

一种结合噪声信息识别的改进掩模去噪方法研究

傅德胜¹ 张学勇¹

摘要

图像去噪是对图像进行进一步处理的基础,结合椒盐噪声信息与传统选择式掩模法提出了一种新的有效方法.该方法根据椒盐噪声的特点,采用噪声检测方法检测出可能是噪声的像素,对这些像素采用加权的选式掩模法进行处理,而非疑似噪声像素不做任何处理;在去除图像噪声的同时,可保持图像的细节和清晰度;对去除椒盐噪声效果较好,并且容易实现.给出了不同噪声量的情况下试验的对比图以及不同情况下的峰值信噪比的统计表.实验证明,该方法能得到很好的去噪效果.

关键词

图像去噪;选择式掩模法;改进型

中图分类号 TP391.41

文献标志码 A

收稿日期 2009-12-08

作者简介

傅德胜,男,教授,博导,主要研究图像处理与模式识别、信息安全. dsfu@nuist.edu.cn

张学勇(通讯作者),男,硕士生,主要研究图像处理与模式识别. zhangxueyong100@gmail.com

¹ 南京信息工程大学 计算机与软件学院,南京,210044

0 引言

Introduction

对于大多数图像而言,由于实际的噪声源众多(如光栅扫描、底片颗粒、机械元件、通信传输等),通常所获取的图像都会不同程度地被噪声污染,从而使图像质量变差,影响图像的视觉效果,也给后续的图像处理带来不便.

目前的图像去噪方法一般可以分为两类:一类是时空域方法,把图像看成一个二维矩阵,采用平滑模板对图像像素进行卷积操作,以达到去除噪声的目的^[1-2];另一类是频率方法,通过频率变换,把图像从时空域变换到频率域,选用适当的滤波器进行滤波处理,再经过反变换得到滤波处理后的图像.时空域去噪方法又可分为线性滤波和基于统计的中值滤波法.时空滤波处理直观、速度快,应用比较广泛,但是处理的图像模糊,边缘不清晰.鉴于此,许多文献也提出了基于时空域的改进方法,如采用加权平均值来取代传统的邻域均值的绝对平均值^[3];针对噪声点的邻域信息来恢复图像等^[4-7].

选择式掩模法作为时空域中的一种处理方法,也同样存在着上述问题,所以有人提出通过改变选择式掩模的窗口模板来处理图像^[8],还有人提出把小波变换和均值滤波结合起来处理图像^[9],这些方法都取得了一定的效果.

本文借鉴了文献[4]的噪声检测的思想,基于传统的选择式掩模法,提出了一种新的去噪方法.本算法首先对噪声图像进行检测,把像素分成信号像素和可能的噪声像素,然后对噪声像素采用改进的选择式掩模法滤波,而对信号像素不做任何处理,以保证图像的清晰度和边缘细节.实验结果显示,与传统的选择式掩模法相比,本方法有更好的处理效果.

1 算法描述与实现

Algorithm description and implementation

根据噪声的特性,先对原始图像进行噪声分析,对疑是噪声的像素点采取加权选择式掩模去噪方法,对非噪声像素点则不采取任何处理方法^[10].

1.1 噪声的提取

在数字图像处理方面,噪声像素与其邻域范围内的像素灰度有

一定的差异,并且这种差异比较大,以致于人眼能分辨出来^[11].广义地说,噪声像素与周围的像素灰度相关度较小;信号像素与周围的像素灰度相关度较大.本文用中心像素与周围像素的灰度差的绝对值来表征相关度^[12].基本思路如下:取 3×3 窗口,数字图像的像素矩阵如图1所示.

$F(i-1, j-1)$	$F(i-1, j)$	$F(i-1, j+1)$
$F(i, j-1)$	$F(i, j)$	$F(i, j+1)$
$F(i+1, j-1)$	$F(i+1, j)$	$F(i+1, j+1)$

图1 数字图像矩阵
Fig.1 Digital image matrix

图1中, $F(i, j)$ 为中心点,对于图像中的每个局部窗口,通过

$$\begin{aligned} N_0 &= |F(i, j) - F(i, j+1)|, \\ N_1 &= |F(i, j) - F(i-1, j-1)|, \\ &\vdots \\ N_7 &= |F(i, j) - F(i+1, j+1)|, \end{aligned}$$

可分别计算出相应的 $N_i (i=0, 1, 2, \dots, 7)$,使用阈值 λ 作为判断标准,统计 N_i 大于阈值 λ 的个数,记为 n .如果 $n \geq \Phi$ (Φ 为判断噪声点的阈值),则判断该中心点为噪声点;否则该中心点被认为是信号点.阈值 λ, Φ 是实验数据,最佳的阈值是需要根据图像中的噪声情况以及实验结果反复调整的.对于大多数的图像 λ 一般取值 $50 \sim 90$,本实验 Φ 取值为6.阈值如果偏大则会漏检噪声;偏小则会把信号像素误判为噪声像素,影响图像的细节.

1.2 改进的选择式掩模法

传统的选择式掩模法^[1-2]以 5×5 窗口为例,以中心像素为基准点,制作4个五边形、4个六边形、1个边长为3个像素的正方形共9个模版(图2),分别计算出各个掩模窗口的均值和方差,对方差排序,选择方差最小的窗口的均值作为该中心点的灰度值.选取包含中心点的这9个模版,然后分别计算各个模版的方差.方差反映了掩模内像素灰度的均匀性,方差越小,表示该掩模的灰度越均匀,那么中心点属于该掩模的可能性就更大.在这一假设的理论基础上,认为中心点属于方差最小的掩模,存在2种情况:若中心点本来就是边界点,那么用所在的掩模的灰度值代替该中心点的灰度,不会破坏边界的清

晰度;若中心点是噪声点,那么采取这种操作将起到平滑的作用.

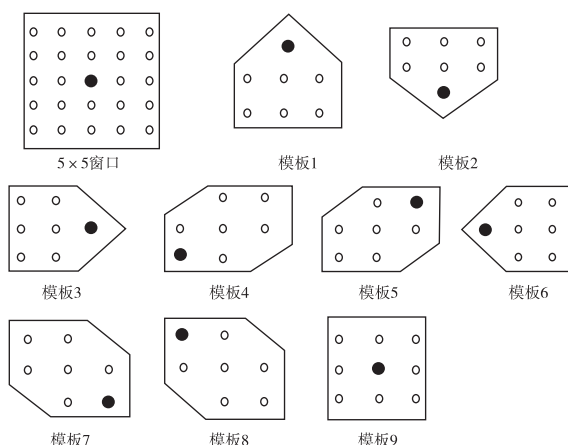


图2 选择式掩模
Fig.2 Selective masking

以上就是选择掩模的基本思想.而本文在计算各个掩模窗口的均值和方差时,采用了选择式掩模法的各个掩模窗口进行加权计算,分别计算各个窗口加权后的均值和方差,用最小方差窗口的加权均值作为该中心点的灰度值.由于在开始对图像处理前,根据噪声检测的方法已经把可能的噪声点分离出来,之后再对可能是噪声点的中心点像素进行选择式掩模法处理,如果采用传统的掩模窗口法计算均值和方差,这样就会把噪声扩散到周围的像素均值中,所以本文设计了中心点的权值为0,其他周围点的权值为1的加权方法,该加权值同时参加掩模窗口中均值和方差的计算.由于不需要对信号像素进行掩模操作,所以提高了图像的清晰度,采用加权的选式掩模法,加强了去噪的能力,降低了噪声点对周围像素的影响,提高了去噪的效果.

1.3 算法实现

根据噪声检测的方法,利用上面的加权选择式掩模法去除噪声图像的步骤如下:

- 1) 第1次扫描噪声图像,把噪声像素与信号像素区分开,在噪声像素点设置标志位.
- 2) 第2次扫描噪声图像,根据1)中的噪声像素点的标志,如果该点为噪声点就采用加权选择式掩模法对该中心点的 5×5 窗口进行掩模操作;否则跳过该像素点.
- 3) 分别计算以噪声像素为中心点的该 5×5 窗口的9个掩模窗口,选择其中加权方差最小的掩模窗口的加权均值作为该中心点的灰度值.

4) 重复上面的步骤,直到扫描完整个图像为止.

2 实验结果分析

Analysis of experimental results

为了证明本文算法的有效性,选用了不同种类的多幅 8 位 256 像素 × 256 像素的噪声图像进行处理,并且把本文方法的处理结果与传统方法的结果中选取了 4 类噪声图像的处理结果进行了比较,可以看出,在图 3c 中人物额头的头发,眼睛,还有脖子上的围巾都要比图 3b 中的清晰,面部的噪声去除效果也比传统的方法效果更好. 同样从其他的处理结果中(图 4~5)也能看出本文的方法处理效果要优于传统的选择式掩模法. 本文的实验平台是在 Windows Vista, 2G 内存,分辨率为 1 280 像素 × 800 像素.



图 3 人物图像处理结果

Fig. 3 Process results of figure image



图 4 汉字图像处理结果

Fig. 4 Process results of Chinese Character image

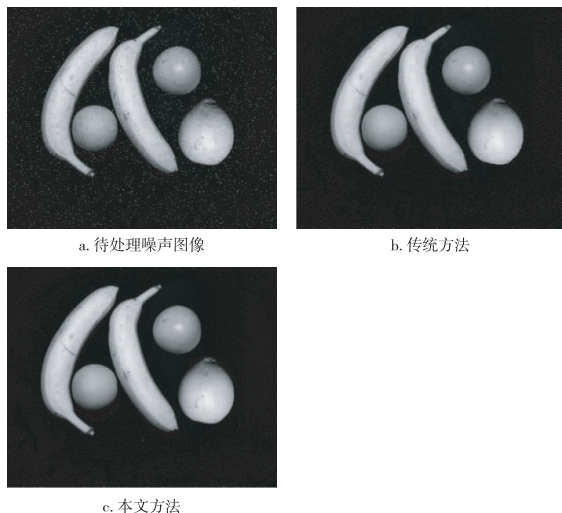


图 5 物品图像处理结果

Fig. 5 Process results of item image

对图像的处理效果的比较,除了通过比较图像的主观视觉效果外,最常用的客观评价方法是计算图像的平均平方误差 (MSE),并计算图像的峰值信噪比 (PSNR). 平均平方误差和峰值信噪比的计算公式如下:

$$E_{MS} = \frac{1}{mn} \sum_i \sum_j |f(i,j) - f'(i,j)|; \quad (1)$$

$$R_{PSN} = 10 \lg \frac{Q^2}{E_{MS}}. \quad (2)$$

式(1)中: m, n 是图像的长和宽; $f(i, j)$ 是原始图像 (未受噪声污染的图像); $f'(i, j)$ 是去噪后恢复的图像. 式(2)中的 Q 取值为 255. 从理论上分析,峰值信噪比越大处理效果越好,失真就越少,也就是说平均平方误差越小越好.

由表 1 可清晰地看出,本文方法的峰值信噪比要高于传统方法的峰值信噪比,也就是说,在去噪恢复的图像质量上要高于传统的方法.

表 1 改进前后的 MSE 和 PSNR 测度

Table 1 MSE and PSNR measure before and after improvement

处理的图像	滤波算法	E_{MS}	R_{PSN}
人物图像(图 3)	传统选择式掩模法	4 956	11. 17
	本文的方法	4 028	12. 07
汉字图像(图 4)	传统选择式掩模法	3 387	12. 83
	本文的方法	3 180	13. 10
物品图像(图 5)	传统选择式掩模法	2 737	13. 75
	本文的方法	2 675	13. 85

3 结论

Conclusion

本文提出的结合噪声信息和选择式掩模法,旨在提高去噪后图像的清晰度,改善传统方法去除噪声的效果,从主观图像和客观数据可以看出,达到了预期的效果,能够快速有效地去除噪声。

参考文献

References

- [1] 王桥. 数字图像处理[M]. 北京:科学出版社,2009:30-31
WANG Qiao. Digital image processing [M]. Beijing: Science Press, 2009:30-31
- [2] 傅德胜,寿亦禾. 图形图像处理学[M]. 南京:东南大学出版社,2005:188-193
FU Desheng, SHOU Yihe. Graphics and image processing [M]. Nanjing: Southeast University Press, 2005:188-193
- [3] 张丽娜,华书晶. 一种基于去噪阈值的数字图像混合去噪算法[J]. 办公自动化,2008(7):20-22
ZHANG Lina, HUA Shujing. A mixed de-noising algorithm of digital image based on removed-noise threshold [J]. Office Information, 2008(7):20-22
- [4] 李小春,陈鲸. 基于邻域信息的噪声图像的恢复[J]. 电讯技术,2003,43(5):84-87
LI Xiaochun, CHEN Jing. Restoration of noise image based on neighborhood information [J]. Telecommunication Engineering, 2003,43(5):84-87
- [5] 谢义方. 数字图像复原算法研究[D]. 湖南:湖南大学电气与信息工程学院,2004
XIE Yifang. The research on algorithms of digital image restoration [D]. Hunan: Hunan Normal University Institute of Electrical and Information Engineering, 2004
- [6] 李波. 数字图像噪声消除算法研究[D]. 山东:曲阜师范大学计算机学院,2008
LI Bo. Digital image noise reduction algorithm [D]. Shandong: Qufu Normal University Computer College, 2008
- [7] Lee Y H, Kassam S A. Generalized media filtering and related nonlinear filtering techniques [J]. IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, 1985, 33:672-683
- [8] 吕振肃,魏弘博,刘劼. 改进的基于粗糙集的图像平滑[J]. 中国图象图形学报,2005,10(7):834-837
LÜ Zhensu, WEI Hongbo, LIU Qing. An improved image smoothing method based on rough sets [J]. Journal of Image and Graphics, 2005, 10(7):834-837
- [9] 龚昌来. 基于小波变换和均值滤波的图像去噪方法[J]. 光电工程,2007,34(1):72-75
GONG Changlai. Image-denoising method based on wavelet transform and mean filtering [J]. Opto-Electronic Engineering, 2007, 34(1):72-75
- [10] 董继扬,张军英. 一种简单的椒盐噪声滤波算法[J]. 计算机工程与应用,2003,39(20):27-28
DONG Jiyang, ZHANG Junying. A simple algorithm for removing salt and pepper noise from gray-scale image [J]. Computer Engineering and Applications, 2003, 39(20):27-28
- [11] 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
GUAN Xinping, ZHAO Lixing, TANG Yinggan. Mixed filter for image denoising [J]. Journal of Image and Graphics, 2005, 10(3):332-337
- [12] 张宇,王希勤,彭应宁. 自适应中心加权的改进均值滤波算法[J]. 清华大学学报:自然科学版,1999,39(9):76-78
ZHANG Yu, WANG Xiqin, PENG Yingning. Adaptive center weighted modified trimmed mean filter [J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology, 1999, 39(9):76-78

Study of a de-noising method based on improved selective masking and noise identification

FU Desheng¹ ZHANG Xueyong¹

1 Computer and software College, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract The image de-noising is the basis for further processing. A new effective de-noising method is proposed with the combination of salt and pepper noise information and selective masking. Based on the characteristics of salt and pepper noise, this method detects the possible noise pixels. These possible noise pixels are dealt with by the weighted selective masking while the non-suspected noise pixels remain. Besides de-noising effect, the method keeps good details and clarity of processed images. The method is effective in removing salt and pepper noise and easy to implement. Several comparative experiments in different noise types are given to verify the validity of the proposed method.

Key words image de-noising; selective masking; improved