

# 基于特征编码的指纹识别方法

肖娟<sup>1,2</sup>, 郭美<sup>1,2</sup>, 肖敏<sup>1,2</sup>

(1 湖南大学 计算机与通信学院, 湖南 长沙 410082; 2 湘南学院 计算机系, 湖南 郴州 423000)

**摘要:**提出了一种基于指纹特征编码的指纹识别算法.首先求得指纹图象的中心点,然后利用 Gabor 滤波器的频率和方向选择性,产生指纹编码,最后通过比较输入图象的编码和模板编码间的欧氏距离进行识别.实验结果表明:该算法与已有的基于灰度偏差的算法相比较,具有更高的识别率.

**关键词:**指纹识别; Gabor 滤波; 指纹编码

**中图分类号:** TP391.41

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-8173(2010)02-0087-04

## 1 引言

近年来,基于生物特征的生物识别技术引起了人们的广泛关注.指纹由于具有唯一性和稳定性,加之其对于人脸、虹膜等其他生物识别技术具有易采集、可靠性高的优点,因此,指纹识别被认为是目前最有效的识别方式.研究指纹识别技术也具有了深远和广泛的意义.

随着模式识别技术和图象处理技术的不断成熟,指纹识别技术取得了很大进展.目前,指纹识别技术<sup>[1]</sup>中最常用的方法是 FBI 提出的基于细节特征的指纹匹配识别算法,它是通过计算脊线的终点和分叉点的方向和位置信息来进行识别,但是这方法仅利用了指纹的局部特征,忽视了指纹的大量纹理特征.而 Jain 等人在利用了指纹的纹理特征的基础上,提出了一种基于 Gabor 滤波的“灰度偏差”识别算法<sup>[2]</sup>,其思想是围绕指纹的中心点将指纹分割为多个小区域,分别用多个方向的 Gabor 滤波器作用于指纹图像,再用滤波后得到的图像局部区域的灰度平均绝对偏差 AAD 来描述指纹的局部特征,最后用输入图象的编码和模板编码进行匹配,计算二者之间的欧氏距离,得到识别结果.该算法与基于细节特征的指纹识别算法相比较,在一定程度上解决了质量较差的指纹图象区域细节点难以提取的问题,但该算法很大程度上依赖于中心点的精确位置.当对同一指纹两次取图后定位到的中心点位置不同时,就会得到错误的识别结果.同时,指纹图象采集时的偏移变形问题也对识别结果有很大的影响.考虑到这两点,本文在中心点定位和解决图象的旋转变形两个方面上对基于灰度偏差的识别算法做了一些改进.

## 2 基于特征编码的指纹识别的基本原理和算法描述

基于特征编码的指纹识别系统流程图如图 1 所示,下面分别介绍各部分基本的原理和实现所采用的算法.

### 2.1 中心点定位

Jain 等人把中心点定义为指纹凸脊中曲率最大的那个点,是通过对指纹图象进行逐步扫描检查,以及相应的运算来完成指纹图象中心点的搜索的.不过这种方法需要大量的时间,算法比较复杂,而且也容易出错.而本文提出的是一个新的算法<sup>[3]</sup>:

收稿日期:2010-01-04

作者简介:肖娟(1982-),女,湖南永兴人,湖南大学计算机与通信学院在读工程硕士,湘南学院计算机系讲师,研究方向:智能算法

将 256 \* 256 的指纹图象分成 256 个 16 \* 16 的子图象,每个子图象块的纹路方向用一个方向码表示.方向码由以下两个方法决定:

- 1) 用图 2 的模板对各图象子块进行匹配,记录下成功匹配次数.
- 2) 扫描整个图象子块,以计数次数最多的模板编码作为该子块的纹路方向码.

由以下两个原则确定指纹图象的中心点:

- 1) 在方向变化大于 135 度的曲线弧上搜索.
- 2) 中心点位于最内层曲线弧上.

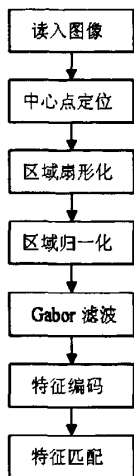


图 1 系统流程图

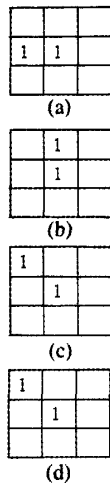


图 2 四种匹配模板

计算出中心点后,为减少滤波和匹配时间,要对图象进行剪切,使计算得到的中心点位于剪切后图象的正中位置.图 3 和图 4 分别显示了中心点定位(标红点的是中心点)和剪切后的图象.

2.2 扇形化与归一化

指纹图象具有局部平行的脊和谷,近似均匀恒定的纹线宽度,只有在一个小区域内,才认为脊线方向恒定.所以考虑用格栅分割剪切后的指纹图象.本文采用的是围绕中心点的环形格栅来进行图象的扇形化<sup>[2]</sup>,这种方式有利于得到近似旋转不变的指纹表达.扇形化后,考虑到指纹录入传感器时可能残留了噪音以及手指按压力不均对指纹图象的影响,要对所得到的图象进行归一化(指纹归一化不会对指纹的质量进行任何更改,只是为后续的操作创造一个良好的开端),归一化后,每个扇形区域子块内的灰度均值和方差都被调整到了一个期望的范围.图 5 显示了扇形化后的图象,图 6 显示了归一化后的图象.



图 3 中心点定位



图 4 剪切后的图像

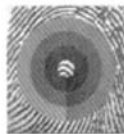


图 5 扇形化



图 6 归一化

2.3 Gabor 滤波

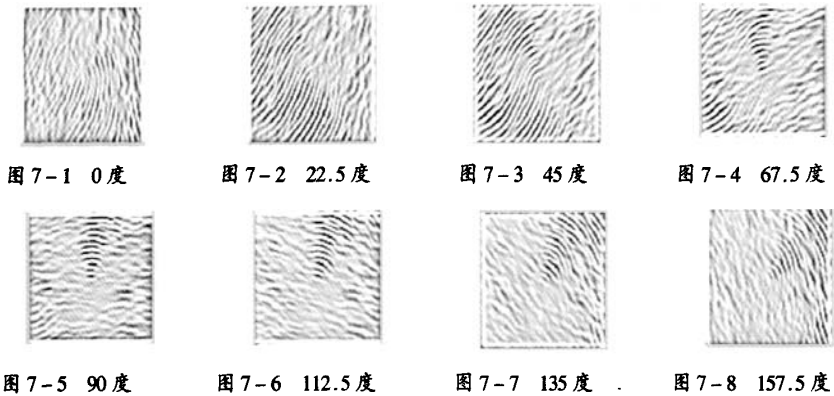
Gabor 滤波器<sup>[3]</sup>具有方向和频率的选择性,在指纹识别过程中采用 Gabor 滤波,不但能够去除噪声,更重要的是能不失真的保留下指纹脊线和谷线的结构<sup>[2][4]</sup>.Gabor 滤波器总的形式定义如下:

$$g(x,y) = \exp(-x^2/2\delta_x^2 - y^2/2\delta_y^2) * \exp(iwx)/2\pi\delta_x\delta_y, \tag{1}$$

在(1)式中,  $i = \sqrt{-1}$ ,  $w = 2\pi f$ ,  $f$  是正弦平面波的频率,  $\delta_x, \delta_y$  分别表示沿着 x 轴, y 轴的高斯包迹的空间常量.滤波器设定了 8 个中心方向,即从 x 轴为 0 度开始每递增 22.5 度所得到的角度.

为使 Gabor 滤波器作用于指纹,必须确定公式 1 中的  $f, \delta_x, \delta_y$ . 在此,我们选定滤波器的频率  $f$  为脊线间距离的倒数(一般指纹传感器都采用 500dpi 的分辨率,在此分辨率下的脊间距离平均为 10 个像素,所以滤波器的频率选为  $f=0.1\text{Hz}$ ).  $\delta_x, \delta_y$  根据经验取值为 4.

图 7 的八幅图象分别显示了指纹图象经过八个方向的 Gabor 滤波后得到的卷积图象.



### 2.4 特征编码

滤波后图像携带了指纹的局部方向信息,是原始图像信息量的 8 倍,8 个滤波后图像有一些数据冗余,虽然对于识别率而言是有利的,但这样大的信息量使这些结构信息不可能用来匹配,所以要进一步提取特征.本文采用了子块的标准偏差作为特征.子块的标准偏差定义为每一点的灰度值与子块的平均灰度之间的绝对差值的平均值.通过它可以反映出子块内不同脊线的差异.

设第  $w$  个指纹子块有 8 个滤波后图像,分别对它们的每一个子块求取标准偏差,其计算公式为:

$$v_{wm} = \sqrt{f(x)/n}; \quad f(x) = \sum_{i=1}^n (x_{wi} - x_{w0})^2 \quad (m=1 \cdots 8) \tag{2}$$

式中,  $x_{wi}$  为子块中的像素点灰度值,  $x_{w0}$  为子块中所有点的平均灰度值,  $n$  为块内像素点个数.则一个指纹的特征向量可定义为:

$$v_x = (v_{wm}) \tag{3}$$

(3)式中  $w$  为子图像的编号,  $m$  为滤波器编号.为了以下向量空间操作的便利,把所有的滤波后子图像顺序排列,标号为  $n$ .于是,  $n$  个顺序排列的滤波后子图像灰度值的标准差就构成  $N$  维线性赋范空间中的向量元素,即该指纹的特征码.

### 2.5 特征匹配

指纹的特征匹配通常要考虑两个关键问题,分别是指纹图象在平移和旋转下的变形.

对于平移,本文利用中心点做参考点定位指纹图象.当两个指纹图象的特征向量进行比对时,将它们都以中心点坐标为原点,经过剪切,留下的应是中心点重合,坐标一一对应的特征向量值.

对于指纹图象匹配时存在的旋转变形问题,Jain 采用的方法是对于每一种类型的指纹设定标准模板,中心点方向作为标准模板的方向,匹配时考察输入指纹的中心点方向与模板方向的角度差,作为旋转因子,调整输入指纹的方向,从而减少因旋转产生的识别误差,但这种方法在每次匹配时都要进行旋转运算,相当耗时.本文采用的是建立旋转模板的方法,考虑到通常录入指纹的实际情况,旋转角度选取的是标准图象左右各偏移 22.5 度,这样在匹配识别时大大减少了时间.

识别时用的是最小距离法<sup>[5]</sup>,即通过计算输入图象特征编码和模板图象特征编码之间的欧氏距离来进行识别.待识别图象与哪个模板间的距离最小,就把图象归于哪一类.

## 3 实验分析

### 3.1 实验素材及环境

本次测试所采用的数据源为 21 组指纹图象,分属于 21 类,每组内有来自于同一枚手指的 8 个指纹样本.测试是将每个分组内的第一枚指纹作为模板,其他 7 枚作为测试样本,实验是在奔腾 4 3.0 GHz CPU 上进行的,操作系统是 Windows XP.用 Matlab7.0<sup>[6]</sup>编程分别实现了 Jain 的算法以及改进后的算法.所得到的测试结果如表 1 所示.

3.2 测试结果分析

本次实验中一共测试了 147 个样本,按照 Jain 的算法正确识别出了 122 个,识别率约等于 83%,而按照本文所提出的改进后算法正确识别出了 129 个,识别率约等于 88%.从测试的结果可以看出,改进算法提高了中心点定位的准确度,从而提高了识别率,同时因为建立了旋转模板,改进后的算法在匹配识别这块花费的时间也要少于原算法.

4 结论

本文对基于指纹编码的指纹识别的原理和方法作了介绍,并用 Matlab 实现了该系统.测试结果表明,该算法用于指纹识别是可行的,识别率也可以接受.为了提高识别率,减少识别所花费的时间,还需要优化算法,这有待于我们进一步研究.

参考文献:

[1] 杨利敏,杨 杰,李 钢.基于指纹分类的模式匹配[J].电子学报,2003,31(7):1030 - 1034.  
[2] JAIN A K, PRABHA KAR SALIL, LIN HONG, et al. Filterbank - based fingerprint matching[J]. IEEE Transactions On Image processing, 2000, 9(5): 846 - 859.  
[3] 张 雄,贺贵明.基于宏观曲率的指纹特征提取和分类[J].计算机研究与发展,2003,40(3):453 - 458.  
[4] 王崇文,李见为,林国清.基于合成模板的指纹匹配[J].仪器仪表学报,2004,25(2):191 - 201.  
[5] 章毓敏.图像处理和分析[M]. 北京:清华大学出版社.1999,224 - 226.  
[6] 陈贵明,张明照,戚红雨.应用 Matlab 处理数字信号与数字图象[M].北京:科学出版社,2000.

表 1 测试结果

类别	样本个数	Jain 算法 识别个数	改进算法 识别个数
1	7	6	6
2	7	6	6
3	7	6	7
4	7	5	6
5	7	5	6
6	7	4	4
7	7	7	7
8	7	7	7
9	7	6	7
10	7	7	7
11	7	5	5
12	7	6	6
13	7	6	6
14	7	7	7
15	7	6	6
16	7	5	5
17	7	5	6
18	7	5	6
19	7	6	6
20	7	6	6
21	7	6	7
样本总数	147	122	129

Fingerprint Identification Method Based on Feature Coding

XIAO Juan<sup>1,2</sup>, GUO Mei<sup>1,2</sup>, XIAO Ming<sup>1,2</sup>

(1. School of Computer and Communication Science, Hunan University, Changsha 410082, China;  
2. Department of Computer Science, Xiangnan University, Chenzhou 423000, China )

**Abstract:** The paper puts forward a fingerprint identification arithmetic based on fingerprint feature coding. First, we get the center point of fingerprint image, then we produce fingerprint coding by use of Gabor filtration frequency and direction choice, lastly we contrast the input image coding and model coding Euler's distance to make identification. The result shows that the arithmetic, comparing with former arithmetic based on gray scale bias has more high identification rate.

**Key words:** fingerprint identification; Gabor filtration; fingerprint coding