



О.В. Порубай, А.А. Горовик

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВИОЛЫ-ДЖОНСА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА НА ФОТО И ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

(Ферганский филиал ТУИТ им.Мухаммада ал-Хоразмий)

В связи с быстрым ростом и развитием информационных технологий, большинство направлений техники и науки используют системы, в которых информация носит характер поля (изображения, видеоизображения). Начиная обрабатывать такую информацию возникает множество сложных проблем. Определив ряд этих проблем, можно выделить одну из самых сложных – обработка и распознавание образа на изображении (видеоизображении) [1].

Процессы узнавания и распознавания образов всегда был интересны и значительны, особенно в связи с возрастающими потребностями защиты: охранные системы, верификация пластиковых и кредитных карт, экспертиза в области криминалистики, биометрические системы идентификации, телеконференции и прочее. Смотря на то, что человек хорошо распознает лица людей, многие разработчики программного обеспечения пытаются «научить компьютер» проводить эту процедуру, разрабатывая все большее количество различного рода систем распознавания лица человека.

**Описание алгоритма метода Виолы-Джонса.** Для решения задачи распознавания лиц используются различные методы. Одним из них является метод Виолы-Джонса, который был взят за основу при написании программы распознавания лица человека на фото и видеоизображениях в реальном времени.

Метод был предложен Полом Виолой и Майклом Джонсом в 2001 году [2,3]. Благодаря своей высокой точности и теоретической основе, данный метод стал приобретать большую популярность среди программистов. Однако, сложные вычисления, используемые в данном методе, по-прежнему нуждались в мощной аппаратной платформе. Данный метод в общем виде использует принцип сканирующего окна. То есть рамка, которая значительно меньше, чем отображаемое в камере изображение, двигается с некоторым заданным шагом по изображению, и с помощью каскада слабых классификаторов ищет черты лица и помечает их.

Обобщенную схему распознавания в алгоритме Виолы-Джонса можно увидеть на рисунке 1.

Метод основывается на следующих основных принципах:

- изображения используются в интегральном представлении –это позволяет быстро вычислять нужные объекты и детали;
- для поиска нужного объекта используются признаки Хаара;
- для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения, используется бустинг (от англ. boost – улучшение, усиление);



- все признаки поступают на вход классификатора, он в свою очередь даёт результат «верно» либо «ложь»;
- используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Требуется подробный разбор принципов, на которых основан алгоритм Виолы-Джонса. Данный метод в общем виде ищет лица и черты лица по общему принципу сканирующего окна.

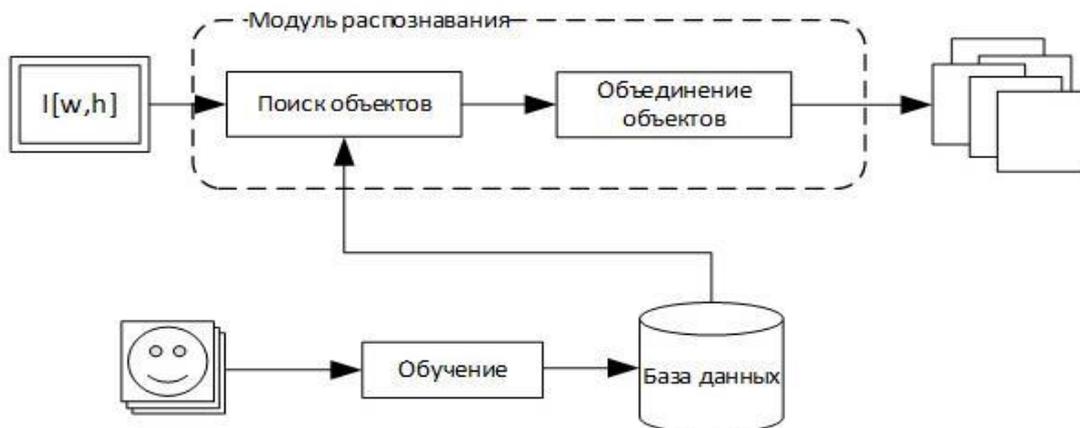


Рис. 1. Обобщенная схема алгоритма Виолы-Джонса

**Принцип сканирующего окна.** В общем виде, задача обнаружения лица и черт лица человека на цифровом изображении выглядит именно так:

- имеется изображение, на котором есть искомые объекты. Оно представлено двумерной матрицей пикселей размером  $w \cdot h$ , в которой каждый пиксель имеет значение:
  - от 0 до 255, если это черно-белое изображение;
  - от 0 до 2553, если это цветное изображение (компоненты R, G, B).
- в результате своей работы, алгоритм должен определить лица и их черты и пометить их — поиск осуществляется в активной области изображения прямоугольными признаками, с помощью которых и описывается найденное лицо и его черты.

Иными словами, применительно к рисункам и фотографиям используется подход на основе сканирующего окна: сканируется изображение окном поиска, его еще называют «окно сканирования», а затем применяется классификатор к каждому положению. Система обучения и выбора наиболее значимых признаков полностью автоматизирована и не требует вмешательства человека, поэтому данный подход работает быстро.

Анализ перечисленных особенностей и достоинств метода Виолы-Джонса и привел к разработке программы для распознавания лица человека на фото и видеоизображениях, позволяющей находить нужный образ. Разработанная программа позволяет распознавать лица людей в реальном времени.

### Структура и алгоритмы работы программы

Программный продукт предназначен для распознавания лиц с фото и видеоизображений, снятых с камеры видеонаблюдения для автоматического



определения лица на фото или видеоматериале с целью дальнейшего анализа. Применяется в сфере компьютерного зрения и анализа характерных черт лица человека. Разработан на основе алгоритма нахождения и сопоставления простых геометрических фигур чертам лица человека.

Программа запускается при клике на файл DetectorLica.exe. При запуске программы появляется главное окно программы, в котором представлены сведения о времени нахождения лица на изображении и используемая модель распознавания. Данная программа использует открытую библиотеку компьютерного зрения OpenCV для работы и анализа видео.

Для начала распознавания необходимо запустить программу распознавания нажав кнопку «Запустить» откроется следующее окно (Рис. 2).

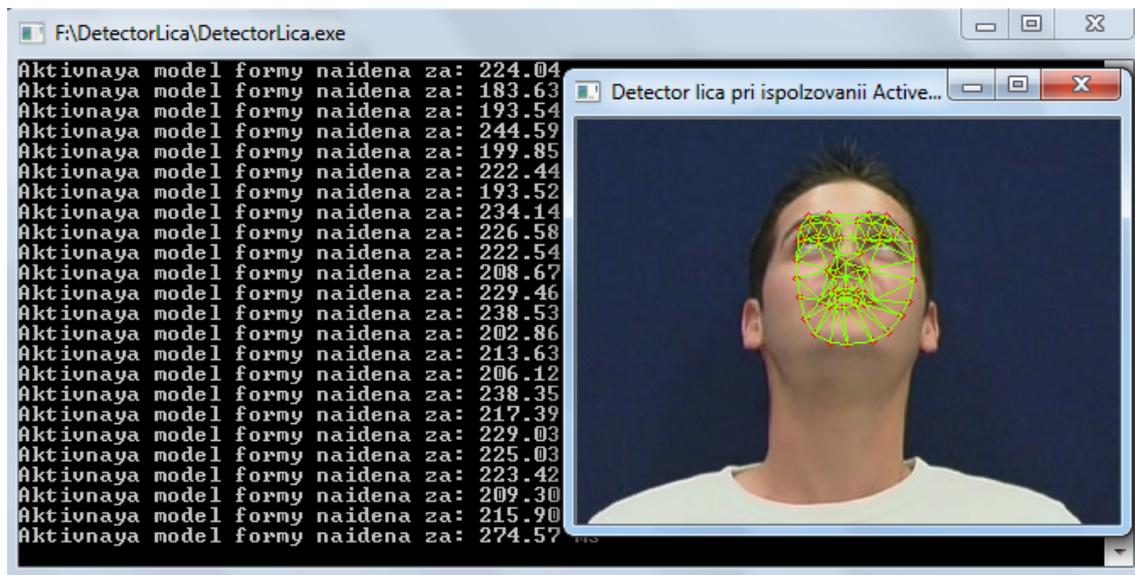


Рис. 2. Распознавание лица на видео

Программа может анализировать данные о лицах, находящихся в кадрах видеозображения. Обрабатывает каждый кадр отдельно и выводит статистику распознанного на кадре лица и время его распознавания. Если лицо на видео найдено, то программа строит вокруг него зеленую рамку – сетку, определяющую контуры и признаки лица.

Проект программы состоит из следующих файлов и библиотек исходного кода:

1. Основной файл кода - DETECTORLICA.CPP
2. Заголовочный файл библиотеки функций соответствия маски ASM – ASMFITTING.H
3. Библиотека распознавания ASMLIBRARY.DLL
4. Файл распознавания по методу Виола Джонса - VJFACEDETECT.CPP

Программа использует открытую библиотеку распознавания OPENCV 2.4.9, которая помогает решать сложную задачу распознавания лиц. Данная



библиотека легко интегрируется со средой разработки программы MS VisualStudio, в которой написана основная программа распознавания лиц.

Принцип работы программы состоит в следующем:

- программа загружает с входного потока ввода данных изображение или потоковое видео, разделяет на кадры;
- из кадра убирается цветовая составляющая;
- происходит сканирование изображения на предмет черт Хаара по окнам сканирования;
- создается активная модель формы (ASM) для каждого изображения;
- выводится результат в окно.

Возможности предлагаемого программного продукта состоит в том, что программа автоматизирует распознавание лица на фото и видеоматериале освобождая тем самым оператора от многочасового просмотра видеоматериала с целью его анализа в системах видеонаблюдения.

Для примера можно описать работу системы контроля доступа. На входе расположена камера наблюдения, которая контролирует дальнейший доступ входа. При попытке войти, делается снимок лица человека, далее происходит распознавание этого лица. Если лицо соответствует портрету, хранящемуся в базе данных, то считывается дополнительная информация: имя, возраст, должность и т.п. На основе считанных данных система либо дает доступ, либо закрывает его.

Алгоритм работы программы можно представить в следующем виде:

1. Запуск;
2. Генерация шаблона лица;
3. Анализ кадров видеоизображения;
4. Вывод результатов анализа;
5. Вывод рамки вокруг распознанного лица.

**Вывод.** Предварительные исследования показали, что данный программный продукт имеет практическую значимость и может быть применен, как в промышленности, так и в любой сфере деятельности человека, где необходима система машинного зрения для распознавания лица человека.

### Литература

1. Le Cun Y., Bengio Y. Convolutional networks for images, speech and time series // The handbook of brain theory and neural networks. – 1998. – V.7. - №1. – P.255-258.
2. Viola P. and Jones M.J., «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features», proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001
3. Viola P. and Jones M.J., «Robust real-time face detection», International Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, 2004., pp.137–154
4. Местецкий Л.М., «Математические методы распознавания образов», МГУ, ВМиК, Москва, 2002–2004., с. 42 – 44



5. Jan Šochman, Jiří Matas, «AdaBoost», Center for Machine Perception, Czech Technical University, Prague, 2010

М.Р. Рахмонова, Д.Т. Мухамедиева

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЫБОРА МАРШРУТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

(Ташкентский университет информационных технологий)

Задача о выборе маршрута относится к классу  $NP$ -трудных задач. Все эффективные (сокращающие полный перебор) методы решения задачи выбора маршрута — методы эвристические («жадные алгоритмы»). В большинстве эвристических методов находится не самый эффективный маршрут, а приближённое решение. Зачастую востребованы так называемые any-time алгоритмы, то есть постепенно улучшающие некоторое текущее приближенное решение.

Задача выбора маршрута может быть сформулирована как целочисленная введением булевых переменных  $x_{ij} = 1$ , если маршрут включает переезд из города  $i$  непосредственно в город  $j$  и  $x_{ij} = 0$  в противном случае. Тогда можно задать математическую модель задачи, то есть записать целевую функцию и систему ограничений

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} c_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = \overline{1, n} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = \overline{1, n} \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i, j = \overline{1, n} \quad (4)$$

Условия (2)–(4) в совокупности обеспечивают, что каждая переменная  $x_{ij}$  равна или нулю, или единице. При этом ограничения (2), (3) выражают условия, что коммивояжер побывает в каждом городе один раз в него прибыв (ограничение (2)), и один раз из него выехав (ограничение (3)).

Однако этих ограничений не достаточно для постановки задачи коммивояжера, так как они не исключают решения, где вместо простого цикла, проходящего через  $n$  вершин, отыскиваются 2 и более отдельных цикла (подцикла), проходящего через меньшее число вершин. Поэтому задача, описанная уравнениями (2)–(4) должна быть дополнена ограничениями, обеспечивающими связность искомого цикла.

Для того, чтобы исключить при постановке задачи все возможные подциклы в систему ограничений задачи включают следующее ограничение:

$$U_i - U_j + n \cdot X_{ij} \leq n - 1, \text{ где } U_i \equiv \sum_{j=1}^n x_{ij}, U_j = \sum_{i=1}^n x_{ij}, i = \overline{2, n}, j = \overline{2, n} \text{ и } i \neq j.$$