

Методика обработки биометрической информации

Дерюшев А.А.

Кафедра информационных технологий
Белорусский государственный экономический университет
Минск, Республика Беларусь
e-mail: derushev_a@bseu.by

Аннотация – Предложена методика выделения и обработки биометрических признаков из отпечатка пальца. Разработано соответствующее аппаратное и программное обеспечение.

Ключевые слова: биометрические признаки; отпечаток пальца; локальные особенности

I. ВВЕДЕНИЕ

В наши дни на предприятиях различных форм собственности все большее распространение получают автоматизированные системы контроля доступа. Как правило, в качестве устройства идентификации в них используются радиочастотные карты либо контактные электронные идентификаторы. Такой подход ведет к значительному увеличению материальных затрат при увеличении числа пользователей, а также создает значительные неудобства, связанные с необходимостью постоянного наличия идентификатора у работника.

Перспективным направлением является использование в системе биометрической информации, что не только повышает безопасность системы, но и ведет к повышению удобства ее использования при уменьшении стоимости. Особенно перспективны системы распознавания отпечатков пальцев [1]. К сожалению, представленные на рынке компоненты для таких систем имеют иностранное происхождение с закрытым программным кодом и тщательно оберегаемыми алгоритмами работы [2, 3], что сдерживает их широкое применение. В связи с этим является актуальной задача разработки отечественных алгоритмов и систем на их основе.

В данной работе приводится методика выделения характерных особенностей конкретного человека на основе анализа отпечатка пальца, при этом для уменьшения хранимой информации используется шаблон, хранящий координаты характерных точек отпечатка.

II. ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

В качестве сенсора отпечатка пальца использован термочувствительный протяжной сканер AT77C101B фирмы Atmel [4], обладающий рядом преимуществ перед аналогами [5].

Получение изображения с данного сканера производится в два этапа. На первом этапе происходит группировка поступающего потока данных по кадрам, соответствующим матрице термочувствительных элементов на поверхности сенсора. Матрица состоит из массива 280×8 пикселей, формирующих изображение отпечатка, и одного «лишнего» (не содержащего данных об отпечатке) столбца в передаваемой последовательности. Данный столбец

служит признаком начала кадра: в начале каждого кадра передаются 4 байта, первые два из которых содержат число 111X00002 (где X – единица либо ноль), следующие два – информацию о температуре сенсора. Данные об изображении в каждом кадре передаются по столбцам. Одновременно передается информацию об двух пикселях: одном нечетном и одном четном. Процедура, реализующая этот этап, производит последовательное заполнение двумерного массива размерности 281×8 в направлении сверху вниз слева направо.

На втором этапе производится группировка полученных кадров в одно изображение отпечатка пальца, для чего из последовательности кадров удаляются повторные строки данных. Появление данных строк связано с неспособностью сенсора AT77C101B реагировать на изменение скорости перемещения пальца, в связи с чем частота сканирования была выбрана намного большей требуемой в каждом конкретном случае. При этом не происходит пропуска строк сканирования, однако появляется избыточная информация, связанная с дублированием информации в различных кадрах. Для удаления избыточной информации в следующем кадре находится строка, совпадающая с последней строкой предыдущего кадра, после чего удаляются строки от начала кадра до найденной строки включительно. Если просмотр кадра закончен, а совпадающая строка не найдена (что может произойти при искажении данных при считывании двух разных кадров), то в качестве контрольной для сравнения берется предпоследняя строка.

После получения изображения со сканера производится его бинаризация изображения. Для определения порога бинаризации подсчитывается число точек различного оттенка, затем вычисляются границы диапазона яркостей, в которых лежит 90% всех точек. За порог бинаризации принимается середина этого диапазона.

После процедуры бинаризации выполняется процедура устранения шумов в виде мелких черных либо белых точек (шума вида «соль и перец»). Для этого используются четырехсвязные маски [6].

Далее происходит устранение слипаний и разрывов линий. Для устранения обоих недостатков используется один алгоритм, который сначала выполняется для точек черного цвета (устраняются разрывы), затем – для точек белого цвета (устраняются слипания). Согласно предложенному алгоритму, последовательно просматриваются все точки изображения, каждая из которых принимается за начальную (точку А). Затем находится соседняя с А граничная точка Т, расположенная в направлении по часовой стрелке от точки А (признаком граничной

точки является наличие у нее соседних точек другого цвета), а также расстояние D между точкой A и текущей точкой T . Если расстояние D превышает заданное предельное расстояние $D_{\text{пред}}$, то в качестве начальной точки A берется следующая точка изображения; в противном случае находится точка, соседняя с T , и описанный процесс повторяется. Признаком наличия вершины линии (точки B) является уменьшение текущего расстояния D . В этом случае производится поиск точки C (точки, имеющей минимальную удаленность от точки A). Затем координаты характерных точек A , B , C и минимальное расстояние сохраняются в массиве.

После просмотра всех точек изображения производится уменьшение размера массива характерных точек, т.к. в него попадают точки с различными координатами начальной точки A , но с одинаковой вершиной B . При этом для дальнейшей обработки передаются точки с неповторяющимися координатами вершин и максимальной толщиной линии D_{min} , что позволяет устранить уменьшения толщины на обрывах линий.

Для определения мест обрыва линий последовательно производится просмотр координат B сформированного массива и определяются расстояния между соседними вершинами. Если расстояние между соседними вершинами не превышает заданного значения Δ , то принимается решение о наличии обрыва линии и выполняется процедура закраски данного участка изображения.

После предварительной обработки изображения, описанной выше, производится выделение локальных особенностей (минюций). В литературе выделяют три вида локальных особенностей [7]:

- окончания линий;
- бифуркации;
- небольшие точки и гребни.

Окончание линии – это точка, в которой заканчивается линия папиллярного узора; бифуркация – точка, в которой происходит раздвоение линии папиллярного узора; небольшая точка либо гребень – линии папиллярного узора, которые значительно короче средней длины линий отпечатка. Так как третий вид локальных особенностей можно задать с помощью двух особых точек первого вида (окончаний линий), то в данной работе малые гребни и точки отдельно не выделяются. Это не приводит к значительному возрастанию размера шаблона, т.к. короткие линии встречаются не часто, зато позволяет уменьшить сложность алгоритма выделения особенностей и увеличить скорость работы программы.

Выделение локальных особенностей начинается с уменьшения толщины линий изображения отпечатка пальца до одного пикселя, что позволяет упростить дальнейшие операции по выделению характерных точек.

Для выполнения этой операции изображение просматривается слева направо сверху вниз до тех пор, пока не будет найдена первая граничная точка N_1 . От этой точки вниз ищется вторая граничная точка, принадлежащая этой же линии N_2 . Если точка N_2 не найдена за конечное число шагов, что наблюдается при ориентации линий папиллярного узора, близкой к

вертикали, то направление поиска изменяется на горизонтальное. После этого производится движение от точки N_2 в направлении уменьшения длины отрезка между точкой N_1 и текущей точкой. В результате определяются координаты точки P , имеющей минимальное удаление от точки N_1 . Затем производится последовательное удаление точек, принадлежащих концам отрезка N_1P до тех пор, пока не будет достигнута минимальная толщина линии.

После уменьшения толщины всех линий до одного пикселя, происходит последовательный просмотр изображения по вплотную примыкающим друг к другу областям размером 3×3 пикселя. Если центральный пиксель области имеет черный цвет, т.е. по центру рассматриваемой области проходит линия узора, то рассматриваются соседние пиксели. Если среди них присутствует всего один пиксель черного цвета, то его координаты считаются координатами точки окончания линии. Если пиксель имеет трех соседей черного цвета, то его координаты считаются координатами точки бифуркации. Если у пикселя два соседа черного цвета, то он является обычной точкой на линии папиллярного узора. На краях изображения образуется множество особенностей типа «окончание линии», для их удаления определяются границы рабочей области.

После нахождения координат всех особенностей производится их нормализация. Это делается с целью компенсации возможных сдвигов пальца относительно сканера; компенсация поворотов не производится, т.к. конструкция протяжного сканера допускает движение пальца только в одном направлении. Найденные координаты и типы особенности записываются в шаблон отпечатка пальца, который затем сохраняется в базе данных системы контроля доступа.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная методика может использоваться не только с протяжными термочувствительными сканерами, но и со сканерами оптическими, однако в последнем случае может потребоваться применение дополнительных мер, направленных на борьбу с предъявлением системе поддельного изображения отпечатка пальца.

- [1] Sensors for Access Control [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.authentec.com/products-accesscontrol.cfm>.
- [2] Каталог продукции [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://biolink.ru/products.html>.
- [3] List of fingerprint scanners and sensors [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.neurotechnology.com/fingerprint-biometrics.html>.
- [4] Thermal fingerprint sensor with 0.4 mm x 14 mm (0.02" x 0.55") sensing area and digital output (on-chip ADC) AT77C101B FingerChip® [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.atmel.com/fingerchip/doc5364.pdf>.
- [5] Biometric Fingerprint Sensors [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.fima.fujitsu.com>.
- [6] Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; Пер. с англ. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
- [7] Fingerprint sensing techniques [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://pagesperso-orange.fr/fingerchip>.