文章编号：1002-2082(2010)05-0745-03

显微图像阈值分割算法的研究

许 艳
（西安体育学院，陕西 西安 710068）

摘 要：针对细胞图像分割问题，考虑传统阈值分割方法的局限性，提出一种自适应局部阈值分割算法。该算法的基本思想是通过自适应阈值选取对每个像素确定以它为中心的一个邻域窗口，计算窗口内像素的最大和最小值，再取它们的均值为阈值，以此分割图像。分别用自适应阈值分割法和迭代阈值的图像分割方法实现图像分割，实验结果表明：自适应阈值分割法效果良好，具有鲁棒性。

关键词：细胞图像；图像分割；阈值
中图分类号：TN911.73；TP391.4 **文献标志码**：A

Threshold segmentation method of microscopic image

XU Yan
(Xi'an Physical Education University, Xi'an 710068, China)

Abstract: To overcome the limitations of traditional threshold algorithm, an algorithm for adaptive segmentation is proposed. According to the basic concept of the algorithm, a window is defined for every pixel with itself as center, the maximum and minimum value of the pixels in the window are calculated and their average is used as the threshold for image segmentation. Two different image segmentation methods are used, adaptive threshoding and iterative threshoding. The experimental results show that adaptive threshoding achieves higher performance and robustness in practical applications.

Key words: cell image; image segmentation; threshold

引言

在对图像的研究中，人们常常希望能够辨识出图像中的某些目标。图像分割就是指把图像分成各具特征的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程[1]。在通常情况下显微细胞目标比例小，背景复杂，又很多干扰和噪声，而不同聚焦面上的目标灰度又不一致，若是非染色细胞图像，其反衬度更小，因而对显微细胞图像的分割是十分复杂和困难的[2]。一般的图像分割方法有阈值化、基于边界的分割、基于区域的分割。其中基于边缘分割的最常见的问题是在没有边界的地方出现了边缘以及在实际存在边界的地方没有出现边界，这是由图像噪声或图像中的不适合的信息造成的。基于区域增长方法分割后的图像，时常是由于参数的设置非最优性造成，不是含有太多的区域就是含有过少的区域。阈值化是最简单的分割处理，计算代价小，速度快，用一个亮度常量即阈值来分割物体和背景[3]。

近年来，国内外一些学者提出了分割算法，Quan 提出了自动寻找混合高斯模型分割阈值的方法，Gargesha 等人采用了迭代阈值框架进行图像分割，Phung 等人提出了结合图像信息检测算法，Cho 提出了自适应的调整阈值大小方法，但是这些方法都是采用迭代计算方法寻找最优阈值，使得计算复杂度大大增加。本文提出了一种自适应阈

收稿日期：2009-11-30； **修回日期**：2010-05-14
作者简介：许艳(1974—)，女，陕西西安人，硕士，讲师，主要从事计算机应用方面的研究。E-mail：guilinxuyan@yahoo.com.cn

值分割算法,通过对图像按照坐标分块,对每一块分别选取一阈值进行分割。该算法的时间和空间复杂度比较大,抗噪声能力较强。

1 图像阈值分割法

基于阈值的分割方法一般建立于一定的图像模型,其模型假设如下:假设图像由具有单峰灰度分布的目标和背景组成,在目标或背景内部的相邻像素间的灰度值是高度相关的,但在目标和背景交界处两边的像素在灰度值上又有很大的差别。一般的阈值分割步骤如下:首先在图像的的最大和最小灰度值间确定一个灰度阈值,其次将图像中的每个像素灰度值和阈值相比较,最后依照比较结果把像素划分和归类[4]。其中能否确立合适的阈值是对图像进行正确、方便分割的关键。

1.1 自适应阈值分割法

常用的阈值方法由全局阈值法和自适应阈值法[5]。全局阈值法是依据不同的目标对图像分割采用一个最佳阈值,即分割过程中图像上每个像素使用的阈值都相等,阈值与图像部分的位置无关。但是在很多情况下背景的灰度值并不是常数,物体和背景的对比度在图像中也有变化。这时,一个在图像中某一区域效果良好的阈值在其他区域却可能效果很差。在这种情况下,采用一个随图像中位置变化的函数值作为阈值,这就是自适应阈值法。

自适应阈值选取是对每个像素确定以它为中心的一个邻域窗口,计算窗口内像素的最大和最小值,再取它们的均值为阈值[6]。

如图1所示,所选窗口为当前像素的8邻域窗口,令C为当前像素,P为C的邻域像素。如果v_{max}和v_{min}分别表示8邻域像素的最大和最小灰度值,则阈值可表示为

$$T=\frac{v_{max}+v_{min}}{2}$$

这类算法的时间复杂度和空间复杂度较大,但是抗噪声能力较强,对采用全局阈值不易分割的图像有较好的效果。

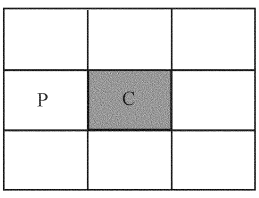

图1 自适应阈值确定法

Fig. 1 Adaptive threshold

1.2 迭代阈值分割法

所谓迭代阈值是指通过自动搜索寻找到比较合适的阈值。选取阈值时先用初始函数把原图全部像素分为前景和背景两大类,分别对其进行积分并将其结果去平均以获取新的阈值,此后再次按此阈值函数将图像分为前景和背景,并用于新的函数。如此反复迭代,当函数不再发生变化时,即迭代收敛于某个稳定阈值,则此刻的阈值作为全局的阈值进行图像分割。迭代法主要是基于逼近的思想,其思路如下:

1) 求出图像的最大灰度值和最小灰度值,分别记为Z_{MAX}和Z_{MIN},令初始阈值$T_0=(Z_{MAX}+Z_{MIN})/2$;

2) 根据阈值T_K将图像分割为前景和背景,计算小于T_0的所有灰度的均值Z_O和大于T_0的所有灰度的均值Z_B(用直方图求就可以)。分别求出两者的平均灰度值Z_O和Z_B;

3) 求出新阈值$T_{K+1}=(Z_O+Z_B)/2$;

4) 若$T_K=T_{K+1}$,则所得即为阈值;否则转2),迭代计算。

此方法对目标和背景为1∶1的图像有较好的分割效果,且运算简单快捷,抗噪声能力比较强,对采用全局阈值不易分割的图像有较好的效果。迭代法表达式为

$$T_{i+1}=\frac{1}{2}\left[\frac{\sum_{K=0}^{T_i}h_k k}{\sum_{K=0}^{T_i}h_k}+\frac{\sum_{k=T_i+1}^{L-1}h_k k}{\sum_{k=T_i+1}^{L-1}h_k}\right]$$

式中:L为灰度级的个数;h_k是灰度值为k的像素点的个数。

迭代阈值分割法的步骤:

1) 获得原图像的首地址及图像的高和宽;

2) 设定初始阈值;

3) 分别计算图像中小于T和大于T的2组平均灰度值;

4) 迭代计算阈值,直至2个阈值相等;

5) 根据计算出来的阈值对图像进行处理。

2 细胞图像分割的实现

细胞图像的原始图如图2所示。该图像是使用上海复星埃科得科技有限公司生产的ACT-2000型,放大倍率为130～30 000倍,最高分辨率为0.22 μm的超高倍显微镜对红细胞标本通过9 800倍成像采集得到的。我们要做的是要把细胞从整幅

图像中分割提取出来。

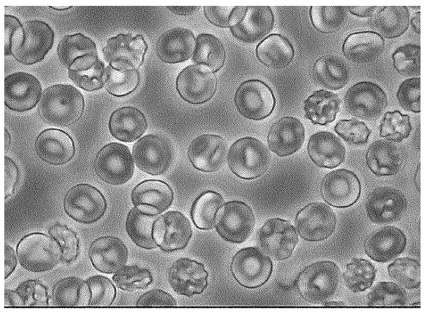

图2 原始图像

Fig. 2 Original image

2.1 自适应阈值分割法

我们选取以每个像素为中心的一个窗口,计算窗口内的最大值和最小值,最后再取它们的平均值为该点的阈值。经过计算将图像分割,如图3所示。该计算窗口阈值为127。

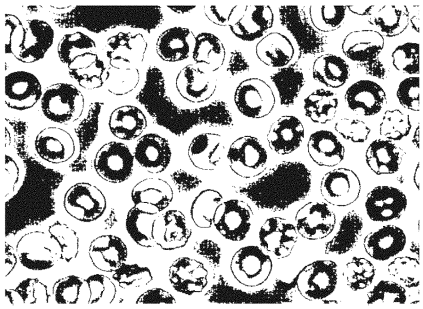

图3 自适应阈值法分割图像

Fig. 3 Adaptive threshold segmentation image

2.2 迭代阈值分割法

图4显示了使用基于前述算法估计的迭代阈值进行的图像分割。迭代算法的应用在初始时使用平均灰度级,在$T_0=0$的情况下进行3次迭代后,用收敛的稳定输出250作为分割阈值。

以上是我们用两种方法处理得到的结果,很显然,已经达到了把目标和物体分割开的目的。就本文所用的例图来讲,自适应阈值分割法的效果较好。如果直方图呈现多峰值时,采用迭代法较易实现。

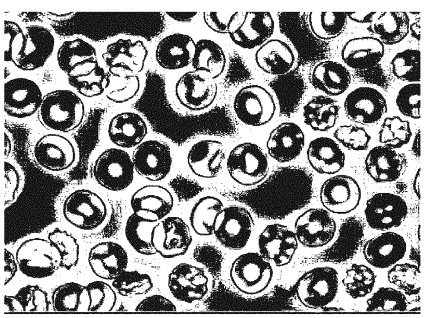

图4 迭代阈值的图像

Fig. 4 Iterative threshold segmentation image

3 结论

细胞图像的分割是细胞识别的基础,图像分割的效果直接影响到识别结果。本文将自适应阈值分割算法和迭代阈值分割算法应用于图像分割。从上述比较中我们可以看出,迭代阈值分割法获取的分割图像的阈值较大,这样,过大的阈值会去掉部分目标;自适应阈值分割法所得到的分割阈值较合适,所以分割处理图像结果较好。可以看出,自适应阈值的图像分割法对细胞图像的处理比迭代阈值分割更有效。

参考文献:

[1] 章毓晋. 图像处理和分析[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
ZHANG Yu-jin. Image processing and analysis[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999. (in Chinese)

[2] 李翊华,胡匡祜. 细胞显微图像灰度梯度双阈值的快速分割[J]. 模式识别与人工智能, 1995,8(4):357-362.
LI Yu-hua, HU Kuang-hu. Double threshold rapid segmentation of cell microscopic image[J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 1995, 8(4): 357-362. (in Chinese with English abstract)

[3] SONKA M, HLAVAC V, BOYLE R. Image processing analysis and machine vision [M]. USA: Thomson Learing and PT Press, 2003.

[4] 杨枝灵. 数字图像获取处理及实践应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
YANG Zhi-ling. Digital image processing and application[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2003. (in Chinese)

[5] 陈宇,庞全,范影乐. 基于直方图判别的细胞图像分割[J]. 杭州电子工业学院学报, 2004(6):21-23.
CHEN Yu, PANG Quang, FANG Ying-le. Segmentation for cell image based on histogram differentiation [J]. Journal of Hangzhou Dianzi University, 2004 (6): 21-23. (in Chinese with an Englis abstract)

[6] 万卫兵,施鹏飞. 基于综合技术的组织细胞图像分割[J]. 计算机应用,2006(2):35-37.
WANG Wei-bing, SHI Peng-fei. Tissue cell segmentation based on integrate techniques [J]. Computer Application, 2006 (2): 35-37. (in Chinese with an English abstract)