

УДК 519.764

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА

К. Р. АХМЕТЗЯНОВ<sup>1</sup>, В. И. САЗОНОВ<sup>2</sup>, Ю. Н. ЛИПИН<sup>3</sup>, А. А. ЮЖАКОВ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> kirill94a@mail.ru, <sup>2</sup> vlsa0880@gmail.com, <sup>3</sup> y\_lipinin@mail.ru, <sup>4</sup> us@at.pstu.ru

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

*Поступила в редакцию 21.06.2017*

**Аннотация.** Разработан программный комплекс распознавания лиц человека с использованием библиотеки технического зрения OpenCV. На основании алгоритма Виолы–Джонса вырезается лицо из видеокadra с определением 68 точек лица, которые используются для метода гибких контуров с учетом нарушения правил золотого сечения природного построения лица за счет его индивидуальной асимметрии, а также геометрической структуры. Дополнительно предложен алгоритм автоматической коррекции яркости и контрастности входного изображения. В разработанном программном комплексе есть четыре варианта создания базы и распознавания: по набору фотографий, по записанному видеопотоку, по видеопотоку IP-камеры и по видеопотоку USB-камеры. Описан порядок действий для создания базы и распознавания для каждого варианта. Также в статье дано описание директорий и файлов, из которых состоит программный комплекс распознавания лиц, и двух разработанных модулей. В конце статьи приведены результаты тестирования программного комплекса.

**Ключевые слова:** распознавание лиц; гибкие контуры; правила золотого сечения; асимметрия лица; коррекция цвета.

### ВВЕДЕНИЕ

Автоматические охранные системы с «фейсконтролем» и мониторинг несанкционированной активности, игрушки-роботы и автономные космические зонды, анализ документов и изображений, видеобазы данных, самообучающиеся компьютерные системы, управление компьютером с помощью жестов, интерфейсы прикладных программ – это лишь некоторые примеры использования технологий «компьютерного зрения» – одного из самых перспективных исследовательских направлений, которое открывает новые методы взаимодействия с компьютером без использования классических устройств взаимодействия «человек–компьютер». Дружественные и персонализированные способы общения с компьютером означают, что интерфейсы нового поколения должны идентифицировать окружающую человека обстановку и, как минимум, узнавать его самого, т.е. научить компьютер идентифицировать личность чело-

века. Существует большое разнообразие биометрических методов идентификации: голос, отпечатки пальцев, подпись, распознавание сетчатки и радужной оболочки глаза, лицо человека [1–2]; причем многие из них получили широкое коммерческое применение и используются в практических и коммерческих разработках.

Сегодня большой интерес вызывают методы биометрической идентификации, позволяющие определить личность человека по его физиологическим характеристикам путем распознавания по образцам [3]. Классический пример биометрии – анализ отпечатков пальцев, а к новейшим технологиям относятся распознавание сетчатки и радужной оболочки глаза. Интерфейс типа «остановись и продекларируй себя» нужен приложениям с высокими требованиями к безопасности (некоторая задержка заставит пользователя осознать важность проблемы). Для интеллектуальных сред нового поколения лучше всего подходят технологии рас-

познавания лиц и голоса. Они ненавязчивы (распознавание происходит на расстоянии, не требуют специального уровня освещенности), не ограничивают пользователя в свободе перемещений [4–5].

Но самое важное, по-видимому, то, что люди обычно узнают друг друга по лицам и голосам, значит, не будут испытывать неудобств с системой, основанной на аналогичных способах распознавания. Также новый стимул разработке систем распознавания человека по лицу дало обострение ситуации с международным терроризмом. Установка подобных систем в местах массового скопления людей (аэропортах, вокзалах, крупных торговых центрах) должна способствовать раннему выявлению лиц, находящихся в розыске.

При всем многообразии различных алгоритмов и методов распознавания изображений, типичный метод распознавания состоит из трех компонентов [6]:

1. Преобразование исходного изображения в начальное представление (может включать в себя как предобработку, так и математические преобразования, например, вычисления главных компонент).

2. Выделение ключевых характеристик изображения (например, берутся первые  $n$  главных компонент или коэффициентов дискретного косинусного преобразования).

3. Механизм классификации (моделирования): кластерная модель, метрика, нейронная сеть и т.п.

Рассмотрим наиболее распространенные используемые математические методы распознавания [3], основанные на геометрических характеристиках лица.

#### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

*Анализ геометрических характеристик лица.* Суть метода заключается в выделении набора ключевых точек (или областей) лица и последующем выделении набора признаков. Каждый признак является либо расстоянием между ключевыми точками, либо отношением таких расстояний. В отличие от метода сравнения эластичных графов [6], здесь расстояния выбираются не как дуги графов, а как наборы наиболее информативных признаков, выделенных экспериментально. Ключевыми

точками могут быть уголки глаз, губ, кончик носа, центр и другие.

*Метод главных компонент, или principal component analysis (PCA).* Одним из наиболее известных и проработанных является метод главных компонент (principal component analysis, PCA) [3], основанный на преобразовании Карунена–Лоэва. Active Appearance Models (AAM) и Active Shape Models (ASM) – это статистические модели изображений, которые путем разного рода деформаций могут быть подогнаны под реальное изображение. Суть метода ASM заключается в учете статистических связей между расположением антропометрических точек на имеющейся выборке изображений лиц, снятых в анфас [6].

*Метод сравнения эталонов.* Сравнение эталонов (Template Matching) заключается в выделении областей лица на изображении и последующем сравнении этих областей для двух различных изображений [3]. Каждая совпавшая область увеличивает меру сходства изображений. Это также один из исторически первых методов распознавания человека по изображению лица. Для сравнения областей используются простейшие алгоритмы типа попиксельного сравнения изображения глаза, в качестве ключевых областей могут быть прямоугольные области, включающие в себя: глаза, нос, рот и т.д.

*Гибкое сравнение с графом лица.* Система Университета Южной Калифорнии распознает лица путем сравнения графов лица (elastic graph matching) [4]. Агентство DARPA и Исследовательская лаборатория армии США разработали программу Feret (face recognition technology) [5]. Цель этой программы – оценить эффективность предложенных алгоритмов и стимулировать развитие лучших из них. В ходе реализации программы Feret несколько алгоритмов продемонстрировали самый высокий уровень точности распознавания для больших баз данных (1200 человек) в наиболее сложных для распознавания условиях тестирования.

*Нейронные сети (ИНС).* Еще одним направлением распознавания является применение нейронных сетей [3]. ИНС представляет собой систему соединенных и взаимодействующих между собой простых элементов (искусственных нейронов). Каж-

дый элемент подобной системы имеет дело только с сигналами ИНС, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим элементам. И тем не менее, будучи соединенными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие локально простые элементы вместе способны выполнять довольно сложные задания. Для обучения каждому новому представлению приходится тщательно подбирать вручную параметры обучения и другие характеристики сети, что, однако, не гарантирует сходимости.

*Скрытые Марковские модели.* Марковские модели являются мощным средством моделирования различных процессов и распознавания образов [3]. По своей природе Марковские модели позволяют учитывать непосредственно пространственно-временные характеристики сигналов и поэтому получили широкое применение в распознавании речи, а в последнее время – изображений (в частности, изображений лиц).

Указанные методы нашли широкое применение в ряде коммерческих продуктов. Рассмотрим некоторые из них. Проведенный авторами анализ показал, что три выбиваются в лидеры – это разработки компаний Viisage, Visionic, Miros [4].

В основе приложения FaceIt компании Visionic лежит алгоритм анализа локальных признаков, разработанный в Университете

Рокфеллера [4]. Коммерческая компания в Великобритании интегрировала FaceIt в телевизионную антикриминальную систему под названием Mandrake [5]. Эта система ищет преступников по видеоданным, которые поступают с 144 камер, объединенных в замкнутую сеть. Когда устанавливается идентичность, система сообщает об этом офицеру безопасности.

Следует отметить разработку российской компании (система «Видео Око», Россия, Сколково) – для работы система применяет черно-белые камеры высокого разрешения, время принятия решения составляет полторы секунды для Pentium 200 (регистрируемые события: движения в кадре, изменения фона, лицо в кадре, лицо распознано).

С учетом [7] и нашего опыта, отметим следующие недостатки указанных систем:

1. Низкая статистическая достоверность (т.е. высока степень отклонения одних и тех же ключевых точек лица, полученных в разных условиях съемки), что снижает достоверность распознавания.

2. Предъявляются особые требования к освещению в помещениях, где установлена система (например, не удастся регистрировать лица входящих с улицы людей в солнечный день).

3. Для многих алгоритмов неприемлемость каких-либо внешних помех, как, например, очки, борода, некоторые элементы прически.



Рис. 1. Результат работы программного комплекса распознавания лиц:

1 – управление вводом; 2 – кадр из входного потока; 3 – вырезанное лицо; 4 – найденное в базе лицо

Work Base Clear Memo Memo-Print Memo--Print № % Memo-->print N Base2 Распознавание Лица Help Exit

Рис. 2. Строка главного меню программы распознавания лиц

4. Обязательно фронтальное изображение лица с весьма небольшими отклонениями (до  $15^\circ$  поворота в сторону и  $45^\circ$  наклона от фронтального изображения).

5. Многие алгоритмы не учитывают возможные изменения мимики лица, то есть выражение должно быть нейтральным.

На рис. 1 изображен результат работы программы распознавания лиц.

На рис. 2 изображена строка главного меню программного комплекса распознавания лиц.

В ходе разработки программного комплекса некоторые из отмеченных недостатков были устранены.

#### ОПИСАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Авторами в алгоритм программного комплекса было добавлено вычисление параметров с помощью метода гибких контуров, который учитывает нарушения правил золотого сечения природного построения лица за счет его индивидуальной асимметрии и который основан только на геометрии лица, за счет чего достигается высокий процент идентификации (на объем базы от 300 до 400 человек), малая критичность цветовых характеристик лица при распознавании лиц и отсутствие влияния таких факторов, как: скрытие верхней части лица (прическа, головной убор), глаз (очки, за исключением солнцезащитных).

Также в алгоритм авторами было добавлено возврат точек лица в исходное состояние, если голова распознаваемого человека наклонена.

Авторами статьи также была добавлена коррекция яркости и контрастности изображения, за счет которой поиск точек лица выполняется более точно и по этой причине достигается больший процент правильного распознавания.

В созданном программном комплексе распознавания лиц есть два режима работы:

1. Создание базы.
2. Распознавание лиц.

В программном комплексе распознавания лиц есть следующие варианты создания базы:

- создание базы по фотографиям;
- создание базы по записанному видеопотоку;
- создание базы по видеопотоку IP-камеры;
- создание базы по видеопотоку USB-камеры.

В программном комплексе распознавания лиц есть следующие варианты распознавания лиц:

- идентификация по фотографиям;
- идентификация по записанному видеопотоку;
- идентификация по видеопотоку IP-камеры;
- идентификация по видеопотоку USB-камеры.

Программный комплекс распознавания лиц состоит из следующих файлов:

1. «Project1.exe» – исполняемый файл программного комплекса распознавания лиц (модуль 1).

2. «Detection.dll» – динамическая библиотека программного комплекса распознавания лиц (модуль 2).

3. «shape\_predictor\_68\_face\_landmarks.dat» – бинарный файл, содержащий модели-шаблоны точек лица.

4. «ip\_path.txt» – файл, содержащий путь до RTSP-потока IP-камеры.

Программный комплекс распознавания лиц состоит из следующих директорий:

1. «Gall» – директория, в которой находятся вырезанные лица базы программного комплекса распознавания лиц.

2. «Sgall» – директория, в которой находится файл «SFg.txt» – файл с координатами точек базы программного комплекса распознавания лиц.

3. «Fgal» – директория, в которой находится файл «fg.txt» – файл с векторами (вектор – это математическая модель лица человека, состоящая из десяти значений, полу-

ченных в результате математического преобразования ключевых точек лица, – параметров и одиннадцатого параметра – значения, представляющего собой среднее арифметическое по десяти параметрам) базы программного комплекса распознавания лиц.

4. «TwoFaces» – директория, в которой содержатся изображения-объединения лиц из входного потока и распознанных лиц из базы программного комплекса распознавания лиц.

Программный комплекс распознавания лиц состоит из двух модулей:

1. Модуль 1 (Project1.exe) – создание математической модели лица в виде 11-значного вектора и распознавание.

2. Модуль 2 (Detection.dll) – поиск лица с использованием алгоритма Виолы–Джонса с вырезанием его и получением точек лица.

Библиотека Detection.dll скомпилирована в Microsoft Visual Studio 2015 Community с включением расширенных наборов инструкций AVX (Advanced Vector Extensions – расширение системы команд ×86 для микропроцессоров Intel и AMD), а также были использованы функции библиотек OpenCV [9] и Dlib.

Каждый модуль состоит из следующих разделов пункта меню Work Base:

1. Создание базы по фотографиям.
2. Создание базы по записанному video потоку.
3. Создание базы по video потоку через IP-камеру.
4. Создание базы по video потоку через USB-камеру.
5. Просмотр видео.
6. Вывод числовой модели базы.
7. Идентификация по фотографиям.
8. Идентификация по записанному video потоку.
9. Идентификация по video потоку через IP-камеру.
10. Идентификация по video потоку через USB-камеру.
11. Остановить создание базы или распознавание через USB- или IP-камеру.

## ОПИСАНИЕ ПОРЯДКА ДЕЙСТВИЙ ПРИ СОЗДАНИИ БАЗЫ

Если база программного комплекса распознавания лиц создается по фотографиям, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Нажать кнопку «Загрузить входной поток» и выбрать первую фотографию из директории, в которой содержится база фотографий лиц.

2. Нажать пункт меню «Создание базы по фотографиям».

3. Нажать пункт меню «Создание базы».

Если база программного комплекса распознавания лиц создается по записанному видеопотоку, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Переместить видео, с которого будет выполняться создание базы, в ту же директорию, где находится программный комплекс распознавания лиц, с названием «1\_Res.mp4».

2. Нажать пункт меню «Создание базы по записанному video потоку».

3. Нажать пункт меню «Создание базы».

Если база программного комплекса распознавания лиц создается по видеопотоку IP-камеры, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Прописать путь до RTSP потока IP-камеры, через которую будет создаваться база программного комплекса распознавания лиц, в файле «ip\_path.txt», который расположен в той же директории, что и исполняемый файл программного комплекса распознавания лиц.

2. Нажать пункт меню «Создание базы по video потоку через IP-камеру».

3. Нажать пункт меню «Остановить создание базы или распознавание через USB- или IP-камеру» после завершения вырезания лиц с потока IP-камеры (когда необходимо завершить процесс вырезания лиц, пользователь программного комплекса распознавания лиц решает сам).

4. Нажать пункт меню «Создание базы».

Если база программного комплекса распознавания лиц создается по видеопотоку через USB-камеру, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Нажать пункт меню «Создание базы по video потоку через USB-камеру».

2. Нажать кнопку «Остановить создание базы или распознавание через USB- или IP-камеру» после завершения вырезания лиц с потока USB-камеры (когда необходимо завершить процесс вырезания лиц, пользователь программного комплекса распознавания лиц решает сам).

3. Нажать пункт меню «Создание базы».

#### **ОПИСАНИЕ ПОРЯДКА ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ЛИЦ**

Если распознавание лиц будет осуществляться по фотографиям, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Нажать кнопку «Загрузить базу Gall» и выбрать первую фотографию из директории Gall, которая расположена в той же директории, что и исполняемый файл программы распознавания лиц.

2. Нажать пункт меню «Вывод числовой модели базы».

3. Нажать кнопку «Загрузить входной поток» и выбрать первую фотографию из директории, в которой содержится база фотографий лиц, которая будет распознаваться.

4. Нажать пункт меню «Идентификация по фотографиям».

Если распознавание лиц будет осуществляться по записанному видео, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Нажать кнопку «Загрузить базу Gall» и выбрать первую фотографию из директории Gall, которая расположена в той же директории, что и исполняемый файл программного комплекса распознавания лиц.

2. Нажать пункт меню «Вывод числовой модели базы».

3. Переместить в ту же директорию, где находится программный комплекс распознавания лиц, видео, с которого будет выполняться распознавание, с названием «1\_Resc.mp4».

4. Нажать пункт меню «Идентификация по записанному video потоку».

Если распознавание лиц будет осуществляться по видеопотоку через IP-камеру, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Нажать кнопку «Загрузить базу Gall» и выбрать первую фотографию из директории Gall, которая расположена в той же директории, что и исполняемый файл программного комплекса распознавания лиц.

2. Нажать пункт меню «Вывод числовой модели базы».

3. Прописать путь до RTSP потока IP-камеры, через которую будут производиться распознавание лиц, в файл «ip\_path.txt», который расположен в той же директории, что и исполняемый файл программного комплекса распознавания лиц.

4. Нажать пункт меню «Идентификация по video потоку через IP-камеру».

5. Нажать кнопку «Остановить создание базы или распознавание через USB- или IP-камеру» после завершения распознавания лиц с потока IP-камеры (когда необходимо завершить процесс распознавания лиц, пользователь программного комплекса распознавания лиц решает сам).

Если распознавание лиц будет осуществляться по видеопотоку через USB-камеру, то выполняются действия в следующем порядке:

1. Нажать кнопку «Загрузить базу Gall» и выбрать первую фотографию из директории Gall, которая расположена в той же директории, что и исполняемый файл программного комплекса распознавания лиц.

2. Нажать пункт меню «Вывод числовой модели базы».

3. Нажать пункт меню «Идентификация по video потоку через USB-камеру».

4. Нажать кнопку «Остановить создание базы или распознавание через USB- или IP-камеру» после завершения распознавания лиц с потока IP-камеры (когда необходимо завершить процесс распознавания лиц, пользователь программного комплекса распознавания лиц решает сам).

Программный комплекс распознавания лиц работает на операционных системах Windows 7 ×64, Windows 8.1 ×64, и ее апробация производилась на компьютерах с процессорами Intel Xeon, Intel i5, Intel i7.

Условия тестирования программного комплекса распознавания лиц:

1. Из видеопотока была создана база данных (вырезаны лица с точками) в 385 человек.

2. Создан проверочный тестовый видеопоток, состоящий из 385 тех же лиц, что и в базе, 118 лиц, входящих в перечень 385 человек, но в другой день, и 100 лиц чужих, не входящих в перечень 385 человек.

3. Всего было пропущено через программу 603 человек.

Результаты тестирования программного комплекса распознавания лиц:

1. Из входного потока распознаны все 385 человек.

2. Все дубли 118 человек найдены и распознаны, как входящие в базу.

3. Чужие лица были обнаружены в количестве 100 человек.

4. Время распознавания на один объект составило 479 миллисекунд.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой статье представлено описание и результаты разработанной программы распознавания лиц, которая имеет следующие особенности:

1. Высокий процент идентификации (на объем базы от 300 до 400 человек).

2. Отсутствие влияния таких факторов, как: скрытие верхней части лица (прическа, головной убор), глаз (очки, за исключением солнцезащитных) и наклон головы.

3. Время распознавания человека составляет (в используемом программном комплексе) 479 миллисекунд для базы в 385 человек и потока в 603 человек.

4. Для определения точек в алгоритме Виолы–Джонса цветовые характеристики лица не очень критичны (в предлагаемом алгоритме распознавания RGB пикселей не используются).

5. В созданном программном комплексе реализуется коррекция яркости и контрастности изображения (если у изображения низкая яркость и контрастность, то она повышается) для повышения точности распознавания.

Дальнейшие направления исследований следует направить на:

- улучшение распознавания с учетом поворота и наклона головы;

- компенсацию влияния яркости и контрастности;

- определение оптимального числа ключевых параметров лица.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болл Р. М. и др. Руководство по биометрии. М.: Техносфера, 2007. 368 с. [R. M. Boll et al., *Guide to biometrics*, (in Russian). М.: Tekhnosfera, 2007. ]

2. Бонгард М. М. Проблема узнавания. М.: «Наука», 1967. 279 с. [М.М. Bongard, *A problem of recognition*, (in Russian). М.: Nauka, 1967. ]

3. Коломиец В. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/company/synesis/blog/238129/> (дата обращения: 05.09.2016). [V. Kolomiets (2016, Sept. 05). *Analysis of existing approaches to face recognition* [Online], (in Russian). Available: <http://habrahabr.ru/company/synesis/blog/238129/> ]

4. Пентланд А., Чаудхари Т. Распознавание лиц для интеллектуальных сред [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/os/2000/03/177939/> (дата обращения: 26.09.2016). [A. Pentland and T. Choudhari. (2016, Sept. 26). *Face recognition for intellectual environment* [Online], (in Russian). Available: <http://www.osp.ru/os/2000/03/177939/> ]

5. Darpa запустило систему программы разработки системы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aex.ru/news/2016/5/26/154047/> (дата обращения: 28.09.2016). [Darpa launches system program for system development. (2016, Sept. 28). [Online], (in Russian). Available: <http://www.aex.ru/news/2016/5/26/154047/> ]

6. Козлов П. В., Липин Ю. Н., Южаков А. А. Распознавание лица человека // Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации, бизнесе IT + SE`11: Материалы XXXVIII Междунар. конф. и дискуссионного научного клуба (Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 1–10 окт. 2011). [P. V. Kozlov, Y. N. Lipin and A. A. Yuzhakov, "Human face recognition", (in Russian), in *Proc. XXXVIII International conference and discussion science club (IT + SE`11)*, Yalta-Gurzuf, Ukraine, 2011. ]

7. Мальцев А. Современные биометрические методы идентификации [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/126144/> (дата обращения: 17.09.2016). [A. Maltsev. (2016, Sept. 17). *Modern biometric identification methods* [Online], (in Russian). Available: <http://habrahabr.ru/post/126144/> ]

8. Face Recognition with OpenCV. [Электронный ресурс]. URL: [http://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec\\_tutorial.html](http://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html) (дата обращения: 29.09.2016). [Face Recognition with OpenCV (2016, Sept. 29) [Online]. Available: [http://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec\\_tutorial.html](http://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html) ]

## ОБ АВТОРАХ

**АХМЕТЗЯНОВ Кирилл Раисович**, студент каф. автоматики и телемеханики. Готовит диплом по разработке программного обеспечения по распознаванию лиц.

**САЗОНОВ Владислав Игоревич**, студент каф. автоматики и телемеханики. Готовит диплом по разработке программного обеспечения по распознаванию лиц.

**ЛИПИН Юрий Николаевич**, доцент каф. автоматики и телемеханики. Дипл. инж.-геофиз. (Пермск. гос. ун-т, 1958). Дипл. инж.-радиоэлектронщика (СЗПИ, 1964). Канд. техн. наук по выч. техн. (СЗПИ, 1971). Иссл. в обл. защиты информации и распознавания образов.

**ЮЖАКОВ Александр Анатольевич**, проф., зав. каф. автоматики и телемеханики. Дипл. инж. (Пермск. политехн. ин-т, 1979). Канд. техн. наук (Пермск. политехн. ин-т, 1987). Д-р техн. наук по упр. и диагн. техн. инф.-упр. систем (ПГТУ, 1997). Иссл. в обл. распознавания образов.

## METADATA

**Title:** Humans face recognition software project.

**Authors:** K. R. Akhmetzyanov<sup>1</sup>, V. I. Sazonov<sup>2</sup>, Yu. N. Lipin<sup>3</sup>, A. A. Yuzhakov<sup>4</sup>

**Affiliation:**

Perm National Research Polytechnic University (PNRPU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup> kirill94a@mail.ru, <sup>2</sup> vlsa0880@gmail.com, <sup>3</sup> y\_lipin@mail.ru, <sup>4</sup> us@at.pstu.ru

**Language:** Russian.

**Source:** Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 21, no. 3 (77), pp. 79-86, 2017. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

**Abstract:** We developed computer face recognition software using OpenCV library. Based on the Viola-Jones algorithm face is cutting from the video frame and looking for 68 points of the face which is used for flexible paths algorithm with considering disturbance golden rule of the natural face structure by his individual asymmetry and also geometry structure. In addition shows algorithm of the automatic brightness and contrast of the incoming image.

**Key words:** Face detection; flexible paths; golden rule; asymmetry of the face; color correction.

**About authors:**

**AKHMETZYANOV, Kirill Raisovich**, Student, Dept. of Automatic and Telemechanic.

**SAZONOV, Vladislav Igorevich**, Student, Dept. of Automatic and Telemechanic.

**LIPIN, Yuri Nikolaevich**, Associate Prof., Dept. of Automatic and Telemechanic of Perm Nat. Res. Polytech. Un-ty. Dipl. geophysical engineer (Perm State Un-ty, 1958). Dipl. electronic engineer (NWPI, 1964). Cand. of Tech. Sci in computer technology. (NWPI, 1971). Research in the area of information security and pattern recognition.

**YUZHAKOV, Alexander Anatoljevich**, Prof., Head of Dept. of Automatic and Telemechanic of Perm Nat. Res. Polytech. Un-ty. Dipl. engineer (Perm Polytech. In-t, 1979). Cand. of Tech. Sci. (PPI, 1987). Dr. of Tech. Sci. (LETI, 1997). Research in the area of pattern recognition.