

Технология Биометрического Анализа Папиллярных Узоров

Куликович В.А.

Белорусский Государственный Университет
Минск, Беларусь
kulinkovichva@gmail.com

Abstract — The article describes methodology for carrying out biometric analysis of fingerprints. It suggests sequential algorithm, based on classification that employs Poincaré index.

Ключевые слова — Дактилоскопия, папиллярный узор, ядро, дельта, поле направлений, индекс Пуанкаре, дактилоскопические индексы.

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в различных областях биомедицины все большее применение находит цифровая обработка изображений. В частности, методы цифровой обработки оказываются весьма полезными при диагностике различных заболеваний по отклонениям в пальцевой дерматоглифике. Визуальная обработка большого количества отпечатков является весьма трудоемкой, поэтому автоматизация этого процесса способна существенно повысить скорость и эффективность проведения диагностики.

II. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ЭТАПЫ ОБРАБОТКИ

Особыми точками на дактилоскопическом отпечатке называются точки ядра и дельты. Ядро определяется как характерная центральная область отпечатка, которую огибает максимальное количество папиллярных линий. Дельта определяется как точка схождения трех разнонаправленных потоков папиллярных линий. В зависимости от количества и расположения особых точек дактилоскопический отпечаток относится к одному из следующих типов: арка, треугольная арка, правая петля, левая петля, завиток [1] (см. рис. 1).

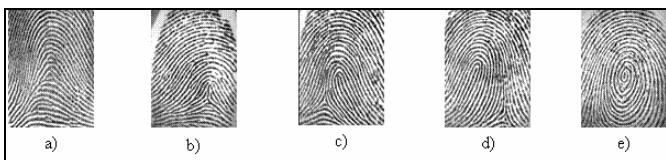


Рис. 1 Типы папиллярных узоров.

Выделим следующие этапы биометрического анализа папиллярных узоров: сегментация отпечатка, построение поля направлений, вычисление индекса Пуанкаре, выделение особых точек, классификация, анализ.

III. СЕГМЕНТАЦИЯ ОТПЕЧАТКА

Одним из первых этапов предварительной обработки дактилоскопического отпечатка является отделение информативной части, содержащей необходимые для дальнейшего анализа характеристики, от фоновой части. Существует несколько различных подходов к решению данной задачи [2], основанных на принципе работы методов общей сегментации цифровых изображений.

Используемый в данной работе метод основан на вычислении среднего уровня яркости и его среднеквадратичного отклонения для непересекающихся блоков определенного размера, и последующего отнесения каждого рассматриваемого блока к фону или информативной части в зависимости от сравнения с пороговым значением [3]. Для устранения разрывов и выделения связной области используется дальнейшее применение последовательности морфологических операций (см. Рис 2).

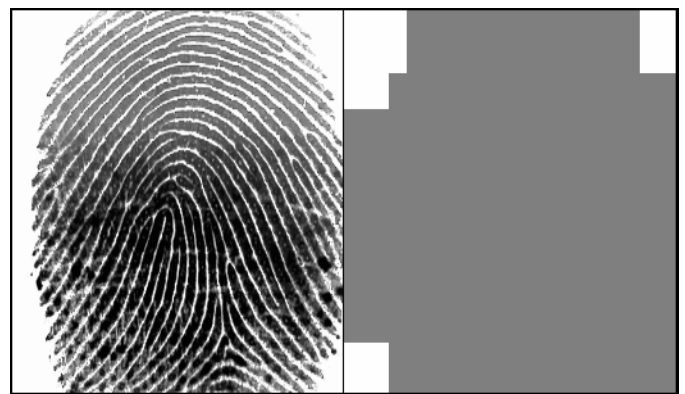


Рис. 2 Результат сегментации.

IV. ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЯ НАПРАВЛЕНИЙ

Поле направлений характеризует локальную ориентацию папиллярных линий. Для его построения можно использовать метод, основанный на вычислении градиента [4] (см. формулы 1-3).

$$Vx(i, j) = \sum_{i=1}^{block_size} \sum_{j=1}^{block_size} 2Gx(i, j)Gy(i, j). \quad (1)$$

$$V_y(i, j) = \sum_{i=1}^{block_size} \sum_{j=1}^{block_size} (G_x(i, j)G_x(i, j) - G_y(i, j)G_y(i, j)). \quad (2)$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{V_x(i, j)}{V_y(i, j)} \right). \quad (3)$$

G_x и G_y – градиент изображения по двум направлениям, вычисленный при помощи оператора Собеля 3×3 . Ориентация в представленном примере рассчитывается для непересекающихся блоков размера 13×13 . Вычисленное значение угла ориентации θ , $\pi/2 < \theta \leq \pi/2$, и определяет итоговое поле направлений (см. рис. 3).

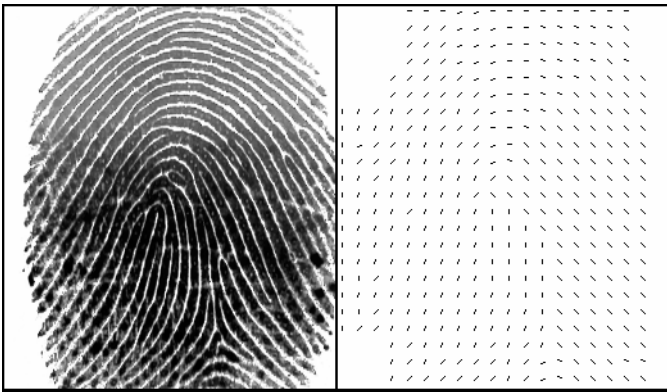


Рис. 3 Построенное поле направлений.

Данный метод не является эффективным в том случае, когда качество дактилоскопического отпечатка не удовлетворяет заявленным критериям (на изображении имеются помехи, искажения; папиллярный узор поврежден; сделаны отпечатки влажной или загрязненной папиллярной поверхности). В этот случае построенное поле направлений усредняется в частотной области.

V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБЫХ ТОЧЕК И КЛАССИФИКАЦИЯ

Для обнаружения особых точек на дактилоскопическом отпечатке используется метод индекса Пуанкаре. Индекс Пуанкаре показывает суммарное изменение направлений вдоль замкнутой кривой на поле направлений; если в заданной области индекс равен нулю, то в ней не содержится особых точек; иначе, область содержит особую точку, ядро или дельту, в зависимости от значения индекса [5]. В представленном примере индекс Пуанкаре рассчитывается для областей размером 39×39 . Серым цветом обозначены области, на которых индекс равен нулю; области со значением индекса, равным $1/2$, отмечены белым, что соответствует точке ядра; области со значением индекса, равным $-1/2$, отмечены черным, что соответствует точке дельты (см. рис. 4).



Рис. 4 Вычисленный индекс Пуанкаре.

После определения количества и координат особых точек, папиллярный узор относится к одному из перечисленных выше типов [5].

После классификации отпечатков десяти пальцев рук вычисляются качественные дактилоскопические индексы – индексы выражающие соотношение между различными типами пальцевых узоров: дельтовый индекс, или индекс Волоцкого – общее число дельт на всех пальцах; индекс Фуругаты – отношение числа завитков к общему числу петель; индекс Данкмейера – отношение числа арок к числу завитков; индекс Полла – отношение числа арок к числу петель; индекс Гайпеля – отношение числа завитков на первых трех пальцах одной из рук к половине числа завитков на двух оставшихся пальцах этой же руки. Отклонения в значениях вычисленных показателей может служить основанием для дальнейшей медицинской диагностики [6].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Maltoni D., Handbook of Fingerprint Recognition / D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, S. Prabhakar. Springer-Verlag, 2003.
- [2] Helfroush, M. S. Fingerprint segmentation / M. S. Helfroush and M. Mohammadpour // World Appl. Sci. J., 6(3) . – 2009. – P. 303–308.
- [3] Msiza, I. S. Fingerprint segmentation: an investigation of various techniques and a parameter study of a variance-based method / Ishmael S. Msiza, Mmamolatelolo E. Mathekga, Fulufhelo V. Nelwamondo, and Tshilidzi Marwala // International Journal of Innovative Computing, Information and Control. – September 2011. – Volume 7, Number 9.
- [4] L. Hong and A.K. Jain, "On-Line Fingerprint Verification", *Proc. 13th ICPR*, Vienna, pp. 596-600, August 1996.
- [5] Hong L., Classification of fingerprint images / L. Hong, A.K. Jain // Proceedings of 11th Scandinavian Conference on Image Analysis, Kangerlussuaq, Greenland, June 1999.
- [6] Богданов Н., Хрестоматия по дерматоглифике / Н.Н. Богданов с соавторами. Самиздат, 2006.