

*к.т.н. Захожай О.И.,
Чибисова Ю.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

УЛУЧШЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ОТПЕЧАТКОВ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

У статті представлений адаптивний алгоритм покращення зображення дактилоскопічних відбитків, який сприяє підвищенню якості функціонування систем контролю доступу.

Ключові слова: біометрія, відбитки пальця, фільтр Габора.

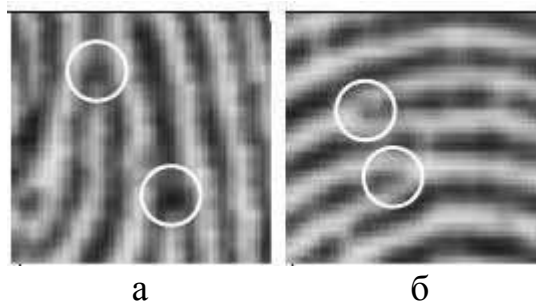
В статье представлен адаптивный алгоритм улучшения изображения дактилоскопических отпечатков, который способствует повышению качества функционирования систем контроля доступа.

Ключевые слова: биометрия, отпечатки пальца, фильтр Габора.

В последнее время все большее распространение получают системы контроля доступа, принцип работы которых основан на распознавании дактилоскопических отпечатков. Удобство использования такого метода идентификации личности связан с тем, что каждый человек имеет уникальные отпечатки пальцев (дактилоскопические отпечатки). Информативные признаки отпечатка пальца определяются исключительно локальными свойствами выступов и их соотношениями. На сегодняшний день достаточно хорошо разработана теория и методология идентификации личности по отпечаткам пальцев, однако, существует необходимость повышения эффективности функционирования автоматизированных систем, решающих подобного рода задачи.

Существует 150 различных локальных характеристик выступов (островки, короткие выступы, полости и т.д.) [1]. Значительное количество этих характеристик не могут быть использованы для идентификации, так как характер их проявления и регистрации, в большей степени, зависит от условий надавливания и качества отпечатка пальца. Такие отпечатки называют редко наблюдаемыми [2].

При идентификации наиболее часто используют две основные характеристики локальных выступов: окончание выступа и раздвоение выступа [3]. Такие характеристики называют деталями. На рисунке 1 проиллюстрированы дактилоскопические отпечатки с изображением деталей.



а – иллюстрация окончаний выступов;
б – иллюстрация раздвоений выступов

Рисунок 1 – Примеры деталей дактилоскопических отпечатков

В системах контроля доступа автоматическое сопоставление отпечатков пальцев основывается на сравнении указанных выше локальных характеристик выступов и их комбинации. По результату сопоставления принимается решение о разрешении или запрете доступа.

Выполнение алгоритма извлечения информативных признаков о деталях зависит в большей степени от качества входного изображения отпечатка пальца. На качественном, высококонтрастном изображении детали могут быть легко определены даже из утонченных выступов. Однако на практике существует масса факторов, которые приводят к снижению качества изображения и усложняющих идентификацию. К таким факторам относятся: изменения силы нажатия пальца при сканировании, свойства выступа, состояния кожи (отклонившиеся от нормы структуры эпидермических выступов, послеродовые отметки, профессиональные отметки), особенности считывающего устройства [3].

Для обеспечения надежности выполнения задачи извлечения деталей, независимо от качества изображения отпечатка пальца, необходим адаптивный алгоритм, который позволит улучшать качество изображения отпечатка и четкость структур выступов.

Предлагаемый алгоритм позволяет улучшить четкость структур выступов в изображениях отпечатков пальца в обратимых областях, и устранить необратимые области.

Алгоритм улучшения изображения дактилоскопического отпечатка получает на вход изображение, применяет набор промежуточных шагов на входном изображении, и в итоге дает на выходе улучшенное изображение.

Основные шаги алгоритма включают в себя следующие этапы.

1. Нормализация. Входное изображение отпечатка пальца нормализуется для того, чтобы предварительно определить средние значения и отклонения;

2. Оценка локальной ориентации. Ориентационное изображение рассчитывается из нормализованного входного изображения отпечатка пальца;

3. Оценка частотной ориентации. Частотное изображение вычисляется из нормализованного входного изображения и рассчитанного ориентационного изображения;

4. Расчет областной маски. Областная маска получается путем классификации каждого блока в нормализованном входном изображении в обратимый или необратимый блок;

5. Фильтрация. Набор фильтров Габора, который настраивается на локальную ориентацию и частоту выступов, применяется к пикселям выступов и впадин в нормализованном входном изображении для получения улучшенного изображения отпечатка пальца.

Структура алгоритма улучшения отпечатка пальца показана на рисунке 2.

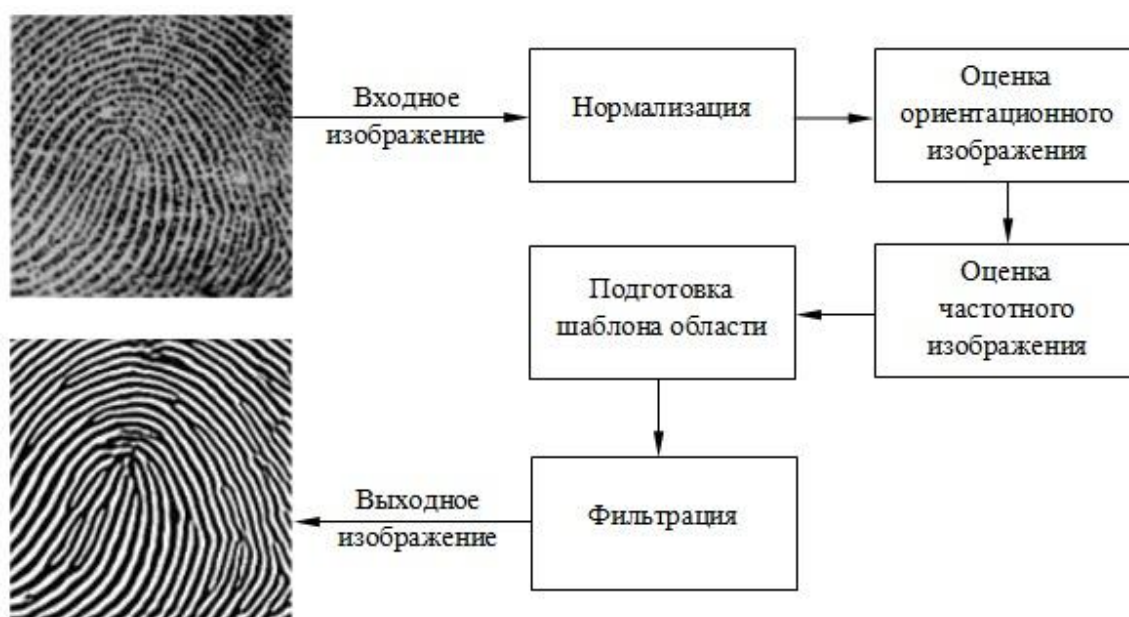
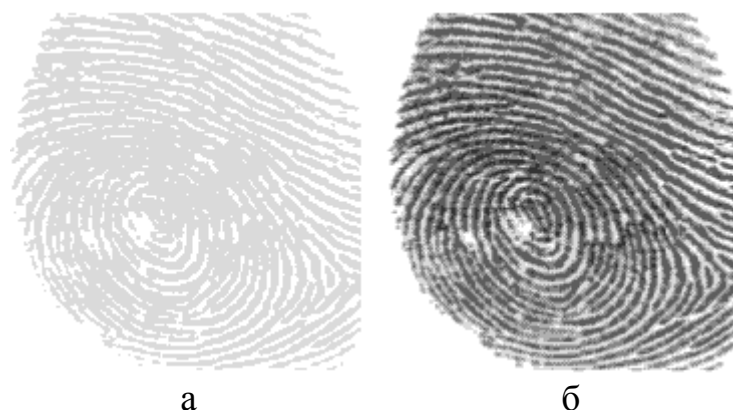


Рисунок 2 - Структура алгоритма улучшения отпечатка пальца

Нормализация – это операция над пикселями. Она не меняет четкость структур выступов и впадин. Главное назначение нормализации - уменьшить изменения в полутоновых значениях вдоль выступов и впадин, что облегчает последующие шаги обработки. Рисунок 3 показывает пример нормализации изображения.



а – нормализованное изображение
б – входное изображение

Рисунок 3 – Иллюстрация процесса нормализации

Ориентационное изображение представляет собой важное свойство изображений отпечатков пальцев и определяет постоянные координаты для выступов и впадин в локальном соседстве.

С рассматриваемым алгоритмом может быть получена достаточно ровная оценка ориентационного поля. Рисунок 4 показывает пример ориентационного изображения, вычисленного по рассматриваемому алгоритму.



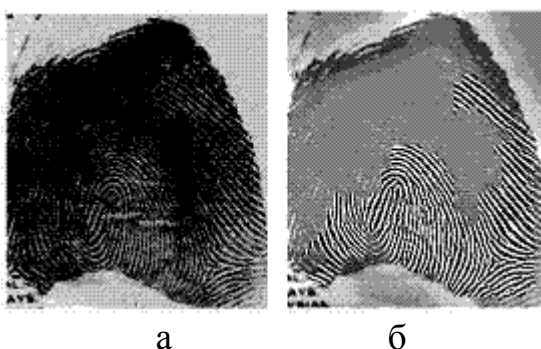
Рисунок 4 – Пример ориентационного поля

Очертания параллельных выступов и впадин с хорошо определяемой частотой и ориентацией на изображении отпечатка пальца содержит полезную информацию, которая помогает в устранении нежелательных шумов. Синусоидально-очерченные волны выступов и впадин изменяются медленно в локальной постоянной ориентации. Поэтому полосовой фильтр, который настраивается на соответствующую частоту и ориентацию, может эффективно удалять нежелательные шумы и сохранять достоверные структуры выступов и впадин. Фильтры Габора

имеют как частотно-отборочные, так и ориентационно-отборочные свойства и дают оптимальное объединенное решение, как в пространственной, так и в частотной областях. Поэтому целесообразно использовать фильтры Габора как полосовые фильтры, чтобы устранить шумы и сохранить достоверные структуры выступов и впадин.

Для применения фильтров Габора к изображению необходимо задать три параметра: частота синусоидальной плоскостной волны, f ; направление фильтра; среднеквадратичные отклонения огибающей Гаусса δ_x и δ_y .

Очевидно, что частотная характеристика фильтра, f , полностью определяется локальной частотой выступа, а направление определяется локальной ориентацией выступа. Выбор значений δ_x и δ_y осуществляется с условием того, что чем больше эти значения, тем фильтры более устойчивы к шумам, но при этом более вероятно, что фильтры будут создавать ложные выступы и впадины. С другой стороны, чем меньше значения δ_x и δ_y , тем менее вероятно, что фильтры будут создавать ложные выступы и впадины; следовательно, они будут менее эффективны в устранении шумов. На рисунке 5 приведен пример улучшения изображения дактилоскопических отпечатков.



а – исходное изображение
б – улучшенное изображение

Рисунок 5 – Пример улучшения изображения при помощи рассмотренного метода

Таким образом, рассмотренный алгоритм улучшения отпечатков пальцев, способен адаптивно улучшать четкость структуры выступов и впадин на изображении дактилоскопических отпечатков, тем самым создавая условия для более точной идентификации личности.

Экспериментальные результаты показывают, что алгоритм позволяет идентифицировать необратимо испорченные области в изображениях отпечатков пальцев и устранять их из дальнейшей обработки. Это,

в свою очередь, также упрощает процесс дактилоскопического анализа. В автоматизированных системах контроля доступа глобальная модель выступов и впадин, которая может быть построена из частично пригодных областей, может быть использована для исправления ошибок в оцененных ориентационных изображениях, которые в совокупности позволяют улучшить точность распознавания.

Библиографический список

1. Шмаков В.Л. Система гражданской идентификации / В.Л. Шмаков. – Челябинск: Сфера, 2005. – 237с.
2. Моисеева Т.О. Комплексное криминалистическое исследование потожировых следов человека / Т.О. Моисеева. – М.: РФЦСЭ, 2000. - 174с.
3. Самищенко С.С. Современная дактилоскопия. Основы и тенденции развития / С.С. Самищенко.– М.: РФЦСЭ, 2004. – 456с.

Рекомендована к печати к.т.н., проф. Паэрандом Ю.Э.