

# Алгоритмы биометрической идентификации личности человека на основе инвариантных признаков профильного изображения лица

Мумтозали Тухтаинов  
Факультет информатики

Наманганский инженерно - педагогический институт, Наманган, Узбекистан  
[mumtozali@yahoo.com](mailto:mumtozali@yahoo.com)

## Аннотация

В данной работе предложены алгоритмы биометрической идентификации личности человека на основе инвариантных признаков профильного изображения лица. Локализация профиля лица и лицевых элементов на изображении осуществляется с помощью традиционных методов, основанных на анализе цвета кожи и интегральных проекций. Для определения идентификационных признаков профильного изображения лица предложены новые подходы, с помощью которых можно сформулировать пространства инвариантных признаков. На основе корреляционного и геометрического подхода выполнено само распознавание.

**Ключевые слова:** биометрия, идентификация, распознавание, профильное изображение лица, инвариантные признаки, корреляция, геометрия.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Известно, что количество научных исследований в области биометрической идентификации личности человека достаточно велико; наиболее популярной темой является идентификация человека по изображению лица [1-6].

Необходимо отметить, что до настоящего времени исследования в данной области проводились в основном для фронтальных изображений лиц. Но теперь появляются научные и практические задачи исследования профильного изображения лица, которые необходимо решать [5, 6].

Для решения поставленной задачи, необходимо решить следующие подзадачи.

- локализация профильного изображения лица и лицевых элементов на изображении;
- формирование признакового пространства;
- распознавание профильного изображения лица на основе идентификационных признаков.

В данной работе предложены алгоритмы биометрической идентификации личности человека на основе инвариантных признаков профильного изображения лица. Локализация профильного изображения лица и лицевых элементов на изображении осуществляется с помощью традиционных методов, основанных на анализе цвета кожи и интегральных проекций. Для определения идентификационных признаков профильного изображения лица предложены новые подходы, с помощью которых можно сформулировать пространства инвариантных признаков. На основе корреляционного и геометрического подхода выполнено само распознавание.

## 2. ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПРОФИЛЯ ЛИЦА НА ИЗОБРАЖЕНИИ

На рис.1. приведен общий вид цветного изображения профиля лица, на котором необходимо определить области лица для дальнейшего выполнения поставленной задачи.



Рисунок 1: Цветное изображение профиля лица.

Для локализации лицевой части можно использовать метод, основанный на анализе цвета кожи в цветовой модели RGB. С помощью нижеследующих предикатов можно выделить области кожи на цветном изображении:

$$R > 95 \text{ and } G > 40 \text{ and } B > 20 \text{ and } \max(R, G, B) - \min(R, G, B) > 15 \\ \text{and } |R - G| > 15 \text{ and } R > G \text{ and } R > B \text{ and} \\ [(R * 100) / (R + G + B)] < 57 \text{ and } [(G * 100) / (R + G + B)] < 35 \text{ and} \\ [(B * 100) / (R + G + B)] < 35 .$$

Здесь R, G, B – значения каналов проверяемого пикселя, соответствующие красному, зеленому и голубому цветам.

Результат алгоритма показан на Рис.2а.

Для определения лицевой части, выполнен анализ интегральных проекций на области цвета кожи. Алгоритм состоит из следующих шагов.

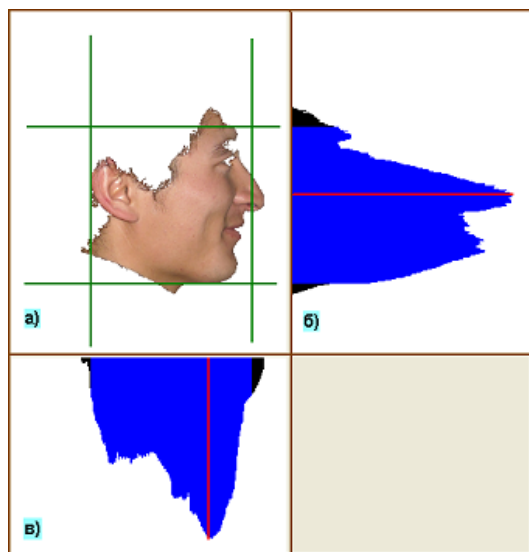
**1-шаг.** По формуле  $IP = \sum I_{Skin}$  вычисляются вертикальные и горизонтальные интегральные проекции для пикселей, содержащие цвет кожи (Рис.2б, в).

**2-шаг.** Определяются максимальные значения  $IP_{Max}$  от вертикальных и горизонтальных интегральных проекций. Результативные линии изображены красным цветом (Рис.2б, в).

**3-шаг.** Определяются координаты (области) профильного изображения лица, удовлетворяющие условию  $IP > \frac{IP_{Max}}{5}$ .

Результативные линии от вертикальных и горизонтальных интегральных проекций выделены синим цветом. Остальные линии выделены черным цветом (Рис.2б, в).

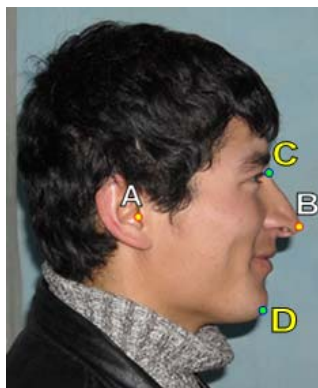
Граничные (верхние, нижнее, левые и правые) координаты, т.е. общий результат локализации профильного изображения лица, проиллюстрирован на Рис.2а пресекающимися линиями зелёного цвета.



**Рисунок 2:** Процесс выделения области профильного изображения лица на основе анализа интегральных проекций.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ТОЧЕК ПРОФИЛЬНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИЦА

В данной работе предусмотрено использовать, в основном четыре идентификационные точки для дальнейшего распознавания профильного изображения лица (Рис.3). Ими являются: козелок ушной раковины (точка *A*); кончик носа (точка *B*); переносица (точка *C*); подбородок (точка *D*). Из них *A* и *B* являются также опорными точками.



**Рисунок 3:** Идентификационные точки профильного изображения лица.

#### 3.1. Определение координат кончика носа.

Вертикальную линию кончика носа можно определить также на основе анализа интегральной проекции и анализа области цвета кожи. Можно предположить, что вертикальная линия кончика носа расположены в самой крайней точке выделенной передней части лица, позиция которой (позиция горизонтальной линии) лежит в позиции максимального значения интегральной проекции.

#### 3.2. Локализация ушной раковины и определение координат козелка.

Козелок ушной раковины является опорной точкой, поэтому необходимо найти его координаты.

В работе [4] рассмотрены задачи локализации фронтального изображения лица, где используется метод корреляционного анализа по маске для поиска области лица. Для локализации ушной раковины можно также использовать алгоритмы этого метода. Нужно только изменить маску поиска, т.е. вместо маски лица возьмем маску ушной раковины (Рис.4).

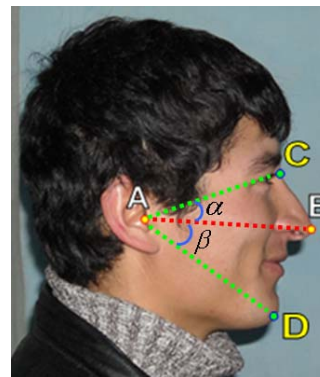


**Рисунок 4:** Маска поиска ушной раковины.

После локализации ушной раковины координаты козелка можно определить на основе маски, т.е. в найденной области выберем координаты, соответствующие координатам козелка по маске.

#### 3.3. Определение координат переносицы и челюсти.

Ранее найденные опорные точки *A* и *B* помогут нам определить координаты переносицы (точка *C*) и челюсти (точка *D*). Таким образом, базируясь на углах между линиями, соединяющими идентификационные точки, можно уточнить соответствующие координаты точки *C* и *D* (Рис.5).



**Рис.5.** Определение координат точки *C* и *D*.

Эту операцию можно выполнять автоматически, используя ранее определенные параметры. В качестве параметров мы выберем координаты опорных точек (*A* и *B*) и контурной (граничной) линий передней части профильного изображения

лица. Координаты контурных линий (точек) лица были определены в процессе выделения цвета кожи.

Экспериментально установлено, что угол между линией  $AB$  и  $AC$  составляет примерно на  $22^\circ$ . А угол между линией  $AB$  и  $AD$  составляет примерно на  $35^\circ$ . То есть,  $\alpha \approx 22$  и  $\beta \approx 35$ .

#### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ТОЧЕК И ФОРМИРОВАНИЕ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА

В качестве признаков выберём евклидовы расстояния между точкой  $A$  и точкой граничных линий передней части лица (Рис.6). Эти расстояния обозначим через  $d_k$ . Точки граничных линий передней части лица определяются с помощью нумерованной шкалы, которую мы условно назовем «сеткой». Интервалы шкалы этой сетки будут одинаковыми (равномерными). Интервалы может установить каждый самостоятельно. На рис.7 показан график расстояний по узлам сетки, количество которых составляет 14.

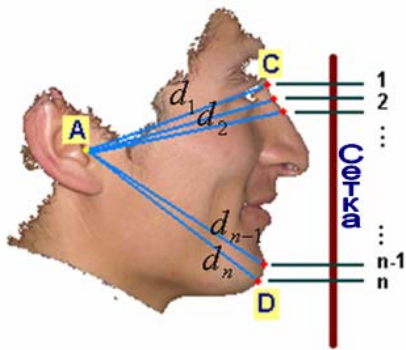
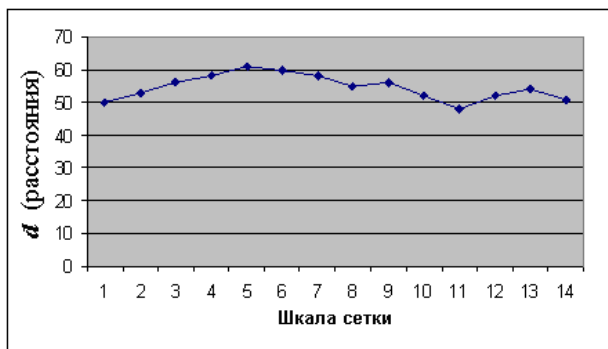


Рисунок 6: Общая схема определения идентификационных признаков профильного изображения лица.



Рисинук 7: График расстояний по номерам шкалы сетки.

Допустим, что количество узлов сетки равно  $n$ . Тогда, вектор признаков можем обозначить как  $F_d = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ .

#### 5. РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОФИЛЬНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИЦА

Пусть, имеются два ( $A$  и  $B$ ) изображения профильного лица, принадлежащие разным людям. Пространства признаков разных лиц, можно сопоставить различными способами. На основе наших исследований рекомендуется использовать статистические и геометрические методы.

В качестве статистического метода мы выбрали корреляцию, которая весьма успешно используется в разных системах распознавания. Ниже рассмотрим формулу вычисления коэффициентов корреляции для ранее сформированных признаков.

Допустим, дан набор чисел по признаку для двух ( $A$  и  $B$ ) человек.  $A_d = \{A_{d_i}\}_{i=1}^n$  и  $B_d = \{B_{d_i}\}_{i=1}^n$ . Для этих чисел определяем математическое ожидание.

$$MA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{d_i}, \quad MB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_{d_i}$$

После этого образуем новый набор  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$ , математические ожидания, которых равны нулю.

$$\bar{A}_i = (A_{d_i} - MA), \quad \bar{B}_i = (B_{d_i} - MB).$$

Дискретная формула корреляционной функции для набора  $A$ ,  $B$  принимает следующий вид:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{A}_i \cdot \bar{B}_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \bar{A}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n \bar{B}_i^2}}.$$

Результат корреляции дает степень сравнения профилей лиц. Если величина  $K$  достаточно велика ( $K \geq e$ ), то два изображения принадлежат одному человеку, в противном случае изображения принадлежат разным лицам.

Для сравнения профильных изображений лиц можно также использовать геометрический подход. В данном случае набор признаков немного изменяется, так как  $F_d = \{d_T / d_1, d_T / d_2, \dots, d_T / d_n\}$ . Здесь  $d_T$  - фиксированное расстояние. Формулы сравнения имеют следующий вид:

$$K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2 \quad \text{или} \quad K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(A_i / B_i) - 1|.$$

В данном случае, если  $K < e$ , то изображения лица относятся к одному человеку.

#### 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Алгоритм может дать ошибочные результаты в том случае, когда положение рта (закрытого или широко открытого) обоих проверяемых лиц будут различными. Усы и борода на лице также влияют на результаты алгоритма.

В общем, можно заключить, что предложенный алгоритм дает возможность создания компьютерной системы

биометрической идентификации личности человека на основе профильного изображения лица.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. -СПб.: Политехника, 2001. -240 с.
- [2] Тухтасинов М.Т. Алгоритмы определения лица и лицевых элементов на изображении // Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики», –Ташкент. -2004. -№4. с.-5-10.
- [3] Фазылов Ш.Х., Тухтасинов М.Т., Старовойтов В.В., Самаль Д.И., Ригол Г. Локализация фрагментов лица на цветных фотопортретах // Обработка информации и управление в чрезвычайных и экстремальных ситуациях: доклады 4-й Международной научной конференции. -Минск, 2004. -С.218-223.
- [4] Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Тухтасинов М.Т. Об одном алгоритме определения местонахождения лица и координат зрачков на изображении // Доклады 13-й Всероссийской конференции "Математические методы распознавания образов" (ММО-13), Москва, 2007, -С. 409-411.
- [5] M. Pantic et al., Facial mimics recognition from face profil image sequences. Technical Report TR-DKS-02-01, DKS group, Delft University of Technology, Delft, 2002.
- [6] Maja Pantic et al., Facial gesture recognition in face profile image sequences. Delft University of Technology ITS / Mediamatics Dept. Delft, the Netherlands.

## Автор

Тухтасинов Мумтозали Тулкиналиевич, к.т.н., доцент факультета Информатики Наманганского инженерно - педагогического института.

E-mail: [mumtozali@yahoo.com](mailto:mumtozali@yahoo.com)