

基于人体手指静脉特征提取算法的研究^{*}

刘加伶 余成波

(重庆工学院计算机科学与工程学院 重庆 400050)

摘要 根据人体手指静脉图像的特点,提出了一种基于降维思想的手指静脉特征提取方法,即搜索二维灰度图像中的静脉在一维灰度曲线上形成的谷形区域来实现静脉特征的提取。为了对手指静脉特征的充分提取,在进行特征提取前,采用了高频强调滤波对图像进行增强处理。实验结果表明:该方法思想独特、简单易行,对手指静脉的特征提取达到满意的效果。

关键词 生物识别,手指静脉,高频强调滤波,特征提取

Study on the Finger Vein Feature Extraction Algorithm

LIU Jia-ling YU Cheng-bo

(College of Computer, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, Chian)

Abstract According to the features of human finger vein image, a finger vein feature extraction method based on dimensionality reduction idea is put forward. In this method, the vein feature extraction is carried out through searching for valley shape region that is formed by the vein of two dimension gray image on one dimension gray curve. In order to finish sufficient extraction of the finger vein feature, the image is enhanced by high frequency emphasis filter before feature extraction. The experiment results show that this method has particular idea. It is simple and easy to realize. The effect of finger vein feature extraction is satisfied.

Keywords Biology recognition, Finger vein, High frequency emphasize filter, Feature extraction

1 引言

在信息高速发展的当今社会,如何准确地识别一个人的身份,保护信息安全,是当今信息时代必须解决的一个社会关键问题。传统的身份识别方法主要有两类:一类是根据你所知道的内容(如密码、口令问答等);另一类是根据你持有的东西(如证件、钥匙、智能卡等)。然而,随着时代的发展,这些传统的身份识别方法暴露出了很多弊端^[1,2]:密码、口令等有容易遗忘和被盗取的缺点,而证件、钥匙、智能卡等也存在盗取、伪造和丢失的可能性。为此,出现了基于生物特征的身份识别技术,它就是通过计算机与光学、声学、生物传感器和生物统计学原理等高科技手段密切结合,利用人体固有的生理特征(脸像、指纹、虹膜、DNA、静脉等)和行为特征(笔迹、声音、步态、签名等)来进行个人的鉴定,以其方便、快捷、安全、可靠等优点成为未来替代钥匙、密码、智能卡等传统身份识别技术的最好选择。目前应用最广泛的是指纹识别,但由于指纹容易破损和被伪造,所以它并不能保证足够的机密性。从安全和实用的角度看,静脉技术优于其它生物识别技术,它具有以下特点:1)具有很强的普遍性和惟一性,绝大多数人的静脉血管图像随着年龄增长不会发生根本性的变化,不同人拥有不同的静脉图像;2)静脉血管位于体表内,是非接触性的方式认证,不影响人体健康,不会使人产生抵触情绪;3)静脉特征难以伪造或通过手术进行改变;4)表皮状况对静脉特征识别的影响几乎为零;5)设备成本低廉,采集过程简单快捷。为此,基于静脉特征身份识别技术应运而生。2000年, M. Kono 等在日本日立公司的资助下,首先研制出用于人员识别的手指

静脉近红外识别系统,并将其应用于人员识别^[3,4]。

由于手指静脉通过透过手指的近红外线读取,图像经过转换和传输后或者因其本身受光不均等,难免产生模糊,直接影响到能否精确提取手指静脉特征和识别的准确性,给识别带来了很大的困难。故从技术角度来讲,静脉识别主要存在以下两个难点:1)静脉图像的阈值处理算法;2)细化后图像的特征提取与比对算法。为此,本文提出的一种新的手指静脉提取算法,具有重要的理论意义和实际应用价值。

2 基于高频强调滤波的手指静脉图像增强

为了补偿图像轮廓,突出图像的边缘信息,以使图像显得更为清晰,往往需进行图像锐化,其实质是增强原图像的高频分量。根据血管图形的特殊性,采用一般的境强算子(如平滑算法)很难取得良好的效果。本文采用了高频强调滤波,其传递函数为^[5]

$$H_{hfe}(u, v) = a + bH_{hp}(u, v) \quad (1)$$

其中, a 是偏移量, b 是乘数, $H_{hp}(u, v)$ 是高通滤波器的传递函数。即给高通滤波器加上一个偏移量,也就是将偏移量和滤波器乘以一个大于 1 的常数结合起来,因为该常量乘数突出了高频部分。这个乘数也增加了低频部分的幅度。但是只要偏移量与乘数相比较小,低频增强的影响就弱于高频增强的影响。

3 一种新的手指静脉特征提取算法

由手指静脉图像可知,静脉横截面的灰度分布呈谷形^[6],如图 1 所示。谷的深度随着图像中的阴影变化,但谷形总是

^{*} 重庆市教育委员会科学技术研究项目(编号: KJ070620)。刘加伶 硕士,副教授,研究方向为信息安全、信息处理与数据库技术。

可探测到的。

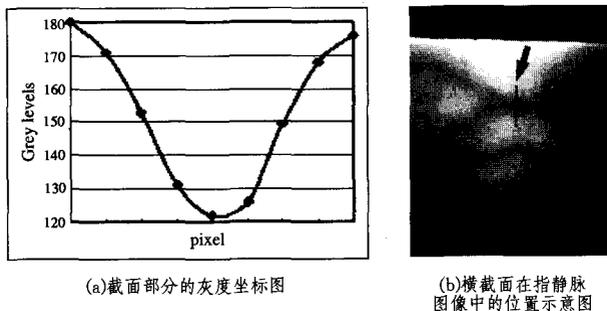


图1 指静脉横截面的灰度分布

因此,对于手指静脉的提取就转换为在图像上找满足图1(a)所示的谷形区域内的像素点。由于人体手指静脉总是沿手指方向延伸,即沿图2横向延伸。

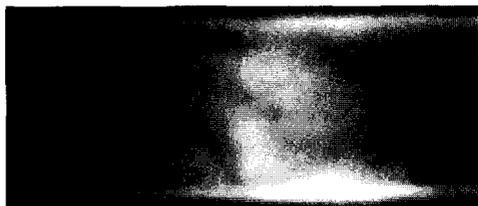


图2 原始手指静脉图像。

那么,当把图2沿着垂直方向剪切成一维的线,可以看到许多形如图1(a)所示的谷形区域,就可在一维空间中方便检测这些谷形区域。然后将检测后的谷形线又按剪切顺序组合成二维的图像,即得到提取后的静脉图像。在组合过程中,由于相邻截面上的线的特征基本相似,从而保证了静脉的连续性。对于在计算机上的数字图像而言,这个过程的实现比较简单。首先,从图像矩阵中抽取每一列元素,然后找出位于谷形区域的值,存储在一个矩阵对应列中,该矩阵大小与图像大小相等。当原始图像的列都被处理完时,最后得到存储矩阵即静脉特征矩阵。图3是图2第50列灰度值绘成的曲线图。

由图3可见,曲线上明显存在两个深的谷形,即存在两条静脉通过此截面。但是图中也存在一些浅的谷形,这些区域主要由噪声引起。因此,为了检测到准确的静脉,采用了均值滤波对图像进行消噪。图2经过均值滤波后的第50列灰度值绘成的曲线如图4所示。

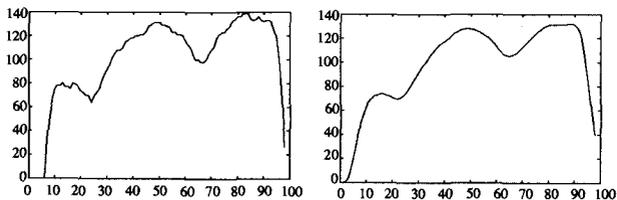


图3 第50列灰度值曲线 图4 滤波后第50列灰度值曲线

由图4可得,曲线上只有两个谷形区域,剔出了噪声的影响。

其具体算法如下:

首先要求图像足够平滑,在此基础上进行特征提取。本文中用到了平滑模板,模板的大小为 $(2p+1) \times (2p+1)$ (模板大小可以根据实际情况调节)。计算模板内图像像素的灰度均值,把它作为模板中心处像素的灰度值。设平滑后的图

像为 f ,大小为 $M \times N$ 。然后创建一个新的位图矩阵 T 和一个大小为 $(2r+1) \times 1$ 的模板, T 的初值设为零,其大小等于 f 的大小。

第一步 从 f 的第一列($j=1, i=1 \dots M$)开始搜索位于谷形区域的像素点。

该列位于模板 $(2r+1) \times 1$ 的像素集合为 $S(i,1) = \{f(i+q,l) | q=-r \dots, 1, 0, 1, \dots, r\}$

如果 $S(i,1) < S(i-l,1)$ 且 $S(i,1) < S(i+k,1)$ (其中 $k, l=1, 2, \dots, r$), $f(i,1)$ 位于谷形区域。否则, $f(i,1)$ 不位于谷形区域。

第二步 修改矩阵 $T(i,j)$ 第一列的值。

$$T(i,1) = \begin{cases} 1, & \text{如果 } f(i,1) \text{ 位于谷形区域} \\ T(i,1), & \text{如果 } f(i,1) \text{ 不位于谷形区域} \end{cases} \quad (2)$$

第三步 依次取 $j=2, 3 \dots N$ 列,重复执行第一步、第二步过程,最后得到的矩阵 T 就是静脉特征矩阵。

在计算时,应注意以下几方面问题:

(1)在整个过程中并没有在原图像上直接操作,只读出原始图像每个像素点的灰度,然后判断该点是否出于谷形区域,再在矩阵 $T(i,j)$ 中进行修改。

(2)在对图像进行平滑时,应对图像的边界进行对称延拓,其延拓长度为 p 。

(3)在进行谷形区域检测时,应对图像边界的垂直方向进行对称延拓,其延拓长度为 r 。

(4)尺度 r 的大小对提取出来的特征粗细有一定的影响。

4 实验结果

首先利用均值滤波对原始图像(如图2所示)进行去噪,滤波模板的大小为 2×2 ,然后利用本文算法对滤波后所得图像进行特征提取。特征提取后的图像如图5所示。

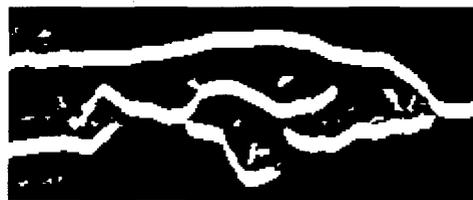


图5 未经图像增强处理本文算法提取静脉特征图像

由图5可知,由于滤波而平滑掉了一部分特征信息,导致一部分特征不能充分提取。为了消除噪声而又不导致特征信息的丢失,采用了图像增强。即首先对原始图像进行均值滤波(模板大小 5×5),然后利用高频强调滤波对滤波图像进行增强,再对其进行滤波(模板大小 4×4),最后利用本文算法进行特征提取。提取出来的静脉如图6(a)所示。图6(b)是图6(a)经过去噪后的图像。



(a) 增强后提取的静脉特征图像 (b) 去噪处理后的静脉特征图像

图6 经图像增强处理本文算法所得结果

由图6所示,原始静脉图像经过增强后,图5中一部分没有被提取出来的特征信息被充分提取出来,处理后的图像连

(下转第226页)

的静态图像。由于激光光斑边缘非常模糊且对称性不好,用空间矩算法很困难,Hough 变换法的运算复杂度高且性能较差,因此只采用重心法、圆拟合算法与本文算法进行了比较。在实验过程中,圆拟合算法迭代次数为 3,本文算法迭代次数为 2。

4.3.1 对称性较好的激光光斑中心运算

图 6 为一真实的对称性较好的激光光斑图像,由于不知道其真实中心所在位置,只能进行估计,大约为(156, 118)。各算法的运算结果为:重心算法,(151.53, 118.70);圆拟合算法,(150.65, 118.39);本文算法,(156.13, 118.30)。由于图像对称性较好,因此重心法与圆拟合法结果比较接近。各运算结果在激光光斑图像中的位置如图 6 所示。

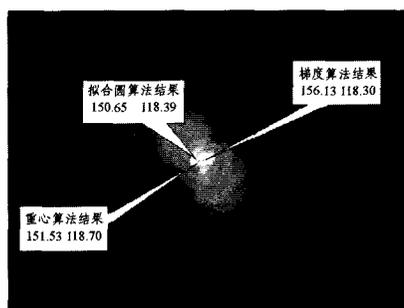


图 6 对称性好的激光光斑中心定位结果

4.3.2 对称性较差的激光光斑中心运算

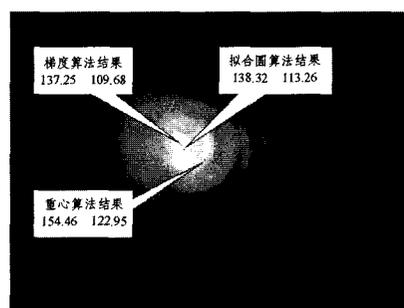


图 7 对称性差的激光光斑中心定位结果

图 7 为一真实的对称性较差的激光光斑图像,其真实中心所在位置估计约为(137, 109)。各算法的运算结果为:重心算法,(154.46, 122.95);圆拟合算法,(138.32, 113.26);本文算法,(137.25, 109.68)。由于激光光斑的图像对称性差,重心算法明显不正确,肉眼已可确定其远离了真实中心。各运算结果在激光光斑图像中的位置如图 7 所示。

4.3.3 模拟光斑中心运算

由于真实的激光光斑图像的实际中心无法无误差的获取,为此我们制作了一个中心坐标为(152.5, 121)的理想圆形

图像,并模拟激光光斑特点在该圆的图像上加入了一些干扰噪声、散射及衍射条纹,如图 8 所示。

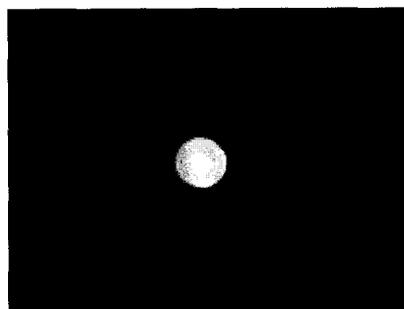


图 8 模拟激光光斑

运算结果为:重心算法,(141.65, 130.54);圆拟合算法,(147.68, 121.88);本文算法,(152.59, 120.86)。根据图像特点可分析运算结果的合理性,由于该图像对称性较差,因此重心法运算误差较大;选择合适的阈值后,圆拟合法与本文算法结果误差都比较小。

结束语 本文通过对激光光斑特点及其工作模式进行分析,提出了基于动态梯度的激光光斑中心定位算法。该算法提高了激光光斑中心算法的抗干扰性能和长期稳定性,测量精度较高,减少了迭代次数,其优越性在实验中已得到充分体现。目前,该方法已成功应用于激光挠度/位移监测系统并投入到渝黔高速公路太平庄大桥和安稳大桥的在线应用,已稳定运行超过 5000h,为桥梁健康监测提供了大量真实有效的数据。

参考文献

- [1] 张奔牛,蓝章礼,周志祥. 位移/挠度检测和监测装置及方法[P]. 中国. 发明专利申请公开说明书. 200510057473.6
- [2] 杨耀权,施仁,于希宁,等. 用 Hough 变换提高激光光斑中心定位精度的算法[J]. 光学学报,1999,19(12):1655-1660
- [3] Paul J, Frederick W, David L. Nova laser alignment control system [A]. SPIE[C], 1984, 483: 54-64
- [4] Thomas S M, Chan Y T. A simple approach for the estimation of circular arc centre and its radius[J]. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 45(3): 362-370
- [5] Lyvers E P, Mitchell O R, Akey M L, et al. Subpixel measurements using a moment-based edge operator[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1989, 11(12): 1293-1309
- [6] Caslteman K R. Digital image processing [M]. Beijing: Tshua University Publishing Company, 1998

(上接第 219 页)

续光滑。

结束语 本文通过分析手指静脉图像的结构及特点,提出了基于降维思想的手指静脉特征提取方法,即把二维的图像分解成一维的曲线进行处理,从而达到简化算法以及特征提取的目的。实验表明:该方法思想独特,算法简单易行,适用于那些信噪比较低、光照不均以及具有手指静脉类似特征的图像的特征提取。该算法对手指静脉的提取达到满意的效果。

参考文献

- [1] 孙东梅,裴正定. 生物特征识别技术综述[J]. 电子学报, 2001,

29(12A):1744-1746

- [2] 包桂秋,林喜荣,苏晓生. 基于人体生物特征的身份鉴别技术发展概况[J]. 清华大学学报(自然科学版)2001,41(4):72-76
- [3] Zanan H D, Lovhoiden G, Deshmukh H. Design of a clinical vein contrast enhancing profector[J]. SPIE, 2001, 4254: 204-215
- [4] Lovhoiden G, Deshmukh H, Zanan H D. Clinical evaluation of vein contrast enhancement[J]. SPIE, 2002, 4615: 61-70
- [5] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 北京:电子工业出版社, 2005
- [6] 马殿炜. 基于距离变换的嵌入式马尔科夫模型在手指静脉识别中的应用[D]. 博士论文. 吉林大学, 2005
- [7] 葛哲学,陈仲生. Matlab 时频分析技术及其应用[M]. 北京:人民邮电出版社, 2006