

# 基于局部灰度极小值的指静脉图像分割方法

苑玮琦,高洁睿

(沈阳工业大学 视觉检测技术研究所,辽宁 沈阳 110870)

**摘要:**为了解决在光照不均匀、对比度低和指节纹干扰等情况下存在的手指静脉纹线分割效果不好的问题,文中提出一种基于局部灰度极小值的指静脉检测方法。根据指静脉纹线的走向选取垂直于指静脉方向的模板,该检测模板由三个子模板组成。由于静脉处较其周围邻域的灰度值较低,当检测模板由上至下逐点检测时,中间子模板的灰度值之和小于其他两个子模板的灰度值之和,该处即为静脉纹线处。该方向的模板不但避免了阈值选择,能够排除对比度低、光照不均匀的影响,而且可以有效抑制指节纹等干扰纹线。实验结果表明,该方法可以有效地解决指节纹干扰、对比度低和光照不均等问题,提取的静脉纹线具有很好的连续性。

**关键词:**手指静脉图像分割;局部灰度极小值;静脉分割;检测模板

中国分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2016)07-0109-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.07.023

## A Segmentation Method for Finger Vein Image Based on Local Gray Minimum

YUAN Wei-qi, GAO Jie-rui

(Computer Vision Group, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China)

**Abstract:** Due to the problem of poor effect of finger vein segmentation under the condition of uneven illumination, low contrast and knuckles lines interference, a kind of finger vein detection method based on local gray minimum is put forward. According to the direction of the finger vein lines, a template perpendicular to the direction of finger vein is selected which consists of sub-templates. Because gray value in vein is lower than that of its surrounding, when inspection template makes the point to point detection from top to bottom, the sum of gray value for middle sub-templates is less than that of the other two, which is the vein lines. It not only avoids threshold selection and eliminates the influence of uneven illumination and low contrast, but also restrains knuckles lines interference effectively. The experiment shows that this method can solve the problem of knuckles lines interference, low contrast and uneven illumination and extract finger vein with good continuity.

**Key words:** finger vein image segmentation; local gray minimum; vein segmentation; detection template

## 1 概述

手指静脉识别是利用手指的静脉纹理结构的唯一性来实现个人身份验证或识别的一种生物特征识别技术<sup>[1]</sup>。生物特征,指的是人身体各个部分的生理特征,其中应用到生物特征识别领域的特征包括指静脉、指纹、人脸、掌纹、虹膜等<sup>[2]</sup>。研究表明,手指静脉识别具备以下优势<sup>[3-4]</sup>:

(1)高安全性。手指静脉属于内部生理特征,被仿制或者盗用的可能性很小。

(2)静脉结构稳定。与指纹相比,静脉结构不会

受皮肤干湿程度的影响<sup>[5]</sup>。

(3)非接触性。手指静脉图像采集方式是在波长700~1100 nm范围内的近红外光下实现非接触成像,用户易于接受、方便卫生。

因此,手指静脉识别技术的高安全性和便捷性使其成为生物特征认证领域中前景最好的成员之一,同时受到越来越多的研究团队和企业的青睐<sup>[6-8]</sup>。

由于实际采集的手指静脉图像存在图像对比度低、噪声较大、光照不均等现象,因此,如何从质量较差的图像中分割出更好的静脉信息是文中研究的关键。

收稿日期:2015-11-15

修回日期:2016-03-09

网络出版时间:2016-06-28

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61271365)

作者简介:苑玮琦(1960-),男,教授,博士,研究方向为视觉检测技术、生物特征识别等;高洁睿(1989-),女,通讯作者,硕士研究生,研究方向为视觉检测技术。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160622.0845.064.html>

通过对现有的静脉图像分割方法的研究,用于静脉图像的分割方法有边缘检测方法和灰度阈值方法。

全局阈值法<sup>[9-10]</sup>和局部阈值法<sup>[11]</sup>都是选定一个或者几个阈值,这些阈值是根据经验来确定,这种阈值分割的方法对于光照不均匀、对比度低、噪声严重的图像分割效果不好。相比之下,边缘检测方法具有更好的边缘检测性能和更加精准的定位性能。边缘检测包括 step(阶跃)边缘检测和 roof(屋顶)边缘检测<sup>[12]</sup>。文献[13]将阶跃边缘检测方法应用到寻找手体轮廓上,提取的轮廓线效果较好,但由于指静脉纹线有一定的宽度,用 step 边缘检测提取的静脉将是静脉的边缘轮廓,不能准确定位静脉的位置,因此这种边缘检测方法不适合提取静脉纹线。文献[14]提出一种基于局部灰度极小值的方法来检测边缘,回避了阈值选定的过程,在某一像素点的邻域内搜索灰度极小值。

文中采用局部灰度极小值的方法来检测手指静脉纹线,根据指静脉的走向来选取检测模板的方向,选取的检测模板方向对指节纹等干扰纹线具有很好的抑制作用;检测模板的像素个数由指静脉的宽度来决定,通过理论分析和讨论来确定检测模板的像素个数,在检测模板内通过不等式来判断该点是否为灰度极小值点,与阈值分割方法相比更具有自适应能力。实验证明,文中采用的基于局部灰度极小值的方法可以在低质量的静脉图像中分割出准确、连续性好的静脉纹线。

## 2 手指静脉的灰度空间分布特征分析

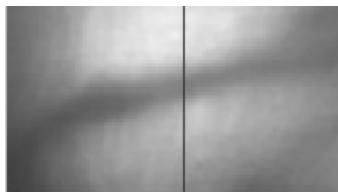
在手指静脉识别系统中,系统的识别性能与提取的静脉纹线质量密切相关。指静脉分割的目的是将指静脉纹线从手体中提取出来,显然,提取的静脉纹线的质量会直接影响整个系统的识别效果。在对指静脉进行分割之前,需要仔细分析手指静脉的灰度空间分布特征,通过分析该特征来选取更为合适的指静脉分割方法。文中实验的手指静脉图像是由沈阳工业大学视觉检测技术研究所自制的手指静脉采集装置所采集,图中静脉纹线的灰度值较低,其中包括掌静脉和指静脉。掌静脉血管总体分布呈网状结构,无规则性,分布较为复杂。指静脉纹路分布则有规律性,其走向近似于水平方向,呈线状分布,与掌静脉相比,更容易被检测出来。从灰度空间分布来看,指静脉纹线的灰度值与其周围邻域像素点的灰度值相比较低,在指静脉纹线的上方邻域和下方邻域像素点灰度值都要比静脉处大,局部灰度分布呈屋脊分布。采集的手指静脉图像中存在着干扰纹线,主要的干扰纹线是灰度值较低的指节纹干扰纹线,其走向与指静脉纹线的走向近似垂直。下文要介绍的指静脉分割方法可以有效地分割出清晰、准确、连续性好的手指静脉纹线,同时对指节纹

干扰纹线能起到抑制作用。

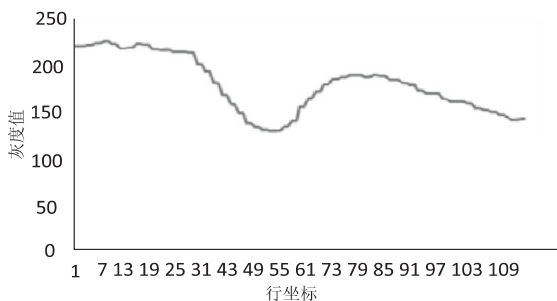
## 3 基于局部灰度极小值的手指静脉图像分割

### 3.1 针对指静脉图像的局部灰度极小值方法

通过局部灰度极小值方法来检测图像的边缘。其主要思想是,在图像某一方向上标记一条小的直线,如果该条直线上的某一像素点的灰度值为其直线邻域上的最小点,那么该像素点即为边缘点。如图 1 所示,由于静脉处灰度级较低,所以在灰度级剖面图中边缘处于谷底。



(a) 手指静脉灰度图像



(b) 直线上的灰度级剖面图

图 1 手指静脉灰度级分析图

如图 1(a) 所示,在直线上某像素点  $I_2$  的坐标为  $(x_2, y_2)$ , 该点的灰度值为  $g(x_2, y_2)$ 。其中  $I_2$  点直线邻域内的两个相邻点为  $I_1(x_1, y_1)$  和  $I_3(x_3, y_3)$ , 相应的灰度值分别为  $g(x_1, y_1)$  和  $g(x_3, y_3)$ 。如果满足式(1):

$$g(x_1, y_1) > g(x_2, y_2) < g(x_3, y_3) \quad (1)$$

那么点  $I_2$  即为边缘点,否则为非边缘点。

由于在实际中拍摄的图像会受到光照不均匀的影响,会导致图像对比度较低。上述方法的目的是找到某个区域的某一方向上灰度极小值点,无论光照强度如何变化,图像边缘处的灰度值都会比其周围区域的灰度值低,因此该方法可以有效检测出图像的边缘。

对于手指静脉图像来说,手指静脉纹线宽度大概是 3~10 个像素。由于静脉纹线有一定的宽度,纹线内的灰度值很可能相等,用上述方法很可能检测不到边缘点,因此要对该方法进行改进。由于在采集的手指静脉图像中会存在指节纹等干扰纹线,指节纹的走向为竖直方向,手指静脉的方向近似于水平,因此,为排除指节纹对静脉的干扰,文中选取竖直方向的检测

模板对手指静脉图像进行由上至下的扫描。先扫描最后一列像素,然后由右至左依次搜索灰度极小值点,直至将静脉纹线检测出来,这样可以有效地过滤掉指节纹,提取出静脉纹线。用于检测手指静脉的模板由三个子模板组成,如图 2 所示。其中  $Sum_1$ 、 $Sum_2$ 、 $Sum_3$  分别表示像素点  $P_{11} \sim P_{1k}$ 、 $P_{21} \sim P_{2k}$ 、 $P_{31} \sim P_{3k}$  灰度值之和,如果满足式(2):

$$Sum_1 > Sum_2 < Sum_3$$

(2)

那么边缘点就是子模板 2 的中心点。

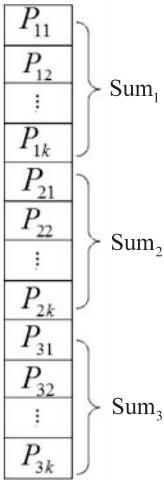


图 2 检测模板

3.2 子模板内像素个数的选取

通过对大量手指静脉纹线宽度进行统计,手指静脉纹线宽度大约在 3 ~ 10 个像素之间,子模板的像素个数  $k$  一定是整数,不是偶数就是奇数。如果子模板内含有偶数个像素,那么模板就不存在中心点,在检测边缘过程中会出现偏差。如果子模板像素个数为奇数,就不存在上述问题。

中文通过实验验证,分别给出了在  $k$  取 3、5、7、9 时的手指静脉检测结果,通过实验结果来选择  $k$  的取值。当  $k$  为 3 时,整个检测模板内像素的个数为 9,当遇到 10 个像素宽度的静脉纹线时,该检测模板将无法找到灰度极小值点。图 3、4、5 分别是  $k$  为 3、5、7 时检测出来的手指静脉纹线。当  $k$  为 9 时,整个检测模板内像素的个数为 27,这种情况下找到的灰度极小值点不够准确,如图 6 所示。通过比较图 3、4、5 和图 6,可以看出当  $k$  为 5 时检测出的静脉纹线连续性更好、准确性更好。因此文中选用子模板大小为 5 个像素点。

4 结束语

由于阈值分割方法很难准确地提取静脉特征,所以文中采用基于局部灰度极小值的方法来提取静脉特征,即使在对比度低的静脉图像中也可以准确地检测出静脉纹线,同时对指节纹等干扰纹线有很好的抑制

作用。通过实验分别给出子模板个数取 3、5、7、9 时的手指静脉纹线检测结果,表明子模板个数取 5 时最为合理。实验结果表明,利用上述方法提取手指静脉纹线有很好的准确性和连续性。在以后的研究中,会重点研究手指静脉的多模态生物特征融合。

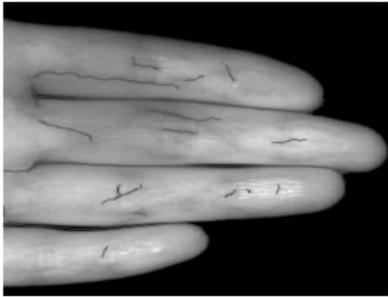


图 3  $k$  为 3 时检测的静脉纹线

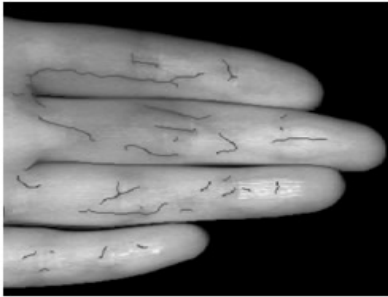


图 4  $k$  为 5 时检测的静脉纹线

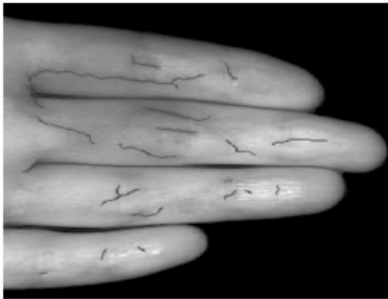


图 5  $k$  为 7 时检测的静脉纹线



图 6  $k$  为 9 时检测的静脉纹线

参考文献:

[1]

苑玮琦,柯 丽,白 云.生物特征识别技术[M].北京:科学出版社,2009:164-165.

[2]

Huang D S, Jia W, Zhang D. Palmprint verification based on principal lines[J]. Pattern Recognition, 2008, 41(4):1316-

(下转第 115 页)

据得到的实验结果见表2。

表2 实验结果表		s
方法	连接顺序	时间总代价
1	$((A \bowtie B) \bowtie C) \bowtie D$	3.1
2	$(A \bowtie B) \bowtie (C \bowtie D)$	2.22
3	$(A \bowtie D) \bowtie (B \bowtie C)$	2.2
4	$((A \bowtie B) \bowtie D) \bowtie C$	2.1
5	$(A \bowtie (B \bowtie C)) \bowtie D$	2.3
6	$A \bowtie ((B \bowtie C) \bowtie D)$	3.8
7	$A \bowtie ((C \bowtie D) \bowtie B)$	4.1
8	$((A \bowtie D) \bowtie B) \bowtie C$	3.2

上述8种情况考虑了所有的连接情况,并且方法4是采用文中算法的连接方案。实验证明,该连接算法能显著缩短查询总时间,提高查询效率。

### 4 结束语

在传统的分布式数据查询技术处理的基础上,文中给出了一种能在分布式数据库系统提升查询效率的方法。通过理论分析及实验对比,均能显著提升查询效率。在新农合系统分布式数据的使用中,表明其能进一步缩短数据检索响应时间,提高新农合相关单位的工作效率。

### 参考文献:

[1] 徐济惠. 嵌入式数据库多连接查询优化算法的研究[J]. 宁波大学学报:理工版,2008,21(2):206-210.

[2] 谢文兵,戴塔根,徐祖明. 基于 GRWSM 协议的分布式空间

metric system based on hand vein[C]//Proceedings of the 2010 fifth international conference on frontier of computer science and technology. [s.l.]:[s.n.],2010:522-526.

[10] Chen Haifen, Lu Guangming, Wang Rui. A new palm vein matching method based on ICP algorithm[C]//Proceedings of the 2nd international conference on interaction sciences; information technology, culture and human. Seoul, Korea; IEEE, 2009:1207-1211.

[11] 马文科,王玲,何浩. 一种指纹图像的局部阈值分割算法[J]. 计算机工程与应用,2009,45(34):177-179.

[12] 苑玮琦,王楠. 基于局部灰度极小值的掌脉图像分割方法[J]. 光电子·激光,2011,22(7):1091-1096.

[13] 苑玮琦,咸阳. 非接触成像手指指纹检测算法[J]. 计算机系统应用,2014,23(8):144-149.

[14] Yuan Weiqi, Zhang Tianwen. Valley type edge detection method based on logic judgment[J]. Journal of Image and Graphics,2001,6(6):577-581.

数据处理技术[J]. 计算机测量与控制,2011,19(4):981-983.

[3] 微软公司. Querying Microsoft SQL Server 2000 With Transact-SQL[M]. 北京:清华大学出版社,2001.

[4] 张小波,成良玉,钟闰禄. 建立动态群组的多 Agent 协同模型及应用[J]. 计算机应用,2004,24:52-53.

[5] 李瑞轩,霍晓丽,文珠穆,等. 多数据库系统中的全局查询转换方法研究[J]. 计算机工程,2005,31(16):4-6.

[6] 姜爱福,李长云. 分布式查询优化的技术实现[J]. 计算技术与自动化,2005,24(1):72-73.

[7] 陈波,高秀娥,陈来杰. 基于等价变换的分布式查询优化方法研究[J]. 计算机工程与设计,2006,27(3):390-392.

[8] 赵鹏军,刘三阳. 求解复杂函数优化问题的混合蛙跳算法[J]. 计算机应用研究,2009,26(7):2435-2437.

[9] 陈静,向隆刚,朱欣焰. 分布式异构栅格数据的集成管理研究[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2011,36(9):1094-1096.

[10] 邵佩英. 分布式数据库系统及其应用[M]. 北京:科学出版社,2003.

[11] Gilbert S, Lynch N. Brewer's conjecture and the feasibility of consistent, available, partition-tolerant web services[J]. SIGACT Newsletter,2002,33(2):51-59.

[12] Baca R, Kratky M. TJDewey-on the efficient path labeling scheme holistic approach[M]//Database systems for advanced applications. [s.l.]:[s.n.],2009.

[13] Vogels W. Eventually consistent[J]. Queue,2008,6(6):14-19.

[14] Elmasri R, Navathe S B. Fundamentals of database systems[M]. 4th ed. Beijing:China Machine Press,2009.