

·信号与信息处理·

图像椒盐噪声的自适应统计滤波法

王 侠

(桂林激光通信研究所, 桂林 541004)

摘 要: 数字图像以其信息量大、传输速度快、作用距离远等一系列优点成为人类获取信息的重要来源。但和所有其他的信息传输方式一样, 数字图像技术也会受到噪声的干扰, 在这种前提下, 各种各样的去噪方法层出不穷。提出了一种新颖的图像椒盐噪声的非线性自适应统计滤波法。并通过实验数据证明了该算法简单易行, 滤波效果稳定。

关键词: 加噪; 去噪; 椒盐噪声; 自适应; 统计滤波

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2016)-03-0037-05

Self-adaptive Statistics Filtering Method for Image Pulsing Noise

WANG Xia

(Guilin Institute of Optical Communications, Guilin 541004, China)

Abstract: Now digital image has become a kind of significant source for obtaining information taking account of its large capacity, high transmission speed, far transmission distance and so on. Alike other information transmission means, digital image may be subjected to noise as well. So various kind of denoising means has been put out. A new nonlinear and adaptive statistics filtering algorithm for image pulsing noise is presented. And experimental data show that the algorithm is easy, feasibly and has stable filtering effect.

Key words: noisy image; denoise; pulsing noise; self-adaption; statistics filtering

在图像处理中, 由图像传感器、信道传输、解码处理等所产生的脉冲噪声, 会在图像中引起黑-白点子, 常称为椒盐噪声^[1]。这种噪声极大地降低了图像质量, 去除这种噪声在图像处理中占有重要的地位, 它对图像分割、特征提取、图像识别均具有直接的影响。

不同与以往接触得比较多的高斯噪声^[2]、指数噪声^[3]等的是, 图像椒盐噪声不再是一种加性噪声, 而是一种取代性质的噪声。目前去除噪声的方法主要是进行图像滤波, 图像滤波的要求是既能去除图像以外的噪声, 又要保持图像的细节。传统的滤波算法有以局部平均法^[4]为代表的线性滤波和以中值算法^[5-7]为代表的非线性滤波等。其中, 中值滤波

法虽能够减小图像中的椒盐噪声, 效果却还不够理想: 充分分散的噪声能被去掉, 彼此靠近的噪声却会被保留下来; 所以当椒盐噪声比较严重时, 它的滤波效果将明显变坏。李树涛博士在总结前人的基础上于2002年提出了一种非线性自适应图像椒盐噪声滤除算法^[1]。该算法与其他算法相比, 具有更好的滤波性能, 在噪声严重时, 其效果明显优于传统的中值滤波算法。但该算法需要一定的经验累积, 如果经验值选择得不恰当, 其滤波效果在某些情况下甚至不如中值滤波算法; 同时在噪声不是很严重的情况下, 它的滤波效果并不明显。

基于此, 提出了一种图像椒盐噪声的自适应统计滤波法。

1 算法说明

这种算法主要分两步来进行:(1)判断当前点是否为噪声点;(2)将该噪声点还原。

1.1 判断当前点是否为噪声点

由概率统计的相关知识知道,一幅干净图像应该是基本满足正态分布的。即它内部某一点与其周围各点的方差应该在 $\pm 3\sigma$ 之内。由此可以用以下方法来判断当前点是否为噪声点。

(1)以噪声图像的像素 $f(x,y)$ 为中心取一个 $n \times n$ 窗口(这里用 3×3 的窗口,如图1所示)。

$$\begin{array}{ccc} (x-1, y-1) & (x-1, y) & (x-1, y+1) \\ (x, y-1) & (x, y) & (x, y+1) \\ (x+1, y-1) & (x+1, y) & (x+1, y+1) \end{array}$$

图1 3×3 窗口

对噪声图像由左至右、由上至下地依次进行扫描,对每一次扫描得到的9个点去除最大灰度值和最小灰度值后,再对剩余的7个点取平均值 \hat{m} ,有下式

$$\hat{m} = \frac{\sum_7 f(x,y)}{7} \quad (1)$$

(2)计算出以上7点灰度值的方差

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_7 [f(x,y) - \hat{m}]^2}{7}} \quad (2)$$

(3)判断 $f(x,y)$ 是否落在 $\hat{m} \pm 2\hat{\sigma}$ 之间,若 $f(x,y)$ 的值大于或小于 $\hat{m} \pm 2\hat{\sigma}$,则认为当前点是噪声点,并将该点标志出来。

1.2 将该噪声点还原

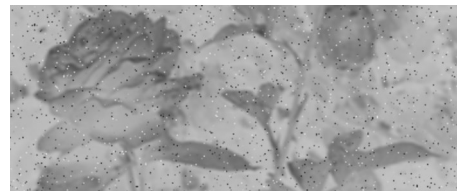
再次取一个 $n \times n$ 窗口(这里仍用 3×3 的窗口),对图像依次进行第二次扫描。若模块的中心点不是噪声点,则继续扫描下一点;若模块的中心点是噪声点,则将此模块中所有不是噪声点的灰度值相加取平均值,并用此平均值来代替该噪声点的灰度值。

2 滤波效果分析

分别对简单和复杂的图像加入不同程度的椒盐噪声,对各种滤波方法的去噪能力进行研究和比较。将李树涛博士的图像椒盐噪声的非线性自适应滤波法简称为非线性滤波法,将文中提出的图像椒盐噪声的自适应统计滤波法简称为统计滤波法。下面截取了经各种滤波法处理后的图像效果和信噪比计算结果,对其进行分类比较。

2.1 简单图像加入3%的椒盐噪声滤波效果比较

图2为简单图像加入3%噪声后各种滤波法去噪效果对比。



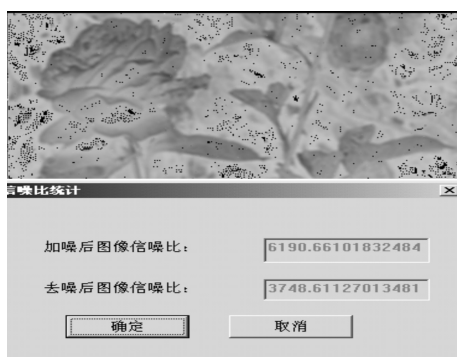
(a)简单图像加入3%噪声后效果



(b)中值滤波法去噪效果图



(c)均值滤波法去噪效果图



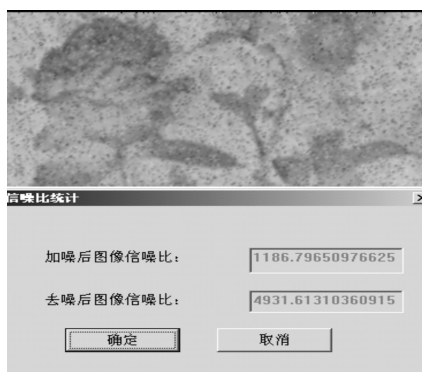
(d)非线性滤波法去噪效果图



(b)中值滤波法去噪效果图



(e)统计滤波法去噪效果图



(c)均值滤波法去噪效果图

图2 简单图像加入3%噪声后各种滤波法去噪效果对比

简单图像在加入的噪声较少时,不论是从视觉效果上还是从统计数据上都有如下关系:

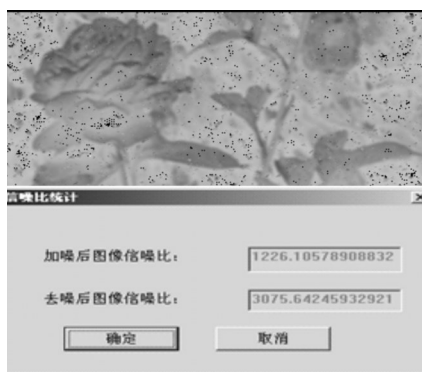
中值滤波>统计滤波法>均值滤波>非线性滤波法。这是因为一幅图像在噪声较少时,它相邻的点的值变化不大,所以中值滤波在此时就可以很顺利地发现噪声,并将其用周边几点的均值取代,起到很好的滤波效果。

2.2 简单图像加入15%的椒盐噪声滤波效果比较

图3为简单图像加入15%噪声后各种滤波法去噪效果对比。



(a)简单图像加入15%噪声后效果



(d)非线性滤波法去噪效果图



(e)统计滤波法去噪效果图

图3 简单图像加入15%噪声后各种滤波法去噪效果对比

简单图像在加入的噪声较多时,从视觉效果上有如下关系:

中值滤波>均值滤波>非线性滤波法>统计滤波法。在统计数据上,满足:统计滤波法>中值滤波>均值滤波>非线性滤波法。这是因为,中值滤波不论当前图像点是否为噪声点,都用模板内所有点的中值将其取代,使得图像的整体值较一致,从而使视觉效果比较好。但也因为它将每个点的值都改

变了,所以信噪比显然会比较差。而且中值滤波法对充分分散的椒盐噪声能较好地滤掉,而彼此靠近的噪声则会被保留下来,所以当椒盐噪声比较严重时,它的滤波效果明显变坏。

2.3 复杂图像加入3%的椒盐噪声滤波效果比较

图4为复杂图像加入3%噪声后各种滤波法去噪效果对比。



(a)复杂图像加入3%噪声后效果



(b)中值滤波法去噪效果图



(c)均值滤波法去噪效果图



(d)非线性滤波法去噪效果图



(e)统计滤波法去噪效果图

图4 复杂图像加入3%噪声后各种滤波法去噪效果对比

复杂图像在加入的噪声较少时,从视觉效果上有如下关系:

中值滤波>非线性滤波法>统计滤波法>均值滤波。在统计数据上,满足:统计滤波法>均值滤波>

中值滤波>非线性滤波法。将此结果与第2.1节结果对比后得出:

(1)当原图像较复杂时,用非线性法滤波后的图像视觉效果明显比图像较简单时的滤波效果好。从统计结果看,原图像较复杂时,非线性滤波法的效果也有所加强(信噪比增益由0.6倍升到1.89倍)。

(2)当原图像较复杂时均值滤波和统计滤波法的统计结果基本上没有变化(去噪前后的信噪比增益分别由原来的3.8倍降到2.2倍,由3.8降到3.78倍)。

(3)从统计结果看,当原图像较复杂时,中值滤波效果明显变弱(信噪比增益由121倍降到2.01倍)。

2.4 试验结果分析

对比上述试验结果得出:

(1)当原图像较复杂时,用非线性法滤波后的图像视觉效果明显比图像较简单时的滤波效果好。从统计结果看,原图像较复杂时,非线性滤波法的效果也有所加强(信噪比增益由0.6倍升到1.89倍)。

(2)当原图像较复杂时,均值滤波和统计滤波法的统计结果基本上没有变化(去噪前后的信噪比增益分别由原来的3.8倍降到2.2倍,由3.8降到3.78倍)。

(3)从统计结果看,当原图像较复杂时,中值滤波效果明显变弱(信噪比增益由121倍降到2.01倍)。

图像较复杂时,中值滤波法的滤波效果减弱,统计滤波法,而非线性法却没能达到预期效果。

综上所述,在图像较简单,加入噪声较少的特定情况下,中值滤波的效果不错;随着噪声的增多,图像变得复杂时,其滤波效果有所退化。这是因为,当原图像较复杂时,就算是相邻的几个点的灰度值也有可能相差较大。所以中值滤波算法中的“中值”有可能就是噪声值。在此情况下,中值滤波的效果明显变弱是可以理解的。

非线性滤波法,由于需要经验值的选取,对于任意给出的一幅图像,滤波效果并不理想,算法也

显得不够简单。

而文中提出的统计滤波法滤波效果相对稳定。特别是从统计数据上来看,其优势更不容忽视,特别在复杂图像或噪声较多的情况下,滤波效果都是最好的。这对图像的分析有着至关重要的影响。所以说它是一种具有普遍意义的简单有效的滤除椒盐噪声的算法。

3 结 论

通过对中值滤波法、均值滤波法、非线性自适应滤波法以及文中提出的自适应统计滤波法在不同情况下的滤波效果的比较发现,统计滤波算法简单可靠,在不需要任何先验知识的情况下,就能得到令人满意的滤波效果。特别是从统计数据上来看,其优势更是不容忽视,当图像变复杂或噪声增多时,该滤波算法的性能相对稳定,是一种实用性很强的滤波算法。

参考文献

- [1] 李树涛.图像椒盐噪声的非线性自适应滤除[J].中国图形图像学报,2002,5(12).
- [2] 顾启泰.系统设计与仿真[M].北京:清华大学出版社,1995.
- [3] 许小平.概率统计[M].北京:中国地质大学出版社,1999.
- [4] 黄煦涛.二维数字信号处理——变换与中值滤波器[M].北京:科学出版社,1985.
- [5] Lin HM, Willson AN. Median filter switch adaptive length[J]. IEEE CAS 1988, 35(6):675-690.
- [6] Florencio DAF, Schafer RW. Decision-based median filter using local signal statistics[J]. Proc SPIE, 1994, 2308: 268-275.
- [7] Hardie RE, Barner KE. Rank conditioned rank selection filters for signal restoration[J]. IEEE I P, 1994, 3 (2): 192-206.
- [8] 郭远华,侯晓荣.针对椒盐噪声的开关模糊滤波器[J].计算机应用,2012,32(5):1293-1295,1334.
- [9] 黄光亚,曾水玲,张书真,等.基于三维轴距的图像去噪算法[J].电子与信息学报,2015, 37(3):552-559.
- [10] 王贵君,杨永强.基于高概率椒盐噪声的模糊滤波器在图像恢复中的算法设计[J].电子学报,2015(1):24-29.