DOI: 10.16016/j.1000-5404.1999.04.023

细胞图像的斑点缝隙噪声消除方法研究

易 东* (第三军医大学预防医学系卫生统计学教研室) 重庆, 400038
李辉智 (西南政法大学刑侦系) 重庆, 400031

提 要 目的: 建立消除细胞图像的斑点缝隙噪声方法; 方法: 采用灰度倒数加权法以消除缝隙噪声, 收缩再扩张法以消除斑点噪声, 达到光滑细胞边缘之目的。结果: 消除了人外周血淋巴细胞微核图像的斑点缝隙噪声。结论: 其实验结果较令人满意, 并且该方法可用于其它图像噪声消除的处理。

关键词 细胞图像处理; 斑点噪声消除; 缝隙噪声消除; 边缘光滑
中图法分类号 R319

在制作涂片的过程中, 由于各种原因会使涂片上细胞出现斑点及缝隙噪声, 甚至鳞次栉比, 这就使得本不应相连的区域出现相连的情况, 破坏了原有的形状, 于是为以后的图像处理和识别增添了较大困难。在图像噪声去除方面, 常用方法是灰度平滑法[1,2], 该方法最大缺点是使图像边缘模糊化。因此, 本研究采用了改进的灰度倒数加权[3,4]。本课题研究的是人外周血淋巴细胞图像, 有许多特殊的噪声, 针对这种情况我们也相应地提出了一种新的去噪模型, 经实验验证效果较好。

1 灰度倒数加权法

细胞噪声图见图 1. 此细胞图像有一些丝状和颗粒的边缘, 而且, 其黑色的闭区域内有一些微小的小洞, 因而为以后边缘提取及判别是否椭圆等形状识别的算法带来极大困难。

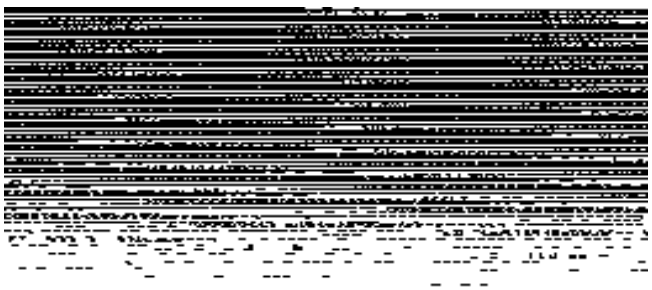


图 1 细胞噪声图

Fig 1 The cell image with much noise

由于引起图 1边缘不光滑和小洞噪声的一个重要因素是由于胞质染色的不均衡性, 于是我们考虑采用邻域平均法使胞质的灰度均匀化。但是简单的局部平均会使图像模糊, 特别会使胞核和胞质的边缘不清晰。为了能保持胞核轮廓边缘的清晰度而又可达到平滑的目的, 决定采用灰度倒数加权法。

1.1 基本原理

本方法所用邻域尺寸通常为 3× 3方形窗口, 并取邻域内各象素灰度的加权平均值取代中心象素原来的灰度级。加给某一象素灰度级的权值是象素与中心象素在灰度级上接近程度的一种度量。灰度级越接近, 权值应越大, 加权平均的算法可用下式表示:

$$g(x,y)=\sum_{(i,j)\in s} w(i,j)\,g^{(0)}(i,j)$$

其中 (x, y)是邻域 s内的中心象素, $g^{(0)}(i,j)$是原始图, w(i, j)代表权值, 它们都是非负数, 且所有 w(i, j)的总和应等于 1. w(i, j)的选择方法见图 2.

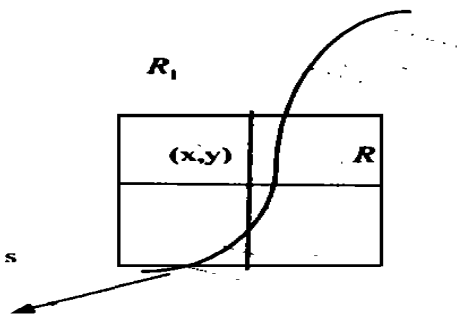


图 2 边界穿过 (x, y)邻域的示意图

Fig 2 Diagram showing the neihborhood of (x, y) through the border of object

在图 2上, R_1, R_2表示图像上两个不同灰度级的区域, 其边界穿过象素 (x, y)的邻域 s. 若 (x, y)靠近两个区域的边界, 那么用 s内所有点的灰度级平均值 (相当于分配给每一象素灰度

* 易 东, 男, 34岁, 副教授, 博士

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

级权值为 1/9)来代表 (x, y)的灰度级,必然会使边界模糊。合理的方法应给 s内灰度级越接近于 (x,y)的那些象素分配越大的权值。反映两象素灰度级是否接近的一种权值是用两象素灰度级差值的倒数表示。两者灰度级越接近则差值越小,权值就越大。若把权值写成矩阵形式,且矩阵中各权值的排列与被加权的象素位置一一对应,那么权矩阵 (通常称之为掩模 Mask)可写成

$$W=[D(x+j,y+j)]=\begin{bmatrix} D(x-1,y-1) & D(x-1,y) & D(x-1,y+1) \\ D(x,y-1) & D(x,y) & D(x,y+1) \\ D(x+1,y-1) & D(x+1,y-1) & D(x+1,y+1) \end{bmatrix} \quad \cdots\cdots (1)$$

其中 $D(x+i,y+j)=\frac{1}{|g^{(0)}(x+i,y+j)-g^{(0)}(x,y)|}$ ……(2)

其中 (2)式中,i, j= - 1, 0, 1,但 i, j不能同时为零。当 i= j= 0即 $g^{(0)}(x+i,y+j)=g^{(0)}(x,y)$时,可取 $D(x+i,y+j)=2$

将 (1)式进行归一化处理,则为,

$$W=\begin{bmatrix} W(x-1,y-1) & W(x-1,y) & W(x-1,y+1) \\ W(x,y-1) & W(x,y) & W(x,y+1) \\ W(x+1,y-1) & W(x+1,y) & W(x+1,y+1) \end{bmatrix} \quad \cdots\cdots (3)$$

中心权 w(x, y)规定取 1/2,其余 8个权元素之和应为 1/2,使得 W中各元素总和等于 1,故有

$$w(x+i,y+j)=-\frac{1}{2}\left[\sum_i\sum_j D(x+i,y+j)\right]^{-1}D(x+i,y+j) \quad \cdots\cdots (4)$$

(4)式中 i, j= - 1, 0, 1,但 i, j不能同时为零。

1.2 实验结果

1.2.1 算法过程

(1) i_0, j_0= 0, 1, 2,……, 512,其中 i_0为行标号, j_0为列标号。 $g^0(i_0,j_0)$为 (i_0,j_0)点处原始图的象素值。

(2)每次读入一个 3× 3模板,即定义二维数组

$$G^{(0)}=\begin{bmatrix} g^{(0)}(i_0-1,j_0-1) & g^{(0)}(i_0-1,j_0) & g^{(0)}(i_0-1,j_0+1) \\ g^{(0)}(i_0,j_0-1) & g^{(0)}(i_0,j_0) & g^{(0)}(i_0,j_0+1) \\ g^{(0)}(i_0+1,j_0-1) & g^{(0)}(i_0+1,j_0) & g^{(0)}(i_0+1,j_0+1) \end{bmatrix}$$

(3)计算 D矩阵

$$D=\begin{bmatrix} D(i_0-1,j_0-1) & D(i_0-1,j_0) & D(i_0-1,j_0+1) \\ D(i_0,j_0-1) & D(i_0,j_0) & D(i_0,j_0+1) \\ D(i_0+1,j_0-1) & D(i_0+1,j_0) & D(i_0+1,j_0+1) \end{bmatrix}$$

其中 $D(i_0,j_0-1)=1\backslash|g^{(0)}(i_0-1,j_0-1)-g^{(0)}(i_0,j_0)|$

$D(i_0-1,j_0)=1\backslash|g^{(0)}(i_0-1,j_0)-g^{(0)}(j_0,j_0)|$

……其余以此类推。

(4)进行归一化处理

$$h(i_0,j_0)=\frac{1}{2}\left[\sum_i\sum_j D(i_0+i,j_0+j)\right]^{-1}$$

其中 i, j= - 1, 0, 1,由此得

$$W=\begin{bmatrix} W(i_0-1,j_0-1) & W(i_0-1,j_0) & W(i_0-1,j_0+1) \\ W(i_0,j_0-1) & W(i_0,j_0) & W(i_0,j_0+1) \\ W(i_0+1,j_0-1) & W(i_0+1,j_0) & W(i_0+1,j_0+1) \end{bmatrix}=h(i_0,j_0)\cdot D$$

其中 w(i_0, j_0)规定为 1/2

(5)计算平滑处理后 (i_0, j_0)点的灰度 g(i_0, j_0)

计算 $T^{(0)}=G^{(0)}\otimes W$即是对应元素相乘

g(i_0, j_0)<= $T^{(0)}$中各元素之和

1.2.2 结果见图 3

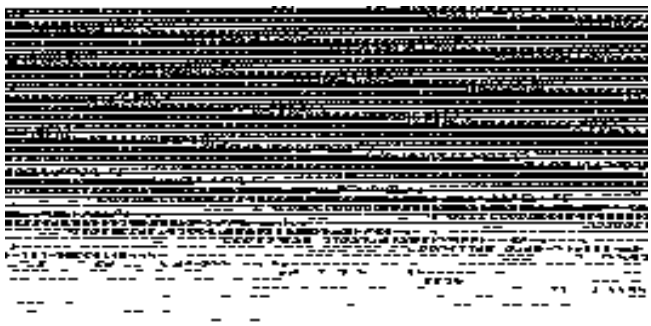


图 3 灰度倒数加权法处理后的结果

Fig 3 The result proccessed by back-weight method

将图 3和图 1进行比较,不难看出图 3的边缘不会有一些丝状的颗粒,而只剩下一些块状的颗粒;另外,一些大的黑色区域里的小洞已不复存在了。

2 二值图像收缩再扩张法

从上面的实验结果可看出,其二值图的边缘还有些块状的颗粒及缝隙噪声。下面,我们采用第一步收缩所有黑区域而第二步再扩张它,这样第一步中将使边缘的一些小的块状颗粒完全消失,而且在第二步扩张后不能复原,以此达到进一步光滑之目的。

2.1 基本原理

2.1.1 对任一图像子集 s,在给定到 s的距离为 t之内的图像点集能够由 s"扩展"到 $\bar{s}$($\bar{s}$为 s的补集)中去而得到:由 ψ_s开始,并把凡是有 1作为其邻近点的 0都改变为 1;这样重复 t次。所用邻近点的类型必须与其距离函数相对应;对 d_4使用 4 - 邻近点,对 d_8使用 8- 邻近点,并且对多边形距离则把 d_4, d_8轮换使用。同样,不在给定到 $\bar{s}$的距离为 t之内的点集能由收缩 s而得到,即由 $\psi_{\bar{s}}$开始,凡是以 0作为其邻近点的 1都改变为 0,并重复 t次。注意,收缩 s与扩大 $\bar{s}$是一样的。扩展与收缩两者都能在并行机器中十分有效地进行。

如果首先把 s收缩 k次,然后再扩大这个结果,即得到 s的简化形式,在其中,小分量或小块已被删去,这种技术能够从不连续边缘建立合理区域。

2.1.2 算法过程

2.1.2.1 选定特定子图像 (即值为 1时为收缩运算;值为 0时为扩展运算)。

2.1.2.2 当特定子图像的值为 0时,对每个值为 1的象素作处理。如果其任一邻域象素 (8邻域或 4邻域)的值为 0,该象素值由 1变成 0。

2.1.2.3 当特定子图像的值为 1时,对每个值为 0的象素作处理,如果其任一邻域象素 (8邻域或 4邻域)的值为 1,该象素值由 0变为 1。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2　实验结果见图 4

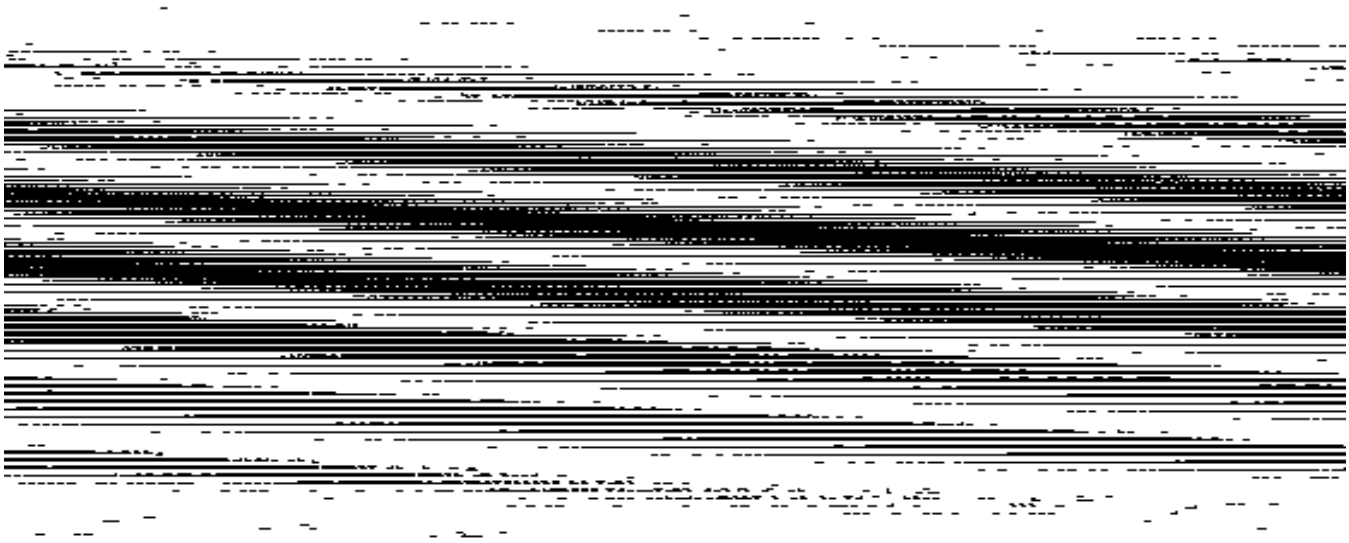


图 4　收缩再扩张算法实验结果

(a)去除小洞噪声　(b)第一次收缩　(c)第三次收缩　(d)平滑后的结果

Fig 4　The smoothing results obtained by contract-expand method

(a) Wipe off role-noise　(b) The first contracting　(c) The third contracting　(d) The smoothing result

3　讨论

从以上的基本原理和实验结果可知,灰度倒数加权法能使得图像边缘上丝状和黑色区域里的小洞被有效地去除掉.此特性对于以后进行边缘的探测和形状的正确识别提供了可靠的基础.

在经过收缩扩张算法后,把一些小的块状的小颗粒去掉了.此步不仅可去掉一些小的块状杂质,而且可以使边缘得以光滑.

以上边缘光滑算法不仅可以使微核识别中胞质二值图得以光滑,而且还用于其它细胞识别及图像处理中,即可形成一通用算法.

参考文献

1 田　捷,沙　飞.实用图像分析与处理技术.北京:电子工业出版社,1994.79~120

2 黄　智.图像处理和识别实用程序库.天津:天津科学技术出版社,1987.41~54

3 周新伦.局部平均法图像平滑技术综述.通信学报,1983,2(1):51

4 Fu K S, Mui J K. A survey of image segmentation. Pattern Recognition, 1981, 13(3): 3

(收稿: 1998-06-08;修回: 1998-11-11)

(编辑　刘　鹏)

Elimination of spot and crack noise in imaging of cells

Yi Dong, Li Huizhi (Department of Health Statistics, Faculty of Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing, 400038)

Abstract　Objective: To seek a method to eliminate the spot and crack noise in the image of cells. Methods: In the imaging of human lymphocytes, the back-weight method and contract-expand method were employed to wipe off the role noise and crack noise respectively. Results: The spot and crack noise in the imaging of human lymphocytes was eliminated by these methods. Conclusion: The results are satisfactory and these two methods can be used in imaging of other subjects.

Key words　contract-expand; elimination of spot noise; elimination of crack noise; the smooth of the edge.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net