

3. *Das S, Abraham A., Konar A. Particle swarm optimization and differential evolution algorithms: technical analysis, applications and hybridization perspectives // Studies in Computational Intelligence (SCI). 2008. V. 116. P. 1–38.*

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В. К. Чугунов

ВВЕДЕНИЕ

В дактилоскопии ученые-криминалисты изучают распределение папиллярных узоров на внутренней стороне кисти человека для решения двух основных прикладных задач:

- разработки регистрационных систем как с использованием одного пальца (монопальцевые), так и десятипальцевых;
- поиска преступников по следам пальцев рук, обнаруженных на месте преступления, что и стало фундаментом дактилоскопии.

С развитием технических средств первая задача, ранее решаемая с использованием бумажных картотек, была переведена на автоматический режим считывания и поиска отпечатков пальцев.

В современных устройствах технологии распознавания отпечатков пальцев находят применение уже не с целью поиска преступника, а с целью идентификации пользователя. Так, технологии дактилоскопии применяются и в биометрии. Биометрия – наука, изучающая возможности использования различных характеристик человеческого тела для идентификации человека.

В статье рассматривается способ выявления особых точек (минюций) и сопоставления отпечатков пальцев. Также рассматриваются аспекты реализации автоматизированной дактилоскопической информационной системы на основе определения ориентации изображения, его последующей обработки и выделения особых точек в соответствии с алгоритмом M3GL.

ЭТАП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ОТПЕЧАТКА

Отпечаток пальца образует так называемые папиллярные линии на гребешковых выступах кожи, разделенных бороздками. Эти линии формируют более сложные узоры (дуги, петли или завитки), уникальные у

каждого человека, что позволяет однозначно идентифицировать личность.

При опознании по деталям из отпечатка извлекаются только специфические места, где найдена особенность (минюция). Выделяется два типа таких линий: окончание и раздвоение.

В работе [1] предложен подход к предварительной обработке изображения, который базируется на определении ориентации узора изображения. Учитывая невысокое качество полученного изображения отпечатка, необходимы следующие шаги: фильтрация изображения, бинаризация изображения, морфологическая обработка, выделение области интереса, скелетизация, выделение локальных особенностей и удаление среди них ложных. Цель предварительной обработки изображения состоит в получении бинарного сегментированного скелета изображения, где гребни имеют значение «1» (белый), а остальная часть имеет значение «0» (черный).

Ослабление действия помех достигается фильтрацией. При фильтрации яркость (сигнал) каждой точки исходного изображения, искаженного помехой, заменяется некоторым другим значением яркости, которое признается в наименьшей степени искаженным помехой. Для выполнения фильтрации выработаны принципы преобразований, основанных на том, что интенсивность изображения изменяется по пространственным координатам медленнее, чем функция помех.

Бинаризация используется для преобразования 256 цветного монохромного изображения в черно-белый формат. Вычисляется среднее значение для окрестности каждого пикселя. Благодаря этому возможно правильно оценить интенсивность пикселя в соответствии с яркостью той области, в которой он находится, а также избежать каких-либо искажений при переходе от одного пикселя к другому.

Необходимо выделить однородные области и произвести морфологическую обработку изображения. Она включает в себя удаление шума «соль и перец», т.е. удаление мелких областей белого и черного цветов. Это позволяет на последующих этапах отбросить часть ложных особых точек.

Выделение области интереса. Для этого вычисляется дисперсия уровней серого в направлении, ортогональном направлению ориентации узора в каждом блоке. Основное предположение состоит в том, что области интереса проявляют очень высокую дисперсию в направлении, ортогональном ориентации узора, и очень низкую дисперсию вдоль гребней.

Скелетизация – операция, позволяющая выделить осевые точки (остовы) фигур в анализируемом изображении. Скелет намного меньше

самой фигуры, но полностью сохраняет ее основные топологические характеристики.

Благодаря морфологической обработке и скелетизации наиболее простой путь для определения особых точек – использование шаблонов. Поиск производится в окрестности точки размером 3×3 . Шаблоны представляют собой матрицы, содержащие две единицы, «стоящие рядом», а все остальные элементы – нули. Таких шаблонов 16 (по 8 для окончания и раздвоения). На данном этапе используются следующие эвристики: 2 точки типа «окончание» с одним и тем же направлением, находящиеся близко друг к другу отбрасываются; точка, являющаяся окончанием и находящаяся близко к раздвоению, отбрасывается.

Результат предварительной обработки – список локальных особенностей $L=[l_i]$, $i=1 \dots n$, где n – количество локальных особенностей; $l_i=\{x, y, \theta, t\}$ – объект, характеризующий особенность: (x, y) – абсолютные координаты, $\theta \in [-\pi, \pi]$ – угол, определяющий направление продолжения папиллярной линии для точек типа «окончание», и угол, определяющий направление схождения папиллярных линий для точки «раздвоение»; t – тип точки, принимает значение 0 («окончание») и 1 («раздвоение»).

СРАВНЕНИЕ ОТПЕЧАТКОВ, АЛГОРИТМ M3GL

Для сравнения наборов минюций используется алгоритм M3GL, предложенный в работе [2]. Авторы данного алгоритма вводят базовый набор геометрических функций и понятие триплета применительно к особым точкам. Принцип работы алгоритма позволяет учесть возможные вращения и порядок определения точек в триплете.

Алгоритм строит треугольники из триплетов по принципу: для каждой минюции ищем ближайшие к ней две и строим триплет. При этом множество триплетов сортируется по максимальной стороне образованного треугольника. M3GL состоит из 3 этапов: локальный алгоритм поиска, глобальный алгоритм поиска и определение степени сходства.

Локальный алгоритм находит подобные триплеты в отпечатке-шаблоне, используя бинарный поиск. Затем он сортирует все соответствующие пары в соответствии со значением подобия и находит совпадающие пары минюций. Аналогично происходит и для отпечатка-запроса.

Данный алгоритм использует каждую пару минюций в качестве опорной для вращения отпечатка пальца и выполняет преобразование минюций запроса для каждой опорной пары. Позже он выбирает преобразование, максимизирующее количество совпавших минюций. Для вы-

числения коэффициента совпадения отпечатков происходит сравнение каждой минюции на обоих отпечатках.

Определение степени сходства происходит на основании величины $n^2 / |P||Q|$, где P и Q – отпечаток-шаблон и отпечаток-запрос с установленными минюциями, а n – число совпавших пар минюций.

РЕАЛИЗОВАННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

Для реализации приложения был использован язык программирования C#. Для хранения информации выбрана СУБД MySQL.

Реализованное приложение является дактилоскопической информационной системой и предназначено для использования конечным пользователем в целях поиска и анализа отпечатков пальцев, ведения электронных картотек отпечатков. Приложение позволяет пользователю выполнять следующие операции:

- проводить первичный анализ отпечатка;
- автоматически выделять особые точки на изображении;
- сравнивать выбранные отпечатки;
- добавлять новые отпечатки и вести учет личных данных;
- определять похожие отпечатки в базе и степень их сходства.

Приложение использует схему предварительной обработки, предложенную в работе [1], и алгоритм сравнения отпечатков M3GL.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана и реализована дактилоскопическая информационная система. Приложение позволяет анализировать отпечатки пальцев и выявлять среди них идентичные.

Приложение является актуальным в силу новизны используемых алгоритмов и их универсальности. В силу хранения списка локальных особенностей, а не одного лишь изображения, достигается высокая эффективность работы и малое время поиска совпавших отпечатков.

Литература

1. *Ratha, N.* Adaptive flow orientation-based feature extraction in fingerprint images / N. Ratha, S. Chen, A. K. Jain. – Pattern Recognition, 1995. – 20с.
2. International Conference on Hand-Based Biometrics (ICHB 2011). M. A. Medina-Pérez, M. García-Borroto, A. E. Gutierrez-Rodriguez, L. Altamirano-Robles, Robust fingerprint verification using m-triplets, Hong Kong, 2011, с. 1–5.