

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный технический университет»

Кафедра «Математические методы и информационные технологии в экономике»

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Материалы
IV Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(Омск, 19 мая 2022 года)

В двух томах

Том I

Омск
Издательство ОмГТУ
2022

УДК 004+519+65
ББК 32.97+22.172+65.291.8
С40

Ответственный редактор

В. Н. Задорожный, д-р техн. наук,
профессор кафедры «ММиИТЭ» ОмГТУ

С40 Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Омск, 19 мая 2022 г.) : в 2 т. / Минобрнауки России, Ом. гос. техн. ун-т, Каф. «ММиИТЭ» ; отв. ред. В. Н. Задорожный. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2022.

ISBN 978-5-8149-3486-4

Т. I. – 324 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-3487-1

Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование (СУИТиММ)» включают доклады о выполненных научных исследованиях и практических решениях, направленных на развитие современных информационных технологий.

В первом томе приведены результаты научных исследований и новые перспективные инженерные решения, представляющие интерес для широкого круга читателей.

Издание адресовано научным работникам и специалистам в разнообразных сферах проектирования и применения информационных технологий.

УДК 004+519+65

ББК 32.97+22.172+65.291.8

Утверждено программным комитетом конференции

ISBN 978-5-8149-3487-1 (т. I)

ISBN 978-5-8149-3486-4

© ОмГТУ, 2022

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Н. А. Аксёнова, К. С. Голубич, Е.М. Гришанков

Учреждение образования "Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины", г. Гомель, Республика Беларусь

Аннотация. В данной статье описываются и анализируются алгоритмы обнаружения и распознавания лиц в видеопотоке. Также рассматривается реализация метода Виолы-Джонса для построения системы распознавания лиц.

Ключевые слова: распознавание лиц, метод Виолы-Джонса, признак Хаара, AdaBoost, фильтр Гаусса, компьютерное зрение, машинное обучение.

RESEARCH OF THE METHOD OF FACE DETECTION AND RECOGNITION

N. Aksionova, K. Halubich, E. Grishankov

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus

Abstract. This article describes and analyzes the algorithms for detecting and recognizing faces in a video stream. The implementation of the Viola-Jones method for building a face recognition system is also considered.

Keywords: face recognition, Viola-Jones method, Haar sign, AdaBoost, Gaussian filter, computer vision, machine learning.

1. Введение

Распознавание лиц – это система, предназначенная для идентификации людей на статичном изображении или видео. Эта технология существует уже несколько десятилетий, однако ее использование стало более заметно в последние несколько лет, так как теперь она используется в составе инновационных решений, например, при распознавании фотографий людей и дополнительной аутентификации на мобильных устройствах.

Под распознаванием будем понимать идентификацию изображения неизвестного лица с одной из известных персон. Таким образом, понятие «распо-

знание» может быть определено как отнесение исследуемого объекта (изображения лица), задаваемого в виде совокупности наблюдений, к одному из взаимоисключающих классов (персоны), или заключение о том, что этот объект не относится к известным классам. Задача распознавания лиц актуальна как в области интеллектуальных сред, так и в системах безопасности [2].

Например, система распознавания лиц, разработанная в пекинском университете Циньхуа (Tsinghua University), была сертифицирована китайским Министерством общественной безопасности для использования в общественных местах. Японское отделение компании Omron, специализирующееся на технологиях распознавания, автоматизации и управления, разработало систему распознавания лица человека для мобильных телефонов. Компания A4Vision заявляет о том, что Федеральная служба охраны при Департаменте внутренней безопасности США внедрила её биометрическую технологию трехмерного распознавания лиц в своем 10-м Окружном центре.

Распознавание человека по изображению лица имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами идентификации человека:

- не требуется специальное или дорогостоящее оборудование;
- не нужен физический контакт с устройствами: достаточно просто пройти или задержаться перед камерой на небольшое время.

2. Постановка задачи

Целью данной работы является реализация системы определения и распознавания лиц, исследование метода распознавания лиц, основанного на скрытых марковских моделях с одномерной топологией и выработка рекомендаций по выбору структуры и параметров модели, приводящих к высокому проценту распознавания.

Обработка кадров видеопотока состоит из двух основных этапов. На первом этапе происходит обнаружение лиц в кадре, а на втором – непосредственно само распознавание обнаруженных лиц.

При разработке системы, в данной работе был использован метод обнаружения лиц Виолы-Джонса, а для распознавания – метод ближайшего соседа с использованием гистограмм центрально-симметричных локальных бинарных шаблонов.

В результате обобщенный алгоритм обработки кадров разрабатываемой содержит следующие этапы:

- 1 Обнаружение лиц.

- 2 Обработка найденных лиц с помощью фильтра Гаусса.
 - 3 LBP трансформация найденных лиц с последующим применением маски значимых областей.
 - 4 Расчет гистограмм найденных лиц.
 - 5 Классификация лиц методом ближайшего соседа по гистограммам.
- Общий алгоритм разрабатываемой системы представлен на рисунке 1.

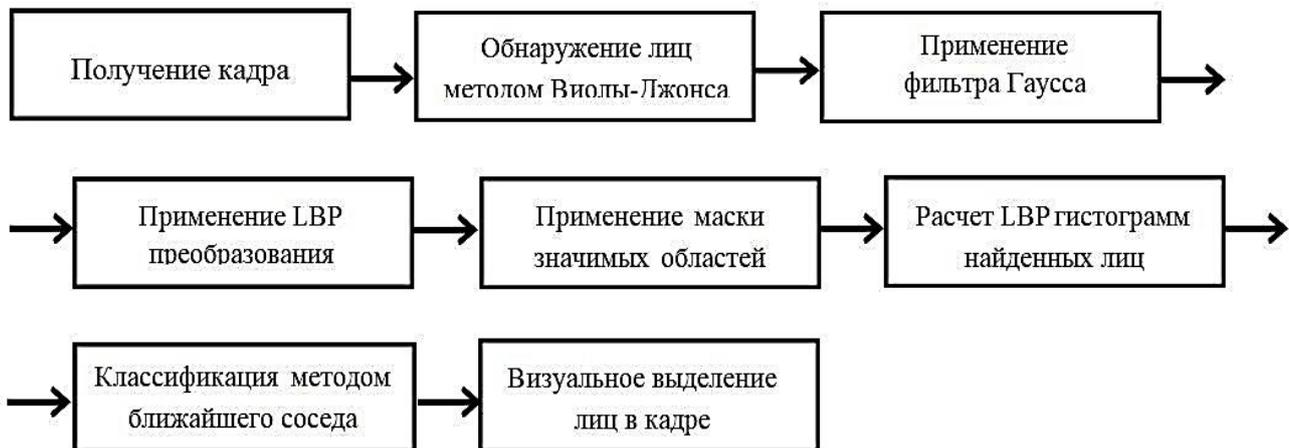


Рис. 1. Обобщенный алгоритм обработки кадров видеопотока

3. Теория

3.1. Метод Виолы-Джонса

Для разработки системы распознавания, был выбран метод обнаружения лиц Виолы-Джонса. Этот метод был разработан в 2001 году, но благодаря своей высокой скорости, а также крайне низкой вероятности ложного обнаружения лица до сих пор является одним из основных методов поиска объектов на изображении.

Основные принципы, на которых основана работа данного метода:

- представление изображения в интегральном виде;
- поиск лиц с помощью признаков Хаара;
- каскадная классификация;
- обучение системы распознавания объектов на основе метода «AdaBoost».

Для повышения эффективности работы с данными, в методе Виолы-Джонса [1] применяется метод интегрального представления, который позволяет быстро рассчитывать сумму яркости пикселей произвольного прямоугольника на заданном кадре. Такое представление изображения представляет собой матрицу одинаковую по размерам с исходным изображением, каждый элемент которой хранит в себе сумму интенсивностей всех пикселей, находящихся над ним и слева от него плюс его собственный вес.

В расширенном методе Виолы-Джонса, который используется в библиотеке компьютерного зрения OpenCV и применяется в разрабатываемой системе, используются дополнительные признаки Хаара.

Каскады Хаара представляют собой прямоугольные области, которые составлены из нескольких соседних прямоугольных областей, отмеченных как светлая или темная. Вычисляемым значением таких дополнительных признаков является разность сумм значений яркостей точек закрываемых светлой частью признака и точек, закрываемых темной частью признака [3].

Поиск лиц происходит при помощи так называемого сканирующего окна, алгоритм сканирования которого выглядит так:

- 1 Есть исследуемое изображение, выбрано окно сканирования, выбраны используемые признаки.

- 2 Окно сканирования начинает последовательно двигаться по изображению с шагом в 1 ячейку окна (допустим, размер окна 24x24 ячейки).

- 3 При сканировании изображения в каждом окне вычисляется приблизительно 200 000 вариантов расположения признаков за счет изменения масштаба признаков и их положения в окне сканирования.

- 4 Сканирование производится последовательно для различных масштабов.

- 5 Масштабируется не само изображение, а сканирующее окно (изменяется размер ячейки).

- 6 Все найденные признаки передаются классификатору, который определяет по их значениям, является ли область изображения, соответствующая окну, лицом или нет.

Поскольку для описания объекта с достаточной точностью необходимо большее число признаков Хаара, они не очень подходят для обучения или классификации. В связи с этим, для ускорения процесса обнаружения, в методе Виолы-Джонса используется каскадный классификатор, который позволяет ускорить обнаружение лиц, фокусируя работу на наиболее интересных областях изображения.

Таким образом при малых вычислительных затратах можно на ранних этапах распознавания отбросить изображения, с большой долей вероятности не содержащие искомый объект (в данном случае лицо). Каждый уровень каскада обучается при помощи алгоритма AdaBoost.

3.2. Фильтр Гаусса

С целью устранения шумов на изображениях лиц был применен фильтр Гаусса. Фильтр Гаусса – это фильтр размытия изображения, который использует нормальное распределение (также называемое Гауссовым распределением) для вычисления преобразования, применяемого к каждому пикселю изображения.

Размытие по Гауссу позволяет избавиться от нежелательных шумов на изображениях, и сводит к минимуму их влияние при классификации лиц.

3.3. LBP преобразование

LBP оператор впервые был предложен в 1996 году для классификации текстур. Однако позже нашел применение и для распознавания лиц. Суть оператора заключается в применении к пикселям изображения порогового преобразования, в котором значение яркости обрабатываемого пикселя сравнивается со значениями яркостей пикселей его окрестности. Результат сравнения каждого пикселя окрестности с обрабатываемым пикселем конкатенируется в двоичное число.

После применения LBP оператора, изображение делится на прямоугольные области, для каждой из которых рассчитываются гистограммы, описывающие, насколько часто встречаются в данной области пиксели различных значений яркости. Полученные гистограммы нормализуются, конкатенируются и используются в дальнейшем в качестве признаков классификации.

В результате получается описание изображения лица на трех уровнях локализации. При этом такое описание не зависит от монотонных изменений освещения.

3.4. Маска значимых областей изображения

Изображения лиц, получаемые после процедуры обнаружения, имеют квадратную форму. Однако лицо занимает не все пространство такого изображения. Поэтому логично было бы исключить влияние на решение классификатора областей изображения, в которых нет лица.

Простым способом решения данной проблемы является применение маски значимых областей изображения. Такая маска представляет собой изображение одного размера с обрабатываемым изображением. Пиксели ненулевой яркости в маске соответствуют значимым областям.

При решении задачи классификации с использованием локальных бинарных шаблонов маску значимых областей целесообразно применить после выполнения LBP преобразования и перед расчетом гистограмм. Таким образом, все незначимые пиксели изображения на гистограмме будут сгруппированы в одно значение.

3.5. Метод ближайшего соседа

Метод ближайшего соседа является простым алгоритмом классификации, суть которого заключается в том, что объект относится к тому классу, к элементу которого он ближе всего находится. Например, на рис. 9 зеленый круг в соответствии с данным алгоритмом должен быть классифицирован как красный треугольник.

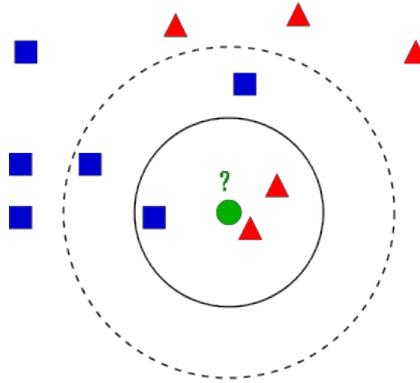


Рис. 2. Метод ближайшего соседа

4. Реализованное приложение

Для реализации приложения был использован язык программирования Python и его библиотеки: NumPy, TensorFlow, OpenCV. При запуске скрипта вызывается интерфейс, на который выводится изображение с веб-камеры, а так же при определении лица выводится опоясывающий квадрат с надписью, идентифицирующей личность человека.

5. Заключение

В данной работе был исследован процесс разработки системы определения и распознавания лиц, описаны выбранные алгоритмы для реализации данной системы. Проведены исследования, показывающие оптимальные параметры рассмотренных алгоритмов и их точность при идентификации лиц. Лучшую точность показал метод с использованием полносверточной нейронной сети. Разработано и реализовано приложение для определения и распознавания лиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Viola P., Jones M. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features, 2001
2. Badrinarayanan V., Kendall A., Cipolla R., SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation.
3. Линда Шапиро, Джордж Стокман, Компьютерное зрение. Бинوم. Лаборатория знаний, 2006. 752 с.

Статья представлена к публикации к.т.н., доцентом Е.А. Калибердой

Аксёнова Наталья Андреевна, nataliaksen@gmail.com

Голубич Кирилл Сергеевич, kirillgolubich@mail.ru

Гришанков Евгений Михайлович, levgenygrishankov@gmail.com