

## 纹理滤波器在分割肛管外病症图像中的应用

江南春<sup>1,2</sup>, 张华<sup>1</sup>, 刘苏宜<sup>1</sup>

(1. 南昌大学 江西省机器人与焊接自动化重点实验室, 江西 南昌 330031;

2. 南昌大学 机电工程学院, 江西 南昌 330031)

**摘要:** 采用均值滤波和中值滤波的方法对含有高斯噪声和椒盐噪声的肛管外痔中的血栓性外痔图像进行滤波预处理, 同时利用纹理滤波器分割图像将纹理图像、形态学操作、局部标准差滤波和 Rangefilt 滤波相结合, 在保证分割图像整体性的同时, 提高了分割图像的有效性, 保留了图像的细节。通过血栓性外痔、息肉、混合痔、息肉血栓混合痔四种肛管外病症的分割图像结果的比较, 表明纹理滤波器分割图像是一种性能良好的纹理图像分割方法, 同时将其应用在肛管外病症图像的分割中, 获得了很好的效果。

**关键词:** 纹理分割; 均值滤波; 中值滤波; 局部标准差滤波

中图分类号: TP391.7

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)04-0048-05

### Application of image segmentation based on the texture filter in disease symptom outside the anal canal

Jiang Nanchun<sup>1,2</sup>, Zhang Hua<sup>1</sup>, Liu Suyi<sup>1</sup>

(1. Key Lab of Robot & Welding Automation of Jiangxi, Nanchang University, Nanchang 330031, China;

2. Mechano-Electronics Engineering College, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

**Abstract:** Firstly, we use the average value filter and the value filter's method to the Gauss noise and the spiced salt noise in the external hemorrhoid outside the anal canal anal. The images of the external hemorrhoid have been carried on the filter pre-treatment. What is more, combining the texture image, the morphology operation, the partial standard deviation filter with the range-filt filter, we use texture filter to achieve image segmentation. We guarantee the integrity of the image segmentation, enhancing the division image effective and retaining the image detail at the same time. Experimental results show that by the comparison about segmentation image of thrombotic external hemorrhoids, polyps, mixed hemorrhoids and polyp of thrombosis combined mixed hemorrhoids, the use of texture filter to split the image is a good texture segmentation methods, and application of image segmentation in disease symptom outside the anal canal got very good effects.

**Key words:** texture segmentation; mean filter; median filter; partial standard deviation filter

医学图像分割是高层次医学图像理解和分析的前提条件, 在医学研究、临床诊断、病理分析、手术计划、影像信息处理、计算机辅助手术等方面应用广泛, 已经成为医学图像分析领域中一个具有挑战性的研究课题。图像分割是模式识别、计算机视觉中的关键技术之一, 是图像识别和图像理解的基本前提步骤, 其分割质量直接影响着后续图像处理的效果。分割的程度取决于要解决的问题, 在应用当中, 当感兴趣的对象已经被分离出来时, 分割停止。计算机视觉研究的目标检测、目标识别、特征提取等精度都依赖于图像分割的质量<sup>[1]</sup>。医学图

像分割的目的是把图像中具有特殊含义的不同区域分割开来, 从而为临床诊疗和病理学研究提供可靠依据。目前, 关于图像分割的算法, 国内外学者已经提出了上千种, 但通用的适合于所有不同类型的图像分割算法并不存在, 不同的分割算法都针对某一特定的应用范围, 所取得的分割效果也各有差异<sup>[2]</sup>。本文提出的纹理图像分割方法是图像处理和模式识别中的一个重要研究内容, 长期以来是人们研究的热点。因此, 纹理图像分割对于许多计算机视觉和图像处理的研究具有非常重要的意义, 在实际中也得到了广泛的应用, 几乎出现在有关《微型机与应用》2011年第30卷第4期

## 图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

图像处理的所有领域,并涉及各种类型的图像。其应用广泛,从医学图像诊断中的癌细胞识别到从遥感图片中识别多种有用的军事或民用目标<sup>[3]</sup>。

## 1 图像预处理

医学图像在传输、转换、处理等过程中,由于电磁干扰、电子信息处理等原因而使图像质量下降,即产生噪声。这些噪声将给医学图像的分析带来困难,甚至影响图像处理的最终结果。因此,对获取的医学图像进行噪声抑制是图像处理的重要环节。其中,高斯噪声和椒盐噪声是图像处理中经常遇到的两种噪声类型。高斯噪声主要是电子电路噪声和低照明度或高温带来的传感器噪声,椒盐噪声则主要是源于强脉冲干扰。为了降低这两种噪声的干扰,经常使用滤波的方法。均值滤波对于抑制高斯噪声具有很好的效果,而中值滤波则主要用于消除椒盐噪声的影响。为了更好地提高医学图像质量,最大限度地保存医学图像细节,本文应用均值滤波和中值滤波的方法对医学图像的高斯噪声和椒盐噪声进行处理<sup>[4]</sup>。

肛管外病症图像在传输、转换、处理等过程中也不可避免地会产生噪声,对于一幅图像来说,除了边缘,图像中噪声和纹理细节也属于较高的空间频率范围,经过边缘检测后,图像的所有高频分量(包括噪声和纹理细节)都被“放大”了,得到的图像可能会显得比较混乱。因此,可以采用预处理进行弥补。

## 1.1 均值滤波

均值滤波是典型的线性滤波算法,它是指在图像上对目标像素给定一个模板,该模板包括了其周围的临近像素(以目标像素为中心的周围8个像素,构成一个滤波模板,即去掉目标像素本身),再用模板中的全体像素的平均值来代替原来像素值。

均值滤波也称为线性滤波,其采用的主要方法为邻域平均法。在均值滤波过程中,邻域平均法的效果与所要使用的邻域半径有关,半径越大,平滑效果越明显,与此同时,图像的模糊程度也越高,特别是边缘和细节处,邻域越大模糊程度越厉害。

图1为均值滤波器的频率响应图,图1(a)中用来滤波的邻域大小为 $3 \times 3$ ,图1(b)中用来滤波的邻域大小为 $5 \times 5$ 。

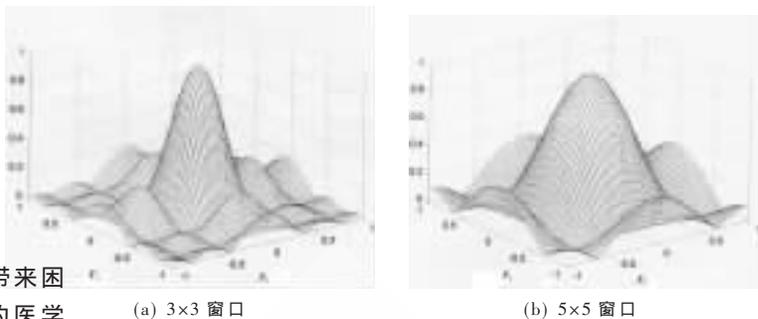


图1 均值滤波器频率响应图

## 1.2 中值滤波

中值滤波器是非线性低通滤波器,它先将邻域中的像素按照灰度级进行排序,然后选择排序结果序列的中间值作为输出像素值。由于中值滤波器对异常值不敏感,而中值滤波器可以在不减小图像对比度的情况下减小异常值的影响,因此,中值滤波器在处理脉冲噪声等应用中有比较好的效果。

中值滤波的去噪效果依赖于滤波窗口的大小,通过自适应地施加结构方面的限制来减少图像中结构的扭曲。在大的窗口下,可以有效地抑制噪声,而使用小的窗口可以保留重要的结构特征。窗口的大小可以通过自适应的技术来进行控制,以便在不同特征的局部区域中使用不同大小的窗口。

## 1.3 两种滤波方法分析

中值滤波器的原理类似于均值滤波器,均值滤波器输出的像素值为相应像素领域内的平均值,而中值滤波器输出的像素值为相应像素领域内的中值。与均值滤波器相比,中值滤波器对异常值不敏感,因此中值滤波器可以在不减少图像对比度的情况下减少异常值的影响。

肛管外病症图像为了降低高斯噪声和椒盐噪声这两种噪声的干扰,经常使用均值滤波和中值滤波两种方法。中值滤波主要适用于低比例噪声图像的滤波,且能较好地保持物体的边缘细节,但在滤除高斯噪声时会不受破坏地保留一些较大尺寸的噪声物体,然而均值滤波对于抑制高斯噪声具有很好的效果。因此,本文中分别采用这两种滤波方法对图像进行滤波处理,即先采用中值滤波降低图像的椒盐噪声,进而采用均值滤波减少高斯噪声对图像的影响,如图2所示。

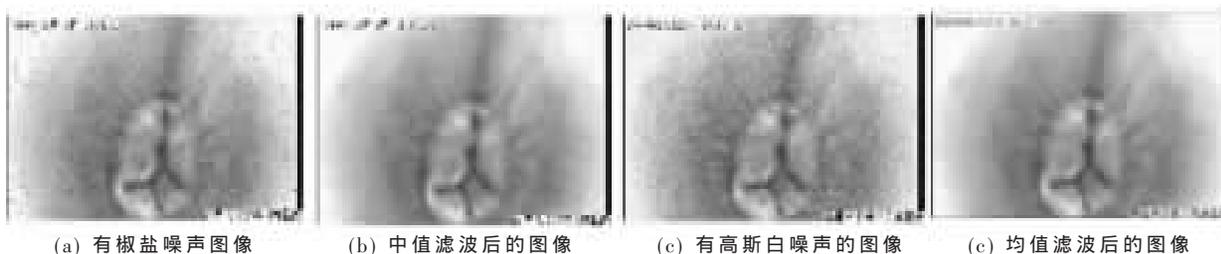


图2 肛管外痔中的血栓性外痔图像的预处理

## 2 利用纹理滤波器分割图像

### 2.1 纹理图像

物质组成成分不同的最直接的外部表现就是纹理的差异,因此,无论是人眼识别还是计算机视觉,纹理特征都是非常重要的特征量。

国内外纹理分析的研究主要集中在特征提取、纹理区分、纹理分类和纹理形成四个领域。

本文着重于特征提取以及纹理分类方面的研究。特征提取是图像纹理分析的第一步,从这一步取得的结果可以进一步用于纹理区分、纹理分类或目标成形。

目前描述纹理特征的方式主要分为两类:分形维和灰度共生矩阵。Mandelbrot 于 1975 年提出分形几何的概念。许多自然景物都在不同程度上具有统计上的自相似性,而分形正是描述纹理自相似的结构特征,利用这一特性,分形成为图像处理众多方法的一种。而本文主要介绍对灰度共生矩阵的操作。Haralick 最先于 1979 年提出灰度共生矩阵,现已经成为最常用的纹理分析方法之一。灰度共生矩阵是在考虑像素之间空间关系时提出的一种检测纹理特征的统计方法。灰度共生矩阵函数通过计算一幅图像中特定的像素在某一空间位置关系中出现的次数来刻画纹理特征<sup>[5]</sup>。

使用纹理滤波器进行分割就是利用图像中不同区域的纹理对图像的区域进行划分。使用纹理滤波器分割图像的基本步骤如下:

- (1)读取图像;
- (2)创建纹理图像;
- (3)显示图像不同部分的纹理;
- (4)使用合适的滤波器进行分割<sup>[6]</sup>。

### 2.2 局部标准差滤波

#### 2.2.1 图像局部标准差

标准差(Standard Deviation),也称均方差(Mean Square Error),是各数据偏离平均数的平均距离,是离均差平方和平均后的方根,用  $\sigma$  表示。标准差是方差的算术平方根,反映一个数据集的离散程度。平均数相同的,标准差未必相同。

图像局部标准差(LSD)算子,也叫图像局部标准差梯度<sup>[7]</sup>,它反映了在一幅图像当中局部区域对比度的变化。标准差算子反映了图像灰度局部的对比度变化程度。在标准差大的地方,图像灰度起伏较大,即出现图像边缘的几率大;相反,在标准差小的地方,图像灰度变化平缓,即出现图像边缘的几率小。因此,可以根据图像局部标准差(LSD)将图像中潜在的边缘检测出来。图像局部窗口中全部像素点的共同贡献是在计算局部标准差过程中使用窗口中像素的平均值代替中心点处像素。这样对于检测孤立点边缘不敏感,具有一定的平滑滤波的效果,本文将对其性质进行分析。

#### 2.2.2 LSD 边缘检测

边缘检测一直是图像处理研究领域中的一个基础但

又十分重要的内容。边缘检测的目的不仅是提取图像中感兴趣的物体边缘,而且它还还为图像融合、形状提取、图像分割、图像匹配和跟踪奠定良好的基础。此外经过边缘检测的图像具有数据量少的优点,有利于进一步的处理。由于实际处理的图像往往存在着噪声,而且噪声和边缘在空间域中都表现为梯度的突变,在频域中都表现为高频信息,这就使得边缘检测非常困难。在这种情况下,经典的边缘检测算子都不能很好地进行边缘提取。在实验中通过对 LSD 边缘检测得到的结果图像取阈值就得到最终的目标图像。

#### 2.2.3 LSD 滤波

通过比较滤波器窗口中心的像素和邻域像素标准差来实现滤波,将滤波器的窗口中与其邻域像素最相近的像素作为滤波器的输出。因此,采用计算滤波器窗口中每一点像素的标准差作为像素相似性测度,如果某一个像素与其邻域相似,则该像素的局部统计值,即标准差值就会较小。另一方面,含有噪声的像素几乎总是与邻域像素形成不同的聚类,因此这些像素的局部标准差就会较大。

### 2.3 Rangefilt 滤波后的图像

Rangefilt 滤波与传统的 Gabor 滤波<sup>[8]</sup>的区别是传统的 Gabor 滤波器理论和方法虽然可以提取出纹理图像的纹理特征,但只是简单地提取出纹理特征,由于提取的特征不足或者冗余,并不能很好地完成对纹理图像区域的分割,特别是对现实世界中纹理基元排列并不很规则的自然纹理。另外,Gabor 提取纹理特征的方法,如果频带选择过宽,则频率响应会大大超出目标区域的范围,无法得到好的分割结果;如果频带选择过窄,则频谱响应会出现很多空洞。然而,Rangefilt 滤波能正确地放大和有效利用这些响应信息,克服以上不足之处。

Rangefilt 滤波可以在复杂性的背景,在各个方向上提取纹理特征图像并用来做目标区域的分割,因此,在众多方向中选择正确的滤波器是算法分割成功的关键。由于环境复杂多变,环境光照会随时间发生变化,位置可能随摄像机的旋转而改变,各种外部条件的不确定性要求 Rangefilt 滤波的新算法对光照、对比度、旋转变换和背景纹理的干扰有较强的鲁棒性。

## 3 实验结果

血栓性外痔是肛管外外痔中最常见的一种,本文先以血栓性外痔为例进行图像的纹理滤波。

图 3 为肛管外外痔中的血栓性外痔图像的纹理滤波器分割图像:其中图 3(a)为血栓性外痔预处理后的图像;图 3(b)为图 3(a)的灰度图像;图 3(c)为图 3(b)灰度图像的直方图;图 3(d)为血栓性外痔灰度共生矩阵的相关信息,灰度共生矩阵函数通过计算一幅图像中特定的像素在某一空间位置关系中出现的次数来刻画纹理特征;图 3(e)为血栓性外痔不同粒度半径开操作后剩余的

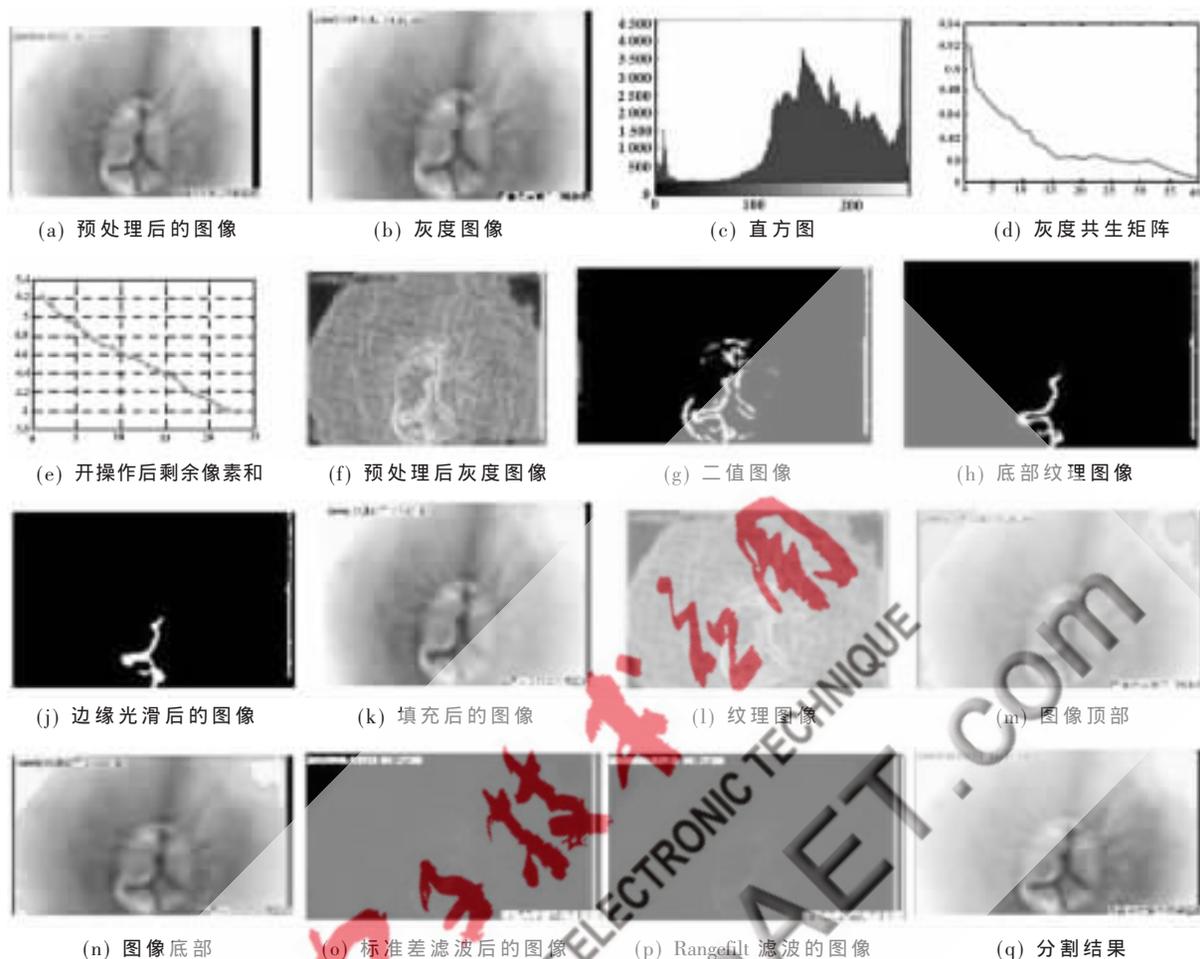


图3 肛管外痔中的血栓性外痔图像的纹理滤波

像素和;图3(f)为血栓性外痔预处理后的灰度图像;图3(g)为预处理后的二值图像;图3(h)为预处理后的底部纹理图像;图3(i)为形态学关操作后,边缘光滑后的图像;图3(j)显示填充后的图像;图3(k)显示纹理图像;图3(l)显示图像顶部;图3(m)显示图像底部;图3(n)显示图像底部;图3(o)为标准差滤波后的图像;图3(p)为 Rangefilter 滤波后的图像;图3(q)显示分割结果。本实验中采用整体和局部相结合的分割方法,同时满足整体和局部分割的要求,提高了分割图像的层次性,保留了图像的细节,同时提高图像分割的质量。

而现实中,肛管外的各种病症并不是单独出现的,现将几种相互独立且相互关联的病症图像进行处理,如图4所示。

图4中,图4(a)、(b)、(c)、(d)是息肉的图像,图4(e)、(f)、(g)、(h)是混合痔的图像,图4(j)、(k)、(l)、(m)是息肉血栓混合痔(PTCMH)的预处理后的图像、纹理图像、底部纹理图像、显示分割结果图像。三种病症与血栓性外痔的纹理特征反映了图像灰度模式的空间分布,包含了图像的表面感兴趣区域信息及其非感兴趣区域信息的关系。因此,纹理分割从图像的分割效果上讲,效果较好且能够识别各种关联的病症。

《微型机与应用》2011年第30卷第4期

本文中针对肛管外痔中的血栓性外痔图像,结合均值滤波和中值滤波算法,对受到噪声影响的图像进行了滤波处理,减小了图像分割的难度,同时提高了分割的精度。在滤波的基础上,还提出了一种利用纹理滤波器分割图像的方法,将形态学操作、局部标准差滤波和 Rangefilter 滤波相结合,提高了图像分割的实时性。在保证图像分割整体性的同时,增强了分割后图像的细节特征,达到了良好的分割效果。

本文结合血栓性外痔、息肉、混合痔、息肉血栓混合痔四种肛管外病症,对预处理后的图像、纹理图像、预处理后的底部纹理图像、显示分割结果图像进行比较,能够达到分割和识别的目的。因此,利用纹理滤波器分割图像的方法能够获得很好的识别效果。

#### 参考文献

- [1] 张荣祥,郑世杰,夏庆观.基于 Hilbert 扫描和小波变换的自适应图像分割[J].中国图象图形学报,2008,13(4): 666-671.
- [2] 汤可宗,张磊,高尚.一种基于矢量阈值的自适应图像分割方法[J].昆明理工大学学报(理工版),2007,32(5): 23-26.
- [3] 李中海,郭禾.一种综合多种方法的纹理图像分割[D].

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 55

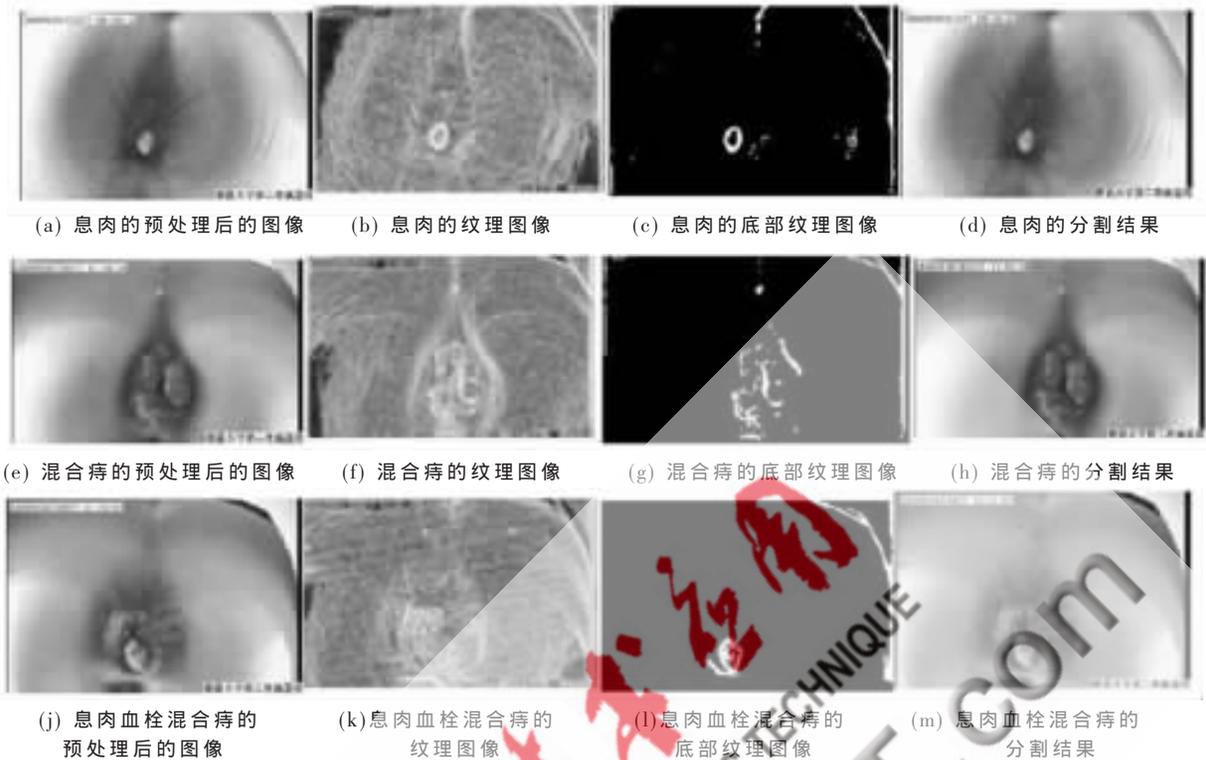


图 4 肛管外病症中的息肉、混合痔、息肉血栓混合痔的相互比较

大连:大连理工大学硕士论文,2008.

(收稿日期:2010-12-29)

- [4] 刘辉,赵文杰.一种自适应图像分割算法[J].四川兵工学报,2009,30(12):31-33.
- [5] 张培培,陈德运.骨髓细胞图像自动识别技术的研究[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学硕士论文,2008.
- [6] 张强,王正林.精通 MATLAB 图像处理[M].北京:电子工业出版社,2009.
- [7] 孙小炜,李言俊,陈义.局部标准差滤波在图像处理中的应用[J].电光与控制,2008,15(9):32-34.
- [8] 谢浩覃,罗三定.分割类圆形聚集区域的 Gabor 方法研究[D].长沙:中南大学硕士论文,2008.

#### 作者简介:

江南春,男,1973年生,在读硕士研究生,主要研究方向:智能机器人与视觉。

张华,男,1964年生,教授,博士生导师,主要研究方向:移动机器人技术、机器人智能化、智能自动化技术、智能结构快速制造技术。

刘苏宜,女,1974年生,副教授,硕士生导师,主要研究方向:服务机器人与传感。