

基于改进脊线跟踪的手背血管识别算法研究

周苏晋, 刘铁根, 刘立, 王云新

(天津大学精密仪器与光电子工程学院, 光电信息技术科学教育部重点实验室, 天津 300072)

摘要:在脊线跟踪的基础上, 直接在灰度图像上, 沿纹线方向追踪血管脊线, 在追踪的过程中, 局部增强图像, 局部设置域值, 最后得到一幅血管脊线骨架图和附加其上的细节点信息。该方法有效减少了图像增强的计算量, 避免了二值化在域值选取时对信息的丢失。相对于传统方法具有明显的速度优势, 而且保持了较高的准确率。

关键词:手背血管; 脊线跟踪; 生物特征技术; 局部增强

中图分类号:TP751.1 **文献标识码:**A

A Study of Hand Vein Recognition Based on Ridgeline Tracking

ZHOU Su-jin, LIU Tie-gen, LIU Li, WANG Yun-xin

(College of Precision Instrument and Opto-Electronics Engineering, Photoelectron Key Laboratory of
MOE, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: In this paper, a new algorithm based on ridgeline tracking is proposed. It directly processes on the gray image, tracks the vein ridgeline along the texture, and overcomes the disadvantages of image disposing. Locally reinforce the image, locally set the region value. Finally, we get a image of hand vein ridgeline. This algorithm effectively decreases the cost of computing, avoids the info losing when setting the region value. Compared with the traditional method, it has remarkable advantage in speed, meantime keep a good veracity.

Key words: vein pattern; ridgeline tracking; biometrics; locally reinforce

1 引言

生物识别技术是一种利用生物固有特征进行身份识别的技术。与传统的口令和密码相比, 由于其难于复制和窃取, 具有较高的安全性、可靠性。已有的各种生物识别方法中, 指纹和虹膜识别的应用较为广泛, 但也有其各自的缺陷。近期人们开始关注一种新的生物识别方法——人体手背静脉血管识别。

与其他的生物识别技术相比, 静脉特点如下: 所有的人静脉都不同, 即使双胞胎; 静脉特征有永久性; 静脉图不可仿造。在技术工艺方面, 采用红外线 CCD 摄像头采集静脉图, 然后实现现场使用者的静脉图与存储的静脉图特征码比对和反馈结果。有着以上种种优点, 手背静脉血管识别即可用于普通身

份认证, 如安全部门: 研究中心、博物馆、机密文件储藏室、酒店和政府部门; 会员管理: 安全保险箱、消费者俱乐部、运动场等; 预防犯罪: 公寓、别墅、家庭、建筑场所、工作场所、工厂、居民区的安全、监控和减少犯罪; 上下班考勤: 监视和查询考勤记录; 也可用于较高安全级别的身份认证^[1]。

现行的手背血管静脉识别和认证系统大多基于纹理特征的匹配。尽管具体的实现方法各不相同, 但在图像处理上大多是采用预处理、增强、二值化、细化、后处理的过程, 特征提取上大多基于血管几何图形, K-L 变换和统计特征三种方法及其融合方

作者简介:周苏晋(1983-), 男, 硕士, 主要从事生物识别技术的研究。E-mail: chowsunjohn@hotmail.com

收稿日期:2008-03-19; **修订日期:**2008-05-19

法^[2]。但至今仍然没有在时间性能、准确度及兼容性上都很优良的办法。本文提出一种新的算法,有效减少了图像增强的计算量,避免了二值化在域值选取时对信息的丢失。相对于传统方法具有明显的速度优势,而且保持了较高的准确率。

2 图像的采集

人的手背静脉血管识别,是根据人体骨骼、肌肉组织的特点,当入射光波长在 $0.72 \sim 1.10\mu\text{m}$ ^[3]时,可较好穿透骨骼和肌肉,凸现出静脉结构,由红外 CCD 摄像机成静脉图像,如图 1 所示。

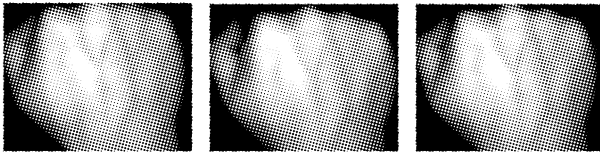


图 1 同一个人的手背静脉血管图像

由图 1 可以看出,在手背静脉图像采集过程中,光强对图像影响很大,光偏强则整体偏亮,以至于静脉血管消失;光偏弱则造成与背景之间差别模糊。而光的强弱是相对于血管的粗细,手背肌肤的厚薄而言。因此,传统方法为了减低图像采集过程中信息的丢失,提出了 Gabor 滤波、图像细化和后处理等方法,在巨大的计算量增加和时间性能降低的同时,还是难以完全避免处理过程中额外的信息丢失。

3 手背血管图像预处理

为了分离背景,我们将图像分成若干个 $N \times N$ 的小块,分别计算块的方差和均值,将各个块的方差量化到 0 到 1 的区间,选择域值 B_T ,设定方差低于此值的块为背景区域。同时计算这类背景块的个数与所有块个数的比值 α ,当 α 低于某值时,认为图像信噪比过低而拒绝。这种方法可以节约大量时间。

令 I 为手背血管灰度图像, $I[i, j]$ 表示第 i 行 j 列处像素的灰度值,图像的均值和方差分别定义为:

$$M(I) = \frac{1}{N^2} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{N-1} I[i, j]$$

$$\text{VAR}(I) = \frac{1}{N^2} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{N-1} (I[i, j] - M(I))^2$$

经过这样的处理,得到一个与图像对应的矩阵 $S[x, y]$:

$$S[x, y] = \begin{cases} +\infty, & \text{if } (x, y) \in \text{background} \\ 0, & \text{other} \end{cases}$$

4 改进的脊线跟踪法

4.1 基本思想

传统脊线跟踪法^[4]的基本思想是直接对灰度图像进行脊线跟踪,在跟踪过程中检测特征点,在检

测到特征点之后,还要求出该特征点所在脊线的线段角度(相对于横坐标轴的角度),和由该特征点到奇异点(如图 2 所示)所构成的射线角度(相对于横坐标轴的角度)。因为两者之间的相对差别,不会因图像在获取中的位移和旋转而改变。

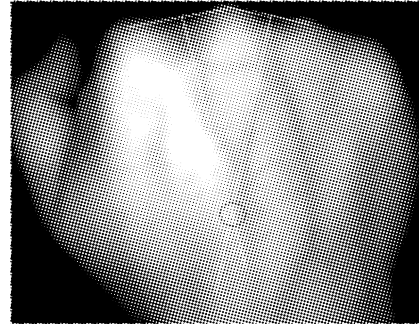


图 2 奇异点的确定

但这种方法应用于手背静脉血管识别上,存在三个问题:①对起点比较敏感,即因起始点的不同,所检测到的特征点可能不同或漏检某些特征点。②由于此法直接对灰度图进行处理,若对均衡化后的灰度图进行处理,则会丢失大量信息;若不进行均衡化,又无法消除采集图像时受到的干扰^[5]。③在确定特征点时,常常是全区域采用一个相同的实际上只适合某一区域的域值。

本文提出的改进脊线跟踪,用 Split 方法^[6](或称 D-P 算法)来解决对起始点敏感的问题,用局部滤波增强来解决全局化域值和灰度不均衡问题。

4.2 具体步骤

从计算出方差并从大到小排序的图像块序列中,选择块方差最大中的灰度最大值点,从该点 $(i_{k+i}, j_k), t = 0, 1, \dots, n$ 开始进行脊线跟踪。步骤如下:

(1)算出该点的方向估计值 θ 。

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{v_y(i, j)}{v_x(i, j)} \right)$$

其中, v_x 和 v_y 分别为 x 和 y 方向上的梯度。

$$v_x(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} 2 \partial_x(u, v) \partial_y(u, v)$$

$$v_y(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} (\partial_x^2(u, v) - \partial_y^2(u, v))$$

得到以 (i_k, j_k) 为中心的方向与 θ 正交的点集 $\Omega(\sigma)$ 。 σ 是一个与脊线宽度相关的常数,根据手背血管自身的特殊性,经过反复试验,本文取其值为 5。

(2)用 Split 整体算法^[6],选择点集 $\Omega(\sigma)$ 中两

端点作为起始点,顺序计算曲线上位于两个起始点之间的每一个点距两个起始点连线的垂距,找出最大垂距点 P 。若 P 在 (i_k, j_k) 的24像素邻域内,则认为特征点选取正确,同时记录此点垂距为 $P_{k+t,j}$ 继续进行下一步。否则返回到上一步,重新选取。

(3)然后对点集 $\Omega(\sigma)$ 做局部滤波增强处理^[7]。计算 $\Omega(\sigma)$ 上的灰度均值,赋给 Ω 上每个点 (x_i, y_i) ,得到一个光滑的点集 Z ;使用高斯低通滤波器 G 与 Z 进行卷积,得到 $\Omega_2 = G \otimes Z$,令 $(x'_i, y'_i) \in \Omega_2$ 。

(4)计算 (x'_{\max}, y'_{\min}) 的方向估计值 θ ,沿 θ 方向以步长 u 探测 (x'_i, y'_i) 点,直至 (x'_n, y'_n) 处的灰度值与 (x'_{\max}, y'_{\min}) 处的灰度值之差超过某一域值 m ,得到脊线的延伸距离 $T = n \times u$ 。如图3所示。

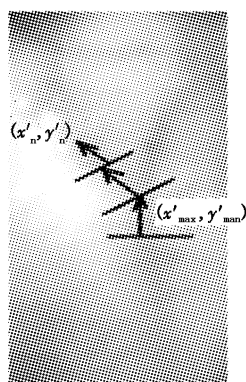


图3 脊线跟踪过程

(5)结束一个方向的脊线跟踪,回到初始点,沿反方向按同理进行跟踪,得到一条清晰的脊线,即手背静脉血管的一条纹理的一部分。

(6)比较 j 列所有 $P_{k+t,j}, t=0, 1, \dots, n$,可得到完整的手背静脉血管纹理。对纹理上所有点 (x, y) ,令 $S[x, y] = I, I$ 为脊线的编号。回到步骤(1),从下一个块中寻找灰度最值点。

5 实验结果

我们实验采用CV-A50IR型CCD,图像数据来源于我们自己采集的手背静脉血管图像。

对图1应用传统分水岭算法^[8]处理后的结果如图4所示。

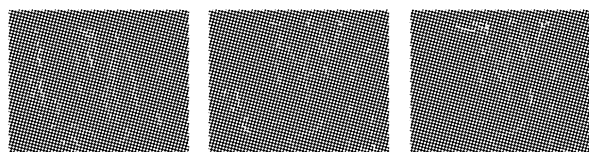


图4 应用传统的水分水岭算法所得静脉血管图像

对图1应用改进脊线跟踪法处理后的结果如图5所示。

对比图4和图5发现,改进脊线跟踪法很好地处

理了由于光强不均等干扰因素导致的静脉血管纹断裂的情况,减少了图像采集过程中信息量的丢失。

在算法速度上,用MATLAB软件在P4 2.0电脑上完成计算,处理时间由传统算法的4s^[1]缩短到2.6s。

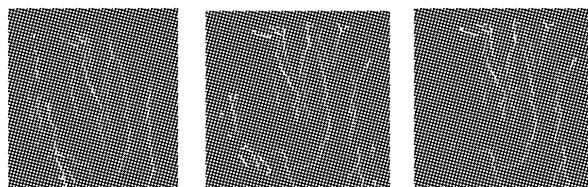


图5 改进脊线跟踪法处理后的静脉血管图像

6 结论

讨论了人体手背静脉血管识别中的图像处理 and 细节提取,提出了一种新颖的算法,能够直接从血管灰度图像中有效地提取细节点及相关信息。该算法的核心思想是在利用方向信息跟踪脊线的同时,用Split方法(或称D-P算法)进行修正,并在跟踪过程中局部增强图像,并检测特征点。实验表明,该算法相对于传统算法具有很大的速度优势。我们将其实现于一个基于DSP的人体手背静脉血管认证系统,有望行之有效地应用于金融、电子商务、安检等信息安全领域。

参考文献:

- [1] 林喜荣,庄波,苏晓生,等. 人体手背血管图像的特征提取及匹配[J]. 清华大学学报(自然科学版),2003,43(2):164-167.
- [2] Xiangqian Wu, David Zhang, Kuanquan Wang. Palm line extraction and matching for personal authentication[J]. IEEE Transactions,2006,36(5):978-984.
- [3] Hai quan Liu, Jing Wu. <http://www.biocn.com/vein.htm>. Biometrics-Technology Security Co., Ltd.
- [4] 郭明武,吴凡. 等高线自动提取结构线方法与问题处理[J]. 地球信息科学,2005,7(3):113-118.
- [5] Wang Kejun, Ding Yuhang, Wang Dazhen. A study of hand vein-based identity authentication method[J]. Science & Technology Review,2005,23(1):35-37.
- [6] Yuhang Ding, Dayan Zhuang, Kejun Wang. The study of hand vein recognition method[J]. Proceedings of IEEE, International conference on Mechatronics & Automation, July,2005.
- [7] 周斌,林喜荣,贾惠波,等. 多特征融合的手背血管识别算法[J]. 清华大学学报(自然科学版),2007,47(2):194-197.
- [8] 罗剑,张维新. 基于脊线特征的指纹角度特征的提取方法及应用[J]. 上海大学学报(自然科学版),2002,8(2):105-110.