

УДК 621.397

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ

А.М. Каменский

*Кафедра «Системы автоматизированного проектирования»,
ГОУ ВПО «ТГТУ»*

Ключевые слова и фразы: метод коэффициентов отражения; обработка отпечатков пальцев; системы биометрической идентификации.

Аннотация: Разработан метод коэффициентов отражения для обработки цифровых изображений отпечатков пальцев. Он позволяет одновременно устранять шумы и дефекты, что приводит к улучшению качества отпечатков.

В настоящее время широкое распространение получили системы биометрической идентификации. Основную долю среди всех биометрических систем занимают системы, осуществляющие распознавание личности по отпечаткам пальцев. Таким образом, они представляют особый интерес как нашедшие наибольшее применение в области обеспечения безопасности.

Известные методы автоматического распознавания отпечатков и дактилоскопической идентификации решают последовательность частных задач предварительной подготовки изображения для дальнейшей обработки. К ним относятся устранение шумов из изображений, устранение дефектов отпечатков, связанных с неровностями папиллярных линий и наличием на них пор, повышение качества изображений и т.д. Для решения этих задач применяются алгоритмы линейной и нелинейной фильтрации [1]. В частности, сглаживающие фильтры позволяют подавить импульсный шум и устранить дефекты за счет возрастающего с увеличением размерности сканирующей маски эффекта расфокусировки на обработанном отпечатке. Однако, в то же время происходит размытие границ папиллярных линий, что создает трудности для дальнейшего процесса распознавания.

Для преодоления последствий расфокусировки используются методы повышения контрастности, которые, в свою очередь, наряду с полезным эффектом имеют негативную сторону, а именно, подчеркивание дефектов отпечатков и шумов. В итоге, контрастирование приводит к выделению нежелательных элементов отпечатков, присутствие которых и пытались ослабить вышеуказанные фильтры.

С целью разрешения данного конфликта был разработан метод устранения шумов и дефектов, который назовем методом коэффициентов отражения.

Определение. Методом коэффициентов отражения называется метод пространственной фильтрации цифровых изображений, заключающийся в реализации физического процесса поглощения и отражения света поверхностью.

Суть метода заключается в следующем. Исходное изображение представляется в виде поверхности, каждая точка которой соответствует пикселю изображения. В этих точках рассчитываются коэффициенты отражения на основании их соседства с точками, имеющими в бинарном изображении отпечатка черный цвет. Для всех точек поверхности определяется данный коэффициент и значение интенсивности отраженного света.



Рис. 1. Нелинейная фильтрация (медианный фильтр) отпечатка:

a – отпечаток; *б* – маска 3x3; *в* – маска 5x5; *г* – маска 7x7

Поскольку отпечатки пальцев, как правило, являются изображениями с цветом в градациях серого, то интенсивность отраженного света и цвет пикселя считаем эквивалентными понятиями. Таким образом, для исходного изображения интенсивность отраженного света изменяется в границах от 0 до 255, а для его бинарного представления интенсивность будет иметь два значения: 1 (белый цвет) и 0 (черный цвет).

Исходное изображение подвергается пороговой обработке, в результате которой получается черно-белое изображение. При этом основную информационную нагрузку несут пиксели черного цвета, поскольку они и образуют узор папиллярных линий. Полученное изображение сканируется окном размерностью $n \times n$, где $n = 1, 3, 5, \dots$. Для каждого центрального пикселя подсчитывается коэффициент отражения. Он находится как отношение числа белых пикселей, попавших в окно, к размерности сканирующей маски:

$$k_r(x, y) = \frac{Nw(x, y)}{n^2},$$

где $Nw(x, y)$ – число белых пикселей отпечатка из сканирующего окна,

$$Nw(x, y) = \sum_{i=x-\frac{n}{2}}^{x+\frac{n}{2}} \sum_{j=y-\frac{n}{2}}^{y+\frac{n}{2}} I_{bw}[i, j]; \quad I_{bw}[i, j] \text{ – интенсивность пикселя бинарного изображения отпечатка с координатами } i \text{ и } j.$$

Таким образом, значения данного коэффициента изменяются в пределах от 0 до 1, как и у его физического аналога. Это позволяет на следующем этапе избежать лишних математических действий по установке значений интенсивности в отрезок $[0, 255]$, который соответствует реальным границам цветопередачи современных устройств вывода графики. В итоге сканирования каждому пикселю будет соответствовать определенное значение коэффициента отражения тем меньшее, чем больше черных соседей имел пиксель.

Следующим шагом метода является «освещение» поверхности изображения. Математически данный процесс заключается в нахождении значений интенсивности пикселей обработанного изображения путем умножения соответствующего коэффициента отражения на максимальное значение интенсивности:

$$I_{\text{new}}(x, y) = k_r(x, y)I_{\text{max}},$$

где $I_{\text{new}}(x, y)$ – интенсивность пикселя с координатами x и y нового изображения, I_{max} – максимальная интенсивность, $I_{\text{max}} = 255$.

В результате работы данного метода получается изображение отпечатка с устраненными дефектами, при этом расфокусировка, наблюдаемая при применении других алгоритмов, таких как сглаживающий и медианный фильтр, минимальна. Также на полученном изображении пиксели, лежащие в центре папиллярных линий, будут наиболее темными, что упрощает получение скелета отпечатка с последующим нахождением особых точек – минуций [2]. Данный эффект усиливается с возрастанием размерности сканирующей маски.

Таким образом, данный метод имеет следующие особенности:

– в качестве основы для работы используется не исходное изображение, а результат его пороговой обработки;



Рис. 2. Результаты фильтрации изображения отпечатка (а) с маской 3x3 медианным фильтром (б), сглаживающим фильтром (в) и методом коэффициентов отражения (z)

– одновременное устранение импульсных шумов и дефектов отпечатка и повышение контрастности изображения;

– выделение средин папиллярных линий, упрощающее дальнейшую обработку.

Также возможно применение разработанного метода коэффициентов отражения в области распознавания текста и почерка.

Список литературы

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.

2. Handbook of Fingerprint Recognition / D. Maltoni [et al.]. – New York : Springer-Verlag New York, Inc., 2003. – 348 с.

INCREASING QUALITY OF FINGERPRINTS BY METHOD OF REFLECTION FACTORS

A.M. Kamenski

Key words and phrases: fingerprints processing; method of reflection factors; systems of biometric identification.

Abstract: Method of reflection factors for fingerprints image processing was developed. This method allows to retire noises and defects that causes improving quality of prints.