

基于多子窗口的混合噪声滤波算法

沈德海,张龙昌,鄂旭,侯建

(渤海大学信息科学与技术学院,辽宁锦州 121013)

摘要:为了去除数字图像中混有的高斯噪声和椒盐噪声,提出了一种基于多子窗口的去混合噪声算法。算法借鉴多级中值滤波思想,先将滤波窗口划分为纵横交叉的多个子窗口。对于椒盐噪声,先统计各子窗口内非噪声点的个数,如果为奇数,求出各子窗口非噪声点的中值;如果为偶数,计算各子窗口非噪声点的均值,然后用这些值的中值替换噪声点。对于高斯噪声,算法采用多子窗口均值法进行滤波,用各子窗口均值的均值替换噪声点。实验证明,该算法对混合噪声具有较好的滤波效果,且有效地保持了图像中的细节信息。

关键词:多子窗口;高斯噪声;多级中值滤波;椒盐噪声;混合噪声滤波算法

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)06-0069-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.06.015

A Mixture Noise Filter Algorithm Based on Multiple Sub-windows

SHEN De-hai,ZHANG Long-chang,E Xu,HOU Jian

(Institute of Information Science and Technology,Bohai University,Jinzhou 121013,China)

Abstract:To filter out the Gaussian noise and salt and pepper noise in the digital image,a mixture noise filter method based on multiple sub-windows is presented. The algorithm references multistage median filter theory,divides the filter window into vertical and horizontal cross sub windows firstly. For salt and pepper noise,statistics the number of the non-noise points,if the number is odd,calculating the median of all non-noise points in every sub-window,if the number is even,calculating the mean of all non-noise points in every sub-window or mean of all non extreme pixels,and then replace the noise pixels with the median of above median or mean. For the Gaussian noise,algorithm uses multiple sub-windows mean filtering,applying the mean of the all means of the very sub-window to replace the noise point. Experiments show that the algorithm has the better filtering effect for mixed noise,and keep the image details effectively.

Key words:multiple sub-windows;Gaussian noise;multistage median filtering;salt-pepper noise;mixture noise filter method

0 引言

数字图像在采集、量化和传输等过程中经常会被各种噪声所污染,严重影响了后续的特征提取、图像分割、图像识别等处理。图像滤波的目的就是要消除各种噪声干扰,保持图像的细节信息,为后续处理提供良好的精度保证。图像噪声中最普遍的两种是高斯噪声和椒盐噪声。针对这两类噪声,国内外众多学者已经相继提出了很多不同的滤波算法,其中常用的两种方法是中值滤波算法和均值滤波算法。中值滤波是一种非线性滤波方法^[1],对于椒盐噪声具有较好的去噪性能。均值滤波是一种线性滤波方法,对于高斯噪声具

有较好的去噪性能^[2]。

在实际的数字图像处理过程中,图像往往会同时受到椒盐噪声和高斯噪声的干扰,采取任何单一的滤波算法效果都不是很理想,一般需要将不同算法进行组合以达到较好效果。文献[3]结合中值滤波和均值滤波算法的优点,提出了一种 MTM (Modified Trimmed Mean) 滤波算法,取得了一定的效果。文献[4]提出的图像混合去噪算法,对中值滤波和均值滤波进行了改进,将高斯噪声和椒盐噪声区分开来分别处理,效果得到了一定的改善。文献[5]结合模糊技术和中值滤波提出了一种混合滤波算法,以中值滤波

收稿日期:2014-07-13

修回日期:2014-10-15

网络出版时间:2015-05-06

基金项目:辽宁省高等学校实验室项目(L2012397);博士后基金项目(2012M520158);辽宁省“百千万人才工程”资助项目(2012921058);教育科研一般项目(L2012400)

作者简介:沈德海(1978-),男,讲师,硕士,研究方向为数据库技术与图像处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150506.1627.015.html>

算法去除椒盐噪声,用模糊算法去除高斯噪声。文献[6]提出了偏微分方程与维纳滤波的结合去噪方法,先将图像分层滤波后重构,再采用 P-M 模型、LLT 模型和方向扩散结合的综合模型进行二次去噪处理,达到了良好的效果。

文中借鉴多级中值滤波思想并结合均值滤波算法,提出了一种新的图像混合噪声滤波算法。该算法将滤波窗口划分为纵横交叉的多个子窗口,对椒盐噪声和高斯噪声分两阶段进行滤波。滤除椒盐噪声:先判断滤波窗口中心点是否为椒盐噪声点,如果是,根据各子窗口内非噪声点的奇偶性计算子窗口像素的中值或均值,然后计算这些窗口中值或均值的均值来替换噪声像素值。对非噪声点不改变其像素值;滤除高斯噪声:对滤除椒盐噪声结果图像采用同样的子窗口,计算各子窗口的均值,然后对每个滤波窗口中心点像素值用这些均值的均值替换。实验结果表明,该方法不仅能有效地滤除椒盐噪声和高斯噪声的混合噪声,而且对图像细节的保持性能较好。

1 多子窗口的构建

一般来说,滤波窗口的设计与选择对于噪声的滤除和图像细节的保持起着至关重要的作用。方形窗口对图像平滑起到良好作用,十字形、X 形、米字形^[7-8]等窗口对图像细节结构有着良好的保持效果。多级中值滤波^[9-11]采用了米字形滤波窗口,算法简洁、高效,保持了较好的图像边缘等细节,其滤波子窗口结构如图 1 所示。

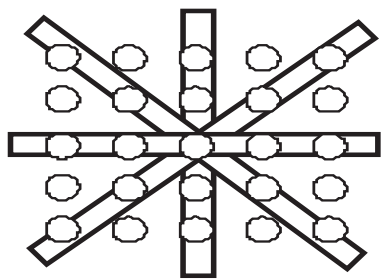


图 1 多级中值滤波窗口

图 1 是传统多级中值滤波器的子窗口结构,其四个子窗口呈一个米字形,其各子窗口的定义如式(1)所示。

$$\left. \begin{aligned} W_1(n_1, n_2) &= \{A(n_1 + k, n_2) : -N < k < N\} \\ W_2(n_1, n_2) &= \{A(n_1, n_2 + k) : -N < k < N\} \\ W_3(n_1, n_2) &= \{A(n_1 + k, n_2 + k) : -N < k < N\} \\ W_4(n_1, n_2) &= \{A(n_1 + k, n_2 - k) : -N < k < N\} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

其中, $W_i(n_1, n_2)$ ($i = 1, 2, 3, 4$) 是四个子窗口,分别表示沿水平、垂直和对角线方向的一维窗口。

多级中值滤波算法将所有子窗口的最大值、最小值和中心点像素值的中值作为输出,达到滤除噪声、保持图像细节的目的。算法对椒盐噪声滤除效果较好,也在一定程度上抑制了高斯噪声^[12]。文中构建的多子窗口借鉴了多级中值滤波窗的设计思想,将滤波窗口划分为如图 2 所示的结构。

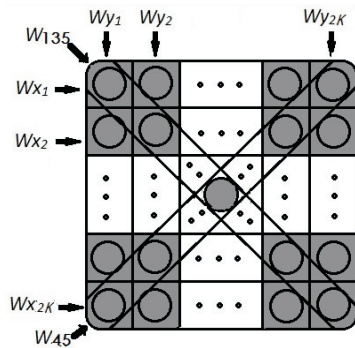


图 2 椒盐噪声滤波窗口

文中将方形滤波窗口划分为纵横交叉 $2K + 2$ 个子窗口, $W_{x_1}(m, n)$ 至 $W_{x_{2K}}(m, n)$ 为横向的 $2K$ 个子窗口, $W_{y_1}(m, n)$ 至 $W_{y_{2K}}(m, n)$ 为纵向的 $2K$ 个子窗口, W_{45} 和 W_{135} 分别为 45 度和 135 度方向的子窗口,各子窗口定义如式(2)所示。

$$\left. \begin{aligned} W_{x_1}(m, n) &= \{f(m + j, n - \frac{K-1}{2})\} \\ W_{x_2}(m, n) &= \{f(m + j, n - \frac{K-1}{2} + 1)\} \\ &\dots \\ W_{x_{2K}}(m, n) &= \{f(m + j, n - \frac{K-1}{2} + K - 1)\} \\ W_{y_1}(m, n) &= \{f(m - \frac{K-1}{2}, n + j)\} \\ W_{y_2}(m, n) &= \{f(m - \frac{K-1}{2} + 1, n + j)\} \\ &\dots \\ W_{y_{2K}}(m, n) &= \{f(m - \frac{K-1}{2} + K - 1, n + j)\} \\ W_{45}(m, n) &= \{f(m + j, n + j)\} \\ W_{135}(m, n) &= \{f(m + j, n - j)\} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中, (m, n) 为窗口中心点坐标; K 为滤波窗口尺寸,一般取值为 3、5、7 等奇数; j 的取值范围为 $-\frac{K-1}{2} \leq j \leq \frac{K-1}{2}$ 。对于 3×3 尺寸窗口,存在 8 个子窗口,对于 5×5 尺寸窗口,存在 12 个子窗口,以此类推。

2 椒盐噪声的滤除

灰度图像像素受椒盐噪声污染后,像素值发生突

变,表现为极大值或极小值^[13]。一般来说,对于8位的灰度图像,灰度值为0或255的像素点被定为椒盐噪声点。在噪声检测中,文中也将检测窗口内像素值为0或255的判断为椒盐噪声点。

对于检测窗口中心的椒盐噪声点,算法采取多子窗口均值滤波。先统计各子窗口内非椒盐噪声点的个数,如果为奇数,则计算出该子窗口内非椒盐噪声点像素的中值;如果为偶数,则计算出该子窗口内非椒盐噪声点像素的均值;如果子窗口内噪声点全为椒盐噪声或盐噪声则不参与计算。最后将这些中值或均值的均值替换中心点像素值,达到滤除噪声的目的。算法的输出如式(3)所示。

$$Y_{\text{out}}(m,n) = \text{mean}[Z_i(m,n)], 1 \leq i \leq 2K+2 \quad (3)$$

式中, $Y_{\text{out}}(m,n)$ 为滤波输出; $Z_i(m,n)$ 表示各子窗口内非椒盐噪声点的中值或均值,如式(4)定义。

$$Z_i(m,n) = \begin{cases} \text{median}[W_i(m,n)], & \text{num 为奇数} \\ \text{mean}[W_i(m,n)], & \text{num 为偶数} \end{cases} \quad (4)$$

式中, $W_i(m,n)$ 表示各子窗口非椒盐噪声点; num 为非椒盐噪声点的数量。

算法充分利用了滤波窗内非噪声像素与中心点的相关性,采用多个子窗口内像素的中值或均值作为噪声点新值恢复的基础,既有效地去除了椒盐噪声,又较好地保持了图像的结构细节。

3 高斯噪声的滤除

经过上述滤波后的图像中还含有高斯噪声,对于高斯噪声,均值滤波是常用的方法之一。普通均值滤波算法采用方形滤波窗口,通过对滤波窗口内像素取均值替代中心像素来达到平滑高斯噪声的目的,原理可用式(5)表示, n 为窗口尺寸。其存在的缺陷是不能很好地保持图像的边缘结构等细节。文献[14]采用自适应均值滤波原理,根据高斯噪声污染程度选择不同的滤波窗口,但阈值的选择需要根据实验事先设定先验阈值,所以自适应性不强,不具有普遍性。

$$Y_{\text{out}}(i,j) = (1/n^2) \sum_{i=-n/2}^{i+n/2} \sum_{j=-n/2}^{j+n/2} \quad (5)$$

文中提出了改进的均值滤波算法,算法采用多子窗口均值法去除高斯噪声,子窗口如图3所示。窗口仍划分为纵横交叉的 $2N+2$ 个子窗口,但去除了距离中心点最远的四个角点,这样在进行均值计算时,使结果更加接近中心点原像素值,平滑效果会更好。算法先计算各子窗口所有像素的均值,然后再求出这些均值的均值,替换中心点。实验证明,该算法对高斯噪声具有良好的去噪性能。

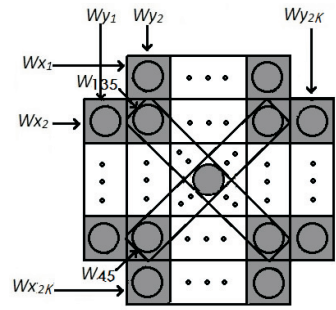


图3 高斯噪声滤波窗口

4 验证实验

为了验证算法的去噪效果和细节保持性能,选取灰度级为256标准灰度图像“Lena”、“Umbrellar”和“Car”在 Matlab R2010a 平台上进行实验,算法的滤波窗口均为 3×3 。在不同程度混合噪声干扰下,比较了中值滤波算法、均值滤波算法、多级中值滤波算法 (MLM+) 及文中算法的滤噪性能,选择峰值信噪比 (PSNR) 作为客观评价尺度,PSNR 的定义如式(6)。

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{f_{\text{max}}^2}{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f(i,j) - f_0(i,j))^2} \right\} \quad (6)$$

图4为各算法对加30%的椒盐噪声和方差为0.03的加性高斯噪声(均值为0)图像的滤波效果对比图。

从图中可以看出,在噪声密度较低的情况下,MLM+算法滤除了大部分混合噪声,但仍有少部分噪声;文中算法的去噪效果最好,几乎滤除了全部噪声;中值滤波算法图像出现许多噪声斑块;均值滤波图像较为模糊,出现了大量噪声。



图4 低密度混合噪声图像去噪效果对比

图 5 为算法对加 60% 的椒盐噪声和方差为 0.06 的加性高斯噪声(均值为 0)图像的滤波效果对比图。从中可以看出,随着噪声密度的增大,中值滤波算法和均值滤波算法性能急剧下降,图像极为模糊;MLM+算法的滤波性能也开始下降,算法图像出现了一些未滤除的噪声,其边缘较为清晰;文中算法得到的图像最为清晰,图像的边缘等细节保护得较好,混合噪声基本被滤除,视觉效果较好。

表 1 列出了四种算法对受不同程度混合噪声污染图像 Lena 降噪的 PSNR 值对比。由表中数据可以看出,中值滤波算法对混合噪声的性能最差,其次分别是均值滤波算法、MLM+算法,文中算法在不同程度混合噪声干扰下,PSNR 值始终高于其他算法,显示出了稳健的去噪性能。

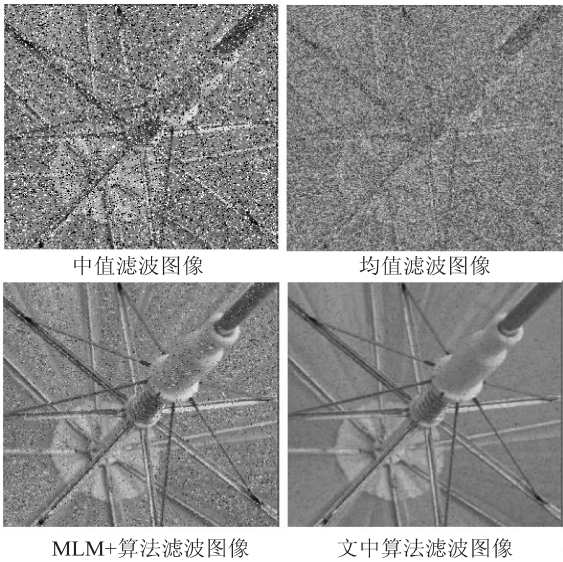


图 5 较高密度混合噪声图像去噪效果对比

表 1 几种滤波方法的 PSNR 值

滤波方法	混合噪声				
	P, σ				
	10% ,0.01	30% ,0.03	50% ,0.05	70% ,0.07	80% ,0.08
中值滤波算法	15.47	10.66	8.46	6.99	6.42
均值滤波算法	24.07	18.94	16.26	14.28	13.51
MLM+算法	33.94	29.45	25.22	21.28	18.87
文中算法	31.73	30.17	27.67	22.89	19.29

5 结束语

文中提出了一种基于多子窗口的混合噪声滤波算法。该算法以中值滤波和均值滤波算法为基础,借鉴多级中值滤波思想,构建了多子窗口的滤波模板,对椒盐噪声和高斯噪声分别采用不同的模板进行处理,有效地利用了邻域非噪声点的相关性原理,对混合噪声图像具有良好的去噪性能,且较好地保持了图像的细节特征。

参考文献:

[1] 陆爽,彭力. 基于 FCM 改进算法的手背静脉识别[J]. 计算机工程,2010,36(16):154-156.

[2] 王建勇,周晓光,廖启征. 一种基于中值-模糊技术的混合噪声滤波器[J]. 电子与信息学报,2006,28(5):901-904.

[3] Lee Y H, Assam K S A. Generalized median filtering and related nonlinear filtering techniques[J]. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, Signal Processing, 1985, 33(3):669-672.

[4] 关新平,赵立兴,唐英干. 图像去噪混合滤波方法[J]. 中国图象图形学报,2005,10(3):332-337.

[5] 陈大力,薛定宇,高道祥. 图像混合噪声的模糊加权均值滤

波算法仿真[J]. 系统仿真学报,2007,19(3):527-530.

[6] 陈 燊,侯榆青,杨旭朗,等. 基于偏微分方程与维纳滤波的混合去噪方法[J]. 计算机工程,2010,36(10):193-195.

[7] 刘帅奇,胡绍海,肖 扬. 基于局部混合滤波的 SAR 图像去噪[J]. 系统工程与电子技术,2012,34(2):396-402.

[8] 王晓凯,李 锋. 改进的自适应中值滤波[J]. 计算机工程与应用,2010,46(3):175-176.

[9] Nieminen A, Heinonen P, Neuvo Y. A new class of detail preserving filters for image processing[J]. IEEE Trans on PAMI,1987,PAMI-9(1):74-90.

[10] Arce G R, Foster R E. Detail preserving ranked order based filters for image processing[J]. IEEE Trans on ASSP,1989,37(1):83-98.

[11] Wang X. Generalized multistage median filters[J]. IEEE Trans on Image Processing,1992,1(4):543-545.

[12] 万洪林,彭玉华,郭 锐. 基于方向的自适应多级中值滤波[J]. 通信学报,2006,27(4):119-123.


[13] 朱士虎,黄 智. 一种新的高密度椒盐噪声滤波算法[J]. 计算机工程,2012,38(18):207-210.

[14] 项力领,刘 智,齐 冀,等. 图像去噪的混合滤波方法[J]. 吉林大学学报:信息科学版,2013,31(3):266-271.

基于多子窗口的混合噪声滤波算法

作者：[沈德海](#)，[张龙昌](#)，[鄂旭](#)，[侯建](#)，[SHEN De-hai](#)，[ZHANG Long-chang](#)，[E Xu](#)，[HOU Jian](#)

作者单位：[渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州, 121013](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015(6)

引用本文格式：[沈德海](#). [张龙昌](#). [鄂旭](#). [侯建](#). [SHEN De-hai](#). [ZHANG Long-chang](#). [E Xu](#). [HOU Jian](#) [基于多子窗口的混合噪声滤波算法](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(6)