

一种基于改进的极值中值滤波算法

孙树亮¹ 王守觉²

(同济大学电子与信息工程学院 上海 201800)¹

(中国科学院半导体研究所神经网络实验室 北京 100083)²

摘要 提出的改进的极值中值滤波(IEM)算法是在极值中值滤波(EM)算法的基础上做了如下两点改进。首先,采用更合理的检测方法来检测噪声点,减小将信号点误判为噪声点的概率。其次,采用改进的滤波算法,解决了当噪声点个数大于像素总数一半时,传统中值滤波无能为力的问题。实验证明,当噪声密度很大时,IEM方法不仅比EM方法有更好的滤波效果,而且能够更好地保护图像细节。

关键词 改进的极值中值滤波,噪声检测,阈值

中图分类号 TN713 **文献标识码** A

Algorithm of Improved Extremum and Median Value Filter

SUN Shu-liang¹ WANG Shou-jue²

(College of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 201800, China)¹

(Lab of Artificial Neural Networks, Institute of Semiconducts, Chinese Academy of Sciences, Beijing 10008, China)²

Abstract The improved extremum and median (IEM) filter was proposed which is based on the extremum median (EM) filter. It is improved in two sides. For one thing, in order to reduce the possibility of mistaking the signal pixels for noise pixels, the more appropriate method is used to detect noise pixels. For another, when noise pixels are more than half of the total pixels, the standard median filtering algorithm can not resolve it. IEM adapts the improved filtering algorithm to solve it. Experimental results show that when the density of noise is high, the IEM filtering not only has better performance than EM filtering, but also keeps more details than EM filtering.

Keywords Improved extremum and median filtering, Noise detection, Threshold

噪声信号的滤波是图像处理的基本任务之一。Tukey在1971年提出的中值滤波是常用的方法,它是一种非线性方法,能够在去除噪声的同时保持图像的边缘不被模糊。但标准的中值滤波存在固有缺陷,由于对所有数据采用统一处理的方法,这种处理不仅改变了噪声点的值,也改变了信号点的值,并使噪声在邻域中传播。

为了改进这些不足,近年来提出了多种改进方法,如加权中值(WM)算法^[1]、开关中值滤波(SM)算法^[2]、minmax算法^[3]、递进开关滤波(PSM)算法^[4]、极值中值滤波(EM)算法^[5]等。

这些算法从不同角度对中值滤波算法进行了改进,在一定程度上改善了滤波的性能,但在实际应用中仍有各自的局限性。SM和minmax算法只有在图像噪声密度很小的条件下才能取得良好的去噪效果;PSM算法需要先设定一些参数,对不同的图像不具有通用性,而且噪声检测是以迭代方法进行,检测时间较长;EM方法虽然简单,但对检测出的噪声,采用的是标准中值滤波方法,在图像噪声较大时性能大大下降。

本文提出的改进的极值中值滤波(IEM)在EM算法基础

上做了两点改进:1)对检测出的伪噪声点做进一步的处理,判断是真正的噪声点还是信号点,这样就避免了信号点被中值代替,结果造成图像的模糊;2)对真正的噪声点,用窗口内信号点的中值而不是包括噪声点在内的所有点的中值代替噪声点,这就避免了噪声的传播。

1 IEM 算法原理以及实现

1.1 噪声检测

在一幅图像中,如果一个像素点的值等于其邻域的极值,那么该点可能是噪声点,也可能是图像窄的边缘、细线和部分平坦灰度区域,它们都有可能是窗口内的极值,因此要确定是否为噪声点还要做进一步的判断:如果该点与窗口中信号点均值的差大于某一常量,则认为该点是噪声,否则为信号点;如果该点的值与其邻域点值接近,就应该是一个有效的信号点。

设 x_{ij} 表示一幅数字化图像中点 (i, j) 的灰度值, $W_n[x_{ij}]$ 表示以点 (i, j) 为中心对图像中的点 x_{ij} 做 $n \times n = 2N + 1$ (其中 n 为奇整数, N 为正整数)的窗口操作, $med(W_n[x_{ij}])$ 表示对窗口 $W_n[x_{ij}]$ 内的所有点取中值, g_{ij} 表示候选噪声点, z_{ij} 表

到稿日期:2008-07-29 返修日期:2008-10-08

孙树亮(1982-),男,博士,研究方向为模式识别与智能系统、信息处理,E-mail: tjussl_07@126.com;王守觉(1926-),男,院士,研究方向为仿生模式识别以及信息处理。

示噪声点。

(1) 对 $W_n[x_{ij}]$ 中的像素排序, 得到

$$m_{ij} = \min(W_n[x_{ij}])$$

$$M_{ij} = \max(W_n[x_{ij}]) \quad (1)$$

$$g_{ij} = \begin{cases} 1, & (x_{ij} = m_{ij}) \text{ or } (x_{ij} = M_{ij}) \\ 0, & \text{others} \end{cases} \quad (2)$$

(2) 对所有满足 $g_{ij} = 1$ 的候选噪声点, 将 $W_n[x_{ij}]$ 中与 m_{ij} 和 M_{ij} 都不相等的 L 个像素所对应的灰度值组成一个集合 T_{ij} :

$$T_{ij} = \{t_{ij} \mid t_{ij} \neq m_{ij} \text{ and } t_{ij} \neq M_{ij}, t_{ij} \in W_n[x_{ij}]\} \quad (3)$$

计算集合 T_{ij} 的灰度均值 u_{ij} :

$$u_{ij} = \frac{\sum t_{ij}}{L} \quad (4)$$

(3) 对满足 $g_{ij} = 1$ 的候选噪声点的灰度值 x_{ij} 与 u_{ij} 比较, 若差值大于阈值 th , 则认为真正的噪声点, 否则为信号点。

$$z_{ij} = \begin{cases} 1, & (|x_{ij} - u_{ij}| > th) \text{ and } (g_{ij} = 1) \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (5)$$

$$SNR = 10 \lg \left[\frac{\sum_{i,j} s_{ij}^2}{\sum_{i,j} (s_{ij} - y_{ij})^2} \right] \quad (7)$$

阈值 th 由实验确定。

$$y_{ij} = \begin{cases} \text{med}(D_{ij}), & \text{if } (z_{ij} = 1), nb > 0 \\ x_{ij}, & \text{else} \end{cases} \quad (8)$$

2 实验结果与分析

本文以一幅 308×242 的图像为例, 对 5×5 、 7×7 的标准中值滤波、 5×5 EM 滤波、 5×5 IEM 滤波进行比较 (取 $th = 15$)。 $[x_{ij}]$ 表示输入图像, $[y_{ij}]$ 表示输出图像, $[s_{ij}]$ 表示未加噪声的图像, 则输出图像信噪比, 如图 1 所示。

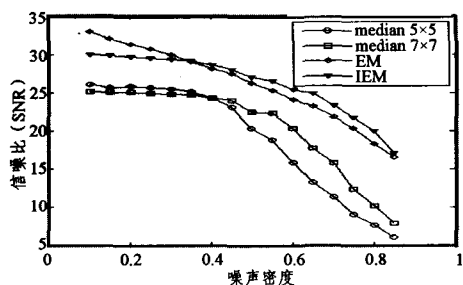


图 1 各种输出图像信噪比与噪声密度的关系

由图 1 可见, 在各种输入噪声密度下, EM 和 IEM 都比标准的 5×5 和 7×7 中值滤波效果好。当噪声密度较大时 ($D > 0.35$), IEM 方法明显好于 EM 方法; 而当噪声密度 $D <$

0.35 时, EM 方法要好于 IEM 方法, 产生这种现象的原因是当噪声密度较小时, 由于阈值 (th) 相对较大, 因此应相应地减小 th 的值, 或者在噪声密度较小时, 直接使用 EM 方法; 而在噪声密度 $D > 0.35$ 时, 使用 IEM 方法。

图 2 是噪声密度 $D = 0.6$ 条件下各滤波器的滤波效果。可见, IEM 方法在 $D = 0.6$ 条件下比 EM 方法, 不仅噪声滤波效果好, 而且更好地保护了图像细节。

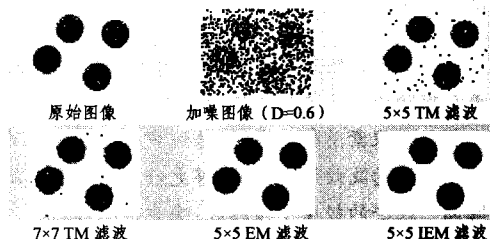


图 2 各种滤波算法比较

结束语 本文提出的 IEM 方法与 EM 方法相比较, 主要有以下两个方面的改进:

- 1) 滤波前对噪声点的判断更加合理, 只对真正的噪声点进行滤波, 对信号点不做处理;
- 2) 噪声检测算法一方面解决了当噪声点个数大于窗口像素点总数一半时, 传统方法无法解决这一问题, 另一方面也防止了噪声的集结与传播, 改善了图像质量, 尤其当噪声密度较大时优越性更加明显。

参考文献

- [1] Brownning D R K. The weighted median filter[J]. Communication of the Association for Computing Machinery, 1984, 27 (8):807-818
- [2] Sun T, Neuvo Y. Detail-preserving median based filters in image processing[J]. Pattern Recognition Letters, 1994, 15(4): 341-347
- [3] Wang Junhua, Lin Lianda. Improved median filter using min-max algorithm for image processing[J]. Electronics Letters, 1997, 33(16):1362-1363
- [4] Wang Z, Zhang D. Processing switching median filter for the removal of impulse noise from highly corrupted images[J]. IEEE Trans. on Circuits and Systems, Analog and Digital Signal Processing, 1999, 46(1):78-80
- [5] 刑藏菊, 王守觉, 邓浩江, 等. 一种基于极值中值的滤波算法[J]. 中国图象图形学, 2001, 6(6):533-536

(上接第 149 页)

- [2] Pooley R, King P. Derivation of petri net performance models from UML specifications of communications software[C]//Proceedings of the fifteenth annual UK Performance Engineering Workshop. 1999:45-56
- [3] Bergenti F, Poggi A. Exploiting UML in the design of multi-agent systems[C]//A. Omicini, R. Tolksdorf, F. Zambonelli, eds. Engineering Societies in the Agents World. 2000:106-113
- [4] Jensen K. An introduction to the theoretical aspects of coloured Petri nets, a decade of concurrency. 1994:230-234
- [5] 夏世芬. 基于 Petri 网模型的归结自动推理研究[M]. 西安: 西

南交通大学, 2006:12-13

- [6] 黄映辉, 李冠宇. Petri 网 Ontology: 定义与类型[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(Suppl. 1. 8):34-37
- [7] 邓志鸿, 唐世渭, 张铭, 等. Ontology 研究综述[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2002, 38(5):730-738
- [8] Neches R, Fikes R E, Gruber T R, et al. Enabling Technology for Knowledge Sharing[J]. AI Magazine, 1991, 12(3):36-56
- [9] Gruber T. <http://ksl-web.stanford.edu/people/gruber/>
- [10] Fensel D. The semantic web and its languages[J]. IEEE Computer Society, 2000, 15(6):67-73