手背静脉图像二值化阈值算法

张 烨，孙刘杰

（上海理工大学，上海 200093）

摘要：因为传统分割算法对图像细节特征信息不敏感，分割效果不理想，提出了一种确定阈值的改进方法。该算法在阈值图像法的基础上，采用迭代计算平均值的方法，动态地获得每个像素点位置的最佳阈值，以获取一幅与原图像大小相同的阈值图像，利用该阈值图像对原静脉图像进行二值化处理，增强了图像的局部细节特征信息。仿真实验证明了该改进算法的有效性。

关键词：静脉图像；动态阈值；动态分块；阈值图像法

中图分类号：TB811 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-3563(2011)09-0090-04

Application of Binarization Algorithm for Hand Vein Image

ZHANG Ye, *SUN Liu-jie*

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Traditional algorithms of hand vein image segmentation are insensitive to image detail and have poor segmentation effect. A new improvement method based on threshold image was put forward. The key of this new method is iterative calculations instead of calculating the mean of every plate. It divides the image into several parts, and each part uses an optimal threshold scheme to get a threshold image. Its size is the same with the original vein image. Then the partial information can be enhanced through binary processing of the image. The simulation experiment showed that the proposed method is effective.

Key words: vein image; dynamic threshold; dynamic block; threshold image method

手背静脉识别[1]是模式识别领域中的一种新兴热门课题，由于血管处于人体内部，采集过程无污染，静脉特征难以被伪造，安全等级高，并且类似于指纹分布情况，静脉特征具有唯一性强[2]的特点，近年来该技术已经在识别领域中得到了越来越广泛的应用。

由于外在环境、个人手背厚薄情况以及采集设备等因素的干扰，静脉采集图像质量将不可避免地受到影响，加上静脉血管位于人体的皮下组织，即使是使用先进的近红外设备采集，图像仍然会出现灰度分布不均匀或是含有多种不同噪声的问题。在对原始静脉图像归一化的基础上，提出一种合理有效的静脉图像分割方法来提取手背静脉结构是尤为关键的，也为接下来的去噪、细化、特征提取与识别等工作奠定了基础。

目前国内外用于医学图像阈值分割还主要是一些经典算法，包括单阈值方法和多阈值方法。2005年王科俊提出了一种有别于传统算法的阈值图像法[3]，大大增加了原始静脉图像的阈值个数，分割效果得到了一定的改善，但是当图像背景较为复杂或者目标与背景像素灰度值较为相近时，通过简单计算各个分块的平均值确定阈值来进行二值化，对图像的局部细节特征信息不敏感。笔者分析阈值图像法原理，并对仿真结果进行讨论，在此基础上，提出一种采用迭代计算各个像素点阈值的改进方法，对手背静脉图像进行了处理，以增强局部细节信息。

1 阈值图像法原理与仿真

1.1 手背静脉图像的归一化

即使是同一个人在不同时刻，采集到的人体手部

收稿日期：2010-12-17

基金项目：上海市教委“085”工程建设项目；上海理工大学博士启动资金项目

作者简介：张烨(1986－)，女，江苏常州人，上海理工大学硕士生，主攻数字图像处理。

区域也有可能存在大小差异，为了提高识别的准确性，在提取静脉血管结构特征之前，先将原始图像转化为同一尺寸、均值和方差值相同的标准图像。这一过程即完成了图像的尺寸归一化和灰度归一化[4]。在此基础上，再进行相关的增强处理。

尺寸归一化就是将原静脉图像（见图 1）转化成

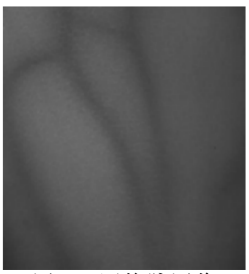

图 1　原静脉图像

Fig. 1 The original vein image

某一固定尺寸（选定为 512×512）的图像，见图 2。在

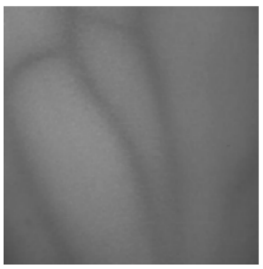

图 2　归一化后的静脉图像

Fig. 2 The normalized vein image

转化过程中，采用了 bicubic 插值方法，按照式（1）对图像进行灰度归一化处理[5]。

$$g(i,j)=\begin{cases}M+\sqrt{V[g_0(i,j)-M_0]^2/V_0} & A_0(i,j)>M_0\\ M-\sqrt{V[g_0(i,j)-M_0]^2/V_0} & A_0(i,j)\leqslant M_0\end{cases} \tag{1}$$

式中：$g_0(i,j)$，M_0，V_0 分别为归一化前静脉图像的灰度值、均值、方差；$g(i,j)$，M，V 分别为归一化后图像的灰度值、均值、方差。经验证，M，V 分别设为 110，255 时，归一化图像效果较为理想。归一化后的静脉图像见图 2。

1.2　阈值图像法原理

手背静脉图像的二值化，就是通过某种方法确定阈值 T，用 T 将图像分为 2 部分，其中像素灰度值大于 T 的设置为 255（黑），小于等于 T 的设置为 0（白）。即将待分析的静脉血管设为前景，凸显出静脉特征，呈现出只有黑白两色的视觉效果。采用何种算法可以更有效地提取出需要识别的部分，一直为国内外广大学者的研究热点。

阈值分割是一种基于区域的图像分割方法，相对于基于边缘检测、基于模糊聚类、基于遗传算法、基于数学形态学以及基于小波变换等[6]结合其他理论知识的方法，阈值分割方法实现简单，特别是当目标与背景的像素灰度值有很强的对比时，分割效果很好。缺点就是采用总体均值法以及最大类间方差法这类单阈值方法时，单个阈值无法精确地分割出有效的特征信息。由于光照等原因，某些目标细节的灰度值高于该阈值，结果被设置为 0，导致了信息的丢失；而一些低于阈值的背景像素点则被保留了下来，变成了黑点，因此，采用单阈值分割方法结果是很不理想的。局部均值法、局部 OTSU 法等算法在单阈值方法的基础上，选取了多个阈值进行二值化处理，效果得到了明显的改善。

根据增加阈值个数来提高分割准确度的思想，当原静脉图像的阈值个数扩大至与图像像素点个数相同时，进一步地克服了原始图像对比度低、光照不均的不良影响。首先根据具体情况，选取 $n\times n$ 的窗口模板，逐个对准原始图像中的各个像素点，通过求取每次模板的平均值，确定该点的阈值大小[3]，然后逐个进行像素值比较。若原始图像 $f(x,y)$ 中像素值大于阈值图像 $T(x,y)$ 中同一位置上像素的灰度值，该像素值就设置为 255（黑），其他的设置为 0（白）。最后得到一幅二值化后的图像 $f_0(x,y)$。

$$\begin{cases}f_0(x,y)=255 & f(x,y)>T(x,y)\\ f_0(x,y)=0 & f(x,y)\leqslant T(x,y)\end{cases} \tag{2}$$

1.3　阈值图像法仿真与讨论

静脉图像分割成 16×16，32×32，64×64 以及 128×128 的情况见图 3。不管使用以下何种模板进行分块处理时，局部静脉血管的信息特征亮度高于该像素所处分块的均值，结果被置白，丢失了原始图像中的目标信息，特征保留不完整，本来不应该断的地方有了明显的割断现象。周边的背景部分由于亮度较暗，而被错误置黑，形成了阴影。当原静脉图像灰度分布不均匀，部分目标与背景对比度不强时，采用阈值图像法对静脉图像进行分割，效果不理想。

2　手背静脉图像的改进算法

2.1　改进算法原理

阈值图像法在传统分割算法的基础上有了很大

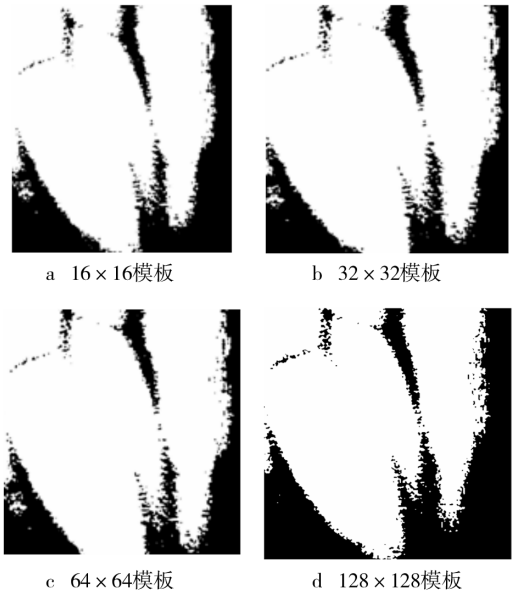

图 3 阈值图像法的处理结果

Fig. 3 The results threshold image method

的改进，但是在选取各个像素点位置的阈值的方法上还存在着一定的缺陷。为了更多地考虑到细节部分，更准确地获取对于处理图像最为合适的分割阈值，在原方法简单选取各个分块的平均值的理论基础上，采用迭代计算平均值的方法，动态地选取各个阈值，提出了一种新的确定阈值分割的方法。

首先在不同模板大小的情况下，确定每次移动窗口中心对应着的那个像素为待处理的像素点，为了避免产生人为边界，按照动态分块[7]的原理，从左到右、从上至下，每次移动一个像素点，在图像中滑动窗口模板。分别求得该次对准窗口内所有像素的灰度平均值 T，以此作为临界值，将待处理图像分割成大于 T 以及小于等于 T 的 2 个区域，分别计算得到这 2 块区域的平均值 T_1 和 T_2，计算 T_1 与 T_2 的平均值，并将这第 2 次获得的平均值替代初始阈值 T 作为新的阈值，按此方法不停地迭代计算，直到新阈值与上次计算得到的阈值的差在一定范围内，即获得了最佳阈值[8]。将该次模板中计算获得的最佳阈值替代处理点的灰度值，得到新的分块矩阵。以此类推，直到窗口模板滑动至图像右下角，与原图像最后 $n\times n$ 个像素相对应，得到一幅阈值图像为止。最后逐点进行二值化处理。具体流程见图 4。

2.2 改进算法仿真与讨论

采取该种改进阈值分割方法时，窗口模板取 16×16，32×32，64×64 以及 128×128 的情况见图 5。

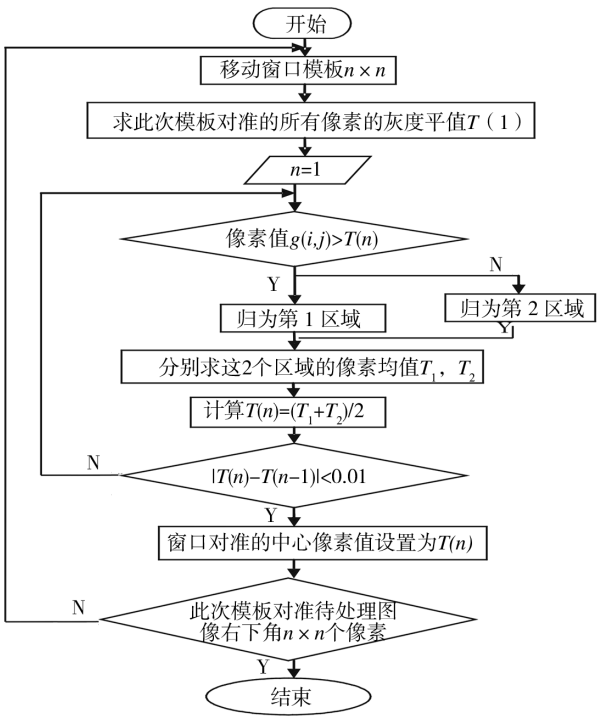

图 4 改进算法的流程

Fig. 4 Flow chart of the improved algorithm

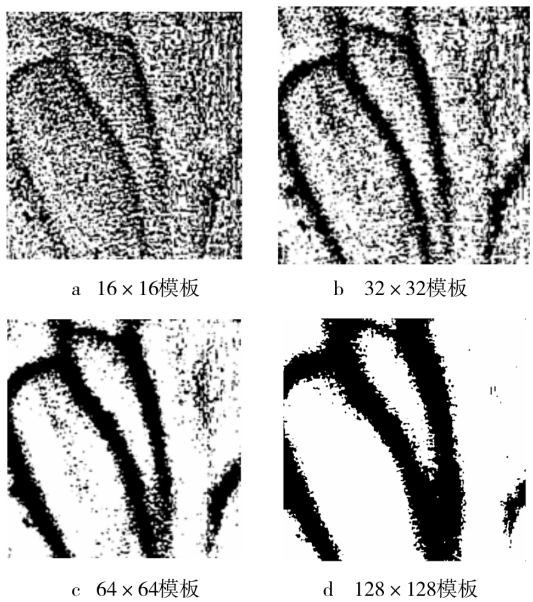

图 5 不同尺寸模板的处理结果

Fig. 5 The treatment results for different size templates

当模板大小取 16×16 和 32×32 时，由于分块较小，二值化效果不明显，部分位置出现黑块现象，噪声突出。模块大小取 64×64 时，提取到的血管脉络信息更加清晰，但是仍然存在部分背景被错误置黑的现

象。将模板扩大至 128×128 时，手背静脉特征被非常清晰地提取了出来，目标信息明确，使用前面几种模板时产生的严重噪声现象也消失了，分割效果明显好于阈值图像法，但运行速度上有了稍许的减慢。在 256×256 的模板大小的情况下，运行速度上有了明显的劣势，不再考虑。因此，当模板选定为 128×128 时，整体二值化效果最为理想。仿真实验证明，该改进算法增强了阈值图像法无法提取出的局部细节特征，显示了淹没在背景区域中的有效信息，同时克服了产生周边阴影的缺陷，分割的图像质量得到了明显的改善。

3　结论

先对原静脉图像进行了尺寸上和灰度上的归一化处理，得到了尺寸大小相同，均值、方差统一的标准图像。通过应用阈值图像法来分割静脉图像时，在不同窗口模板的情况下，不可避免地会出现局部血管信息无法被提取、周边产生阴影的缺陷。针对以上的一些缺点，提出了一种改进的二值化阈值算法，从该改进算法的分割效果图可以看出，该改进算法有效地弥补了阈值图像法的缺点，并且通过比较选用不同尺寸模板的分割情况，确定当模板大小选定为 128×128 时，提取得到的血管造影图像最为清晰。实验说明该算法对于光照不均、对比度强度不高的图像具有很高的实用价值，为后续的识别工作奠定了基础。

参考文献：

[1] SHIMIZU K. Optical Trans-body Imaging: Feasibility of non Invasion CT and Functional Imaging of Living Body [J]. Jpn J of Medicine Philosophical, 1992(11): 620－629.

[2] LIN Chih-lung, FAN Kuo-chin. Biometric Verification Using Thermal Images of Palm-Dorsa Vein Patterns [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2004, 14(2): 199－213.

[3] 王科俊，丁宇航，庄大燕，等. 手背静脉图像阈值分割[J]. 自动化技术与应用，2005，24(8)：19－24.

[4] 张岩，崔晓萌. 基于灰度变换的图像增强实现[J]. 包装工程，2010，31(19)：95－99.

[5] 刘相滨，刘智成，龚平，等. 手背静脉识别算法研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报，2009，32(1)：32－35.

[6] 郭敬，秦茂玲，赵文莉. 关于医学图像分割的综述[J]. 信息技术与信息化，2010(10)：1672－9528.

[7] 孙刘杰，秦海，张柯. 基于分块大小可变的指纹图像增强算法[J]. 包装工程，2010，31(7)：22－24.

[8] 袁智，王科俊. 手指静脉识别技术研究[D]. 哈尔滨：哈尔滨工程大学，2007.

（上接第 46 页）

然环境中，棉布带极易发生霉变，设计时应考虑棉布带的防霉处理，如将棉布带进行防霉剂处理等。

5　结语

对导弹缓冲包装的设计与选材进行的探讨，可以有效地解决导弹在储运过程中的冲击、振动、防静电等问题，保障导弹使用的安全性、可靠性。制造成功的导弹缓冲包装经过系列跌落试验、冲击振动试验和温度试验，试验校核证明其环境适应性好，各项技术指标能够满足设计要求。

参考文献：

[1] 高廷如，于鑫，高欣宝. 新型炮弹缓冲包装计算方法[J]. 包装工程，1999，20(2)：33－35.

[2] 张学金. 实用包装技术[M]. 北京：国防工业出版社，1993.

[3] 骆光林. 包装材料[M]. 北京：印刷工业出版社，2005.

[4] GJB/Z 85－97，缓冲包装设计手册[S].

[5] 罗天元，吴波，但渝霞. 弹药环境适应性设计需要考虑的几个问题[J]. 装备环境工程，2007(1)：65.

[6] 姬志杰，李海军，杨虎林. 浅谈火工品、弹药包装技术的发展趋势[C]. 2009 全国兵器装备防护包装技术发展研讨会论文集，成都，2009：41.