заключение (определение соответствия между лицами)

Для обнаружения лиц, как правило, используется метод Виолы-Джонса [2], а для идентификации лиц – модель ASM (Active Shape Models).

Основная идея заключается в учете статистических связей между расположением антропометрических точек лица. На каждом изображении лица точки пронумерованы в одинаковом порядке. По их взаимному расположению осуществляется сравнение лиц см. рисунок 1.

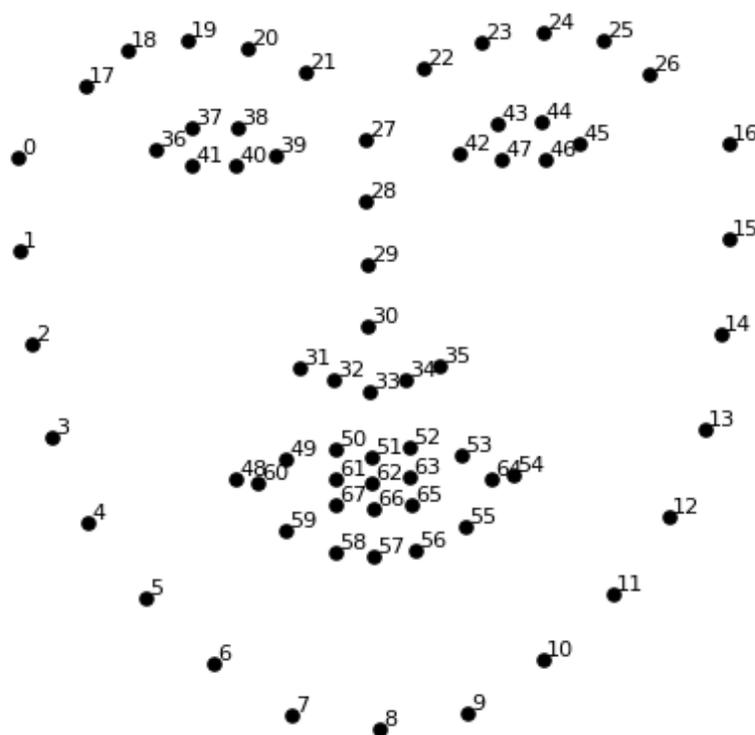


Рисунок 1 – Точечный каркас, используемые при определении лиц.



Для сравнения лиц можно использовать точечный 2D-каркас одного и того же положения лица относительно камеры. Более предпочтителен для этого точечный 3D-каркас.

### Нейронные сети в биометрии и распознавании лиц

Нейронные сети – это программная реализация сетей нервных клеток человека, то есть биологических нейронных сетей. В результате исследований нейробиологами было установлено, что мозг — это миллиарды нейронов, соединенных между собой, а мозг человека способен выполнять сложнейшие задачи. Нейронная сеть состоит из связанных между собой нейронов, которые способны взаимодействовать друг с другом. Простая нейронная сеть приведена на рисунке 2.

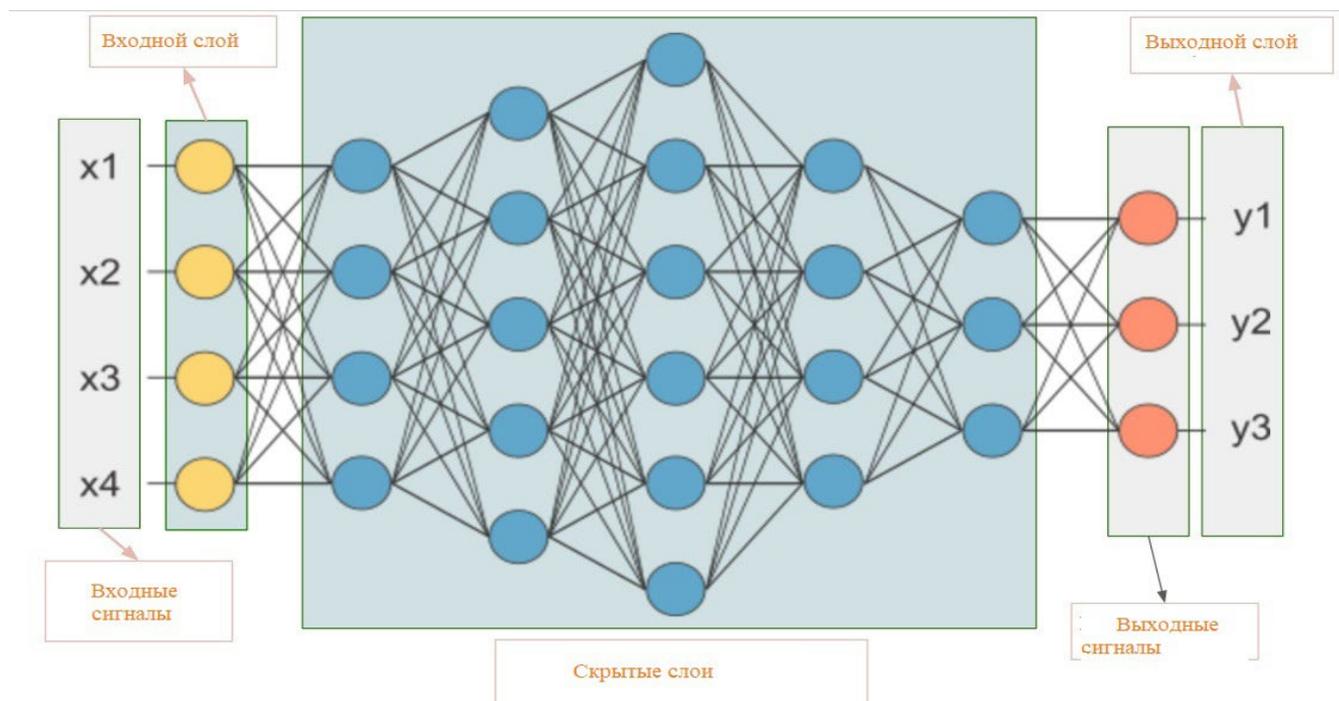


Рисунок 2 – Модель нейронной сети

Нейронная сеть начинается с входного слоя, в котором находятся входные узлы, они относятся к первому слою, который называют входным - обозначения для активации нейронов, — активация узла  $i$  в слое  $j$ ), они относятся ко второму слою, который называют скрытым, количество скрытых слоев в сети выбирается при разработке архитектуры, именно в этом слое происходят основные вычисления; – гипотеза. Последний слой называют выходным, т.к. он выдает конечное значение, вычисленное гипотезой, то есть результат.

Существует два вида обучения с учителем и без учителя. Обучение с учителем предполагает, что для каждого входного вектора существует целевой вектор, представляющий собой требуемый выход. Предъявляется выходной вектор, вычисляется выход сети и сравнивается с соответствующим целевым вектором. Далее веса изменяются в соответствии с алгоритмом, стремящимся минимизировать ошибку. При обучении без учителя сеть обучается лишь на основе входных сигналов, желаемый результат остается неизвестным, и самостоятельно определяет признаки, по отношению к которым параметры



сети будут оптимизированы.

### **Разработка системы распознавания лиц**

При разработке системы распознавания лиц были использованы библиотеки Python: OpenCV [4], dlib [5] и face\_recognition [6].

#### **Библиотека OpenCV**

Библиотека OpenCV — Open Source Computer Vision Library [4] — библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом. Представляет собой мультиплатформенное решение для обработки и анализа изображений. Разработана на C/C++, но также поддерживает ряд языков: python, Java, Ruby, Lua, Matlab.

Библиотека разделена на функциональные модули. В текущей работе были использованы следующие модули и функции:

- модуль `videoio`, содержащий функции, предоставляющие чтение и запись видео и изображений;
- функция `VideoCapture()` позволяет создавать подключение к камере для получения с нее изображения в режиме реального времени;
- функция `read()` позволяет считывание текущего кадра камеры. Возвращает трехмерную матрицу с цветовой моделью BGR (Blue, Green, Red).
- модуль `imgproc` позволяет производить обработку изображений;
- функция `resize()` изменяет размер (масштаб) изображений;
- функция `rectangle()` добавляет к кадру прямоугольную рамку.
- модуль `highgui` позволяет визуализировать изображения без необходимости написания пользовательского интерфейса;
- функция `imshow()` —, отображающая кадры в отдельном окне;
- `destroyAllWindows()` — функция, прекращающая работу всех OpenCV окон;
- функция `waitKey()` обрабатывает сигналы нажатий клавиш.

#### **Библиотека dlib**

Библиотека dlib — программная библиотека с открытым исходным кодом [5], разрабатываемая на C++. Содержит множество различных готовых инструментов:

- несколько реализаций нейронных сетей;
- функции матричной геометрии;
- методы градиентного спуска.

В данной работе была использована функция `get_frontal_face_detector()`, возвращающая определитель лиц, который предоставляет возможность получения информации о лицах. Для определения необходимо вызвать функцию `detector()`, которая принимает на вход кадр и возвращает список с координатами найденных лиц.

#### **Библиотека face\_recognition**

Библиотека Face Recognition — свободно распространяемая библиотека [6], основанная на dlib и разрабатываемая на языке python. Позиционируется как самый простой инструмент, позволяющий производить распознавание лиц и управление собранными данными.

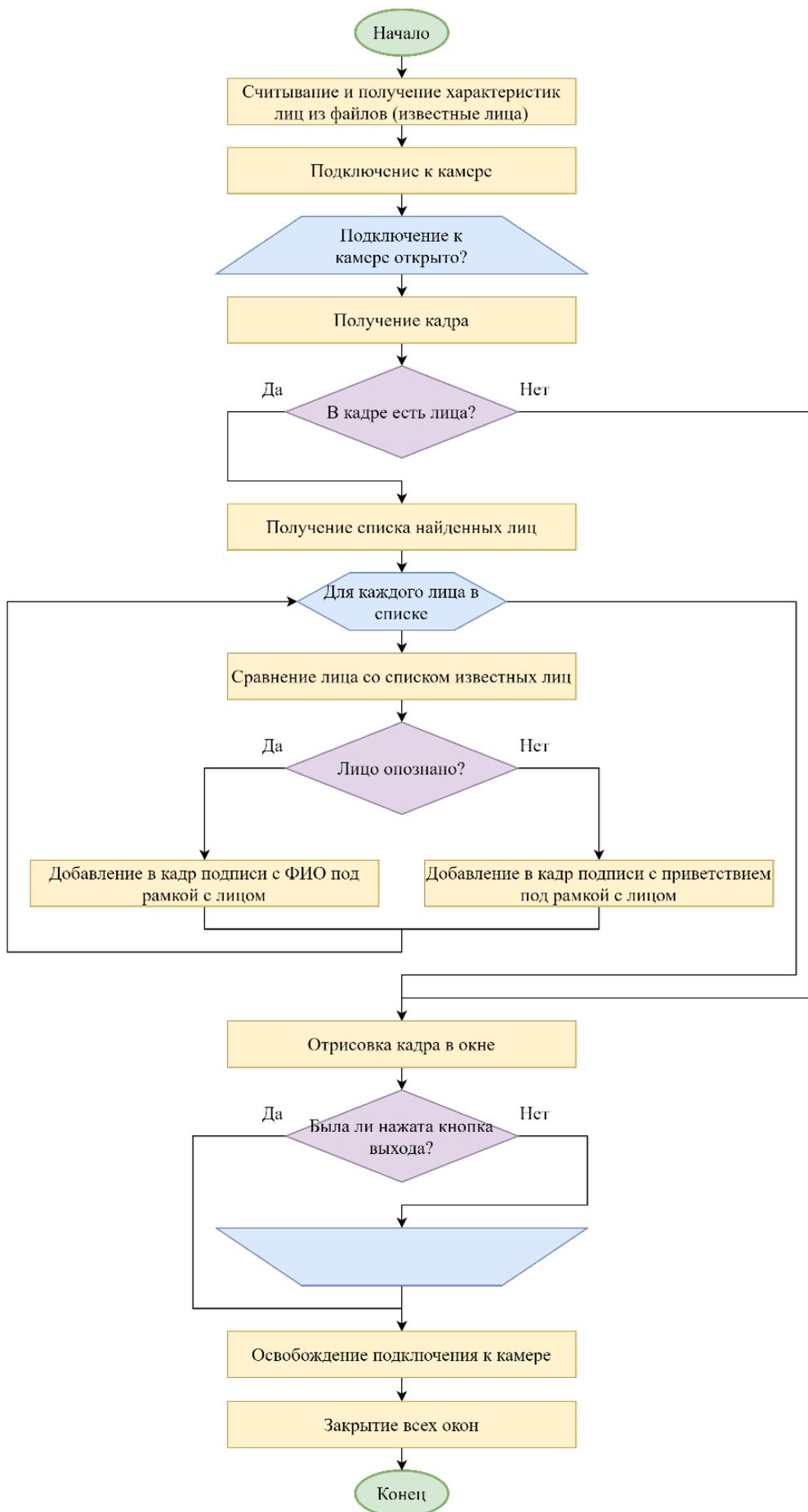


Рисунок 3 – Алгоритм работы системы определения лиц



В данной работе были использованы следующие функции:

- функция `load_image_file()` считывает изображения и преобразовывающая его в матрицу;
- функция `face_encodings()` производит обнаружение и извлечение характеристик лица из кадра (матрицы);
- функция `face_locations()` возвращающая матрицу (прямоугольник), которая соответствует местонахождению лиц в кадре;
- функция `compare_faces()` производит сравнение списка с кодировками известных лиц и кодировку лица, которое необходимо проверить. Возвращает список значений `True/ False`, указывающий каким известным лицом соответствует определяемое лицо.
- функция `face_distance()` — аналог функции `compare_faces()`, возвращающий евклидово расстояние между сравниваемыми лицами, которое показывает численную схожесть лиц.

### **Алгоритм работы системы**

Система работает в соответствии с алгоритмом представленном в виде блок-схемы на рисунке 3.

### **Заключение и выводы.**

В статье были рассмотрены различные методы, используемые для распознавания лиц. В результате анализа изученной информации была спроектирована и разработана система распознавания лиц, способная производить анализ изображений на любом компьютере с внешней или встроенной веб-камерой в режиме реального времени. Система не только способна находить лица на изображении, но и идентифицировать отдельных людей.

Следующим шагом развития данного проекта будет изучение методов и способов оптимизации работы с используемыми инструментами системы для увеличения производительности и точности работы системы.

### **Литература:**

Технология распознавания лиц (Введение) // securityrussia.com: Компания Интемс. 2021. URL: <https://securityrussia.com/blog/face-recognition.html> (дата обращения: 11.04.2021).

Алгоритм распознавания лиц на основе контрольных точек // URL: [https://api-2d3d-cad.com/face\\_recognition\\_with\\_opencv/](https://api-2d3d-cad.com/face_recognition_with_opencv/) (дата обращения: 12.04.2021).

Yadav, Neha, Anupam Yadav, and Manoj Kumar. "History of neural networks." An Introduction to Neural Network Methods for Differential Equations. Springer, Dordrecht, 2015. 13-15 pp.

Библиотека OpenCV: OpenCV modules. // Официальная документация. URL: <https://docs.opencv.org/master/> (дата обращения: 14.04.2021).

Библиотека dlib C++ Library. // Официальная документация. URL: <http://dlib.net/> (дата обращения: 11.04.2021).

Ageitgey. Face\_recognition // Официальный репозиторий. URL: [https://github.com/ageitgey/face\\_recognition](https://github.com/ageitgey/face_recognition) (дата обращения: 15.04.2021).

**References.**

1. Face Recognition Technology (Introduction). (n.d.). Retrieved April 11, 2021, from <https://securityrussia.com/blog/face-recognition.html>
2. Face recognition algorithm based on control points. Retrieved April 12, 2021, from [https://api-2d3d-cad.com/face\\_recognition\\_with\\_opencv/](https://api-2d3d-cad.com/face_recognition_with_opencv/)
3. Yadav, Neha, Anupam Yadav, and Manoj Kumar. "History of neural networks." An Introduction to Neural Network Methods for Differential Equations. Springer, Dordrecht, 2015. 13-15 pp.
4. OpenCV: OpenCV modules. Retrieved April 14, 2021, from: <https://docs.opencv.org/master/>
5. dlib C++ Library. Retrieved April 11, 2021, <http://dlib.net/>
6. Ageitgey. Face\_recognition. Retrieved April 15, 2021, [https://github.com/ageitgey/face\\_recognition](https://github.com/ageitgey/face_recognition)

**Abstract.** *The article presents the basic principles of creating recognition systems. The main areas and applications of facial recognition technology are described. The areas of effective use of the considered technology are defined. An algorithm for creating a facial recognition system has been developed. The following free Python libraries are considered: OpenCV, dlib, and face recognition. Recommendations for further development of the project are given.*

**Key words:** *facial recognition technology, biometrics, information security.*

Статья отправлена: 19.04.2021 г.

© Русаков А.М. Трубченко И.А. Фисенко А.Д.