

## **Д.Г. ШАПОШНИКОВ**

НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана Ростовского государственного  
университета  
dima@nisms.krinc.ru

### **МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ЛИЦ НА ОСНОВЕ ИХ НАИБОЛЕЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ**

#### **Аннотация**

Описан двухэтапный метод определения контуров лиц, и приведены результаты его тестирования на двух базах изображений. Показано, что процедура предварительного определения контура лица позволяет увеличить эффективность детектирования его наиболее информативных областей с помощью каскадного метода [1] с 96% до 99% и идентифицировать каждую из них (глаза, нос, рот).

#### **Введение**

Одно из интенсивно развивающихся направлений при решении задачи распознавания изображений лиц инвариантно к различным преобразованиям состоит в поиске алгоритмов предварительной обработки изображений для детектирования наиболее информативных областей (НИО) лиц [1] для последующего детального анализа [5,7,8]. Очевидно, что выбор информационно-значимых фрагментов на изображениях значительно уменьшает объем обрабатываемой информации за счет исключения неинформативных областей. Ранее был разработан каскадный метод детектирования НИО [1], основанный на ряде нейрофизиологических и психофизических данных и представлений. Метод является частью системы санкционированного доступа FOSFI [7], и от его результатов зависит точность определения биометрических точек на изображении, влияющая на эффективность распознавания. Основным недостатком каскадного метода являлась относительно низкая способность детектирования областей носа и рта. Вместе с тем, определение каждой из НИО необходимо как для оценки ракурса лица на изображении, так и построения системы относительных координат для инвариантного кодирования признаков изображения.

В данной работе описан метод определения контура лица, который позволяет улучшить идентификацию каждой из НИО. Выбор контура для решения этой задачи, с одной стороны, определялся результатами психофизических экспериментов А.Л.Ярбуса [6] о том, что он, наряду с

глазами, носом и ртом, является наиболее приоритетной частью изображения лица при переводе взгляда. С другой стороны, предварительные тесты, выполненные вручную, показали, что при обработке части изображения, строго ограниченной контуром, эффективность детектирования каждой из НИО и точность распознавания возрастали.

### **Метод детектирования НИО**

*Каскадный метод* детектирования НИО и способ определения контура лица основаны на имитации ряда нейронных механизмов биологического зрения, таких как ориентационная избирательность корковых нейронов и неравномерное распределение рецепторов сетчатки [6], а также на предположении, что НИО имеют специфические комбинации первичных признаков, привлекающие зрительное внимание [3]. В качестве таких признаков были выбраны разноориентированные высококонтрастные локальные перепады [1], выделенные на разных уровнях разрешения. Каскадный метод включает в себя следующие процедуры:

1. Выделение ориентированных локальных перепадов яркости на двух уровнях разрешения с помощью разности двух Гауссианов со сдвинутыми центрами [4].
2. Построение частных признаков карт, а именно, карты высококонтрастных элементов и карты перепадов яркости, ориентация которых находится в некотором диапазоне по отношению к ориентациям соседних элементов (область 7x7 пикселей).
3. Построение итоговой карты распределения "точек интереса" на изображении.
4. Группирование "точек интереса" в "области интереса" – потенциальные НИО.

В результате применения каскадного метода были определены координаты центров "областей интереса" и границы этих областей. Метод обеспечивал определение областей глаз в 99% случаев, областей носа и рта - в 93%.

*Метод определения контура лица* на изображении также состоит из нескольких процедур, которые выполняются по результатам детекции НИО:

1. Определение относительных размеров лица по расстоянию между центрами областей глаз, идентифицированных после первичного применения процедур каскадного метода, на основе известных

биометрических соотношений [2].

2. Процедура исключения из рассмотрения «областей интереса», не отвечающих ряду критериев геометрических отношений между ними [5].

3. Вычисление центра масс оставшихся НИО и построение предварительного контура в виде прямоугольника, размеры которого связаны с расстоянием между глазами (Рис.1а).

4. Идентификация на карте распределения высококонтрастных элементов (значение контраста вдвое превышает среднее значение по всему изображению) точек, наиболее близко расположенных к границе прямоугольника. В этой процедуре также вычисляются центр масс этих точек и среднее расстояние  $R$  от каждой выделенной точки до центра масс (Рис 1б).

5. Аппроксимация распределения точек, идентифицированных в процедуре «4», с помощью эллипса, имеющего размер большой оси  $1.2 \cdot R$ , малой –  $0.8 \cdot R$  (Рис.1в). Центр эллипса определяется как центр масс граничных высококонтрастных элементов.

Эллипс, полученный с помощью описанных последовательных процедур, в дальнейшем рассматривается как контур лица.



Рис.1. Пример определения контура лица на изображении: а) построение прямоугольника в соответствии с процедурами «1»-«3»; б) распределение высококонтрастных элементов по результатам процедуры «4»; в) аппроксимация распределения граничных высококонтрастных элементов эллипсом в соответствии с процедурой «5».

### Результаты тестирования

Метод определения контура лица на основе НИО, описанный в предыдущем разделе, тестировался на изображениях лиц разных размеров из двух баз: стандартной (ORL, 400 изображений, размер 92x112, [http:// www.cam-orl.co.uk/facedatabase.html](http://www.cam-orl.co.uk/facedatabase.html)) и собственной,

полученной в реальных условиях при работе системы санкционированного доступа FOSFI (2000 изображений, размер 720x570). Обнаружено, что точность детектирования контура для изображений базы ORL составила 90%, а для изображений системы FOSFI – 99%. Точность метода оценивалась путем сравнения контуров, построенных оператором и с помощью описанного метода.

Целью основной серии компьютерных экспериментов была оценка эффективности каскадного метода при обработке изображений лиц до и после выделения их контуров. Эти тесты проводились только на собственной базе изображений. На Рис. 2 показана эффективность определения каждой из НИО до процедуры выделения контура и после. Видно, что возможность определения областей носа и рта с помощью каскадного метода существенно возрастает после процедуры оконтуривания лица.

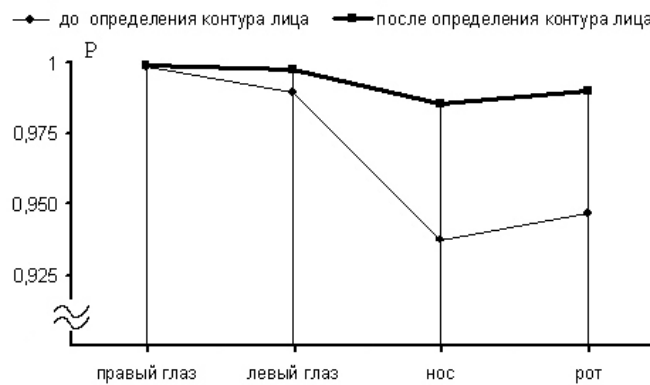


Рис.2. Эффективность детектирования различных НИО до и после определения контура лица.

### Заключение

Как показало проведенное исследование, выделение лица из общего фона с помощью определения его контура позволило детектировать области глаз, носа и рта с примерно равной эффективностью. Стабильная идентификация трех НИО позволяет определить ракурс лица на изображении [5], что необходимо, с одной стороны, для ускорения поиска эталона в

базе при распознавании, и, с другой стороны, дает возможность построения системы относительных координат для инвариантного представления признаков изображения. Предполагается, что детализация процедуры получения реального контура позволит в перспективе точно определять размеры и наклон лица на изображении. Ожидается, что эта процедура существенно увеличит эффективность распознавания трансформированных изображений с помощью системы FOSFI [7].

Разработанная ранее поведенческая модель активного зрительного восприятия VMV [5] может быть модифицирована путем добавления информации о координатах контура лица в алгоритм построения траектории осмотра. Более детализованная модель позволит тестировать возможные механизмы выбора точек фиксации взгляда в процессе осмотра изображений и формулировать предположения для экспериментальной проверки.

#### *Список литературы*

1. Головань А.В., Шевцова Н.А., Подладчикова Л.Н., Маркин С.Н., Шапошников Д.Г. Детектирование информативных областей лиц с помощью локальных признаков. // *Нейрокомпьютеры: разработка и применение*. - 2001. - № 1. - с.50-57.
2. Зимин А.М., Кирсанова Л.З. Криминалистическая фотопортретная экспертиза. (Учебное пособие). - МВД СССР, ВНКЦ, Москва. 1991. - 89с.
3. Подвигин Н.Ф., Макаров Ф.Н., Шелепин Ю.Е. Элементы структурно-функциональной организации зрительно-глазодвигательной системы. - Л.: Наука. - 1986. - 252 с
4. Форсайт Д.А., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. : Пер. с англ. - М: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 928 с.
5. Шапошников Д.Г., Головань А.В., Подладчикова Л.Н., Шевцова Н.А., Гао К., Гусакова В.И., Гизатдинова Ю.Ф. Применение поведенческой модели зрения для инвариантного распознавания лиц и дорожных знаков. // *Нейрокомпьютеры: разработка и применение*. - 2002. - 7-8. - с.21-33.
6. Ярбус А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения. - М.: Наука. - 1965. - 166с.
7. Petrushan M. V., Samarin A.I., Shaposhnikov D.G. FOSFI – the system for face image recognition. // *In Proc of . 7-th Int. Conf. «Pattern recognition and image analysis: new information technologies»*, St.-Petersburg., 2004. - v. 2. - p.515-518.
8. Wechsler H. *Face Recognition: From Theory to Applications*. - Springer-Verlag, 2002. - 921p.