Метод определения локальной плотности линий на цифровых изображениях дактилоскопических узоров

Рожина Дарья Сергеевна
Агафонов Андрей Валерьевич
Студенты ЮУрГУ,
Россия, г. Челябинск
E-mail: Twayn@ya.ru

Научный руководитель: **Гудков Владимир Юльевич**
д.ф-м.н., профессор,
кафедра ЭВМ ЮУрГУ,
Россия, г. Челябинск

В настоящее время во многих областях применяются различные биометрические методы идентификации, например, определение личности по отпечатку пальца. Данный метод идентификации широко применяется в криминалистике. По информации с отпечатков можно сделать заключение о поле и возрасте субъекта. Одним из критериев для этого является плотность линий. Во многих странах, таких как, Таиланд, Индия, Аргентина, проводились исследования по поиску зависимостей между плотностью линий мужских и женских отпечатков. В рассматриваемых статьях: «Determination of sex difference from fingerprint ridge density in northeastern Thai teenagers» [1], «Sex determination from fingerprint ridge density» [2], «Fingerprint ridge density in the Argentinean population and its application to sex inference: A comparative study» [3], делается ряд выводов, в том числе о том, что у женщин в целом наблюдается более тонкие и частые линии, чем у мужчин.

Кроме того, в распознавании изображений, информация о плотности линий может быть использована как часть других методов и алгоритмов. Например, для определения информативной области или для применения фильтра Габора. [5]

Для нахождения плотности в статье будет использована формула 4, предложенная Д. Мальтони [5], однако координаты вершин, для подсчёта расстояний будут находиться иначе.

Для применения предложенного метода нужно знать информацию о градиенте в каждой локальной области изображения, предполагается что эти данные найдены ранее. Зная, направление градиента в точках изображения, условно можно построить линию заданной длины перпендикулярную линиям узора — рисунок 1. После этого следует последовательно считать значения модуля градиента в каждом пикселе под линией в некий буфер B.

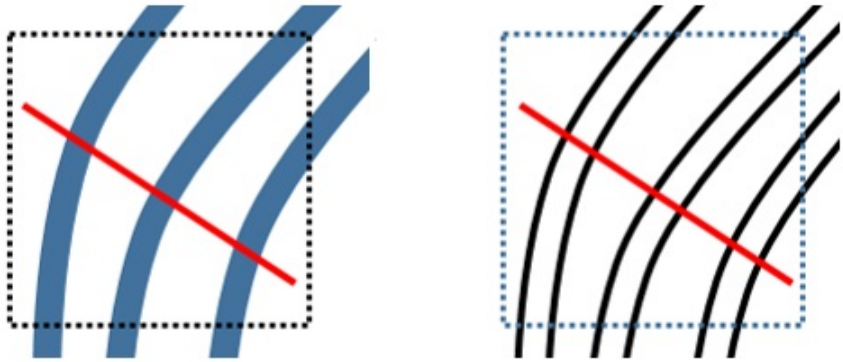

Рисунок 1 — Оригинальные линии узора градиент, линия считывания

Теперь можно сказать, что в буфере B последовательные значения функции градиента, в направлении перпендикулярном узору и в центре с исследуемой точкой изображения: $f(x) = grad(x),$ (1), где x — координата в буфере.

На данном этапе следует посчитать производную в каждой из сохраненных точек функции $grad'(x)$. Для этого можно воспользоваться определением производной в точке:

$$f'(x_0) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x} \quad (2)$$

Тогда, в рассматриваемом случае:

$$grad'(x_0) = grad(x_0 + 1) - grad(x_0) \quad (3)$$

Выполнив расчеты и записав результаты в буфер аналогичного размера B', можно заметить, что записанные значения напоминают периодические функции $Cos(x)$ или $Sin(x)$. Где точки экстремума (максимума) приходятся на границы линий — рисунок 2.

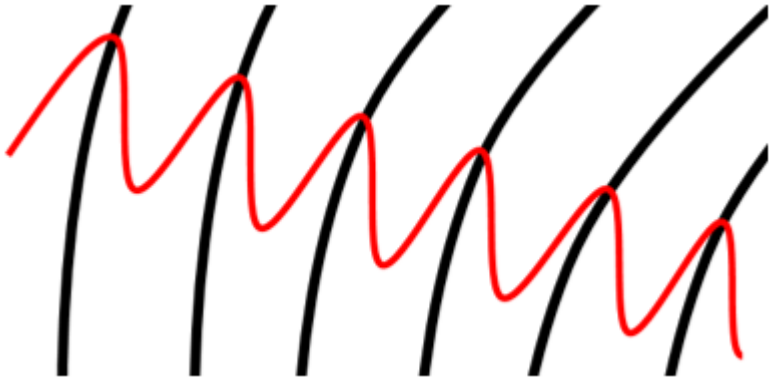

Рисунок 2 — Производная по градиенту

По значениям в буфере B' можно найти точки максимума и, имея их координаты для нахождения расстояний, воспользоваться формулой 4.

$$f = \frac{n}{S_1 + S_2 + \cdots + S_n}$$, где (4)

n — число расстояний между точками максимума, а S_n — соответственно, расстояния между соседними точками.

При этом можно учитывать не все точки максимума, а лишь те, что выше некоторого порога. Что позволит учесть лишь наиболее значительные изменения градиента, которые соответствуют границам линий.

Результат работы алгоритма можно видеть на рисунке 3. Светлые участки обозначают высокую плотность линий, темные — соответственно наоборот.

Среди достоинств используемого метода отметим его скорость работы, она достигается за счёт анализа линии, а не области, как в некоторых из существующих методов, кроме того используется приближенная производная градиента, что дает четкие отклики на границах линии и позволяет избежать помех на фоне.

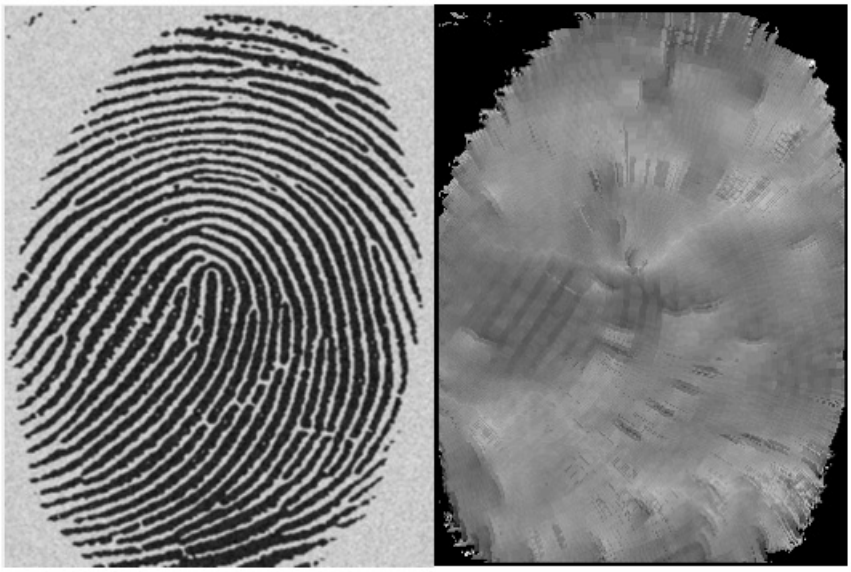

Рисунок 3 — Оригинальное изображение и его плотность линий

Список литературы

1. ScienceDirect. Determination of sex difference from fingerprint ridge density in northeastern Thai teenagers [Электронный ресурс]. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090536X15000738 (дата обращения 26.06.2017).
2. BioMedSearch. Sex determination from fingerprint ridge density [Электронный ресурс]. URL: http://www.biomedsearch.com/article/Sex-determination-from-fingerprint-ridge/187844335.html (дата обращения 26.06.2017).
3. ResearchGate. Fingerprint ridge density in the Argentinean population and its application to sex inference: A comparative study [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/282946342_Fingerprint_ridge_density_in_the_Argentinean_ (дата обращения 26.06.2017).
4. Davide Maltoni, Dario Maio, Anil K. Jain, Salil Prabhakar. Handbook of Fingerprint Recognition. Second Edition. Springer-Verlag London Limited 2009 — 506с.