

СОВРЕМЕННЫЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 519.764

DOI: 10.17212/2307-6879-2019-1-32-41

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО  
КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АЛГОРИТМОВ  
РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ\***

А.А. ИЛЬИН

*630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, магистрант кафедры вычислительной техники. E-mail: alexander.ilin.post@gmail.com*

На сегодняшний день существует множество алгоритмов распознавания и обнаружения лиц на изображении. Кроме того, каждый из них имеет входные параметры, от которых сильно зависит результат. Результат также зависит от освещения, контрастности, ракурса и поворота лица. Таким образом, существует огромное количество вариантов обнаружения и распознавания лиц на изображении. Определение наилучших параметров алгоритмов и изображений при таком огромном количестве вариаций почти невозможно вручную.

Для решения данной проблемы разрабатывается программно-аппаратный комплекс, который позволит упростить изучения алгоритмов распознавания лиц.

В данной работе выбраны средства реализации программно-аппаратного комплекса и разработана его архитектура. Для обнаружения лиц выбран алгоритм Виолы–Джонса, так как он является наиболее подходящим по соотношению точность/скорость обнаружения лиц из видеопотока. В работе выбраны алгоритмы EigenFaces, FisherFaces, LBP, AAM, ASM в качестве алгоритмов для изучения в рамках программно-аппаратного комплекса. Также выбраны инструменты разработки: Django, QT, Celery, Redis, PostgreSQL, OpenCV, Python. Представлена клиент-серверная архитектура комплекса. Серверная часть комплекса включает модули распознавания лица, отрисовки графиков и гистограмм, определения лица на входящем изображении, распознавания лица и его классификации. Представлен алгоритм взаимодействия пользователя с комплексом: пользователь, используя клиентское приложение, отправляет изображение лица, серверная часть комплекса обрабатывает изображение и классифицирует его исходя из имеющихся в базе лиц. После обработки изображения лица пользователь может получить результаты классифицирования и варьировать параметры исходного изображения, получая новые результаты.

Также в работе представлены параметры изображения, влияющие на точность распознавания лиц и разработанный интерфейс программы.

**Ключевые слова:** распознавание лиц, OpenCV, алгоритм Виолы–Джонса, EigenFaces, FisherFaces, LBP, AAM, ASM

---

\* Статья получена 18 ноября 2018 г.

## **ВВЕДЕНИЕ**

На сегодняшний день существует ряд программных решений, позволяющих использовать алгоритмы распознавания лиц. Данные решения имеют ряд недостатков:

- 1) их функционал ограничен одним-тремя алгоритмами распознавания лиц;
- 2) необходимо вручную в коде программы вносить параметры алгоритмов и выбирать сам алгоритм;
- 3) они не имеют графического интерфейса;
- 4) нет возможности изменять параметры исходного изображения, такие как цветовой тон, яркость, контрастность;
- 5) не позволяют проводить ряд экспериментов для последующего сравнения точности распознавания конкретного лица при изменении различных параметров алгоритма распознавания и исходного изображения;
- 6) запуск «из коробки» невозможен. Необходимо установить требуемые пакеты и библиотеки, после чего запустить код, на это уходит много времени и не всегда удается рядовому пользователю [3].

Программно-аппаратный комплекс разрабатывается для удобного и наглядного изучения алгоритмов распознавания лиц. Данный комплекс имеет ряд преимуществ:

- 1) комплекс включает в себя все популярные на сегодняшний день алгоритмы распознавания лиц, поэтому пользователю необходимо только выбрать интересующий его алгоритм и выставить параметры;
- 2) комплекс позволяет проводить серию экспериментов и выводить результаты на экран в удобном графическом представлении в виде графиков и гистограмм, что позволяет пользователю наглядно видеть влияние параметров изображения и алгоритма распознавания на точность определения лиц.

## **1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

В рамках настоящей работы поставлена задача разработать программно-аппаратный комплекс для изучения алгоритмов распознавания лиц, которую можно разбить на несколько подзадач, а именно:

- 1) выполнить обзор методов и алгоритмов обнаружения и распознавания лиц. Задача распознавания лиц подразделяется на задачу обнаружения лиц на изображении и задачу распознавания лиц на изображении. Для каждой из этих подзадач используются свои методы и алгоритмы;
- 2) выполнить обзор подходящих инструментов разработки и существующих решений и выбрать наиболее подходящие инструменты для разработки аппаратного комплекса для изучения алгоритмов распознавания лиц;

3) спроектировать архитектуру и разработать алгоритмы взаимодействия пользователя с программно-аппаратным комплексом.

## 2. ВЫБОР СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ

Для реализации программно-аппаратного комплекса было принято решение выбрать следующие инструменты:

- *Python* – язык программирования;
- *Django* – веб-фреймворк, используется для реализации серверной части;
- *QT* – фреймворк для разработки ПО, используется для создания интерфейса клиентского приложения;
- *OpenCV* – библиотека алгоритмов компьютерного зрения;
- *Celery* – асинхронная очередь задач, используется для создания асинхронных задач распознавания лиц на изображениях;
- *Redis* – сетевое журналируемое хранилище данных, используется в качестве хранилища задач Celery;
- *PostgreSQL* – объектно-реляционная система управления базами данных.

## 3. АРХИТЕКТУРА КОМПЛЕКСА

На рис. 1 представлена архитектура программно-аппаратного комплекса.

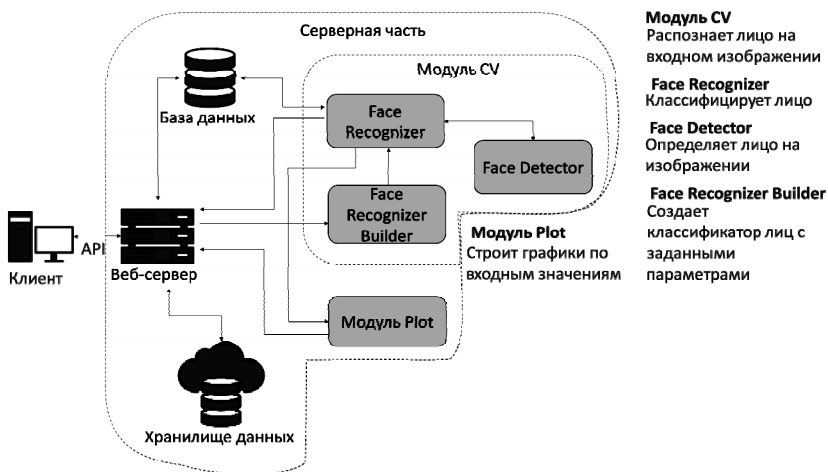


Рис. 1. Архитектура программно-аппаратного комплекса

Система имеет клиент-серверную архитектуру. Взаимодействие клиента с сервером происходит через *API*-интерфейс.

Пользователь через клиентское приложение загружает изображение лица в базу данных на сервере, также он может выставлять различные настройки изображения, такие как яркость, контрастность и другие, выбирать алгоритм распознавания лица, выставлять параметры алгоритма и отправлять на сервер изображение, где оно будет обрабатываться модулем компьютерного зрения. Найденное лицо будет классифицироваться исходя из лиц в базе данных.

По результатам классификации пользователю вернется предполагаемый класс лица и графики зависимости точности распознавания лица от выставленных параметров изображения и алгоритма.

#### 4. ОПИСАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА

Интерфейс представляют четыре основных элемента (рис. 2):

- кнопка *Recognize* – запускает распознавание лица из видеопотока камеры;
- поле выбора алгоритма распознавания – позволяет выбрать алгоритм распознавания лиц;

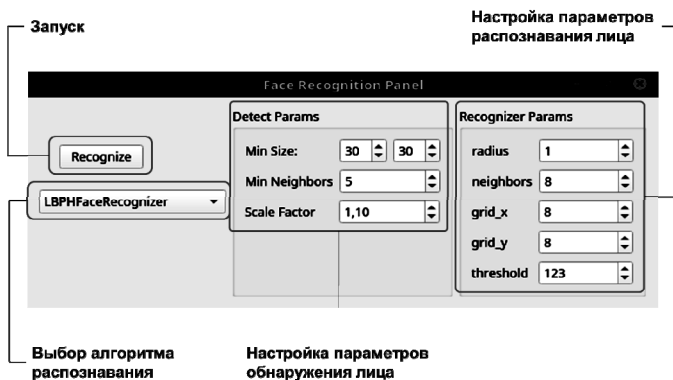


Рис. 2. Интерфейс настройки параметров программно-аппаратного комплекса

- блок настройки параметров обнаружения лица (*Detect Params*) – позволяет установить настройки обнаружения лица: *Min Size* – минимальная искомая область. Области меньшего размера будут игнорироваться. С увеличением параметра увеличивается скорость работы метода, соответственно с

уменьшением параметра скорость снижается. Параметр *Min Neighbors* влияет на качество обнаруженного лица: чем выше параметр, тем лучше качество. *Scale Factor* – шаг, который показывает, во сколько раз область искомого лица будет увеличиваться. Чем больше шаг, тем быстрее будет совершаться поиск, но также увеличивается риск пропустить область с лицом [1];

- блок настройки параметров выбранного алгоритма распознавания лиц (*Recognizer Params*). При изменении алгоритма распознавания лиц поле автоматически перестраивается под параметры выбранного алгоритма.

Окно распознавания лиц позволяет менять настройки исходного изображения (рис. 3).

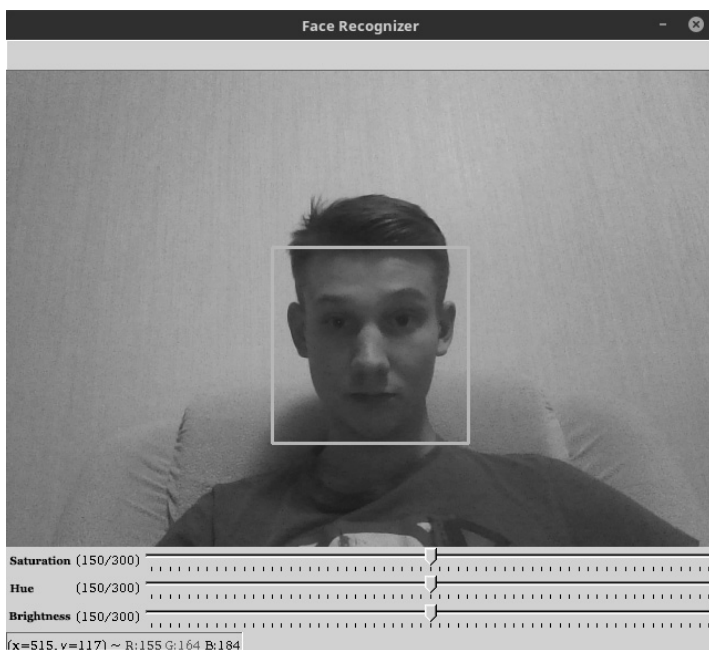


Рис. 3. Интерфейс настройки параметров изображения

Данное окно отображает покадрово изображения, захватываемые с видеопотока камеры, и позволяет изменять настройки исходного изображения. К таким настройкам относятся [2]:

- *Hue* – цветовой тон, т. е. оттенок цвета;
- *Saturation* – насыщенность. Чем выше этот параметр, тем «чище» будет цвет, а чем ниже, тем ближе он будет к серому;

- *Value (Brightness)* – значение (яркость) цвета. Чем выше значение, тем ярче будет цвет (но не белее), а чем ниже, тем темнее (0 % – черный).  
Данные параметры наглядно представлены на рис. 4.

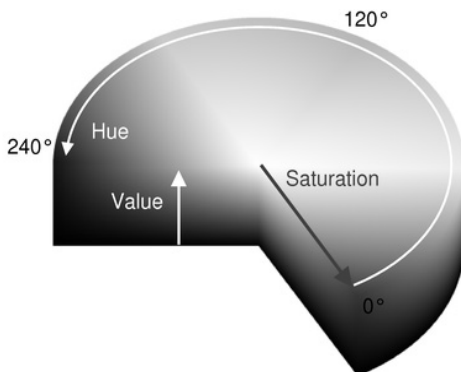


Рис. 4. Основные параметры изображения

## 5. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА

Комплекс предоставляет возможность изучить влияние параметров изображения и алгоритмов распознавания лиц на качество распознавания. На данный момент комплекс поддерживает для изучения алгоритмы *EigenFaces*, *FisherFaces*, *LBP*, *AAM*, *ASM*.

Обнаружение лиц происходит на изображении, принимаемом с веб-камеры компьютера. В качестве метода обнаружения используется метод Виоли–Джонса, являющийся оптимальным по соотношению точность/скорость обнаружения лица из видеопотока [4].

Комплекс позволяет проводить серию экспериментов и наглядно увидеть влияние параметров изображения и алгоритма распознавания на качество распознавание лиц. Комплекс позволяет изменять оттенок цвета, насыщенность, яркость входящего изображения и параметры, специфичные для определенного алгоритма распознавания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе определены средства реализации программно-аппаратного комплекса для изучения алгоритмов распознавания лиц. Также выбран наиболее подходящий алгоритм обнаружения лиц по соотношению точность/скорость

обнаружения лица из видеопотока. Этим алгоритмом является метод Виолы-Джонса. Выбраны алгоритмы распознавания лиц, которые будут предоставлены пользователю для изучения в комплексе.

Разработана архитектура программно-аппаратного комплекса для распознавания лиц, разработан интерфейс и определены основные параметры, влияющие на качество распознавания лиц из видеопотока.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Татаренков Д.А.* Анализ методов обнаружения лиц на изображении // Молодой ученый. – 2015. – № 4 (84). – С. 270–276.
2. *Тихонова Т.С., Белов Ю.С.* Основные подходы к отслеживанию и распознаванию лица // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2016. – № 2 (6). – С. 111–115.
3. *Разинкин В.Б., Катермина Т.С.* Распознавание лица по фотографии // Международный журнал перспективных исследований. – 2018. – Т. 8, № 1-2. – С. 171–180.
4. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/238129/> (дата обращения: 27.05.2019).
5. Face recognition with OpenCV [Electronic resource]. – URL: [https://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec\\_tutorial.html](https://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html) (accessed: 27.05.2019).
6. Django documentation [Electronic resource]. – URL: <https://docs.djangoproject.com/en/1.11/> (accessed: 27.05.2019).
7. *Самаль Д.И., Фролов И.И.* Алгоритм подготовки обучающей выборки с использованием 3D-моделирования лиц // Системный анализ и прикладная информатика. – 2016. – № 4. – С. 17–23.
8. *Vijayakumari V.* Face recognition techniques: a survey // World Journal of Computer Application and Technology. – 2014. – Vol. 1, N 2. – P. 41–50. – DOI: 10.13189/wjcat.2013.010204.
9. *Viola P., Jones M.J.* Robust real-time face detection // International Journal of Computer Vision. – 2014. – Vol. 57, N 2. – P. 137–154.
10. *Turk M.A., Pentland A.P.* Face recognition using eigenfaces // Proceedings. 1991 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – Maui, HI, USA, 2017. – P. 586–591. – DOI: 10.1109/CVPR.1991.139758.
11. *Буй Т.Т.Ч., Фан Н.Х., Спицын В.Г.* Распознавание лиц на основе применения метода Виолы–Джонса, вейвлет-преобразования и метода главных компонент // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320, № 5. – P. 54–59.

12. *Sirovich L., Kirby M.A.* Low-dimensional procedure for the characterization of human faces // Journal of the Optical Society of America. A, Optics and image science. – 1987. – Vol. 4, N 3. – P. 519–524.
13. Face recognition system based on principal component analysis (PCA) with back propagation neural networks (BPNN) / M.A. Kashem, Md. Nasim Akhter, Shamim Ahmed, Md. Mahbub Alam // International Journal of Scientific & Engineering Research. – 2011. – Vol. 2, iss. 6, pp. 1–10.
14. *Barker S.E., Powell H.M.* High speed face location at optimal resolution // World Congress on Neural Networks: 1995 International Neural Network Society Annual Meeting. – Washington, DC, 1995. – Vol. 2. – P. 536–541.
15. Human face recognition using a spatially weighted modified Hausdorff distance / K.-H. Lin, B. Guo, K.-M. Lam, W.-C. Siu // Proceedings of 2001 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing. ISIMP 2001. – Hong Kong, China, 2001. – P. 477–480.

**Ильин Александр Андреевич**, магистрант кафедры вычислительной техники Новосибирского государственного технического университета. E-mail: alexander.ilin.post@gmail.com

DOI: 10.17212/2307-6879-2019-1-32-41

## **Development of software-hardware complex for the study of face recognition algorithms\***

**A.A. Ilyin**

*Novosibirsk State Technical University, 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, undergraduate of the department of computer engineering. E-mail: alexander.ilin.post@gmail.com*

Today, there are many algorithms for recognition and detection of faces in the image. In addition, each of them has input parameters on which the result strongly depends. The result also depends on the lighting, contrast, angle and turning of the face. Thus, there are a huge number of options for detecting and recognizing faces in an image. Determining the best parameters of algorithms and images with such a huge number of variations is almost impossible manually.

To solve this problem, a software-hardware complex is being developed that will simplify the study of facial recognition algorithms.

In this paper, the means of implementing the software-hardware complex are selected and its architecture is developed. Viola-Jones algorithm was chosen for face detection, as it is the

---

\* Received 18 November 2018.



most appropriate in terms of the accuracy / speed of face detection from the video stream. In the work, the algorithms EigenFaces, FisherFaces, LBP, AAM, ASM were chosen as algorithms for studying within a software-hardware complex. Also, development tools are selected: Django, QT, Celery, Redis, PostgreSQL, OpenCV, Python. The client-server architecture of the complex is presented. The server part of the complex includes face recognition modules, drawing graphs and histograms, determining faces on the incoming image, face recognition and its classification. The algorithm of user interaction with the complex is presented: the user, using the client application, sends a face image, the server part of the complex processes the image and classifies it based on the existing people in the database. After processing the image of the face, the user can get the results of classification and vary the parameters of the original image, getting new results.

Also, the work presents the image parameters that affect the accuracy of facial recognition and the developed program interface.

**Keywords:** face recognition, OpenCV, Viola-Jones algorithm, EigenFaces, FisherFaces, LBP, AAM, ASM

## REFERENCES

1. Tatarenkov D.A. Analiz metodov obnaruzheniya lits na izobrazhenii [Analysis of face detection methods in the image]. *Molodoi uchenyi – Young Scientist*, 2015, no. 4 (84), pp. 270–276.
2. Tikhonova T.S., Belov Yu.S. Osnovnye podkhody k otslezhivaniyu i raspoznavaniyu litsa [The basic approaches to face recognition and tracking]. *Elektronnyi zhurnal: nauka, tekhnika i obrazovanie – Electronic journal: science, technology and education*, 2016, no. 2 (6), pp. 111–115.
3. Razinkin V.B., Katermina T.S. Raspoznavanie litsa po fotografii [Face recognition by photo]. *Mezhdunarodnyi zhurnal perspektivnykh issledovaniy – International Journal of Advanced Studies*, 2018, vol. 8, no. 1-2, pp. 171–180.
4. Analiz sushchestvuyushchikh podkhodov k raspoznavaniyu lits [Analysis of existing facial recognition approaches]. Available at: <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/238129/> (accessed 27.05.2019).
5. *Face recognition with OpenCV*. Available at: [https://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec\\_tutorial.html](https://docs.opencv.org/2.4/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html) (accessed 27.05.2019).
6. *Django documentation*. Available at: <https://docs.djangoproject.com/en/1.11/> (accessed 27.05.2019).
7. Samal D.I., Frolov I.I. Algoritm podgotovki obuchayushchei vyborki s ispol'zovaniem 3D-modelirovaniya lits [Algorithm of preparation of the training sample using 3d-face modeling]. *Sistemnyi analiz i prikladnaya informatika – System analysis and applied information science*, 2016, no. 4, pp. 17–23.
8. Vijayakumari V. Face recognition techniques: a survey. *World Journal of Computer Application and Technology*, 2014, vol. 1, no. 2, pp. 41–50. DOI: 10.13189/wjcat.2013.010204.

9. Viola P., Jones M.J. Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*, 2014, vol. 57, no. 2, pp. 137–154.
10. Turk M.A., Pentland A.P. Face recognition using eigenfaces. *Proceedings. 1991 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Maui, HI, USA, 2017, pp. 586–591. DOI: 10.1109/CVPR.1991.139758.
11. Bui T.T.T., Phan N.H., Spitsyn V.G. Raspoznavanie lits na osnove primeneniya metoda Violy-Dzhonsa, veivlet-preobrazovaniya i metoda glavnykh komponent [Face recognition using Viola-Jones method, wavelet transforms and principal component analysis]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2012, vol. 320, no. 5, pp. 54–59.
12. Sirovich L., Kirby M.A. Low-dimensional procedure for the characterization of human faces. *Journal of the Optical Society of America. A, Optics and image science*, 1987, vol. 4, no. 3, pp. 519–524.
13. Kashem M.A., Nasim Akhter, Md., Shamim Ahmed, Mahbub Alam, Md. Face recognition system based on principal component analysis (PCA) with back propagation neural networks (BPNN). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2011, vol. 2, iss. 6, pp. 1–10.
14. Barker S.E., Powell H.M. High speed face location at optimal resolution. *World Congress on Neural Networks: 1995 International Neural Network Society Annual Meeting* Washington, DC, 1995, vol. 2, pp. 536–541.
15. Lin K.H., Guo B., Lam K.-M., Siu W.-C. Human face recognition using a spatially weighted modified Hausdorff distance. *Proceedings of 2001 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing. ISIMP 2001*, Hong Kong, China, 2001, pp. 477–480.

Для цитирования:

Ильин А.А. Разработка программно-аппаратного комплекса для изучения алгоритмов распознавания лиц // Сборник научных трудов НГТУ. – 2019. – № 1 (94). – С. 32–41. – DOI: 10.17212/2307-6879-2019-1-32-41.

For citation:

Il'in A.A. Razrabotka programmno-apparatnogo kompleksa dlya izucheniya algoritmov raspoznavaniya lits [Development of software-hardware complex for the study of face recognition algorithms]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2019, no. 1 (94), pp. 32–41. DOI: 10.17212/2307-6879-2019-1-32-41.