

一种改进的中草药显微图像边缘提取算法

侯青¹, 李伟², 任娜娜², 刘玉娥², 孙静¹

(1. 陕西中医学院, 陕西 咸阳 712046;

2. 长安大学信息工程学院, 陕西 西安 710064)

摘要:文中主要讨论了如何将叶类中药显微细胞图快速有效的提取与识别,通过对细胞图深入的分析,对图像进行了形态学预处理,采用了中值滤波和边缘提取进行图像识别。针对标准的中值滤波方法存在的不足,结合融合的思想提出了改进的中值滤波算法。较标准的中值滤波具有更优良的滤波性能,更高的信噪比,同时拥有较低的漏检率和误检率。将滤波后的图像再进行边缘提取,更好地保存原图像的细节和边缘,对细胞进行了有效的识别,提取了细胞的特征,为后续细胞的参数计算奠定了基础。该算法容易实现、速度快,适合作为叶类中药显微图像的边缘检测及细化。

关键词:改进的中值滤波;图像增强;边缘检测

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)08-0242-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.058

A Modified Microscopic Image Edge Extraction Algorithm of Chinese Herbal Medicine

HOU Qing¹, LI Wei², REN Na-na², LIU Yu-e², SUN Jing¹

(1. Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang 712046, China;

2. School of Information Engineering of Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: It discusses how they can figure leafy medicine microscopic cell and recognition quickly and effectively, through the analysis of cell diagram, preprocess the image in morphology, and recognize the image by median filtering and edge extraction. For the shortcomings of standard median filtering, combined the idea of integration, propose an improved median filter algorithm which has better filtering performance, a higher ratio of signal to noise, and a lower missed rate and false detection rate than standard median filtering. Through edge extraction on the filtered image, can better preserve the original details and edges of image, cells are identified effectively, extracting the cell characteristics, laid the foundation for the subsequent calculation of cell parameters. The algorithm is easy to implement and has a fast speed, so it's suitable for edge detection and refinement of leafy medicine microscopic image.

Key words: modified median filtering; image enhancement; edge detection

0 引言

国内研究叶类中药显微图的传统方法,大多停留在用肉眼直接观察的基础上,给出定性的描述,如在显微镜上观察超薄切片中细胞的各种形态和特征,或者直接数细胞的数目等。传统的鉴定主要手段是依赖经验丰富的专家对各类细胞在显微镜下通过人工目视进行分类。叶类中药种类繁多,某些种类形态差异细微,需要研究者有丰富的专业知识和分类经验,同时连续长期工作会影响分类鉴别的准确性尤其近年来光学影像显微镜系统的日益普及,在短时间内即可产生大量

的资料,人工鉴定需要大量的长期细致的工作,费时费力,远远不能满足需要^[1]。因此,急需一种客观的、能够准确反映叶类中药显微图像定量分析的方法,以这种需求为研究背景,研究出使用 Matlab 对显微图像中目标细胞的自动识别和分析,为叶类中药显微图像的定量分析提供了一种强有力的手段^[2]。

文中使用女贞叶细胞显微图像,运用形态学的方法对细胞进行分离提取,以便更清楚地对细胞显微图进行分析,提取女贞叶细胞的特征。运用开闭运算、中值滤波、边缘提取等方法对中草药显微图像进行了处理,改进了传统的标准的中值滤波、边缘提取等方法,

收稿日期:2013-10-30

修回日期:2014-02-16

网络出版时间:2014-05-21

基金项目:陕西省教育专项科研计划项目(12JK1029);陕西省科学技术厅项目(2013SF02-7)

作者简介:侯青(1984-),女,工程师,硕士,研究方向为计算机科学与应用。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140524.2151.065.html>

有效地分析、提取和描述出草药细胞的多种细胞特征,为下一步草药细胞的研究奠定了基础。

得近似的背景图像,再将背景从原图中减去(如图3所示)。

1 图像预处理

图像预处理是整个图像处理过程的第一步,也是全过程中很重要的一步。由于自身产生或外部引入等原因带来的噪声干扰,会在后续处理中干扰甚至淹没图像中的有用信息而造成信息丢失或判断错误,因此,图像预处理是在抑制噪声干扰的同时尽可能地保留图像的边缘信息和细节信息。除此之外,图像的边缘是图像信息的重要特征,也是图像识别的基础。因此,细胞图像的增强和分割的最终目的是细胞边缘提取。图像预处理是为了更好地对细胞进行分类识别和特征提取^[3-4],是一个改善图像质量、突出和加强感兴趣部分、抑制噪声、剔除无用信息的过程,在图像处理中至关重要。

数学形态学是图像领域中一种较为先进的处理方法,基本思想是使用结构元素来提取图像中细胞的形状,达到对细胞图像识别和分析的目的。数学形态学可以解决边缘提取^[5]、特征分析、图像识别等问题。数学形态学滤波器,和其他空间滤波器相比,具有简洁、直观、快速等优点,是一种非线性图像滤波器^[6]。

腐蚀、膨胀以及由二者组成的开闭运算是数学形态学最基本的运算。一般来说,膨胀使图像扩大而腐蚀使图像缩小。将腐蚀和膨胀进行复合操作,构造出开闭运算。开运算与闭运算定义如下:

A 被 B 的形态学开运算被定义为:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \tag{1}$$

A 被 B 的形态学闭运算被定义为:

$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B \tag{2}$$

由开、闭运算的性质可知:开运算可以断开细胞图像中狭窄的连接,消除较小的孤立的点或线;闭运算和开运算是偶运算能填充图像中的小孔,连接图像的狭小断裂和小沟。因此,文中采用闭运算对图像进行处理。

去除背景时把细胞图像与背景分开,以便对图像进行后期的中值滤波和边缘检测。

文中对图像通过灰度化处理、闭运算、去除背景等措施进行预处理,具体做法:首先采集到的叶类草药显微图 of 彩色图像,因此对图像进行灰度化处理很有必要,灰度图像如图 1 所示,灰度化的目的是提高图像的处理速度;然后将灰度化后的图像进行闭运算(如图 2 所示),把图像区域周围的背景点合并到了区域中,使区域的面积增大到相应数量的点,可以将距离最近的不粘连处连通^[7]。闭运算对图像先膨胀,图像中的暗区将缩小,亮点将扩大,再进行腐蚀,增强暗区时,能获

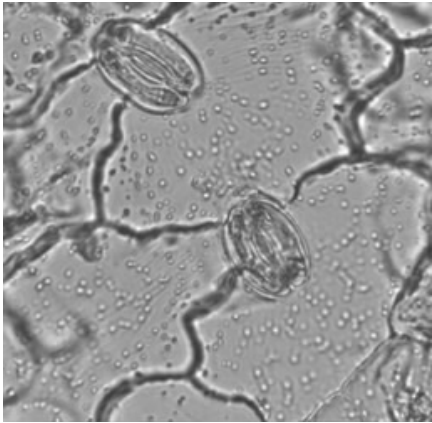


图 1 灰度图

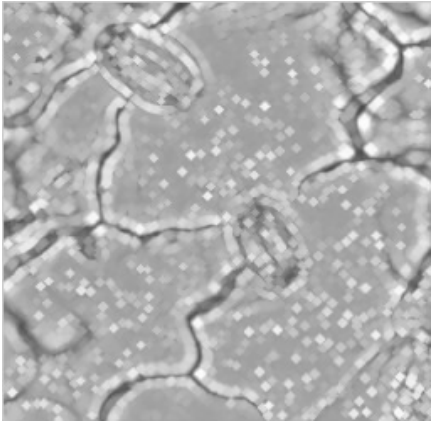


图 2 闭运算的图像图

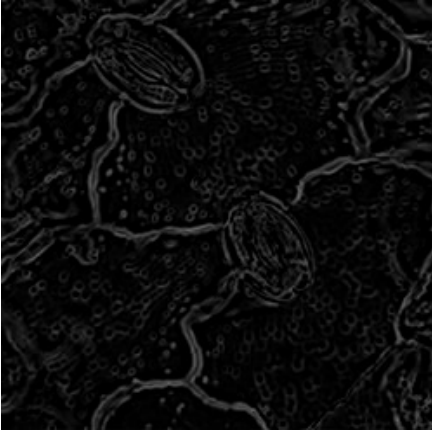


图 3 减去背景后的图像

通过图像对比可以看出,在对原始图像做膨胀后,增大了图像中的亮点,将图像中所含的亮点突出,再进行腐蚀得到闭运算结果,通过与原图相减,得到去除背景的叶类草药显微图像,进行图像增强^[8]。

预处理后的图片仍然存在着噪声点,不能满足要求,需要进一步做去噪的处理。去噪方法主要分为邻域平均法和中值滤波法。邻域平均法能有效地抑制噪声,但由于选用的是低通滤波器,往往将图像的边界变得很模糊,而图像边缘中含有大量的有效信息,所以文

中去噪不选用邻域平均法。中值滤波是一种非线性平滑滤波,输出像素值是由邻域像素的中间值决定而不是平均值决定,可以解决线性滤波器使图像细节模糊的问题。中草药显微细胞图像中的细节信息对于细胞的识别和参数计算来说至关重要,因此文中选用中值滤波法对图像进行去噪^[9]。

2 改进的中值滤波

标准中值滤波的基本原理是取某一结构的二维滑动模板,将模板内像素的像素值按照大小排序,生成单调的二维数据序列(单调递减和单调上升)。二维中值滤波输出为

$$g(x, y) = \text{med} \{f(x - k, y - l), (k, l \in w)\} \quad (3)$$

其中, $f(x, y)$, $g(x, y)$ 分别为原始图像和处理后的图像; w 为二维模版, 可以有不同形状, 如方形、线形、十字形、菱形等。

标准中值滤波法对消除颗粒噪声非常有效,但在显微图像中作用不大。标准中值滤波方法比较单一,采用的区域有可能对图像处理的不够,不能有效地消除噪声点;有可能处理的过度,使图像变得比较模糊。标准中值滤波需要进行大量的排序工作,计算量很大。同时去除脉冲噪声的性能受滤波窗口尺寸的影响较大,在抑制图像噪声和保护细节方面存在一定的矛盾。

当空间噪声种类比较多时,为了改进标准中值滤波算法处理噪声能力不足的问题,采用融合的思想,通过不同尺寸的滤波窗口处理图像叠加来消除噪声。

基本思想:设 $A(x, y)$ 为一个像素点, A_1 为用一个滤波窗口滤波之后的 A 点的灰度值, A_2 为用一个滤波窗口滤波之后的 A 点的灰度值,中值计算的方法结合了图像融合的思想,把所有窗口处理过后的像素点的灰度值叠加已达到消除噪声的目的。

滤波窗口如图 4 所示。

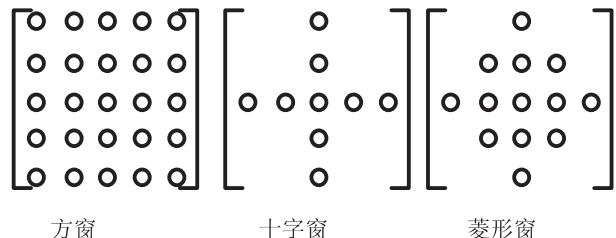


图 4 滤波窗口

具体步骤如下:

第一步:考虑待处理窗口内的像素为 $X_m = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$, 另一个窗口(加权窗口)内的像素为 $Y_n = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$, 对待处理窗口的像素进行比较,分为三类:大于、等于、小于,把大于和小于的像素存放在两个数组 A 和 B 中。

第二步:比较 A, B 两个数组中的像素值,如果相

等则中值为像素值。

第三步: $A - B$ 如果小于第二步的中值,则相加取平均。

第四步:将中值排序,返回到第一步,直至像素值较各点中值较近为止。

细胞的边缘含有丰富的形态信息,为了便于以后参数计算,需要进一步提取叶片的边缘。

3 边缘提取

边缘检测的目的是将叶类草药的细胞与背景分离开来,气孔和细胞在灰度图像中很突出,进行细胞边缘检测的同时难免会检测出气孔的边缘,Roberts、Sobel、Canny 和 Prewitt 算子都是可用的边缘检测算子。Roberts 算子利用计算差分得到图像的边缘^[10]; Sobel 算子利用两个水平模板对图像做卷积,计算出各个像素的方向导数,获得此处的梯度,预先设定一个阈值,如果大于预设阈值则被判定为图像边缘,反之小于则不是;Canny 边缘检测为一种较为常用的边缘检测算法,没有针对性,对此叶类中药纤维图的识别不适用;Prewitt 算子是一种使用微分算子的边缘检测,利用了像素点邻近的灰度差,极值检测边缘被保留,伪边缘部分则被舍弃,对噪声具有一定的平滑作用,它是利用了两个模板,一个模板检测水平边缘,一个模板检测垂直边缘,利用两个方向模板和图像进行邻域卷积来完成的^[11-12]。Prewitt 算子认为不小于阈值的像素点都是边缘点。

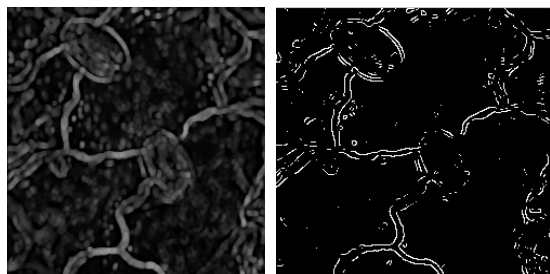
Sobel 算子检测的边缘较断续,Roberts 算子检测出的图像噪声点还是太多,Canny 算子自动阈值检测出的边缘较多,也存在许多噪声,Prewitt 算子选定一个合适的阈值之后,检出的图像细节明显,气孔和细胞保留的也较完整。通过对比,选定 Prewitt 算子进行图像边缘检测。将检测出的边缘位置的值,白色置为 1,黑色置为 0,提取细胞图像。

4 实验结果

选取了两幅较为复杂的叶片显微图像进行仿真,对原图进行了标准中值滤波和改进的中值滤波的处理,仿真结果如图 5 和图 6 所示。

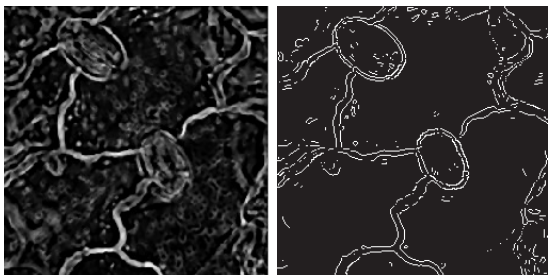
图 5 为改进后的中值滤波器与标准中值滤波所得结果,图 5(a) 和 (c) 为标准中值滤波和改进后的中值滤波的结果,由对比可以看出,图 5(c) 明显较图 5(a) 清晰。图 5(b) 和 (d) 为不同的中值滤波所得到的结果,虽然图 5(b) 达到了边缘提取的效果,但细胞边缘连续,图像信息丢失严重,造成图像失真,而由图 (d) 可以看出,图 (d) 不但细胞完整而且噪声点少。图 6 亦如图 5 分析。

由此可见,文中的方法可将图中的各类细胞及气孔准确地辨识出来,并在实验结果中清晰地显示出来。该方法运算步骤相对简单,运算速度快,较其他方法运算量大大减少,从而提高了辨识效率。该方法不需像模板匹配法一样先寻找细胞类别再被识别出来,而且还避免了人眼视觉误差造成的识别错误。



(a) 标准中值滤波

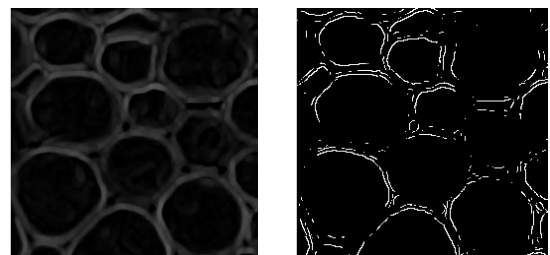
(b) 边缘提取



(c) 改进后中值滤波

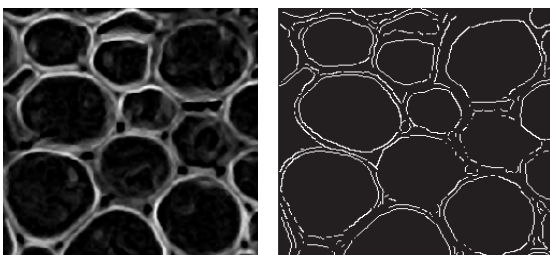
(d) 改进后边缘提取

图5 叶类草药气孔显微图



(a) 标准中值滤波

(b) 边缘提取



(c) 改进后中值滤波

(d) 改进后边缘提取

图6 女贞叶显微图

5 结束语

细胞识别中采用改进的中值滤波对细胞进行边缘提取具有直接性、简便性,运算量小,运算速度快,准确

率高,人为因素干扰小等优点。改进后的中值滤波保留了显微细胞图像的主要特征,使后续工作能够有针对性地进行细胞分析和处理。在实际应用中,运用此算法进行图像识别,利用识别结果了解草药细胞的多种细胞特征,对草药的药性做出判断,为下一步草药细胞的研究奠定了基础。

参考文献:

- [1] Wan Honglin, Peng Yuhua, Guo Rui. Adaptive multistage median filtering based on direction[J]. Journal on Communication, 2006, 27(4): 119-123.
- [2] Smolka B. Adaptive impulsive noise removal in color images [C]//Proceedings of APSIPA ASC 2009. [s. l.]: [s. n.], 2009: 755-764.
- [3] Qu Zhongshui, Wang Jianwei. A color YUV image edge detection method based on histogram equalization transformation [C]//Proc of sixth international conference on natural computation. Yantai: IEEE, 2010: 3546-3549.
- [4] Jiang Mingxing, Chen Guohua. Research and application of metallographical image edge detection based on mathematical morphology [C]//Proc of third international symposium on intelligent information technology application. Nanchang: IEEE, 2009: 477-480.
- [5] Hameed Z, Wang C. Edge detection using histogram equalization and multi-filtering process [C]//Proc of IEEE international symposium on circuits and systems. Rio de Janeiro: IEEE, 2011: 1077-1080.
- [6] Shang Yaceng, Chen Jing, Tian Junwei. The study of sub-pixel edge detection algorithm based on the function curve fitting [C]//Proc of 2nd international conference on information engineering and computer science. Wuhan: IEEE, 2010: 1-4.
- [7] 吴忠, 朱国龙, 黄葛峰, 等. 基于图像识别技术的手写数字识别方法[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(12): 48-51.
- [8] 李雷, 张宁, 房小萍. 基于二级模糊增强的图像分割[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(12): 161-163.
- [9] 沈德海, 张龙昌, 鄂旭. 基于统计阈值检测的中值均值滤波算法[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(5): 34-36.
- [10] 张伟, 王军锋, 王涛, 等. 一种基于改进算子的形态学边缘检测算法[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(6): 23-26.
- [11] 沈德海, 侯健, 鄂旭, 等. 一种噪声密度估计的梯度检测滤波算法[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(6): 82-85.
- [12] 夏政委. 基于多重分形的图像边缘提取研究[D]. 西安: 西北大学, 2009.

一种改进的中草药显微图像边缘提取算法

作者：

[侯青](#), [李伟](#), [任娜娜](#), [刘玉娥](#), [孙静](#), [HOU Qing](#), [LI Wei](#), [REN Na-na](#), [LIU Yu-e](#), [SUN Jing](#)

作者单位：

[侯青, 孙静, HOU Qing, SUN Jing\(陕西中医学院, 陕西 咸阳, 712046\)](#), [李伟, 任娜娜, 刘玉娥, LI Wei, REN Na-na, LIU Yu-e\(长安大学 信息工程学院, 陕西 西安, 710064\)](#)

刊名：

[计算机技术与发展](#)

英文刊名：

[Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期)：

2014(8)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201408058.aspx