

ФОРМИРОВАНИЕ НАБОРА ЛОКАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

О. И. Овчинникова

1 КОДИРОВАНИЕ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Неотъемлемым этапом общего процесса идентификации отпечатков пальцев является этап кодирования. Код должен, с одной стороны, достаточно полно отражать местоположение и топологию наибольшего количества особых деталей отпечатка, а с другой – обеспечивать максимально возможное сжатие информации [1].

1.1 Локальные характеристики

Отпечаток пальца, принадлежащий отдельному человеку, отличается от других уникальностью состава и взаимного расположения друг по отношению к другу особых деталей, называемых локальными характеристиками, характеристическими точками или минуциями. Можно выделить некоторые типы минуций, однако построение четкой классификации затруднено необходимостью согласования с реализацией автоматического распознавания различных типов минуций с достаточной точностью. В работе использовался следующий набор минуций:

1. Окончание.
2. Бифуркация (раздвоение линий).
3. Озеро.
4. Независимый отрезок.
5. Точка или остров.
6. Отросток (ответвление).
7. Пересечение (мост).

Поиск локальных характеристик осуществлялся с помощью комбинации двух методов: для выявления наличия минуции применялся анализ числа пересечений [2], а для определения конкретного типа и угла поворота минуции – преобразование «Успех-неудача» [3].

1.2 Анализ числа пересечений

Для поиска минуций использовался метод анализа числа пересечений. Согласно данному подходу каждому черному пикселю скелетизированного изображения ставится в соответствие число $cn(p)$, называемое числом пересечений и равное количеству его соседей черного цвета:

$$cn(p) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^8 |val(p_{i \bmod 8}) - val(p_{i-1})|, \quad (1)$$

где $p_0, p_1, \dots, p_7$ – восьмерка прилегающих к p пикселей (смежных с p), $val(p_i) \in \{0, 1\}$ – значение i -го пикселя.

По данной характеристике можно однозначно сделать вывод о том, принадлежит ли рассматриваемый пиксель определенному типу минуций. Рассмотрим следующие случаи:

1. $cn(p) = 0$. Пиксель p является изолированной точкой;
2. $cn(p) = 1$. Пиксель p является окончанием;
3. $cn(p) = 2$. Пиксель p не принадлежит локальной характеристике;
4. $cn(p) \geq 2$. Пиксель p принадлежит более сложной минуции (бифуркации, пересечению).

1.3 Преобразование «Успех-неудача»

Определение типов минуций осуществлялось на основе преобразования «Успех-неудача», которое является основным способом обнаружения на изображении объектов известного размера и формы.

Пусть задано множество A и примитив $B = (B_1, B_2)$, где B_1 – интересующий нас объект, B_2 – множество элементов окружающего фона. Тогда преобразование «успех/неудача» можно в виде:

$$A \otimes B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2). \quad (2)$$

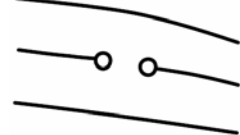
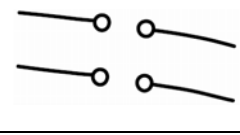
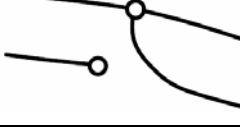
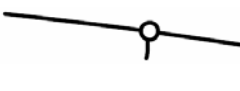
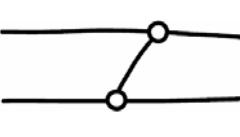
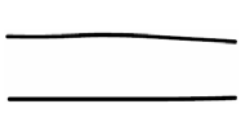
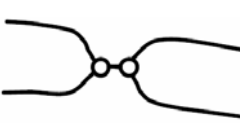
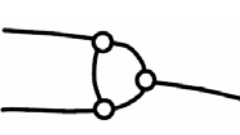
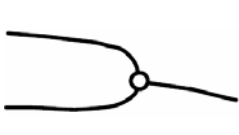
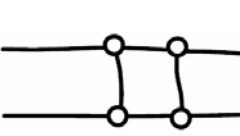
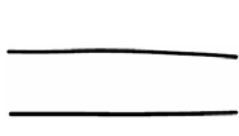
Таким образом, множество $A \otimes B$ состоит из всех точек, в которых одновременно для B_1 имеется аналог в A , а для B_2 – аналог в A^c .

2 СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ И ЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ

Перед непосредственным формированием кода анализируемого дактилоскопического изображения его скелет предварительного подвергается структурному анализу и логической коррекции [2]. Цель данной операции состоит в устранении на изображении противоречий в геометрических конфигурациях линий и их топологий, т.е. ситуаций, которые не согласуются с реальным характером дактилоскопической информации.

В рамках логической коррекции вырабатывается критерий, по которому определяется, является ли локальная характеристика (или их совокупность) ложным образованием. К таким критериям может быть отнесено, например, расстояние между минуциями, длина ложного отростка или ориентация локальных характеристик друг относительно друга. В таблице представлена детализация процедуры логической коррекции и основные типы ложных образований.

Логическая коррекция скелета

Ложное образование		Результаты коррекции	
Название	Графическое изображение	Действие	Графическое изображение
Разрыв линии		Удаление разрыва линии	
Двойной разрыв линии		Удаление обоих разрывов	
Близлежащие окончания и бифуркация		Удаление обеих характеристик	
Короткая вилка		Удаление ответвления	
Мост		Удаление моста	
Близлежащие противоположно направленные бифуркации		Удаление обеих бифуркаций	
Треугольник		Удаление перемычки	
Четырехугольник (двойной мост)		Удаление двух перемычек	

К каждой локальной характеристике M_0 из полученного на предыдущем этапе списка применяется следующий алгоритм:

Шаг 1. Берется окрестность точки M_0 радиуса R ;

Шаг 2. Определяются исходящие направления и их первые точки;

Шаг 3. Осуществляется проход по ним до выхода за пределы окрестности (переход к шагу 7) либо нахождения другой минуции. Также в окрестности ищутся минуции, не связанные с точкой M_0 ;

Шаг 4. Если найденная минуция M_1 , связанная с M_0 , является окончанием, то делается вывод о ложности образования (переход к шагу 6).

Шаг 5. Иначе, для M_1 проводится аналогичное исследование (шаги 2 – 4) с сохранением направлений линий и на основании полученной информации делается вывод об истинности сочетания минуций (переход к шагу 7), типе ложного образования (переход к шагу 6) либо неизвестном сочетании минуций (переход к шагу 8);

Шаг 6. Ложное образование подвергается логической коррекции, а минуции исключаются из результирующего набора;

Шаг 7. Делается вывод об истинности образования, и минуция добавляется в результирующий набор;

Шаг 8. Неизвестное сочетание минуций удаляется из результирующего набора без коррекции изображения. Аналогичным образом обрабатываются и крайние точки изображения.

В результате работы алгоритма устраняются ложные образования известного вида и формируется результирующий набор локальных характеристик, который может быть использован для хранения и сопоставления информации о дактилоскопическом изображении.

Литература

1. Методы, алгоритмы и программное обеспечение гибких информационных технологий для автоматизированных идентификационных систем: сб. научн. ст. – Мн.: БГУ, 1999. – 182 с.
2. *Davide Maltoni, Dario Maio, Anil K. Jain, Salil Prabhakar*. Handbook of fingerprint recognition – New York: Springer-Verlag, 2003. – 361 p.
3. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений /Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ОБОБЩЕННОГО СЛИЯНИЯ МНОГОМЕРНЫХ ЦИКЛОВ

А. Э. Огейко

ВВЕДЕНИЕ

Слияние циклов – это такое преобразование программы, которое дает возможность объединить несколько циклов в один. Слияние является одним из наиболее широко используемых оптимизирующих преобразований циклов. Применяется в процедурах сжатия и обобщенного сжатия массивов, повышения зернистости вычислений (тайлинг, блокинг),