
Модификация фильтра Габора для применения к цифровым изображениям дактилоскопических узоров

Агафонов Андрей Валерьевич
Рожина Дарья Сергеевна
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

Цифровая обработка изображений представляет собой самостоятельную область знаний, которая быстро развивается и охватывает большой спектр методов, которые имеют очень широкое применение. [1, 2с]

Биометрические системы уже используются во многих областях. Даже новые смартфоны оборудованы сканером отпечатков пальцев. [2] По сравнению с другими методами идентификации биометрический метод обеспечивает высокую степень защиты, так как считается, что отпечатки пальцев у всех людей уникальны. [3]

Кроме того, 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 узора. [4]

Для идентификации требуется четкое изображение. Поэтому применяются алгоритмы фильтрации, чтобы избавиться от шумов. [5]

Цель данной статьи — предложить метод фильтрации изображения дактилоскопического узора отпечатка пальца на основе фильтра Габора.

Для выполнения фильтрации данным методом необходима информация о информативной области изображения, плотности и направлении линий. [6]

В рамках статьи предполагается, что эти данные уже найдены каким-либо способом. Изображение для демонстрации работы алгоритма представлено на рисунке 1.

Для выбора фильтра Габора есть несколько причин среди которых: хорошее описание самого фильтра во многих источниках и хорошая применимость для периодических изображений

Двумерный фильтр Габора описывается следующей формулой: [6]

$$h(x, y) = \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) * \cos 2\pi f(x * \sin\theta + y * \cos\theta),$$

где σ — предполагаемое отклонение стандартного распределения, f — частота, θ — ориентация фильтра, x, y — координаты точки.

График функции Габора показан на рисунке 2.

Обычно фильтр Габора применяется к изображению путем наложения маски. Причем необходимо, чтобы под маску попало несколько линий узора, для этого выбирается размер маски

порядка 15×15 пикселей. Таким образом, получается, что необходимы значительные вычислительные затраты. Приняв во внимание вышесказанное, можно сделать определенную модификацию алгоритма фильтрации Габора.



Рисунок 1 — Исходное изображение

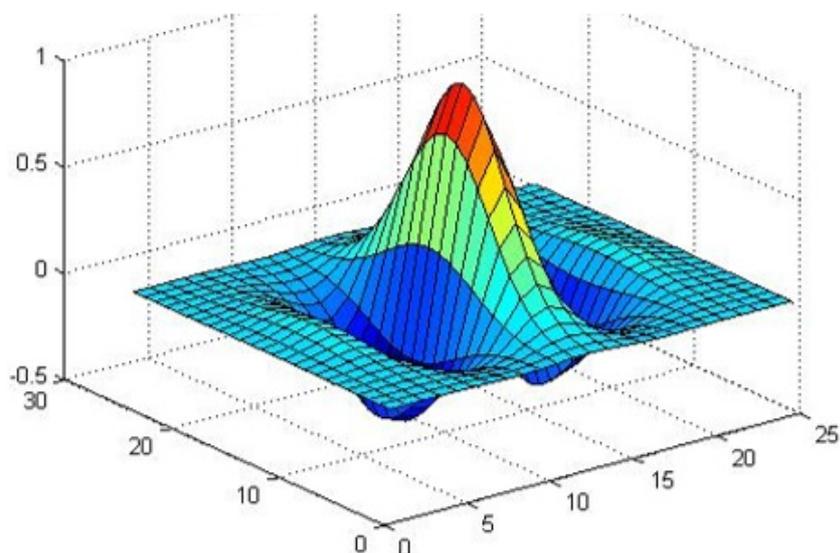


Рисунок 2 — График функции Габора в двумерном пространстве

Можно заметить, что сам фильтр имеет две составляющие. Экспоненциальная и периодическая. Данные составляющие в одномерном случае можно видеть на рисунках 3 — 5.

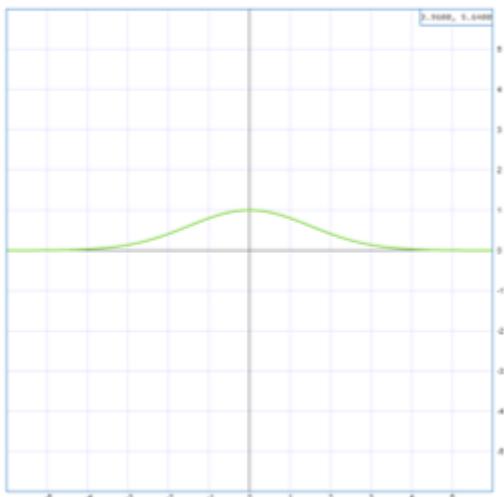


Рисунок 3 — График экспоненциальной составляющей функции Габора

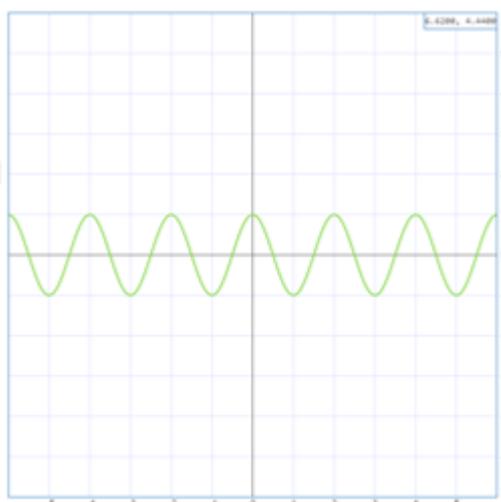


Рисунок 4 — График периодической составляющей функции Габора

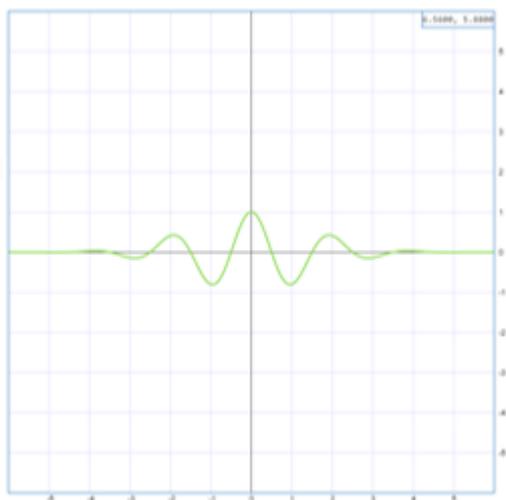


Рисунок 5 — График функции Габора в одномерном пространстве

Глядя на эти рисунки можно заметить, что если ориентировать фильтр вдоль линий отпечатка, то в этом направлении он будет сглаживать за счет экспоненциальной составляющей, а в перпендикулярном дифференцировать и тоже сглаживать, так как поверхность фильтра в этом направлении описывается одномерной функцией Габора:

$$h(x) = \exp\left(-\frac{x}{2\sigma^2}\right) * \cos(2\pi\theta x)$$

Результат после разбивки фильтра на два этапа с автоматической бинаризацией можно видеть на рисунке 6.



Рисунок 6 — Результат работы модифицированного фильтра

В итоге при наличии информации об информативной области, плотности и направлениях был разработан модифицированный фильтр Габора, который разбивает на два этапа оригинальный фильтр: сглаживание и дифференцирование. Анализируя при этом не область, а только линии, сонаправленные с линиями узора в случае сглаживания, и перпендикулярные в случае дифференцирования по поверхностям совпадающим с фильтром Габора, что в итоге значительно уменьшило количество необходимых вычислений, но незначительно отразилось на качестве получаемого результата.

Список литературы

1. Davide Maltoni, Dario Maio, Anil K. Jain, Salil Prabhakar. Handbook of Fingerprint Recognition. Second Edition. Springer-Verlag London Limited 2009 — 506с.
2. ЯндексМаркет. Мобильные телефоны со сканером отпечатка пальца. [Электронный ресурс]. URL: <https://market.yandex.ru/>. (дата обращения 27.06.2017).
3. Precise BioMatch. Технология биометрической аутентификации. [Электронный ресурс]. URL: www.morepc.ru. (дата обращения 27.06.2017).
4. 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).
5. Википедия. Дактилоскопия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дактилоскопия>. (дата обращения 5.02.2017).
6. Wikipedia. Gabor filter. [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gabor_filter. (дата обращения 27.06.2017).