

содержать ссылки на внешние файлы, то есть картинки, определения стилей и так далее. Просмотр PDF документов осуществляется с использованием кроссплатформенной библиотеки с открытым исходным кодом Poppler.

Процесс записи защищенного диска состоит из следующих шагов:

- Запись программы-оболочки и всех необходимых ей библиотек первой сессией на диск;
- Измерение углов между секторами записанной сессии;
- Шифрование защищаемых документов и запись их в виде одного файла на диск во второй сессии;
- Запись специального файла с данными корректировки погрешностей измерения углов между секторами во второй сессии. Данные в этом файле позволяют получать одно и то же значение ключа для расшифровки документов при неизбежных небольших погрешностях в измерении углов.

Литература

1. *Касперски К.* Техника защиты компакт-дисков от копирования. БХВ-Петербург, 2004. ISBN: 5-94157-412-6 978-5-94157-412-4
2. Интернет-адрес: <http://www.insidepro.com/rus/doc>,
Интернет-адрес: <http://msdn.microsoft.com/>
3. Интернет-адрес: <http://poppler.freedesktop.org/>
4. Интернет-адрес: <http://www.nero.com/enu/downloads-sdk.html>
5. Интернет-адрес:
<http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-130.htm>

ПОСТРОЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛЯ НАПРАВЛЕНИЙ ПАПИЛЛЯРНЫХ ЛИНИЙ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

А. В. Кудько

Прежде, чем дактилоскопическое изображение, полученное со сканера, будет опознано, а сам отпечаток проанализирован и распознан, необходимо провести его обработку. Одним из вариантов классификации и анализа дактилоскопического изображения является его обработка с помощью полей направлений и выделение на основе этих полей особенностей структур отпечатков. К достоинствам полей направлений относятся их достаточная нечувствительность к помехам, полученным при сканировании отпечатка и изменении линий в процессе сканирования. К недостаткам стоит отнести чувствительность полей направлений к повороту изображения при сканировании.

Для построения полей направлений используется принцип многослойной иерархической обработки дактилоскопического изображения и иерархической сегментации данных [1]. Согласно принципу иерархической сегментации изображений исходное дактилоскопическое изображение $F = \{f(x, y)\}_{(x, y) \in I \times I}$ ($f(x, y) \in \{0, 1, \dots, 2^b - 1\}$; b – разрядность интенсивности $f(x, y)$; $I = \{0, 1, \dots, S - 1\}$; S – параметр размерности $S \times S$ дактилоскопического изображения) разбивается на S_h^2 квадратных фрагментов $F_h(x_h, y_h)$ с длиной стороны $M_h \geq 1$ точек и центрами $(x_h, y_h) \in J_h \times J_h$, где

$$S_h = \frac{S}{M_h}; M_h = 2^h; J_h = \left\{ \forall \left(\left\lfloor \frac{M_h}{2} \right\rfloor + n_h M_h \right) \mid n_h \in I_h = \{0, 1, \dots, S_h - 1\} \right\};$$

h – номер (уровень) иерархии сегментов дактилоскопического изображения ($h = 0, 4$). Как легко видеть, применяемый механизм сегментации дактилоскопического изображения фактически может быть реализован посредством семейства взаимно однозначных отображений $v_h : J_h \rightarrow I_h$, которые целочисленным величинам $\alpha \in J_h$ ставят в соответствие их порядковые номера $v_h(\alpha)$ в множествах I_h . В случаях, когда исходное дактилоскопическое изображение рассматривается как объединение всех сегментов h -й иерархии, вместо F в дальнейшем используется обозначение F_h [1, 3, 5].

В пределах каждой иерархии слоям приписывают свои порядковые номера.

Таким образом процесс анализа дактилоскопического изображения имеет многослойную иерархическую организацию (рис. 1), где слой $F_h^{(0)}$ – множество как структурированных, так и неструктурированных данных 1-го слоя h -й иерархии.

Для обработки исходного набора данных используется аппарат апертур. Апертуры позволяют однозначно представить кластерные операции в слоях пирамиды и позволяют компактно определить множество точек обработки данных [5, 6, 7].

На начальном этапе построения поля направлений происходит

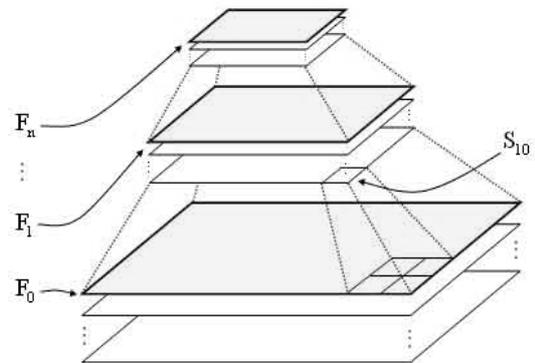


Рис. 1. Иерархическое разбиение слоев в пирамиде

формирование слоев нулевой иерархии. За нулевой слой берется исходное дактилоскопическое изображение. Первым слоем этой иерархии считается входное изображение, растянутое по всему диапазону яркостей [8]. Вторым слоем представляет сглаженное изображение первого слоя, полученное при помощи двумерного фильтра с импульсной характеристикой

$$H = [h_{i,j}] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & k & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix},$$

где k – специально подбираемый коэффициент (использовался коэффициент, равный 4).

Слои 3, 4, 5, 6 представляют собой потоки светотеней полученные из второго слоя направленными операторами вида

$$H^3 = \begin{bmatrix} -a & 0 & a \\ -b & 0 & b \\ -c & 0 & c \end{bmatrix}, H^4 = \begin{bmatrix} 0 & a & b \\ -a & 0 & c \\ -b & -c & 0 \end{bmatrix}, H^5 = \begin{bmatrix} a & b & c \\ 0 & 0 & 0 \\ -a & -b & -c \end{bmatrix}, H^6 = \begin{bmatrix} -b & -c & 0 \\ -a & 0 & c \\ 0 & a & b \end{bmatrix}$$

На этом формирование нулевой иерархии заканчивается.

Следующим этапом идет формирование опорных матриц полей направлений, с помощью которых строится дальнейшая оптимизация. Для построения этих матриц необходимо выбрать точку отправления. Формирование матриц идет отдельно для света и отдельно для тени. Для синтеза поля направлений, оптимального по критерию «арки», строятся две цепочки – цепочка «света» и цепочка «тени». Для двуканальной оптимизации необходимо построение четырех цепочек, по две цепочки на свет и тень. Во втором случае стартовые точки несколько разносятся от центра сегмента, в первом же случае за стартовую точку берется центр сегмента. Длина строящейся цепочки задается параметром q . Величина параметра выбирается экспериментально. При росте цепочки происходит смещение признаков узора, уменьшение длины цепочки приводит к усилению помех и уменьшению точности за счет наличия на дактилоскопическом изображении пор, складок, загрязнений.

Для построения поля направлений в двуканальной схеме на дальнейшем этапе происходит формирование двух матриц потоков и двух матриц достоверностей. Из этих матриц на основании данных из матриц достоверностей формируется конечная матрица, в которую записываются наиболее достоверные потоки по каждому сегменту. Формально алгоритм реализуется перебором направлений из $D=0..3$ для иерархии $H=2..n$ итерационно $h = MIN(H) \Rightarrow H = H \setminus \{h\}$ по формулам

$$\mathcal{G}_h^k(x,y) = \arg \max_{d \in D} \lambda_h^{(dk)}(x,y),$$

$$\Delta_h^{(k)} = \left[\delta_h^{(k)}(x,y) \right] = \left[\delta_h^{(J_h^k(x,y)k)}(x,y) \right],$$

$$\Lambda_h^{(k)} = \left[\lambda_h^{(k)}(x,y) \right] = \left[\lambda_h^{(\mathcal{G}_h^k(x,y)k)}(x,y) \right],$$

где $k = \overline{0, 1}$; $\mathcal{G}_h^k(x,y) \in D$ – направление-победитель для «света» ($k = 0$) и «тени» ($k = 1$) на соответствующем сегменте, $\Delta_h^{(k)}$ – матрица направлений, $\Lambda_h^{(k)}$ – матрица достоверностей для данного направления.

При построении поля направлений по критерию «арки» строятся две матрицы направлений для света и для тени $\Delta^{(0)}$ и $\Delta^{(1)}$ и матрицы достоверностей для них. Но в отличие от предыдущего метода, матрицы направлений носят оценочный характер. На основании их при помощи критерия дисбаланса $(\mu_{u,v}^{(i)} = \left| \delta_{u,v}^{(i)} - \frac{1}{2}(\xi_{u,v}^{i,+} + \xi_{u,v}^{i,-}) \right|)$ арки формируется опорная матрица приоритетных направлений $\Delta^{(2)}$. С помощью критерия дисбаланса при $i = 2$ и матрицы $\Delta^{(2)}$, элементы матриц $\Delta^{(0)}$ и $\Delta^{(1)}$ распределяются по двум матрицам: матрице приоритетных направлений и альтернативной матрице направлений. В матрице приоритетных направлений избавляемся от дисбалансов арки и на выходе получаем градиентную матрицу $\Delta = [\delta_{u,v}]$ – матрицу направлений, альтернативную матрицу направлений $\Delta^* = [\delta_{u,v}^*]$, а также отвечающие им матрицы достоверностей $\Lambda = [\lambda_{u,v}]$.

Литература

1. Кондратьев В. В., Утробин В. А. Основы теории активного восприятия изображений. Н. Новгород: НГТУ, 1997. 249 с.
2. Абламейко С. В., Лагуновский Д. М. Обработка изображений: технология, методы, применение: Учебное пособие. Минск: Амалфея, 2000. 304 с.
3. Анисимов Б. В., Курганов В. Д., Злобин В. К. Распознавание и цифровая обработка изображений. М.: Высшая школа, 1983. 295 с.
4. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений / Пер с англ. Н. Г. Гуревич. М.: радио и связь, 1986. 400 с.
5. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов / Пер. с англ. В. А. Григорьева; Под ред. Л. П. Ярославского. М.: Мир, 1988. 488 с.
6. Полевой Н.С. Криминалистическая кибернетика. М.: Изд-во МГУ, 1989. 328 с.
7. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: В 2 т. М.: Мир, 1982. Т.2. 480 с.
8. Яншин В.В. Анализ и обработка изображений: Принципы и алгоритмы. М.: Машиностроение, 1994. 112 с.