

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

ANALYSIS OF EXISTING ALGORITHMS FOR FACE RECOGNITION

**A. Zabashta
S. Khokhlov
S. Skorikova**

Summary. The problem of developing software for video surveillance systems is ongoing today. It provides the abilities for automatic identification of predefined situations. It gives possibility to reduce mental workload of the operators, and to improve monitoring efficiency. The basis of this work is the research carried out within the work on the graduation project on «Video surveillance software system with situation analysis». One of the functions of this system is to detect of unauthorized access to the secure area. Function is based on the results of face recognition. The main challenges in the implementation of this function are the detection of a face on a video image, the localization of detected face and identification of a person following face recognition. The criteria for the selection a solution for the facial recognition system are been formulated in this paper. The article compares following algorithms on formulated criteria: elastic graph matching, principal component analysis, neural networks and Viola–Jones object detection framework. Selection an algorithm for the graduation project on «Video surveillance software system with situation analysis» is based on the results of comparison. Selected algorithm must maximally meet the requirements of the specification for the graduation project.

Keywords: video surveillance, face recognition, video image, algorithm, neural networks, Viola-Jones method, development, comparison.

Забашта Александр Юрьевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)
orangealex25@gmail.com

Хохлов Сергей Александрович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Скорицова Серафима Александровна

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Аннотация. На сегодняшний день актуальна задача разработки программных систем видеонаблюдения, предоставляющих возможности автоматизированного выявления заданных ситуаций. Благодаря таким системам нагрузка на оператора снижается, а результативность наблюдения увеличивается. В основу данной работы положены изыскания, проведенные в ходе выполнения дипломного проекта по теме «Программная система ситуационного видеонаблюдения». Одной из функций данной системы является выявление несанкционированного доступа в контролируемую зону по результатам распознавания лиц. Важными проблемами при реализации такой функции являются детектирование лица на видеоизображении, локализация лица, идентификация личности по распознанному лицу. В данной работе формулируются критерии выбора решения для системы распознавания лиц. По сформулированным критериям производится сравнение следующих алгоритмов: метод гибкого сравнения на графах, метод главных компонент, нейронные сети, метод Виолы-Джонса. Также приводится краткая информация о механизмах реализации данных алгоритмов. На основании результатов сравнения производится выбор алгоритма, наиболее соответствующего требованиям технического задания на дипломный проект по теме «Программная система ситуационного видеонаблюдения».

Ключевые слова: видеонаблюдение, распознавание лиц, видеоизображение, алгоритм, нейронные сети, метод Виолы-Джонса, разработка, сравнение.

Работа над данной статьей была проведена в ходе выполнения дипломного проекта на тему «Программная система ситуационного видеонаблюдения». Главная роль в ней отводится подсистеме обнаружения и распознавания лиц. В ходе разработки обозначенной системы требуется решить следующие основные задачи:

- ◆ детектирование лица на видеоизображении;
- ◆ локализация лица;
- ◆ идентификация личности по распознанному лицу.

Первой задачей, стоящей перед разработчиком данной системы, является выбор метода детектирования лица. Под детектированием лица в данной рабо-

те понимается определение факта присутствия лица на обрабатываемом изображении. Следующая задача — локализация лица на изображении. Под ней понимается определение местоположения на изображении лица, выявленного ранее на этапе детектирования. Заключительная задача, решаемая в ходе выполнения указанного дипломного проекта — идентификация личности человека, лицо которого было детектировано и локализовано на изображении. Иными словами, необходимо определить, кто именно попал в объектив камеры.

При определении способов решения поставленных выше задач автор руководствуется требованиями к системе, изложенными в техническом задании на разра-

ботку дипломного проекта по теме «Программная система ситуационного видеонаблюдения».

Согласно данным требованиям необходимо обеспечить достижение следующих характеристик системы:

- ◆ точность идентификации свыше 90%;
- ◆ скорость распознавания в пределах 1 секунды.

Существующие решения по распознаванию лиц в той или иной мере подвержены следующим недостаткам:

- ◆ зависимость качества распознавания от уровня освещённости;
- ◆ влияние ракурса на точность распознавания;
- ◆ влияние изменений мимики на точность распознавания.

Задачей данной статьи является выбор алгоритма для системы распознавания лиц, который наиболее полно соответствует требованиям технического задания, а влияние указанных выше недостатков минимально. Также является плюсом наличие документированной реализации алгоритма для упрощения использования метода в составе разрабатываемого проекта. Предпочтительные языки реализации: Delphi, C, C++, C#.

В данной статье рассматриваются следующие алгоритмы:

- ◆ метод гибкого сравнения на графах;
- ◆ метод главных компонент;
- ◆ нейронные сети;
- ◆ метод Виолы-Джонса.

1. Метод гибкого сравнения на графах

Метод гибкого сравнения на графах заключается в эластичном сопоставлении графов, описывающих изображения лиц. Лица представлены в виде графов со взвешенными вершинами и ребрами. Во время распознавания один из графов — эталонный — остается неизменным, в то время как другой изменяется с целью наилучшей подгонки к первому. Деформация графа происходит путем поочередного смещения каждой из его вершин на некоторое расстояние в определённых направлениях относительно ее исходного местоположения и выбора такой ее позиции, при которой разница между значениями признаков в вершине деформируемого графа и соответствующей ей вершине эталонного графа будет минимальной [1]. Данная операция выполняется до тех пор, пока не будет найдено минимальное различие между признаками деформируемого и эталонного графов. Процедура выполняется со всеми лицами, которые заложены в базу данных системы, вследствие чего скорость работы алгоритма возрастает пропорционально размеру базы данных с лицами.

Преимущества:

- ◆ высокая точность распознавания (~90%);
- ◆ устойчивость к смене ракурса (до 30°);
- ◆ влияние смены мимики на точность распознавания ниже, чем у остальных рассмотренных алгоритмов.

Недостатки:

- ◆ вычислительная сложность выше, чем у остальных рассмотренных алгоритмов вследствие того, что процедура поочередно выполняется с каждым лицом из базы данных;
- ◆ прямая зависимость времени работы от количества лиц в базе, что при большом объеме последней может вызывать задержки.

Указанные выше недостатки метода гибкого сравнения на графах не позволяют использовать его в системах, где требуется высокая скорость реакции.

2. Метод главных компонент

Метод Главных Компонент представляет собой способ уменьшения размерности данных при потере наименьшего количества информации. Широко применяется в таких областях, как распознавание образов, компьютерное зрение, сжатие данных и т.п. Процесс вычисления главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных или к сингулярному разложению матрицы данных. Метод главных компонент является статистическим и оперирует не изображениями, а векторами в линейном пространстве [2].

В случаях, когда на изображении присутствуют значительные изменения в уровне освещенности или выражении наблюдаемого лица, эффективность метода значительно снижается.

Преимущества:

- ◆ более низкое потребление памяти при работе по сравнению с прочими рассмотренными алгоритмами;
- ◆ простотой процесс добавления новых эталонных лиц к уже обученному алгоритму;

Недостатки:

- ◆ большая, по сравнению с конкурентами, чувствительность к освещенности, мимике и углу поворота головы;
- ◆ более строгие требования к качеству обучающих изображений по сравнению с остальными рассматриваемыми алгоритмами.

Вследствие существенной чувствительности к освещенности, мимике и углу поворота головы, использо-

Таблица 1. Сравнение алгоритмов распознавания лиц

метод \ критерий	Точность распознавания	Влияние мимики на точность распознавания	Время распознавания	Вычислительная сложность
Гибкого сравнения на графах	~90%	низкое	++	++
Главных компонент	~90%	высокое	+	+
Нейронные сети	>90%	низкое	+	+
Виолы-Джонса	>90%	низкое	+	+

вание данного метода в программной системе ситуационного видеонаблюдения не является оптимальным решением.

3. Нейронные сети

Искусственная нейронная сеть — это математическая модель, принципы устройства которой соответствуют таковым у биологических нейронных сетей, образованных нервными клетками живого организма.

Наиболее распространенный вариант — многослойный перцептрон. Входной сигнал в таких сетях распространяется в прямом направлении, от слоя к слою. Многослойный перцептрон в общем представлении состоит из следующих элементов:

- ◆ множества входных узлов, которые образуют входной слой;
- ◆ одного или нескольких скрытых слоев вычислительных нейронов;
- ◆ одного выходного слоя нейронов [3].

Преимущества:

- ◆ точность распознавания >90%, устойчивость к шумам входных данных;
- ◆ высокое, в сравнении с прочими рассмотренными алгоритмами, быстродействие вследствие распараллеливания процесса.

Существует и доступна для использования реализация данного алгоритма на языке Python под названием «OpenFace» [4].

4. Алгоритм Виолы-Джонса

В основу метода Виолы-Джонса положены: интегральное представление изображения по признакам Хаара, построение классификатора на основе алгоритма адаптивного бустинга и способ комбинирования классификаторов в каскадную структуру. Данный метод демонстрирует высокую эффективность при решении задачи поиска объектов на изображениях и видеопоследовательностях в режиме реального времени. Алгоритм Виолы-Джонса обладает низкой вероятностью ложного об-

наружения лица. Метод позволяет обнаруживать лицо при наблюдении его под углом до 30°. Точность идентификации может достигать значений свыше 90%. Метод был разработан в 2001 году, имеет большое количество реализаций и широко применяется на практике, как простой и эффективный. Алгоритм Виолы-Джонса имеет реализацию в свободно распространяемой библиотеке OpenCV, что позволяет использовать данный алгоритм в разрабатываемой системе видеонаблюдения [5].

Преимущества:

- ◆ низкий процент ложных срабатываний по сравнению с остальными рассмотренными алгоритмами;
- ◆ высокая скорость обнаружения (менее десятых долей секунды на актуальном в 2017 году ПК);
- ◆ простота программной реализации (благодаря штатным средствам библиотеки компьютерного зрения OpenCV).

По результатам рассмотрения приведенных выше алгоритмов было проведено их сравнение, результаты которого приводятся в таблице 1.

Метод гибкого сравнения на графах имеет большее время распознавания и вычислительную сложность. Метод главных компонент имеет большее, по сравнению с другими вариантами, влияние изменений мимики на точность распознавания. По результатам сравнительного анализа наиболее подходящими алгоритмами для распознавания лиц в программной системе ситуационного видеонаблюдения являются нейронные сети и метод Виолы-Джонса. Оба алгоритма удовлетворяют условиям технического задания и имеют высокие характеристики эффективности. Однако, метод нейронных сетей, в отличие от алгоритма Виолы-Джонса, не имеет реализаций на языках Delphi, C, C++, C#, которые указаны в качестве предпочтительных для реализации проекта. Выбор между использованием нейросетей и метода Виолы-Джонса был сделан в пользу последнего, так как он имеет реализацию средствами свободной библиотеки компьютерного зрения OpenCV. Работа с ней возможна на языке C++, а благодаря оболочке EmguCV — также на языке C#.

В рамках данной статьи проведен обзор, указаны преимущества и недостатки следующих алгоритмов распознавания лиц: метод гибкого сравнения на графах, метод главных компонент, нейронные сети, метод Виолы-Джонса. На основании этого проведено их срав-

нение, согласно результатам которого был выбран алгоритм, наиболее полно соответствующий требованиям технического задания к дипломному проекту на тему «Программная система ситуационного видеонаблюдения».

ЛИТЕРАТУРА

1. Лычагин Р.В., Аноприенко А.Я., Иваница С.В. Особенности методов распознавания с помощью антропометрии // Международная научно-техническая конференция студентов и молодых учёных: Донецк, ДонНТУ, 2016. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2016/fknt/lychagin/library/article1.htm> (дата обращения 14.04.2017).
2. Мищенко Е. С. Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 9: Исследования молодых ученых. 2013. № 11. С. 74–77.
3. Многослойный перцептрон [Электронный ресурс] // aiportal.ru. 2017. URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/multi-perceptron.html> (дата обращения: 15.04.2017).
4. Применение нейросетей в распознавании изображений [Электронный ресурс] // geektimes.ru. 2009. URL: <https://geektimes.ru/post/74326/> (дата обращения: 14.04.2017).
5. Академия Intel. Введение в естественно-интуитивное взаимодействие с компьютером. Лекция 5: Модуль анализа мимики лица Intel Perceptual Computing SDK [Электронный ресурс] // intuit.ru. 2017. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/10619/1103/lecture/18229> (дата обращения: 16.04.2017).

© Забашта Александр Юрьевич (orangealex25@gmail.com), Хохлов Сергей Александрович, Скорикова Серафима Александровна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана