文章编号: 1008-1542(2006)02-0162-03

一种基于极坐标的指纹分类算法

回文博, 张海春, 林立忠

(石家庄学院计算机系, 河北石家庄　050035)

摘　要: 提出了一种基于极坐标的指纹分类算法, 该算法在极坐标系下, 用中心点与三角点的数目信息和方向信息进行分类, 有利于解决指纹录入时产生的旋转、平移和非线性形变等问题, 实验证明该算法有利于提高指纹分类的精度。

关键词: 指纹分类; 图像分割; Poincare索引

中图分类号: TN911.73　　文献标识码: A

Fingerprint classification arithmetic based on polar coordinates

HUI Wen-bo, ZHANG Hai-chun, LIN Li-zhong

(Computer Department, Shijiazhuang College, Shijiazhuang Hebei 050035, China)

Abstract This paper proposes a fingerprint classification arithmetic based on polar coordinates. It uses orientation information and coordinate information of core point and delta point, which successfully solve the problem of fingerprint rotation, translation and transformation. The experiment has proved that it can improve accuracy of fingerprint classification effectively.

Key words fingerprint classification; image segmentation; Poincare index

随着指纹识别技术的广泛应用和网络技术的发展, 基于网络的指纹自动识别系统面临着如何提高检索速度和准确度的问题。因此, 迫切需要一种有效的索引技术。指纹分类是一种重要的指纹索引方法, 一种好的指纹分类能大大节省指纹的检索时间。指纹的分类主要有 5个方面[1]:

1) 分为几个类, 分类算法应该能把指纹分成数目足够大的类;

2) 各类中的分布, 分类算法应尽可能使各种指纹都包含在指纹分类中;

3) 方案的一致性, 同类中的指纹必须在全局模式形态上是一致的;

4) 分类精度, 分类方案必须达到一定的分类精度;

5) 分类算法的复杂度, 分类算法的复杂度应尽量小, 以使分类速度尽量快。

一个优秀的分类算法应能以令人满意的速度和精度将指纹分到数目足够大的类中。传统的指纹分类方法大致可分为统计法和结构法两类。统计法是指利用直接从输入图像的方向信息中获得特征向量对指纹进行分类的算法[2]; 结构法是指利用一些突出的指纹特性和它们之间的关系提取和重现指纹的算法。文献[3]中提出了一种隐藏的马尔可夫分类器进行指纹分类的算法, 文献[4]中提出了利用脊的方向信息、结构信息结合奇异点的信息进行分类的算法。另外, 还有神经网络算法、基于奇异点的分类算法[5~7]等。

1　基于中心点的分类算法的描述

首先, 将输入的指纹图像分割成 $w \times w$ 大小的子块 (在实验中取 $w = 16$); 然后, 求取每块指纹图像的方

收稿日期: 2005-01-11; 修回日期: 2005-10-10; 责任编辑: 李　穆

作者简介: 回文博 (1960-), 女, 河北衡水人, 教授, 主要从事图像处理方面的研究。

向信息; 最后, 利用方向场图像的 Poincare索引来检测指纹图像中的 core点和 delta点的数目, 其中对图像中的每个像素都用一个数字化的闭曲线计算 Poincare索引, 实验中设计了一条 13个像素点的闭曲线。

按照检测到的 core点和 delta点的数目, 以及方向信息将指纹分为 6类, 即弧形、尖拱形、左旋形、右旋形、涡形 (见图 1)和混合形, 其中混合形很罕见, 这里没有给出指纹图。

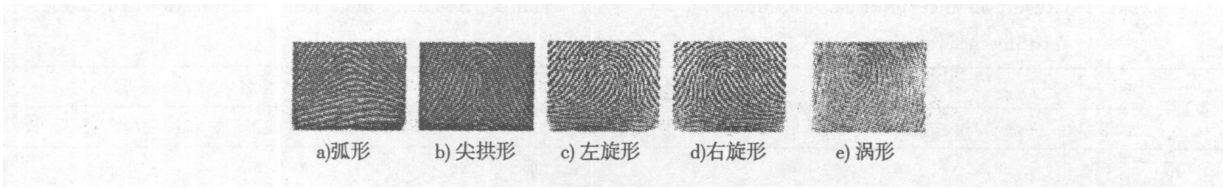

图 1　指纹分类图

Fig. 1　Fingerprint classification pictures

具体分类方案描述如下:

1)没有 core点和 delta点的指纹判断为弧形;

2)只有 1个 core点, 或有 1个 core点和 1个 delta点, 初步判断为旋形或尖拱形, 然后根据基于极坐标系下的算法进行判断;

3)只有 1个 delta点的判断为尖拱形;

4)有 2个 core点或 2个 delta点, 判断为涡形;

5)有 2个以上 core点和 delta点的判断为混合形。

基于极坐标系下的算法描述如下。

1) core点为极点, 其切线方向为极轴, 建立极坐标系。

2) core点两侧的脊线上定位 $(r, 90°)$点 n和 $(r', 90°)$点 m; n点以下脊线上的点表示为 (r_1, a_1), m点以下脊线上的点表示为 (r_2, a_2), 依次在 2条脊线上分别取极半径为 $(r+10, r+12, r+14)$的点和 $r'+10, r'+12, r'+14$的点。若 3个点中有 2个点的角度大于 90°, 则认为 $r_1 > r$时 $a_1 > 90°$, $r_2 > r'$时 $a_2 > 90°$; 否则认为 $r_1 > r$时 $a_1 < 90°$, $r_2 > r'$时 $a_2 < 90°$。

3)若 $r_1 > r$时, $a_1 > 90°$且 $r_2 > r'$时 $a_2 > 90°$, 则判该指纹为左旋形; 若 $r_1 > r$时 $a_1 < 90°$且 $r_2 > r'$时 $a_2 < 90°$, 则判该指纹为右旋形; 若 $r_1 > r$时 $a_1 > 90°$且 $r_2 > r'$时 $a_2 < 90°$, 或 $r_1 > r$时 $a_1 < 90°$且 $r_2 > r'$时 $a_2 > 90°$, 则判该指纹为尖拱形 (见图 2, 图中箭头代表极轴, 箭头的始端代表极点的位置, 即 core点的位置)。

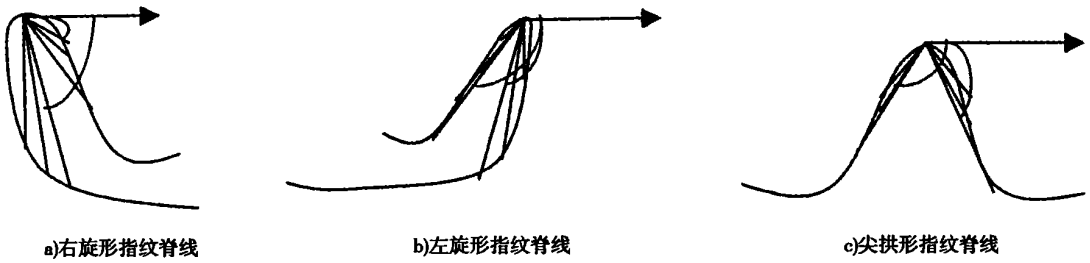

图 2　算法描述图

Fig. 2　Arithmetic described with picture

2　实验结果

在实验中, 采用 1 400枚 255 × 248的指纹图像进行测试, 这些图像来自 500个手指, 其中 170个手指以不同的方式采集了 4次, 构成其中的 680枚指纹, 另外的 128个手指以不同的方式采集了 3次, 构成其中的 384枚指纹, 134个手指以不同的方式采集 2次, 构成其中的 268枚指纹, 还有 68个手指分别采集了 1次。在 1 400枚指纹中各种指纹的分布如下: 弧形指纹 62枚, 取自 28个手指; 尖拱形指纹 62枚, 取自 32个手指; 左旋形指纹 446枚, 取自 134个手指; 右旋形指纹 446枚, 取自 156个手指; 涡形指纹 384枚, 取自 150个手

指;混合形指纹由于非常罕见所以未能采集到。

笔者选取 2个参数衡量该指纹分类算法:一是误判率,误判率 = 被误判的指纹数 /总的指纹数;二是分辨时间,即指纹从录入经预处理、特征提取到分类完成所需的时间。

表 1 本文指纹分类算法结果

Tab. 1 Result of fingerprint classification arithmetic proposed

类别	实验结果				
	弧形 /枚	尖拱形 /枚	左旋形 /枚	右旋形 /枚	涡形 /枚
弧 形	60	2	0	0	0
尖拱形	1	59	1	1	0
左旋形	0	2	443	1	0
右旋形	0	2	1	444	0
涡 形	1	2	1	1	379

表 2 文献[4]指纹分类算法结果

Tab. 2 Result of fingerprint classification arithmetic in document 4

类别	实验结果				
	弧形 /枚	尖拱形 /枚	左旋形 /枚	右旋形 /枚	涡形 /枚
弧 形	38	0	2	0	0
尖拱形	0	37	0	3	0
左旋形	0	0	38	2	0
右旋形	0	0	0	40	0
涡 形	0	0	0	0	40

测试结果表明(见表 1),本文分类算法的误判率为 1.143%,分辨时间为 1.3 s。文献[4]用 200枚指纹,每类 40枚进行测试其分类算法,利用本文参数分析,其误判率为 3.5%,实验结果见表 2。

3 结 论

本文提出的分类算法在特定的极坐标系下进行,该极坐标系选取中心点为极点,其切线为极轴。从而,有效地解决了指纹录入时产生的旋转、平移问题;同时,算法中选用角度信息判断指纹类型有利于解决指纹录入时的非线性形变问题。文献[4]中算法对指纹中心点的采集质量要求较高,然而,笔者在进行多次试验的基础上发现,现有的特征提取算法完全可以满足该算法对特征点提取的要求。

参考文献:

[1] 刘元宁,苑森淼,朱晓冬.警用辨识系统现场指纹分类与点模式匹配算法的研究[J].计算机研究与发展,2003,40(6):813-819.
[2] 刘 通,苏光大.基于结构的指纹分类技术[J].电子技术应用,2002,28(2):31-34.
[3] WANG C W, LI J W, CHEN W M. A new two-stage method of fingerprint classification[J]. ACTA Automatica Sinica, 2003, 29(6): 851-857.
[4] 胡红俊,赵丽如,贺贵明.一种改进的指纹分类方法[J].计算机工程,2002,28(4):109-110.
[5] KARU K, JAIN A K. Fingerprint classification[J]. Pattern Recognition, 1996, 29(3): 389-404.
[6] 李晓红,贺贵明,贾国颖.一种基于大型指纹数据库的检索方法[J].计算机工程与应用,2002,38(19):203-204.
[7] 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):1 030-1 034.

(上接第 113页))

$M(1-\gamma)$,则问题 **XB**存在唯一解。这里 M 是一个给定的正数($\|\boldsymbol{F}\|_{\beta} \leqslant M$)。

参考文献:

[1] 徐振远.Clifford代数上正则函数的 Riemann问题[J].科学通报,1987,32(23):476-477.
[2] 黄 沙.实 Clifford分析中带共轭值的边值问题解的存在唯一性[J].科学通报,1991,36(9):715-716.
[3] 黄 沙.Clifford分析中双正则函数的一个非线性边值问题[J].中国科学,1996,26(3):227-236.
[4] 乔玉英.广义双正则函数的非线性带位移边值问题[J].系统科学与数学,2002,22(11):43-49.
[5] 谢永红,乔玉英.广义双正则函数向量的带位移带共轭的边值问题[J].应用泛函分析学报,2001,3(3):243-249.
[6] BRACK F, DELANGHE R, SOMMEN F. Clifford Analysis(Research Notes in Mathematics 76)[M]. London: Pitman Books Ltd, 1982.
[7] KLAUS G, UWE K, JOHN R. Clifford analysis over unbounded domains[J]. Advances in Applied Mathematics, 1997, (19): 216-239.
[8] GILBERT R P, BUCHNAN J L. First Order Elliptic Systems, A Function Theoretic Approch[M]. New York: Academic Press, 1983.