

文章编号: 1000-5013(2011)02-0150-03

数字图像的混合噪声去除

陈华玲, 冯桂

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 针对混有高斯噪声和椒盐噪声的数字图像去噪, 提出一种混合噪声滤波算法. 首先判断滤波窗中心像素是否是噪声点, 如果是噪声点, 则取窗口内与其他像素灰度差值绝对值和最小的那个像素值作为噪声点的灰度值; 否则, 不改变当前像素值. 通过实验分析比较, 该算法能够在去除噪声的同时更最大限度地保留图像的细节信息, 并且由于算法在时域内进行, 其运算量少, 易于实现.

关键词: 高斯噪声; 椒盐噪声; 混合噪声滤波算法; 图像细节

中图分类号: TP 391.41

文献标志码: A

图像在形成、传输过程中, 不可避免会受到噪声干扰, 这会严重影响图像的视觉效果. 目前, 最常用的图像去噪工具是均值滤波器和中值滤波器. 文献[1]提出自适应中心加权的中值滤波, 能够针对不同噪声污染程度自适应地进行平滑. 文献[2]以脉冲噪声点的极值作为判断依据. 文献[3]采用模糊加权方法对均值滤波算法进行改进. 这些方法各有其优势, 如文献[1-2]对椒盐噪声的去噪能力较好, 而文[3]对高斯噪声的去噪效果好. 然而在实际过程中, 图像往往会同时受到高斯噪声和椒盐噪声的干扰, 而采用单一滤波器对混合噪声进行处理, 都不能达到最好的效果^[4]. 为了尽可能地去除噪声和保留图像细节信息, 文献[5]提出图像去噪混合滤波方法. 本文改进了自适应中值滤波方法^[1]和混合噪声的自适应算法^[5], 提出一种针对混有高斯和椒盐噪声的滤波算法.

1 滤波器的设计

为了更好地保持图像细节信息, 对文献[5]中提出的滤波器进行改进. 文献[5]中对椒盐噪声的处理是采用剩余像素均值, 这在一定程度上会造成细节丢失. 对于灰度级为 256 的图像, 由于椒盐噪声多表现为或亮(灰度值为 255)或暗(灰度值为 0)的像素点, 基于图像除了边缘细节及噪声污染外, 其他区域具有一定的平滑性. 因此, 噪声点与相邻像素灰度值的差值的绝对值之和会大于平坦区域与相邻像素灰度值的差值的绝对值之和. 所设计的算法采用文献[5]的算法来检测椒盐噪声点. 对检测到的椒盐噪声点, 采用滤波窗内与其他像素灰度的差值的绝对值之和最小的像素值作为噪声点的灰度值, 以此减少由于均值操作带来的图像细节失真.

设数字图像 $f(x, y)$ 的大小为 $M \times N$, 对应某一个滤波窗口 $S_{x,y}$ 中心像素点为 $I(x, y)$. 当前窗口为 3×3 滤波窗口, 记为 $S_{xy} = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9]$; 而当前像素 $I(x, y) = x_5$. 则具体的算法有如下 4 个步骤.

(1) 计算当前中心像素点和邻域像素灰度差值的绝对值之和 a , 即

$$a = \sum_{i=1, \dots, 9, i \neq 5} |I(x, y) - x_i|.$$

(2) 当 a 大于某个阈值 T_1 , 则将当前中心像素点判为椒盐噪声点. 计算当前窗口内每个像素与其他像素之间的灰度差值的绝对值 $a(i)$, 并将 $a(i)$ 中最小值对应的像素灰度值作为当前噪声点的灰度

收稿日期: 2009-07-22

通信作者: 冯桂(1960-), 女, 教授, 主要从事图像信息处理和虚拟现实仿真的研究. E-mail: fengg@hqu.edu.cn.

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(2006J0037); 华侨大学科研基金资助项目(07HZR28)

值. $a(i)$ 的计算式为

$$a(i) = \sum_{k=1}^9 |x_i - x_k|, \quad i = 1, \cdots, 9, \quad k \neq i.$$

(3) 排除椒盐噪声干扰后, 采用均值滤波器对高斯噪声进行处理. 在均值操作前, 先进行 Roberts 边缘检测, 以防止均值操作使边缘细节模糊. Roberts 算子 GM 定义为

$$GM(x, y) = |I(x, y) - I(x - 1, y - 1)| + |I(x - 1, y) - I(x, y - 1)|.$$

如果 GM 大于某个阈值 T_2 , 则将中心点 $I(x, y)$ 判为图像边缘点保留下来; 否则, 如果窗口内像素标准差大于某个阈值 T_3 , 说明中心点受到高斯噪声污染, 可采用窗口内像素均值代替中心点像素值.

(4) 若没有受到噪声污染, 则不改变中心点像素值.

如果去噪过程选择的阈值不变, 可能造成噪声点误判的情况. 因此可将阈值设置为与滤波窗像素均值相关的阈值, 自适应地选取阈值, 提高噪声点判断正确率. 阈值的选择与图像的局部性质有关.

根据韦伯定理, 人的视觉在亮区域对噪声的敏感程度比在暗区域时小^[6]. 在亮区域适当降低阈值, 保护边缘; 在暗区域尽量抑制噪声. 因此, 阈值 $T = -k \cdot H_{av} + T_{max}$. 其中: k 为调节系数; H_{av} 为滤波窗内像素灰度均值; T_{max} 为阈值 T 的最大值.

2 实验结果与性能分析

为了能从客观的角度对不同的滤波方式进行评价, 除了图像的主观视觉效果外, 可采用信噪比改善因子 F_{SNR} (SNR Improvement Factor) 进行衡量^[6]. 即

$$F_{SNR} = -20 \lg \left[\frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |f'(x, y) - f(x, y)|}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |f(x, y) - f_N(x, y)|} \right].$$

式中: M, N 分别为图像的长度和宽度; $f'(x, y)$ 为滤波输出; $f(x, y)$ 为标准图像; $f_N(x, y)$ 为噪声图像. 若 F_{SNR} 为正数, 则说明滤波后噪声被抑制, 且 F_{SNR} 值越大, 去噪效果越好; 反之, 去噪效果越差.

为了验证滤波算法的去噪质量, 采用大小为 256 px×256 px, 256 灰度级的 Lena 图像做算法仿真实验. 椒盐噪声发生概率 P 与高斯噪声的方差 σ 值噪声的滤除评价数据, 如表 1 所示.

从表 1 可以看出, 随着椒盐噪声概率系数 P 的增大, F_{SNR} 值越大, 去噪效果越好; 但当高斯噪声标准差增大时, 去除噪声的能力有所下降.

表 1 噪声滤除评价数据
Tab. 1 Noise filtering evaluation data

σ	P	F_{SNR}	σ	P	F_{SNR}	σ	P	F_{SNR}	σ	P	F_{SNR}
0.005	0.1	22.426 3	0.01	0.1	23.369 3	0.02	0.1	23.737 0	0.04	0.1	24.156 9
	0.2	28.094 1		0.2	27.168 9		0.2	26.655 9		0.2	25.388 8
	0.3	29.696 7		0.3	28.598 3		0.3	26.826 0		0.3	25.113 0

将改进算法对混有椒盐和高斯噪声的去噪效果与其他算法的去噪效果进行比较, 如图 1 所示. 其中: 图 1(a)~(d) 是被 $\sigma=0.001, P=0.05$ 噪声污染的, 而图 1(e), (f) 是被 $\sigma=0.001, P=0.1$ 噪声污染



(a) 原始 Lena 图像 (b) 混合噪声污染的图像 (c) 文献[1]算法去除椒盐噪声



(d) 改进算法去除椒盐噪声 (e) 文献[5]算法去除混合噪声 (f) 改进算法去除混合噪声
图 1 不同算法去噪效果比较图

Fig. 1 Results of mixed noise removal based on different algorithms

的. 去噪过程是先去除椒盐噪声,后去除高斯噪声,图 1(c),(d)是个中间步骤,即未进行高斯噪声的去除. 从图 1(c)和图 1(d)进行对比说明,改进算法在去除椒盐噪声时比中值算法具有更好的效果. 从图 1 可以看出,改进算法的图像去噪后,显得更清晰,达到去噪的同时很好地保留图像细节如头发、帽沿等地方,比原算法去噪效果好.

3 结 束 语

所提算法属于空间域算法,直接对图像像素值处理,具有运算量少、算法简单、易于实现等优点. 在去除混合噪声时,先把椒盐噪声、高斯噪声、细节判断出来,利用噪声的特点对其进行处理,这在一定程度上改进了由于算法带来的图像模糊问题.

参考文献:

[1] 金良海,熊才权,李德华. 自适应型中心加权的中值滤波器[J]. 华中科技大学学报:自然科学版,2008,36(8):9-12.
[2] WINDYGA P S. Fast impulsive noise removal[J]. IEEE Trans on Image Processing,2001,10(1):173-179.
[3] KAORU ARAKAWA. Median filter based on fuzzy rules and its application to image restoration [J]. Fuzzy Sets and Systems,1996,77(1):3-13.
[4] 周刚,贾振红,覃锡忠. 一种新的图像去噪混合滤波方法[J]. 激光杂志,2007,28(1):57-59.
[5] 孟君. 数字图像复原算法研究[D]. 贵阳:贵州大学,2006:16-18.
[6] 张政,张宇,马樟粤,等. 基于均值滤波的快速自适应滤波器[J]. 中国图像图形学报,2000,5(6):533.

A Method of Mixed Noise Removal in Digital Image

CHEN Hua-ling, FENG Gui

(College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: In this paper, a mixture noise filter method is proposed for images corrupted by Gaussian noise and salt-pepper noise. Firstly, if the current pixel is corrupted by noises, replace it with the value of the pixel that has a minimal absolute value in a specifical window; if not, retain it. The experimental results show that the proposed method can effectively preserve the image details and reduce image blurring while removing mixed noise. Thanks to time-domain algorithm, the method is easy to implemant and has a less computing.

Keywords: Gaussian noise; salt-pepper noise; mixture noise filter method; image details

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 吴逢铁)