

基于细胞逻辑、形态特征图像分割新算法*

马义德** 李廉 戴若兰

(兰州大学干旱生态国家重点实验室, 信息科学与工程学院 兰州 730000)

【摘要】在MATLAB软件中结合细胞逻辑、形态特征提出了一种图像分割和计数的新算法, 这种算法的主要思想是通过逻辑运算、拉氏变换和数学形态学运算的处理, 首先提取细胞图像中的逻辑信息, 再根据细胞特有的圆形、椭圆形形态特征, 将细胞从整个背景中进行分割处理, 并根据逻辑信息、形态特征实现了血细胞图像的简单计数, 实现了特定血细胞的单独分割, 其算法简单、可靠。

关键词 形态特征; 逻辑特征; 血细胞; 图像分割

中图分类号 O236

在生物医学领域, 尤其在细胞胚胎学研究、伤口愈合、免疫、肿瘤细胞的代谢与侵入机理探索中, 细胞结构和功能关系研究是一项非常重要的工作^[1], 而细胞图像的量化分析是这种研究的前提之一, 因为细胞图像的低灰度、亮度的不均匀性以及细胞图像特有的复杂结构特性使得细胞图像分割和计数变得非常困难^[2-8]。文献[1]给出了基于中值滤波和数学形态算法的肿瘤细胞的图像分割方法, 文献[2]给出了活细胞标本的两级近似区域分割方法, 文献[3]给出了改进的多分辨率算法的细胞图像分割算法, 文献[6]提出了细胞形态和梯度信息的植物细胞图像分割算法, 但因为细胞结构、形态的复杂性, 不同的方法分别适合于特定细胞图像的分割, 各种方法分别利用细胞的边缘特性、统计特性及生化属性等分别实现图像分割。本文提出了一种如图1处理过程的结合细胞形态、逻辑特征的血细胞图像分割新算法, 实现血细胞图像的分割和简单计数, 还能实现特定血细胞的单独分割。

1 算法描述

本文提出的基于细胞逻辑、形态特征的图像分割算法是针对图1a血细胞图像而设计的。观察图1a血细胞图像发现其几何形态为椭圆、圆形, 且其内部有亮点, 若变为二值图像, 则该亮点就是血细胞图像特有的逻辑信息, 这里充分利用血细胞的这种逻辑特性, 首先借助形态运算、逻辑运算和拉氏算子等提取这种亮点逻辑信息, 再结合血细胞圆形、椭圆的外凸形态特性, 从原始血细胞整幅图像背景中分割出血细胞图像, 同时还利用这种亮点逻辑信息和外凸形态特性实现了血细胞个数的计数和特定细胞的分割, 便于后续工作中进一步进行量化分析研究。

2 算法实现

本算法全部用MATLAB5.10工具软件来实现, 包括噪声抑制、血细胞特征提取、特定细胞图像的分割等步骤, 详细过程说明如下。

2.1 噪声抑制

因为细胞图像胶片制作过程中产生各种颗粒噪声, 照相过程中产生亮度的不均匀等各种干扰如图1a所示, 这里用中值滤波进行处理, 得到如图1b所示的噪声抑制后图像。

2001年5月23日收稿

* 国家自然科学基金资助项目, 编号: 39770375; 甘肃省自然科学基金资助项目, 编号: ZS001-A25-008-Z

** 男 39岁 博士 副教授

2.2 血细胞逻辑特征提取

观察图1b, 可见在该图像中每一个血细胞上都有一个亮点, 该亮点是区别背景与血细胞图像的特有属性, 利用它能够将血细胞从图像背景中分割出来, 为此利用拉氏算子提取该细胞图像的高频细节(也即细胞的边缘和轮廓特征), 如图1c所示, 将其二值化, 见图1d, 再与原图像二值化非(原图二值化图像记为A5)进行逻辑“与”运算, 得到血细胞亮点图像如图1e所示(图像A6), 显然背景上还有黑点存在, 故再对图像A5进行腐蚀处理, 然后与图像A6进行逻辑“与”运算: $B=(erode(A5))\&(A6==0)$, 得到分离的血细胞图像内部亮点逻辑特征信息如图1f所示(图像B), 因为这里要用原始血细胞图像中的亮点逻辑特征作为分割血细胞图像的唯一要素, 为此进行腐蚀运算以剔除图像中的边缘轮廓和背景黑点干扰, 而只留下灰度为零的亮点逻辑特征。

2.3 细胞分割

血细胞亮点逻辑信息和圆形、椭圆形几何外凸形态特征是分割血细胞与背景的重要属性, 在图像处理中得到该亮点矩阵的行、列坐标也就得到了分割血细胞图像的行列坐标, 因此用MATLAB5.10中find(B)语句先求得亮点逻辑特征的行、列坐标 r 、 c , 再用语句**bwselect(C,r,c,8)**选择出血细胞图像, 显然, 这样得到了从背景中分割出来的血细胞图像(E)如图1g所示。这里C为二值化的原血细胞图像, 而语句**bwselect(C,r,c,8)**中参数8就利用了血细胞圆形、椭圆形几何形态特征, 在亮点属性决定坐标 r 、 c 下, 选择出任何8邻域连接的圆形、椭圆形血细胞。即只有同时满足亮点属性和圆形、椭圆外凸几何形态特性要求, 才能分割出血细胞图像来。

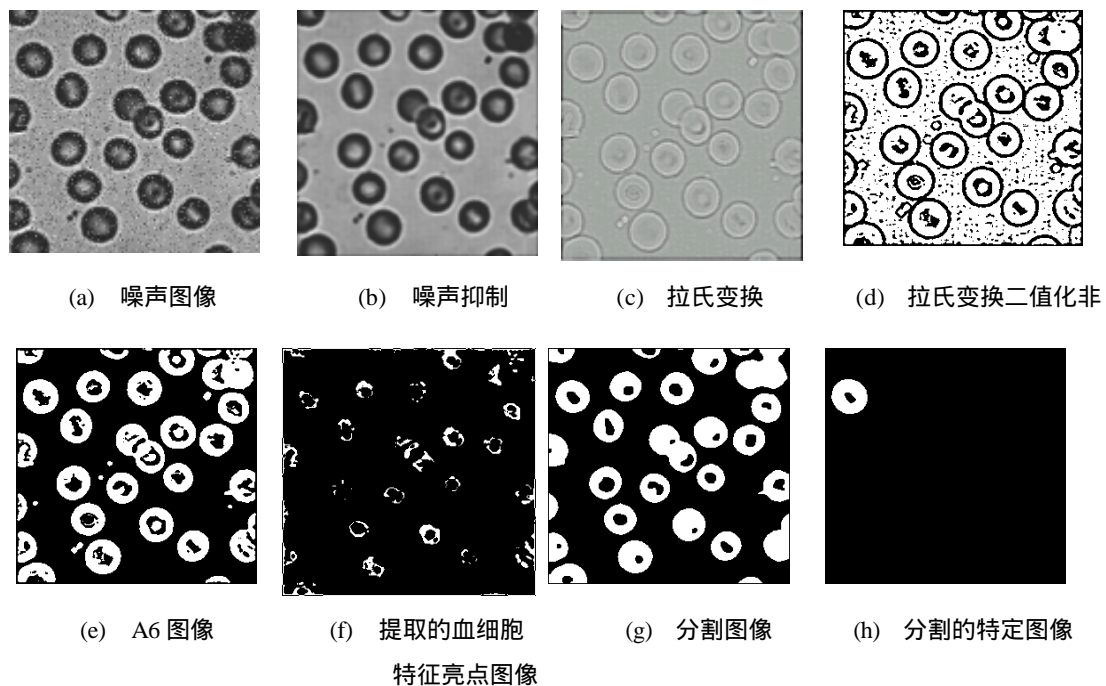


图 1 血细胞图像分割和技术

2.4 细胞计数

细胞计数同样是各种病理检查等生物医学研究的常用手段, 常规一般是在显微镜下采用人眼粗略估算方式, 这种方法费时费劲, 且时间长了人眼容易疲劳, 在此可用计算机实现自动计数, 对于图1g利用MATLAB5.10标记语句**bwlabel(E,8)**, 可标记出8邻域连接的圆形、椭圆形几何外凸形态的血细胞的序号和个数: $[L, N]=bwlabel(C,8)$, 这里 L 为细胞序号, N 为细胞个数, 而参数8考虑了血细胞的圆形、椭圆形几何外凸形态特征, 意味着图像C中任何8邻域连接的细胞都将计数。执行该语

句得到了整幅图像中血细胞个数计数 $N=28$ 。

2.5 特定细胞分割

确定了细胞序号 L 就可以实现特定细胞的分割处理,对于分割出来的整幅血细胞图像,还可在MATLAB5.10软件下进行进一步的分割,以得到特定的血细胞图像,若只想分割出序号为6($L=6$)的血细胞图像,利用分割思路 $[r, c]=\text{find}(L=6)$ 和 $\text{cell6}=\text{bwslect}(E,c,r,8)$ 得到第六个血细胞图像如图1h所示。

3 结束语

由于细胞图像的复杂性,不可能有一个统一的分割方法实现任何细胞图像的分割处理,本文提出的利用MATLAB软件的一种细胞逻辑和形态特征的图像分割新算法适合于类似动物血细胞图像,但同时该方法除了能够实现血细胞图像的一般分割处理外,还能进行血细胞个数计数和特定细胞的单独分割,这点是以前任何一种传统图像分割方法所无法实现的,因此该方法的提出对于图像分割技术具有重要的现实意义。

MATLAB软件提出的分割方法思路新颖、独特、实现简单、可靠,与其他分割方法一样只适合于某一特定细胞图像的分割,除了进行一般的图像分割外,该算法还能进行细胞的计数和特定序号细胞的单独分割,尽管这种方法的计数比较粗糙,例如,对于两个相邻重叠的血细胞的计数不太准确,但在生物学意义上已足够了,而实现单独分割这点是以前任何一种传统图像分割方法所无法实现的。另外,该方法对于相邻联系紧密、形状特殊的植物细胞图像的分割不太适合,有待进行研究。

参 考 文 献

- 1 Dwi Anoragaingrum. Cell segmentation with median filter and mathematical morphology operation. In Proc. of the IEEE 10th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP). 1999: 1 043-1 046
- 2 Keng Wu. Live cell image segmentation. IEEE Trans On Biomedical Engineering. 1995, 42(1): 1-12
- 3 Jeacocke Mark B. A multi-resolution algorithm for cytological Image segmentation. In Proc. of The 1994 Second Australian and New Zealand conference on intelligent information systems, Australian. 1994, 322-326
- 4 Micheli-Tzanakou, Sheikh H, Zhu B. Neural networks and blood cell identification. J. of Med. Systems, 1997, 21(4): 201-210
- 5 Alberto Diaspro. Characterizing biostructures and cellular events in 2D/3D (Using wide-field and Confocal Optical Sectioning Microscopy). IEEE Engineering in Medicine and Biology. EMB-M, 1996, 1/2: 92-100
- 6 Fernandez G. A new plant cell image segmentation algorithm. In Proc of the 8th Int.Conference On Image Analyze and Processing, San Remo Italy. 1995: 229-224
- 7 张玉兴, 彭清泉. 基于神经网络的超声医学图像自动分割. 电子科技大学学报. 1997, 26(4): 362-365
- 8 赵志钦, 王建国, 黄顺基. SAR图像的边缘检测方法研究. 电子科技大学学报. 2000, 29(3): 225-228

An New Segmentation Method of Cell Image Based on Logical and Morphological Information

Ma Yide Li Lian Dai Rolan

(The State Key Laboratory of Arid Agroecology, The School of Information Science & Engineering of Lanzhou University, Lanzhou 730000)

Abstract A new, simple algorithm of counting and segmenting cell image is suggested in this paper. It is based on the feature of cell's logical and morphological information. By using of mathematics morphological、logical operation and laplacian filter, the method is realized with the MATLAB 5.10. Specially, first, it gets the logical and morphological feature of blood cell image with logical and morphological operation. Then, distinguishes the segmented cells from their background according to this feature, and at the same time this method can segment special blood cell from its neighborhood. Particularly does this method can count the number of blood cells, however, this counting is not very accurate. In this article the segment effect of this algorithm is tested with blood cell image and the result is desirable. It is very useful for cell image where the cells don't contact closely.

Key words mathematical morphological operation; logical operation; laplacian filter; cell image segmentation

• 科研成果介绍 •

小型高效低纹波电源技术

主研人员: 钟洪声 黄香馥 胡燕萍等

“高频软开关技术”实验样机电源成功地应用了恒频、箝位、零电压谐振开关技术。在“功率因数校正技术”实验样机电源中成功地应用了零电压传输开关技术,提高了功率因数实验样机电源的工作频率,完成了高效、高功率密度实验样机。

在两个实验样机安装中,采用了高密度的组装技术,特别是应用了高频脉冲功率变压器的串联技术,进一步提高了模块电源的功率密度。该电源性能优越,技术指标先进,已经达到实用的程度,经用户试用,受到好评。该技术对开关电源的小型化具有实际推广应用价值。

• 甬 江 •