

文章编号:1002-2082(2010)03-0447-04

一种有效的指纹细节特征提取算法的研究

赵月萍, 王明泉, 冯晓夏

(中北大学 仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 山西 太原 030051)

摘要:针对常规指纹细节特征提取算法不足的问题,提出了一种有效的指纹细节特征提取算法,即在细化图像上直接提取原始细节特征点,得到初步的特征提取结果,然后根据图像的伪特征点分布规律,将伪特征点删除,最终保留真实的特征点集。实验结果表明,此算法能有效消除各类伪特征点并且有效地减少计算时间。

关键词: 指纹; 细节特征; 细化图像; 伪特征点

中图分类号: Q819; TN911.73

文献标志码: A

Efficient fingerprint minutiae extraction algorithm

ZHAO Yue-ping, WANG Ming-quan, FENG Xiao-xia

(Key Lab of Instrumentation Science and Dynamic Measurement North
University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: Fingerprint minutiae extraction is the key to fingerprint identification technology. To overcome the deficiency of conventional fingerprint minutiae extraction algorithm, an efficient fingerprint minutiae extraction algorithm is proposed, which extracts the original minutiae points directly from the thinned image and gets the results of the preliminary feature extraction. The pseudo-feature points are removed and the true set of points is retained according to the rule of the pseudo-feature points. Experimental results show that this method can effectively eliminate all kinds of pseudo-feature points and reduce the computation time.

Key words: fingerprint; minutiae; extraction; thinned image; pseudo-feature points

引言

指纹识别作为一种生物识别技术,历来受到人们的广泛关注和重视,是未来个人身份认证的重要组成部分。进行指纹识别技术方面的研究,具有较高的现实意义和理论意义。指纹识别系统一般通过对指纹的特征进行比对实现指纹认证和辨识。指纹的特征可以反映在给定的人类群体里来自不同手指的指纹之间相似的程度。因此特征提取是图像识别中的关键一步。

指纹细节特征点主要指的是纹线分叉点和纹线端点,如图1和图2所示。纹线分叉点指的是纹线

一分为二的位置,纹线端点指的是纹线突然结束的位置。从指纹图像中可靠地提取细节点,既是对图像预处理效果的检验,又是后继指纹比对算法实现的基础,直接影响着指纹后续处理的精度。

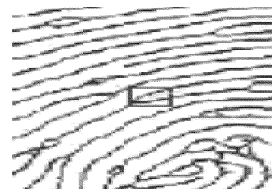


图1 叉点

Fig. 1 Fork-point

收稿日期:2009-12-09; 修回日期:2009-12-21

基金项目:山西省青年科技研究基金项目(2009021019-2)

作者简介:赵月萍(1985—),女,山西太原人,硕士研究生,主要从事信号与信息处理、图像处理与识别工作。

E-mail: canzhuzhulove@163.com

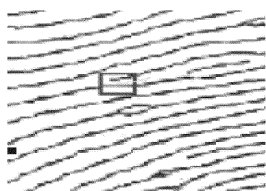


图2 端点

Fig. 2 End point

1 常规细节特征提取

1.1 从细化图像上提取

首先对指纹图像进行细化处理,然后通过分析细化纹线像素点的8邻域来判断细节点的类型与位置,通过分析所连接的纹线段来判定细节点的方向。该方法的优点是原理简单,便于实现,其缺点是细化处理较慢,且当图像质量较差时,细化处理往往会产生很多畸变。如小毛刺、小环岛等,导致提取出很多虚假细节点。

1.2 从二值化图像中提取细节特征点

首先将一个具有纹理灰度变化的指纹图像生成另一种只有两种色调即黑白分明的指纹图像,然后通过分析纹线像素点来判断细节点。此方法直接对指纹进行二值化处理,指纹特征的损失是非常显著的,可能会导致在灰度图像中具备鉴定价值的指纹变得特征数量不足以鉴定,并且特征提取算法复杂,而且由于噪声等因素的影响,特征定位也不够准确。

1.3 从原始指纹图像上直接提取

这种方法的基本原理是在指纹方向图引导下跟踪指纹纹线,每前进一定的距离,根据图像在与跟踪方向垂直的线段上的投影的极值确定纹线的位置,当遇到端点和分叉点时跟踪过程终止。该方法的优点是克服了细化方法的不足,具有较高的效率和精度;其缺点是实现起来比较复杂,且当图像质量较差时,求出的方向不可靠,导致跟踪出现偏



图3 原始图像

Fig. 3 Original image

差,产生虚假细节点和遗漏细节点。

2 有效的细节特征提取算法

2.1 伪特征点

大部分伪特征点处于图像边缘。在图像内部的伪特征点距离较近,两个或多个伪特征同时存在于很小的区域内。可归类为:

- 1) 由毛刺产生的伪端点和伪分叉点,伪端点和伪分叉点之间脊线相连且距离较短;
- 2) 由断线产生的伪端点,伪端点之间有脊线相连且距离较短;
- 3) 由断线产生的伪端点,伪端点之间没有脊线相连且距离较短;
- 4) 由小桥、岛屿产生的两个或多个伪分叉点,这些伪分叉点之间距离一般较短。

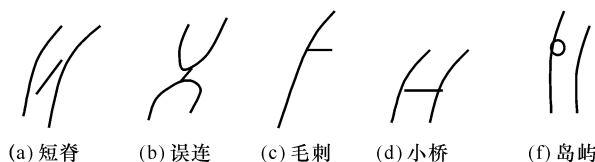


图4 常见的伪特征点

Fig. 4 Common pseudo-feature points

2.2 去除伪特征点

一幅质量较差的图像在经过预处理、细节特征提取后可能产生多达一、两百个细节特征点,当然,其中包含了大量的伪特征点。这些伪特征点的存在,不但使后续处理速度大大降低,还使指纹识别性能急剧下降,造成识别系统误识率的上升。因此,在进行指纹后续处理之前,应该对细节特征再进行处理,尽可能将伪特征点去除,同时保留真特征点。

定义 $Dis(i, j)$ 为两特征点 i 和 j 之间的距离,单位为像素; $Ang(i, j)$ 为两特征点 i 和 j 连线与横坐标轴方向的夹角;如有纹线连接特征点 i 和 j ,则 $L(i, j)=1$;否则, $L(i, j)=0$; $\theta(i, j)$ 为两特征点 i 和 j 所在的局部邻域的纹线方向, $\Delta\theta \approx 0$ 为 $Ang(i, j)$ 与 $\theta(i, j)$ 之差的绝对值。算法描述如下:

1) 短线与纹线间断形成的伪特征点的删除

原始细节特征点集中,任意两个纹线端点 i 和 j ,如果 $Dis(i, j) < D_1$ 且 $\Delta\theta \approx 0$,则该两点为伪特征点,予以删除。

2) 小孔状结构形成的伪特征点的删除

原始细节特征点集中,任意两个纹线分叉点 i 和 j ,如果 $Dis(i, j) < D_1$,则该两点为伪特征点,予以删除。

3) 小毛刺形成的伪特征点的删除

原始细节特征点集中,任一纹线端点和任一纹线分叉点*i*和*j*,如果 $\text{Dis}(i,j)<D_3$ 且 $L(i,j)=1$,则该两点为伪特征点,予以删除。

4) 较长毛刺形成的伪特征点的删除

原始细节特征点集中,任一纹线端点和任一纹线分叉点*i*和*j*,如果 $\text{Dis}(i,j)<D_4$ 且 $L(i,j)=1$, $\Delta\theta<\frac{\pi}{4}$,则该两点为伪特征点,予以删除。

5) 纹线叉连形成的伪特征点的删除

原始细节特征点集中,任意两个纹线分叉点*i*和*j*,如果 $\text{Dis}(i,j)<D_5$ 且 $L(i,j)=1$,且 $\Delta\theta\approx\frac{\pi}{2}$,则该两点为伪特征点,予以删除。其中, D_1,D_2,D_3,D_4,D_5 为距离门限值,在指纹图像为500 dpi的采集分辨率下,经实验确定, D_1,D_2,D_3,D_4 ,分别取7,3,4,8; D_5 为指纹图像平均纹线宽度。



图5 细化图像提取特征点
Fig. 5 Extracted feature points of thinned image



图6 去伪后的细节特征点
Fig. 6 Feature points after removing pseudo-feature

表1 改进算法提取的细节特征点

Table 1 Extracted feature points of the improved algorithm

特征点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>x</i>	106	111	116	119	120	122	126	126	127	128
<i>y</i>	65	220	196	80	98	145	228	30	175	115
特征点	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>x</i>	128	131	138	141	144	146	148	167	172	173
<i>y</i>	183	47	92	151	260	62	221	188	50	126

续表1

特征点	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>x</i>	178	181	189	198	199	200	54	60	69	76
<i>y</i>	148	66	64	147	188	103	75	58	73	57
特征点	31	32	33	34	35	36				
<i>x</i>	78	85	90	92	97	98				
<i>y</i>	67	108	107	123	108	169				

3 实验结果分析

为了验证算法的性能,选取30幅典型指纹图像,用改进算法和常规算法进行了性能对比实验。定义特征提取的准确率为

$$\beta=1-\frac{\text{伪特征点数}+\text{丢失的特征点数}}{\text{检测到的特征点数}-\text{伪特征点数}+\text{丢失的特征点数}}$$

实验结果如表2所示。图6是用改进算法对指纹图像进行细化处理和特征提取的结果,其中方框代表纹线分叉点,三角形代表纹线端点。由指纹的实际应用可知,88.4%的准确率基本可以满足指纹匹配算法的需要。

表2 常规算法和改进算法的细节特征提取统计结果
Table 2 Minutiae feature extraction statistical results between improved and conventional algorithm

算法	检测到的特征点	伪特征点数	丢失的特征点	特征提取准确率/%
常规	43.5	6.5	2.3	77.6
改进	35.6	0.7	3.8	88.4

4 结论

在常规细节特征提取方法的基础上,对指纹细节特征提取算法进行了一定的改进,即未对纹线进行修复而是直接在细化指纹图像上提取所有的细节特征点,然后利用伪特征点在数学形态学上的分布规律,对伪特征点进行了删除。初步的实验结果表明,与常规方法相比,该算法较大幅度地提高了特征提取的速度,特征提取的准确率也基本可以满足实际应用的需要。

实验过程中还发现,在指纹图像质量比较差时,改进算法能有效删除大多数伪特征点,特征提取的准确率比常规方法有大幅度提高;而在指纹图像质量比较好时,改进算法的固有缺陷总会导致删除少量真正的特征点。特征提取的准确率要比常规算法低,因此今后需要进一步地完善。

参考文献:

- [1] 王晓燕. 指纹细节特征提取技术研究[D]. 太原:太原科技大学,2008:23-35.
WANG Xiao-yan. Research of minutia extraction in fingerprint[D]. Taiyuan: Master's Degree Thesis of Taiyuan University of Technology. 2008: 23-35. (in Chinese)
- [2] 张雪奇,李文光,申正波. 一种基于伪特征点消除算法的指纹细节提取方法[J]. 网络安全技术与应用, 2006(1):82-83.
ZHANG Xue-qi, LI Wen-guang, SHEN Zheng-bo. A technique of fingerprint minutiae extraction based on the eliminating redundant eigen Point[J]. Network Security Technology & Application, 2006(1):82-83. (in Chinese with an English abstract)
- [3] 陈倩. 基于细节特征的指纹识别算法研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2008:22-25.
CHEN Qian. Research of fingerprint recognition algorithms[D]. Wuhan: Master's Degree Thesis of Wuhan University of Technology, 2008: 22-25. (in Chinese)
- [4] 杨碧玉. 一种有效的指纹图像后处理算法[J]. 科技信息,2009(9):173-174.
YANG Bi-yu. An effective post-processing algorithm of fingerprint image [J]. Science & Technology Information, 2009(9):173-174. (in Chinese with an English abstract)
- [5] 廖开阳,张学东,章明珠,等. 指纹图像细节点及显著特征的提取[J]. 计算机应用,2008,28(9):2312-2314.
LIAO Kai-yang, ZHANG Xue-dong, ZHANG Ming-zhu, et al. Pan xiaohong extraction of minutiae and significant feature from fingerprint image [J]. Computer Applications, 2008, 28(9):2312-2314. (in Chinese with an English abstract)
- [6] 柴海燕,田东平,范九伦. 指纹图像预处理与细节特征点提取[J]. 微计算机信息,2009,25(18):313-315.
CHAI Hai-yan, TIAN Dong-ping, FAN Jiu-lun. Preprocessing and minutiae extraction of fingerprint image[J]. Control & Automation Utomation, 2009, 25 (18): 313-315. (in Chinese with an English abstract)
- [7] 柴海燕,蔡秀梅,田东平. 两种指纹特征提取方法的对比研究[J]. 西安邮电学院学报,2009,14(1):88-90.
CHAI Hai-yan, CAI Xiu-mei, TIAN Dong-ping. A study about comparing two methods of fingerprint minutiae extraction [J]. Journal of Xi ' an Univeitsityof Post and Telecommunications, 2009, 14 (1):88-90. (in Chinese with an English abstract)

基于多尺度张量的边缘检测算法

冯晓夏, 王明泉, 赵月萍, 高远飞

(中北大学 仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 山西 太原 030051)

摘要:如何在确保边缘精确定位的同时,最大程度地抑制噪声以及图像灰度不均匀所产生的伪边缘点,是当前边缘检测所面临的难题。针对此问题,提出了多尺度张量的边缘检测算法,这种算法可以在不同尺度下获取更丰富的局部结构信息。选取适当的阈值,滤除噪声点和伪边缘,从而得到细节丰富的边缘。实验证明该方法得到的边缘细节丰富,且抗噪声性能较好。

关键词:多尺度分析;边缘检测;张量;噪声

中图分类号:TP301.6

文献标志码:A

An edge detection algorithm based on multi-scale tensor

FENG Xiao-xia, WANG Ming-quan, ZHAO Yue-ping, GAO Yuan-fei

(Key Lab of Instrumentation Science and Dynamic Measurement,
North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: To ensure the location accuracy of edge and minimize false edge points produced by noise and uneven gray scale in image is a difficult problem for edge detection. A new multi-scale tensor algorithm is presented to detect image edge. This method could obtain richer partial structure information in different scales. It is proved to be efficient in precision edge detection and noise suppression by experiments.

Key words: multi-scale analysis; edge detection; tensor; noise

引言

图像的边缘检测有着很长的研究历史,一直是国内外图像处理领域研究的热点,到目前为止,已经提出了许多方法和理论,至今提出的关于边缘检测的方法和理论尚存在不足之处,很难找到一种具有普遍适应性的边缘检测方法。常规的边缘提取只是在原始图像(时域)上进行的,利用图像边缘点处的灰度阶跃变化进行边缘检测,然后提取图像的边缘,变化有时并不十分明显。另外,图像中也存在噪声大以及较多的误检情况。可见用一般常用的边缘检测算子来检测边缘,检测效果并不很理想。特别是当图像比较复杂和包含丰富细节时,有的非线性算子涉及方向性和各向异性,很难完全检测出图

像的边缘。根据图像边缘和噪声在不同尺度上具有的不同特性,因此应采用多尺度多结构的边缘提取。

传统的多尺度多结构的边缘提取虽然能够比较准确地提取出图像的边缘,但对噪声比较敏感,容易出现误检的情况,所以本文提出了一种新的提取边缘的方法——基于多尺度张量的边缘检测方法。

1 传统的边缘检测算法

小波变换具有多尺度的特点,多尺度分析概念是小波理论最基本的概念之一。1989年, Mallat受塔式算法的启发,提出了以多尺度分析为基础的著名的快速小波算法——Mallat算法。由于Mallat快

收稿日期:2009-12-09; 修回日期:2009-12-21

基金项目:山西省青年科技研究基金项目(2009021019-2)

作者简介:冯晓夏(1985—),女,河南漯河人,硕士研究生,主要从事信息处理与重建、图像处理与识别工作。

E-mail: watermelon0616@yahoo.cn