

一种高效去除椒盐噪声的中值滤波方法

罗 玲,王修信

(广西师范大学 计算机科学与信息工程学院,广西 桂林 541004)

摘 要:提出了一种基于先检测、后滤波的椒盐噪声滤除算法.将像素值为 0 或 255 附近的像素点作为疑似噪声点,其余点为信号点.信号点不做任何处理,以保留更多的图像细节.而对于疑似噪声点,首先用改进的自适应极值中值方法进行噪声检测,并将检测结果记录在一个二值矩阵 flag 中,其中信号点记为 1,噪声点记为 0.然后根据图像像素值矩阵与 flag 的点积进行自适应中值滤波处理.实验结果表明,不仅对真实含噪图像处理有很强的适应性,而且对噪声密度高的图像,能在有效去除椒盐噪声的同时保护图像细节.在不同噪声率下均优于标准中值(SMF)滤波法及其一些改进方法,在噪声密度为 10%~90%其峰值信噪比(PSNR)平均提高 6dB.

关键词:椒盐噪声;自适应中值滤波;噪声检测;噪声去除;峰值信噪比

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2011)11—0118—04

An Efficient Salt—and—Pepper Noise Removal by Median Filter

LUO Ling, WANG Xiu-xin

(College of Computer Science and Information Technology, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

Abstract: A simple algorithm based on noise—detected is presented to remove salt—and—pepper noise from gray—scale image. Each pixel is classified to be signal pixel or possible noise pixel, and the value of possible noise pixels is near 0 or 255. The signal pixels are kept untouched in the filtering process to preserve the detail of the image, while the possible noise pixels are removed by using an improved Adaptive Median Filter, which fixes the noise pixels by utilizing the dot product of the matrix of gray value and a binary matrix, named flag, that is used to record the noise detection results based on improved adaptive Extremum and Median value. A signal pixel is for the value of 1 while a noise is 0 in flag. Simulation results show that the algorithm has strong adaptability to deal with the real noise images. And it can suppress noise effectively and preserve the image details in the high noisy rate. This algorithm outperforms the Standard Median Filtering (SMF) and its improved algorithms for different noise ratio. The PSNR is increased about 6dB on average when the noise rate ranging from 10% to 90%.

Key words: salt and pepper; adaptive median filtering; noise detection; noise removal; PSNR

1 引言

在图像处理过程中,由于图像所产生的脉冲噪声,会在图像中引起黑、白点状随机噪声,通常称之为椒盐噪声(Salt and Pepper Noise).椒盐噪声极大地降低了图像质量,因而去除该噪声对提高图像分割、特征提取、图像配准等的效果都具有重要的意义.

目前去除噪声的方法主要是进行图像滤波.传统的滤波算法有以局部平均法为代表的线性滤波和以中值算法为代表的非线性滤波^[1].线性滤波方法容易损失图像的细节信息,不适合于椒盐噪声滤除.Turkey 提出了非线性的中值滤波算法^[2],在保护图像细节的同时能有效地滤除噪声,可以获得较满意的复原效果.传统的中值滤波器虽然它去除椒盐噪声非常有效,但是它不仅去除了噪声点,也改变了信

收稿日期: 2011—01—15; **修回日期:** 2011—02—16

基金项目: 国家自然科学基金项目(41061040);广西研究生教育创新计划项目(2010106020812M59)

(2) 在二值矩阵的 $(5, M-4)$, $(5, N-4)$ 范围内查找 flag 值, 若值为 1, 则说明对应原图像中像素是一个信号点, 保留原值直接输出. 若值为 0, 则说明是一个噪声点, 进入(3).

(3) 取窗口. 初始窗口尺寸为 3×3 , 计算窗口中原图像的像素值与其对应的二值矩阵 flag 值的点积, 并记录点积矩阵中值大于 0 的元素个数 count. 若 $\text{count} = 0$, 说明窗口内所有像素点都被污染, 则扩大窗口尺寸; 否则, 进入(4).

(4) 将点积矩阵的值按降序进行排序. 因为噪声点的 flag 值均为 0, 故噪声点在点积矩阵中的对应的值也为 0, 它们都排在数列的后面. 因此, 数列中第 $\lceil \text{count}/2 \rceil$ 个值 ($\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整) 即为窗口内不含噪声点的像素值的中值. 输出该值.

3 仿真实验与分析

3.1 Matlab 仿真实验

在实验中, 采用图 2(a) 所示大小为 1024×664 个像素、灰度级为 256 的遥感图像进行仿真实验. 可以看到该图像有很明显的椒盐噪声, 尤其是左上角部分以及下面中间的部分. 而图(b)则为文中方法处理后的效果图.

由图 2(a) 与 (b) 的对照可以看出本方法不仅能去除图像中的椒盐噪声而且还能很好的保持图像的边缘细节. 然而如果把椒盐噪声的取值局限在 0 或 255, 处理后的图像与原始图像在原始尺寸大小上看不到明显的变化.

用本方法处理噪声密度很高的图像效果也是显著的. 将图 3(a) 所示的 mountain 图像加入 70% 的椒盐噪声后如图(b), 分别用标准中值滤波(SMF)、自适应中值滤波(AMF)以及文中方法进行去噪, 去噪结果如图(c)、(d)、(e)所示. 可以看出即使噪声密度高达 70%, 文中算法仍能在去除噪声的同时很好地保持图像的细节.

3.2 性能指标分析

对于椒盐噪声的滤除效果, 采用峰值信噪比 (PSNR) 作为评价指标, PSNR 值越大, 去噪图像的质量越高. 设 $f(x, y)$ 为原始无噪声图像, $f'(i, j)$ 为去噪后的图像, 图像大小为 $M \times N$, 则 PSNR 值定义为:

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i^2}{\text{MSE}}$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (f(i, j) - f'(i, j))^2$$

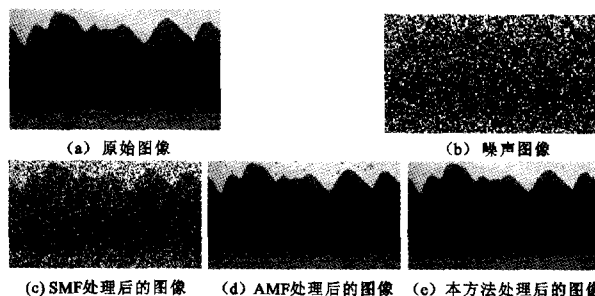


(a) 原始图像



(b) 处理后的图像

图 2 原始遥感图像和处理后的图像



(c) SMF处理后的图像 (d) AMF处理后的图像 (e) 本方法处理后的图像

图 3 加入 70% 椒盐噪声后用不同方法处理后的图像

其中, MSE 为均方误差, $\max_i$ 为 $f(i, j)$ 的最大值, 对 8 比特的灰度图像而言, $\max_i = 255$.

为了比较不同噪声密度情况下的滤波效果, 对图 3(a) 的 mountain 图像均匀地、随机地加入不同密度的椒盐噪声并用 PSNR 值来描述滤波效果的好坏, 计算 SMF、AMF、文中算法滤波后图像的 PSNR 值, 如图 4 所示. 可以看出, 在同一噪声率下, 文中算法得到的 PSNR 值最大, 这也从客观角度说明了该算法的性能优于 SMF 算法和 AMF 算法.

4 结束语

文中提出了一种可以在高密度噪声下去除椒盐

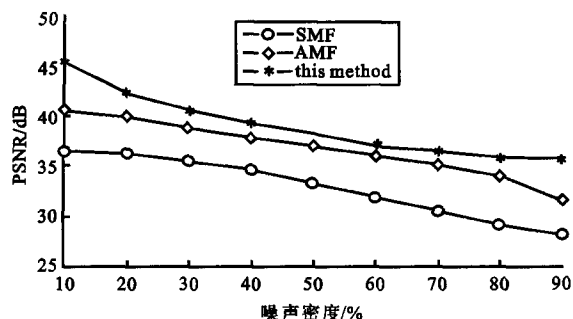


图4 不同噪声水平下比较不同方法

去噪后图像的峰值性噪比

噪声的滤波算法,该算法分噪声检测和噪声滤波两步进行.在噪声检测阶段扩大椒盐噪声疑似噪声点的像素值范围为0或255附近的值,这样在处理实际噪声图像的时候适应性更强,去噪效果更明显.并且用改进的自适应极值中值方法进行噪声检测,能更准确地保留信号点,检测噪声点.在进行噪声滤波的时候,建立了一个用以标记信号点和噪声点的二值矩阵flag.利用自适应窗口内的flag矩阵与像素矩阵的点积可以方便快速地对图像进行去噪处理,而且其降噪与保留细节效果即使是在高密度噪声情况下仍然令人满意.

参考文献:

- [1] Gonzalez R C, Woods R E. Digital image processing [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003: 97-98.
- [2] 黄春艳,张云鹏,黄红艳. 基于灰色关联度的图像混合噪

声的自适应滤波算法[J]. 微电子学与计算机, 2010, 27(2): 126-128.

- [3] Zhang S, Karim M A. A new impulse detector for switching median filters [J]. IEEE Signal Processing Letters, 2002(9): 360-363.
- [4] 李树涛,王耀南. 图像椒盐噪声的非线性自适应滤波[J]. 中国图象图形学报, 2000(12): 999-1001.
- [5] 曲延锋,徐健,李卫军,等. 有效去除图像中脉冲噪声的新型滤波算法[J]. 计算机辅助设计与图形学报, 2003, 15(4): 397-401.
- [6] 武英. 一种图像椒盐噪声自适应滤除方法[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(1): 148-150.
- [7] 陈恒金,马小虎,郭震,等. 基于改进脉冲噪声检测及自适应滤波方法[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(5): 1985-1988.
- [8] 王培珍,黄永华,高尚义. 一种基于模糊推理的噪声检测及自适应滤波方法[J]. 中国图象图形学报, 2009, 14(11): 2217-2222.
- [9] Xing Cangju, Wang Shoujue, Deng Haojiang. A new filtering algorithm based on extremum and median value [J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6(6): 533-536.

作者简介:

罗玲 女, (1984-), 硕士研究生. 研究方向为计算机图像处理.

王修信 男, (1963-), 博士, 教授. 研究方向为遥感与地理信息系统.