

## ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИКИ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЧНОСТИ ПО ОТПЕЧАТКАМ ПАЛЬЦА

Для подтверждения личности обычно применяются пароли или специальные ключи (например, iButton, RFID). Зачастую одному пользователю требуется запоминать большое количество паролей и носить различные ключи, что неудобно, так как они могут быть забыты, потеряны или похищены. Очевидно, что в настоящее время широкое распространение находят системы, основанные на биометрии, так как свои уникальные особенности человек «носит» всегда с собой, их невозможно забыть и потерять, сложнее скопировать или «украсть». Существует множество характерных признаков, но в данной работе решалась задача идентификации личности по отпечаткам пальцев.

Разработанную систему предполагается применять при организации управления доступом к технике и информации, пропускного режима в строго охраняемые помещения с использованием, например, протяжного термосканера (Atmel), как это показано на рис. 1.

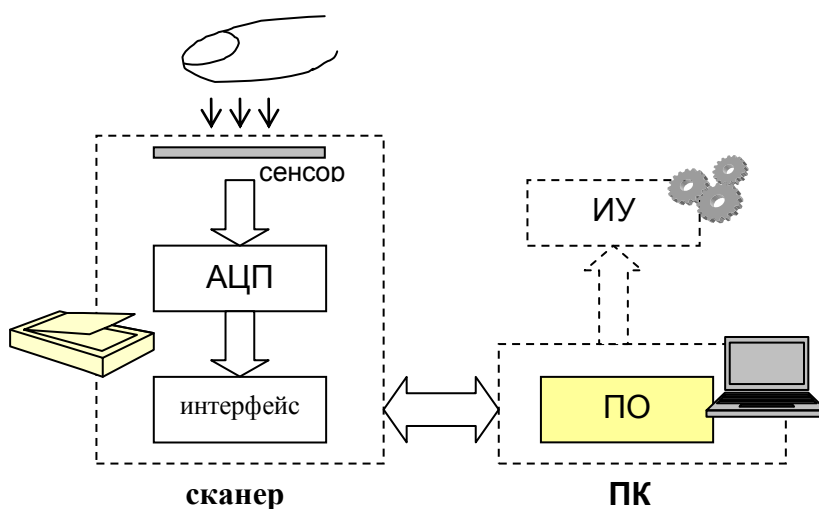


Рис.1. Схема работы комплексной системы идентификации личности по отпечатку пальцев

В качестве признаков, идентифицирующих личность, были выбраны наборы локальных характерных точек (минуций) отпечатков пальцев, а именно: оконечные точки и точки бифуркации (ветвления) «гребней» папиллярного узора. Для снижения влияния шума, уменьшения размерности задачи и повышения точности распознавания производится начальная обработка в следующей последовательности:

1. Предварительная обработка, а именно: сегментация, нормализация и улучшение качества изображения с помощью фильтра Габора  $G$  (если  $x_\theta = x * \cos \theta + y * \sin \theta$ ,

$$y_\theta = -x * \sin \theta + y * \cos \theta, \text{ то } G(x, y; \theta, f) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left[\frac{x_\theta^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_\theta^2}{\sigma_y^2}\right]\right) * \cos(2\pi f x_\theta), \text{ где } \theta \text{ и } f -$$

блок ориентированного и частотного изображений,  $x_\theta, y_\theta$  - оси координат фильтра);

2. Бинаризация (перевод изображения градации серого в черно-белое с использованием оптимальной пороговой обработки Отсу) и утончение «гребней» до одного пикселя.

Выделение минуций производится подсчетом индекса переходов CN по приведенной ниже формуле. В зависимости от значения CN = 1 – оконечная точка, CN = 3 – бифуркация.

$CN_i = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^8 |P_i - P_{i+1}|$ , вычисления индекса перехода CN производятся

P <sub>4</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>
P <sub>5</sub>	P <sub>i</sub>	P <sub>1</sub>
P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>

по правилу обхода, который приведен на рисунке.2.

Для дискретного изображения  $f(x,y)$ , составленного только из характерных точек (на черном фоне два типа минуций представлены различной интенсивностью) вычисляются статистические моменты  $\phi_i$  согласно следующим формулам:

Рис.2

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} - \eta_{02}; \quad \phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4 * \eta_{11}^2; \quad \phi_3 = (\eta_{30} - 3 * \eta_{12})^2 + (3 * \eta_{21} - \eta_{30})^2; \quad \phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2; \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3 * \eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3 * \eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]; \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4 * \eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}); \\ \phi_7 &= (3 * \eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3 * \eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]. \end{aligned}$$

Здесь  $\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^\gamma}$ ,  $\gamma = \frac{p+q}{2} + 1$  для  $p+q=2,3,\dots$ , а центральные моменты представляются так:

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y), \quad \bar{x} = \frac{\sum_x \sum_y x * f(x, y)}{\mu_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_x \sum_y y * f(x, y)}{\mu_{00}}, \quad \text{где } p, q = 0, 1, \dots$$

Полученные статистические моменты нормируются (приводятся к множеству [-1...1]).

Система идентификации личности по отпечаткам пальцев моделировалась в программном пакете MATLAB (7 и 2006a) с использованием комплекса программ пакетов Image Processing Toolbox и Neural Network Toolbox. Для решения задач идентификации была выбрана двухслойная нейронная сеть прямого распространения с 5 нейронами внутреннего слоя (число определено эмпирически как минимально необходимое для решения поставленной задачи), обучаемая по процедуре обратного распространения ошибки (newff: feed-forward backpropagation network). В качестве метода обучения использовался LM алгоритм (reduced memory Levenberg-Marquardt algorithm) как наиболее быстрый и менее ресурсоемкий. В качестве функций активации используются логистические функции гиперболического тангенса tansig и логарифма logsig.

По результатам моделирования, разработанная система идентификации личности по отпечатку пальца с использованием статистических моментов высокого порядка показала:

1. Корректное распознавание смещенного или повернутого на любой угол изображения отпечатков пальца;
2. Инвариантность к изменению масштаба в среднем в диапазоне [50...250]%;
3. Устойчивость к изменению освещенности в пределах [50...200]% и к шумам, связанных с повреждением или загрязнением стекла и пальца.

Для выборки в 300 вектор-признаков для 12 пользователей ошибка первого рода (FRR, вероятность распознавания своего как чужого) составляет около 1%, а ошибка второго рода (FAR, вероятность распознавания чужого как своего) составляет менее 0,5%.

В настоящее время для данной системы разрабатывается удобный пользовательский интерфейс на Windows платформе. Предполагается развить данную работу для быстрой идентификации пользователей.

Во время разработки системы использовались следующие продукты Microsoft:

- Microsoft Windows NT4.0, 2000, XP; Microsoft Office 2003, 2007;
- Блокнот и другие приложения, входящие в операционную систему Microsoft Windows.