

## РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ НА БАЗЕ БИБЛИОТЕКИ OPENCV

*С.В. Томилов*

Большинство современных систем распознавания лиц, очень чувствительны к характеристикам предъявляемых изображений. Поэтому перед непосредственным распознаванием, необходимо выполнять нормализацию исходных изображений. Процесс нормализации направлен на приведение изображений к единому стандартному виду, принятому в данной системе распознавания.

К основным операциям нормализации изображений в системах распознавания относят следующее: *поиск и выделение лица* на исходном изображении, *согласование размеров, элиминирование поворотов и наклонов* лица на изображении во фронтальной и продольных плоскостях, а так же *изменение яркости и контраста*.

Для автоматизации процесса нормализации изображений в системах распознавания лиц, было разработано программное обеспечение, на основе библиотеки компьютерного зрения с открытым исходным кодом — *OpenCV*. Данная библиотека разработанная компанией *Intel*, значительно упрощает программирование в области компьютерного зрения, предоставляя удобный интерфейс для детектирования, отслеживания и распознавания лиц. Особо ценным в *OpenCV* является математический аппарат и функционал по обработке изображений.

Первым этапом нормализации является детекция лиц на исходном изображении. В реальных системах распознавания лиц данный этап имеет еще

более глубокое значение. Если классификатор сообщит системе, что на предъявленном изображении отсутствуют лица, следующий трудоемкий этап – распознавание будет отменен, ввиду отсутствия исходных данных. В библиотеке OpenCV поиск лиц реализован на основе метода предложенного П. Виола и М. Джонсом в 2001 году.

Суть метода заключается в построении каскадного классификатора, каждый уровень которого имеет большее количество проверяемых параметров. Таким образом, при сканировании изображения, регион, отбракованный на первом уровне каскада классификаторов не подвергается проверке на последующих уровнях, а помечается как не содержащий лица. В качестве параметров для классификации используются визуальные особенности изображения – функции, которые рассчитывают разность интенсивностей двух смежных прямоугольных областей изображения. Особенности с наибольшим значением, присущие всем обучающим образцам класса, являются наиболее репрезентативными. Для обучения каскада и отбора таких ключевых особенностей применяется алгоритм машинного обучения AdaBoost.

Установочный пакет OpenCV содержит целый набор готовых обученных классификаторов, сохраненных в виде файлов с расширением «\*.xml». Здесь имеются классификаторы, как для поиска лица, так и его отдельных частей: глаз, рта, носа.

Особый интерес среди этих классификаторов представляют те, которые позволяют находить глаза, так как знание координат центров глаз, позволяет выполнять следующий этап нормализации – элиминирование наклонов головы.

Большие наклоны головы на изображениях, негативно сказываются на качестве распознавания [1]. Эту ситуацию можно исправить, выровняв по горизонтали линию, проведенную через центры глаз. Эффективнее производить поиск глаз в уже выделенной области лица: во-первых это локализует регион поиска, во-вторых значительно понижает возможность ложных срабатываний. Классификаторы, обученные поиску глаз, очень чувствительны к наличию очков и в большинстве случаев дают сбой, особенно для очков полностью скрывающих глаза. На этот случай можно задействовать классификатор «haarcascade\_eye\_tree\_eyeglasses.xml», обученный поиску на изображении глаз в очках, который будет использоваться как запасной вариант на случай сбоя простого классификатора. Для лица с найденными центрами глаз вычисляются следующие величины:  $L_h$  – расстояние между высотами центров глаз,  $L_c$  – расстояние между центрами глаз. Для нормализации необходимо повернуть исходное изображение на угол

$$\theta = \pm \arctg \frac{L_h}{L_c}, \quad (1)$$

знак которого, зависит того в какую сторону необходимо произвести поворот. Это легко определить по вертикальному расположению глаз. На рис. 1

приведен пример двух нормализаций наклонов: лицо слева было повернуто на  $\approx -6^\circ$ , лицо справа на  $\approx 4^\circ$ . Причем для поиска центров глаз последнего был задействован классификатор поиска глаз в очках.

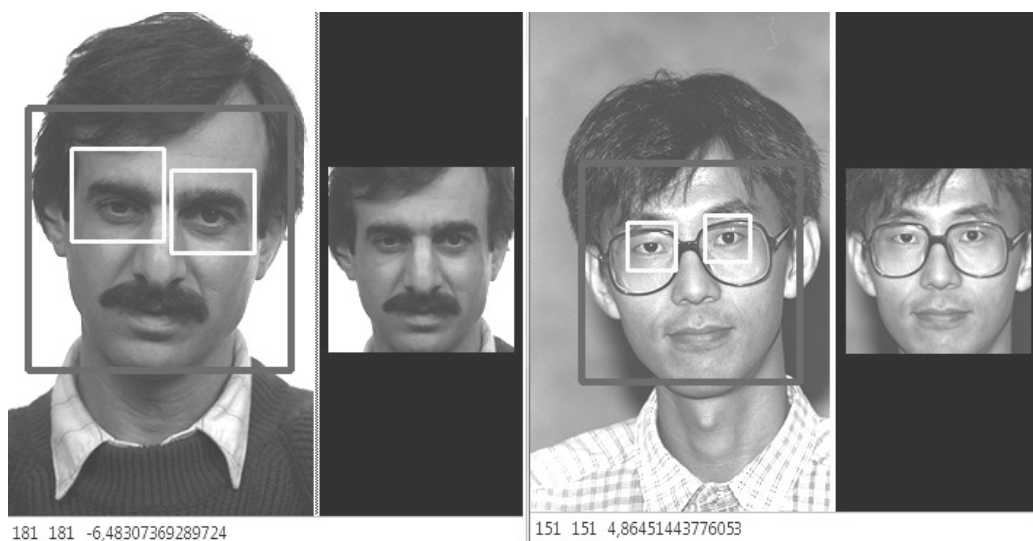


Рис. 1. Пример нормализация наклонов головы

Для некоторых фотопортретов в процессе поиска лица может возникнуть такая ситуация как множественное обнаружение (рис. 2). В приложениях, у которых наиболее критичным параметром является время выполнения распознавания, наиболее целесообразным выходом будет возвращать последнее обнаруженное лицо, но для более объективного результата обнаружения, необходима постобработка обнаруженных окон в целях объединения перекрывающихся обнаружений воедино.

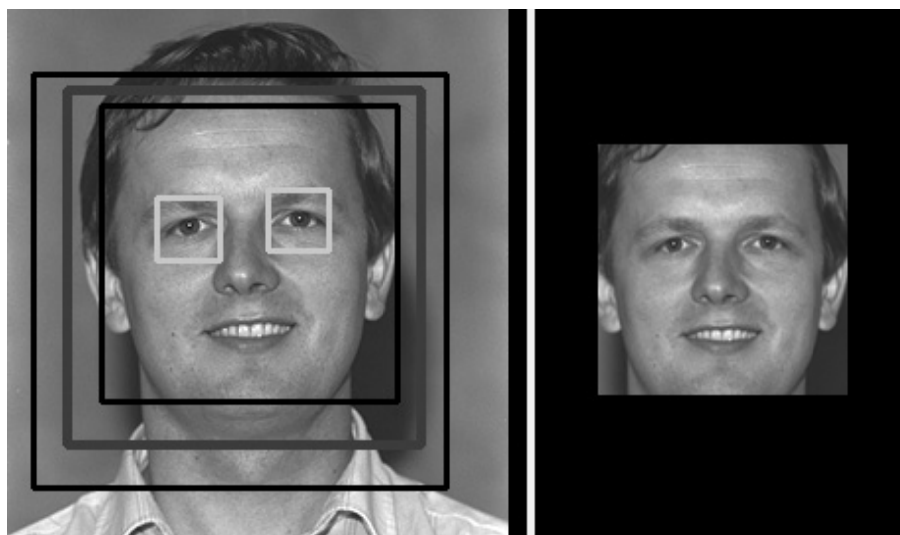


Рис. 2. Пример эффекта множественных обнаружений

Обнаружения объединяются очень простым способом: сначала они разбиваются на непересекающиеся подмножества. Затем два обнаружения помещаются в одно подмножество, если их ограничивающие области перекрываются. Каждая часть дает одно окончательное обнаружение. Углы окончательного ограничивающего региона – это средние углы всех обнаружений в подмножестве.

Следующим немаловажным этапом нормализации изображения, является *нормирование яркости*. Выполнение данного преобразования направлено на снижение нестабильности яркостных параметров изображения, которое особо негативно сказывается на результатах работы тех методов распознавания, в которых исходными признаками являются значения пикселей.

Одним из методов нормализации такого рода, является изменение гистограммы распределения яркости. Операция нормирования гистограммы направлена на то, чтобы распределить значения интенсивности пикселей по всему диапазону уровней яркости от 0 до 255. Операция нормирования яркости изображений была реализована следующим образом:

$$G_{ij} = 255 \left( Z_{ij} - Z_{\min} \right) / \left( Z_{\max} - Z_{\min} \right), \quad (2)$$

где  $Z_{ij}$  – пиксель исходного изображения,  $i=1, 2, \dots, H$  и  $j = 1, 2, \dots, W$ ;  $H$  и  $W$  – высота и ширина изображения соответственно;  $Z_{\min}$  – минимальное значение яркости исходного изображения;  $Z_{\max}$  – максимальное значение яркости исходного изображения;  $G_{ij}$  – пиксель изображения с видоизмененной гистограммой [1].

У OpenCV имеется функционал для построения алгоритма «Eigenface». Eigenface – является алгоритмом распознавания лиц в основе которого лежит метод главных компонент. Используя этот функционал, была разработана программа для тестирования нормализованных изображений.

Программа будет опробована на базе данных «FERET». FERET – международный стандарт для тестирования систем распознавания. Данная база данных лиц, содержит фотопортреты множества людей, разного пола и расы. Для каждого человека сделано множество фотографий, отличающихся по условиям и ракурсу съемки, таким образом, достигается объективность оценки при тестировании системы распознавания.

#### Библиографический список

1. Кухарев, Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности / Г.А. Кухарев. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.
2. Форсайт, Д.А. Компьютерное зрение. Современный подход: пер. с англ. / Д.А. Форсайт, Ж. Понс. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
3. Bradski, G. Learning OpenCV. Computer Vision with the OpenCV Library / G. Bradski, A. Kaehler. – O'Reilly Media, 2008. – 576 p.

4. Robust Real-time Object Detection [Electronic resource] / P. Viola, M. Jones. – Electronic data. – Vancouver: Second international workshop on statistical and computation theories of Vision – Modeling, learning, computing and sampling, 2001. – Mode access: [http://research.microsoft.com/en-us/um/people/viola/Pubs/Detect/violaJones\\_IJCV.pdf](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/viola/Pubs/Detect/violaJones_IJCV.pdf) (01.03.2011).

5. Eigenface for recognition [Electronic resource] / M. Turk, A. Pentland. – Electronic data. – Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1991. – Mode access: <http://www.face-rec.org/algorithms/PCA/jcn.pdf> (20.02.2011).