

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К УЗНАВАНИЮ И РАСПОЗНАВАНИЮ ЛИЦ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Васьилева Е. В., Шестаков М. И.

Лихачевский Д. В. – кандидат технических наук, доцент

В представленной работе проанализированы и рассмотрены современные подходы к распознаванию лиц, такие как «Метод гибкого сравнения графов», «Скрытые Марковские модели», «Метод Виолы-Джонса». Рассмотрены преимущества и недостатки этих подходов.

Технология распознавания лиц в настоящее время используется практически повсеместно. Известные производители техники iPhone и Samsung используют данную технологию в своих последних моделях смартфонов. Рассмотрим существующие подходы к узнаванию и распознаванию лиц, а также их преимущества и недостатки.

Для представленных алгоритмов можно выделить следующую общую структура процесса распознавания лиц.



Рисунок 1 – Общая структура распознавания лиц

На первом этапе производится детектирование и локализация лица на изображении. На этапе распознавания производится выравнивание изображения лица (геометрическое и яркостное), вычисление признаков и непосредственно распознавание – сравнение вычисленных признаков с заложенными в базу данных эталонами. Основным отличием всех представленных алгоритмов будет вычисление признаков и сравнение их совокупностей между собой.

### 1. Метод гибкого сравнения на графах (Elastic graph matching)

Суть метода сводится к эластичному сопоставлению графов, описывающих изображения лиц [1,2]. Лица представлены в виде графов со взвешенными вершинами и ребрами. На этапе распознавания один из графов – эталонный – остается неизменным, в то время как другой деформируется с целью наилучшей подгонки к первому. В подобных системах распознавания графы могут представлять собой как прямоугольную решетку, так и структуру, образованную характерными (антропометрическими) точками лица.

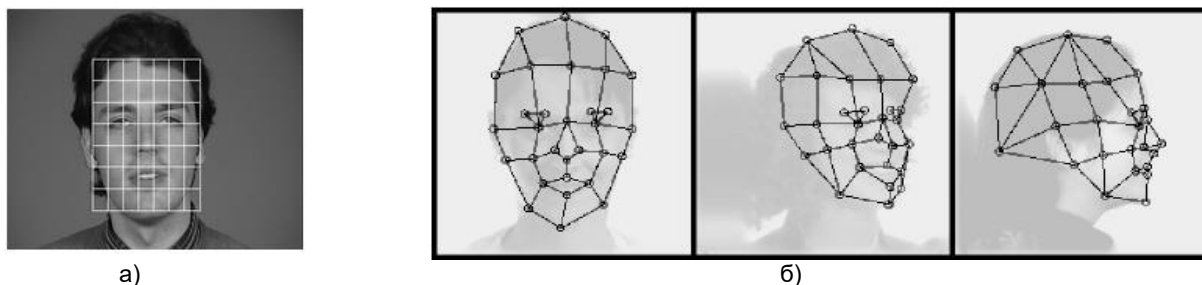


Рисунок 2 – Пример структуры графа для распознавания лиц [1]:

- а) регулярная решетка;
- б) граф на основе антропометрических точек лица

В вершинах графа вычисляются значения признаков, чаще всего используют комплексные значения фильтров Габора или их упорядоченных наборов – Габоровских вейвлет (строи Габора), которые вычисляются

в некоторой локальной области вершины графа локально путем свертки значений яркости пикселей с фильтрами Габора.



Рисунок 3 – Примеры фильтров [2]:  
а) набор фильтров Габора;  
б) свертка лица с фильтрами Габора

Ребра графа взвешиваются расстояниями между смежными вершинами. Различие (расстояние, дискриминационная характеристика) между двумя графами вычисляется при помощи некоторой ценовой функции деформации, учитывающей как различие между значениями признаков, вычисленными в вершинах, так и степень деформации ребер графа.

К недостаткам этого метода относятся высокая вычислительная сложность процедуры распознавания. Низкая технологичность при запоминании новых эталонов. Линейная зависимость времени работы от размера базы данных лиц.

В отдельных публикациях указывается 95-97%-ая эффективность распознавания даже при наличии различных эмоциональных выражениях и изменении ракурса лица до 15°. Однако разработчики систем эластичного сравнения на графах ссылаются на высокую вычислительную стоимость данного подхода. Например, для сравнения входного изображения лица с 87 эталонными тратилось приблизительно 25 секунд при работе на параллельной ЭВМ с 23 транспьютерами [3]. В других публикациях по данной тематике время либо не указывается, либо говорится, что оно велико.

## 2. Скрытые Марковские модели (СММ, НММ)

Одним из статистических методов распознавания лиц являются скрытые Марковские модели (СММ) с дискретным временем [4-6]. СММ используют статистические свойства сигналов и учитывают непосредственно их пространственные характеристики. Элементами модели являются: множество скрытых состояний, множество наблюдаемых состояний, матрица переходных вероятностей, начальная вероятность состояний. Каждому соответствует своя Марковская модель. При распознавании объекта проверяются сгенерированные для заданной базы объектов Марковские модели и ищется максимальная из наблюдаемых вероятностей того, что последовательность наблюдений для данного объекта сгенерирована соответствующей моделью.

Недостатками метода являются необходимо подбирать параметры модели для каждой базы данных; СММ не обладает различающей способностью, то есть алгоритм обучения только максимизирует отклик каждого изображения на свою модель, но не минимизирует отклик на другие модели.

## 3. Метод Виолы-Джонса

В методе Виолы-Джонса используется интегральное представление изображения – матрица, которая совпадает по размерам с исходной и в каждом ее элементе хранится сумма всех элементов, находящихся левее и выше данного [7].

Для описания искомого объекта (лицо, руки, или пр. предметы) используются каскады из признаков. Сам по себе каскад Хаара – это набор примитивов, для которых считается их свертка с изображением. Используются самые простые примитивы, состоящих из прямоугольников и имеющих всего два уровня, +1 и –1. При этом каждый прямоугольник используется несколько раз разного размера. Под сверткой тут подразумевается  $s = X - Y$ , где  $Y$  – сумма элементов изображения в темной области, а  $X$  – сумма элементов изображения в светлой области.

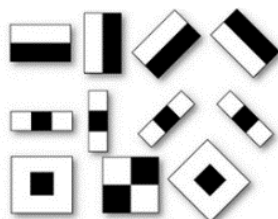


Рисунок 4 – Набор примитивов для описания объектов [7]

Основные проблемы, связанные с разработкой систем распознавания лиц представлены на рисунке 5 и 6.



Рисунок 5 – Проблема освещенности [8]



Рисунок 6 – Проблема положения головы (лицо – это, все же, 3D объект) [8]

С целью оценки эффективности предложенных методов распознавания лиц, агентство DARPA и исследовательская лаборатория армии США разработали программу FERET (Face REcognition Technology) [9].

Компьютерное зрение – развивающаяся отрасль программирования, но при этом востребована и имеет большой спектр применения. Функцию идентификации людей на фотографиях активно используют в программном обеспечении для управления фотоальбомами (Picasa, iPhoto и др.). Скомбинировав ее с реальными параметрами, можно составлять альбомы по отдельному человеку. Идентификация также находит свое применение в системах безопасности, например при распознавании сотрудников объекта (учреждения).

#### Список использованных источников:

- [1] Коломиец В. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/synesis/blog/238129/>.
- [2] Grother P. Face Recognition Vendor Test (FRVT). Performance of Face Identification Algorithms. / Patrick Grother, Mei Ngan. — Information Access Division National Institute of Standards and Technology. – May 26, 2014 – p. 138.
- [3] Lades M. Distortion Invariant Object Recognition in the Dynamic Link Architecture. [Электронный ресурс] / Martin Lades, Jan C. Vorbruggen, Joachim Buhmann, Jorg Lange, Christoph v.d. Malsburg, Rolf P. Wurtz, Wolfgang Konen. – IEEE Transactions on Computers, vol. 42, No. 3, March 1993. – Режим доступа: <http://www.cse.psu.edu/~rtc12/CSE597E/papers/objrecLadesMarlsberg93.pdf>.
- [4] Методы распознавания лиц на основе скрытых марковских процессов. Автореферат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.penzgtu.ru/fileadmin/filemounts/science/dis\\_sovet/referats/DvoinoilR\\_Avtoreferat.pdf](http://www.penzgtu.ru/fileadmin/filemounts/science/dis_sovet/referats/DvoinoilR_Avtoreferat.pdf)
- [5] Применение скрытых марковских моделей для распознавания лиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ami.nstu.ru/~gulyaeva/my\\_article/report7.pdf](https://ami.nstu.ru/~gulyaeva/my_article/report7.pdf)
- [6] Face Detection and Recognition Using Hidden Markov Models [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.anefian.com/research/nefian98\\_face.pdf](http://www.anefian.com/research/nefian98_face.pdf)
- [7] OpenCV шаг за шагом. Интегральное изображение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotcraft.ru/blog/computervision/53-6.html>
- [8] Проблемы распознавания лиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/synesis/blog/238129/>
- [9] Face Recognition Technology (FERET). Instructions on getting FERET database [Электронный ресурс]. / National Institute of Standards and Technology's web site. – Режим доступа: <http://www.nist.gov/itl/iad/feret.cfm>.