

· 图像与信号处理 ·

两种改进型中值滤波算法比较

张 勇¹, 陈大建¹, 孙志军²

(1. 光电系统信息控制技术国家级重点实验室, 河北 燕郊 101601; 2. 锦州信息中心, 辽宁 锦州 121000)

摘 要:重点介绍了综合型中值滤波算法以及一种自适应中值滤波算法. 针对这两种改进型中值滤波算法, 对含有高斯噪声, 椒盐噪声, 混合噪声以及高密度噪声图像进行去噪处理, 比较综合型中值滤波算法(文中采用了十字型和交叉型)和自适应中值滤波算法对不同图像的去噪效果.

关键词:中值滤波; 均值滤波; 噪声

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)01-0067-04

Comparing of Two improved Median Filtering Algorithms

ZHANG Yong¹, CHEN Da-jian¹, SUN Zhi-jun²

(1. National Laboratory of Electro-Optics System Technology, Sanhe 065201, China;

2. Jinzhou City Information Center, Jinzhou 121000, China)

Abstract: A composite median filtering algorithm and an adaptive median filtering algorithm are emphatically presented. For these two improved median filtering algorithms, the images with the noises such as Gaussian noise, salt and pepper noise, composite noise and high density noise were put through the remove noise process. Noise removal results of the algorithms on different types of images were compared.

Key words: median filtering; average filtering; noise

由于各种不同因素的影响, 数字图像中不可避免地含有各种噪声, 使图像画质出现不同程度的退化, 图像变得模糊. 所以, 抑制使图像退化的各种干扰的处理, 增强图像有用信息就显得非常重要. 对图像进行去除噪声影响效果的好坏, 是后续图像分析和图像识别的一个重要环节.

传统的去噪算法有中值滤波和均值滤波. 均值滤波对图像中的所有像素进行均值处理, 图像的边界会变得模糊, 对具有极大值和极小值的椒盐噪声来说, 均值滤波不能起到很好的去噪效果. 中值滤波较均值滤波的去噪效果更明显, 在灰度变化较小的情况下有较好的平滑效果, 同时也降低了边界的模糊程度. 但针对噪声随机的高斯噪声, 中值滤波对未被噪声污染的信号点以及被噪声污染的信号点同时

进行处理, 会使没有被污染的地方的灰度值发生改变, 在一定程度上降低了图像质量, 当噪声密度较高的情况下尤其明显^[1].

1 两种改进型中值滤波算法

1.1 综合型中值滤波算法

综合型中值滤波算法的基本思路是利用不同方向、不同子区的剪切均值滤波和中值滤波的相互结合, 使滤波具有抑制脉冲干扰和高斯噪声的作用以及保持边缘和细节的能力^[2]. 定义具有 a 剪切均值滤波波子结构的中值滤波为

$$y(m, n) = \text{med}\{\varphi_r(k, l) |_{r=1,2}, x(m, n)\} \quad (1)$$

令 $z(i, j)$ 是中点在 (i, j) 的样本坐标集合, $z(r)$ 是

收稿日期: 2009-12-04

基金项目: 光电系统信息控制技术国家级重点实验室基金(9140C150201090C1503)

作者简介: 张勇(1975-), 男, 辽宁人, 工程师, 研究方向为光电工程.

$z(i, j)$ 的一个划分, $r=1, 2$ 表示在 $z(i, j)$ 中有2个划分. $\varphi_r(\cdot)$ 的物理意义是对 $z(r)$ 子区域内观察样本点的 a 剪切均值滤波. $a=0$ 时, $\varphi_r(\cdot)$ 为子窗口的滑动均值滤波; $a=0.5$ 时, $\varphi_r(\cdot)$ 为子窗口的滑动中值滤波.

取 5×5 的窗口, 中心点为 (i, j) , 则 $z(i, j) = \{(m, n) | i-2 \leq m \leq i+2, j-2 \leq n \leq j+2, i, j \text{取整}\}$ 其划分有十字、交叉、上下边、左右边、左右菱形、上下菱形、 45° 菱形、 -45° 菱形. 他们的划分分别表示如下

(1) 十字形划分

$$z_h(1) = \{(i, j-2), (i, j-1), (i, j), (i, j+1), (i, j+2)\}$$

$$z_v(2) = \{(i-2, j), (i-1, j), (i, j), (i+1, j), (i+2, j)\}$$

滤波器输出为

$$y_1(m, n) = \text{med}\{\varphi_v(m, n), \varphi_h(m, n), x(m, n)\}$$

其中, φ_v 、 φ_h 分别是垂直方向和水平方向 a 剪切滤波($a=0.5$).

(2) 交叉形划分

$$z_{45d}(1) = \{(i+2, j-2), (i+1, j-1), (i, j), (i-1, j+1), (i-2, j+2)\}$$

$$z_{-45d}(2) = \{(i-2, j-2), (i-1, j-1), (i, j), (i+1, j+1), (i+2, j+2)\}$$

滤波器输出为

$$y_2(m, n) = \text{med}\{\varphi_{45d}(m, n), \varphi_{-45d}(m, n), x(m, n)\}$$

其中, φ_{45d} 、 φ_{-45d} 分别是沿中心点 $\pm 45^\circ$ 方向 a 剪切滤波.

(3) 上下边划分

$$z_{te}(1) = \{(i-2, j-1), (i-1, j-1), (i, j-1), (i+1, j-1), (i+2, j-1), (i-2, j), (i-1, j)\}$$

$$z_{be}(2) = \{(i+1, j), (i+2, j), (j-2, j+1), (i-1, j+1), (i, j+1), (i+1, j+1), (i+2, j+1)\}$$

滤波器输出为

$$y_3(m, n) = \text{med}\{\varphi_{te}(m, n), \varphi_{be}(m, n), x(m, n)\}$$

其中, φ_{te} 、 φ_{be} 分别是中心点上边行和下边行 a 剪切滤波.

(4) 左右边划分

$$z_{ls}(1) = \{(i-1, j-2), (i, j-2), (i-1, j-1), (i, j-1), (i-1, j), (i-1, j+1), (i-1, j+2)\}$$

$$z_{rs}(2) = \{(i+1, j-2), (i+1, j-1), (i+1, j), (i+1, j+1), (i, j+1), (i+1, j+2), (i, j+2)\}$$

滤波器输出为

$$y_4(m, n) = \text{med}\{\varphi_{ls}(m, n), \varphi_{rs}(m, n), x(m, n)\}$$

其中, φ_{ls} 、 φ_{rs} 分别是中心点左边行和右边行 a 剪切滤波.

(5) 左右菱形

$$z_{lr}(1) = \{(i-2, j), (i-1, j-1), (i-1, j), (i-1, j+1), (i, j)\}$$

$$z_{rr}(2) = \{(i, j), (i+1, j-1), (i+1, j), (i+1, j+1), (i-2, j)\}$$

滤波器输出为

$$y_5(m, n) = \text{med}\{\varphi_{lr}(m, n), \varphi_{rr}(m, n), x(m, n)\}$$

其中, φ_{lr} 、 φ_{rr} 分别是中心点左右菱形 a 剪切滤波.

(6) 上下菱形

$$z_{tr}(1) = \{(i-1, j-1), (i, j-2), (i, j-1), (i, j), (i+1, j-1)\}$$

$$z_{br}(2) = \{(i, j), (i-1, j+1), (i, j+1), (i+1, j+1), (i, j+2)\}$$

滤波器输出为

$$y_6(m, n) = \text{med}\{\varphi_{tr}(m, n), \varphi_{br}(m, n), x(m, n)\}$$

其中, φ_{tr} 、 φ_{br} 分别是中心点上下菱形行 a 剪切滤波.

(7) 45° 菱形

$$z_{45tr}(1) = \{(i+1, j-2), (i, j-1), (i+1, j-1), (i+2, j-1), (i-1, j)\}$$

$$z_{45br}(2) = \{(i-2, j+1), (i-1, j+1), (i, j+1), (i-1, j+2), (i-1, j)\}$$

滤波器输出为

$$y_7(m, n) = \text{med}\{\varphi_{45tr}(m, n), \varphi_{45br}(m, n), x(m, n)\}$$

其中, φ_{45tr} 、 φ_{45br} 分别是中心点 45° 方向上下菱形 a 剪切滤波.

(8) -45° 菱形

$$z_{-45tr}(1) = \{(i-1, j-2), (i-2, j-1), (i-1, j-1), (i, j-1), (i-1, j)\}$$

$$z_{-45br}(2) = \{(i, j+1), (i+1, j), (i+1, j+1)$$

1), (i+1, j+2), (i+2, j+1)\}

滤波器输出为

$$y_8(m, n) = \text{med} \{ \varphi_{-45tr}(m, n), \varphi_{-45br}(m, n), x(m, n) \}$$

其中, φ_{ls} 、 φ_{rs} 分别是中心点 -45° 方向上下菱形剪切滤波 (-45° 菱形)。

将(1)、(2)的输出作为滤波器的输入有

$$y(m, n) = \text{med} \{ y_1(m, n), y_2(m, n), x(m, n) \} \quad (2)$$

这类综合型多级中值滤波器优于单一型中值滤波器,在消除水平、垂直、 $\pm 45^\circ$ 方向上的噪声或污染点的同时能较好地保持图像结构信息。

1.2 自适应中值滤波算法

所谓自适应,即在滤波过程中针对不同窗口施加不同的约束条件,通过判断某窗口对约束条件满足与否决定是否采用该窗口进行滤波^[3]。有基于边缘方向判别的自适应中值滤波、自适应鲁棒中值滤波等等,这里主要介绍的是一种基于双极值检测的自适应中值滤波。其基本思路是利用椒盐噪声具有极大值和极小值的特点,检测出图像中的噪声点,更进一步考虑,当噪声密度较大时,如果一个像素点并非其邻域的极大值或极小值点,而是次极大值或次极小值点,那么当其灰度值与极值点灰度值相差在一定统计范围内时,该点也很可能是噪声点。然后利用自适应的中值滤波进行平滑处理,消除图像中高斯噪声的影响。

根据上述思路,下面给出该算法的具体实现。首先检测图像中的噪声点,判断中心点 (i, j) 的灰度值 $f(i, j)$ 是否为其领域的最大值或者最小值,如果是,则认为该点是噪声点。如果不是最大值或者最小值,继续判断是否为其领域的次最大值 $secondmax$ 或者次最小值 $secondmin$,如果是次最大值或者次最小值,或者与次最大值以及次最小值的差在一定范围内,即 $|f(i, j) - secondmax| < T$ 或者 $|f(i, j) - secondmin| < T$,则同样认为该点是噪声点。如果中心点 (i, j) 的灰度值 $f(i, j)$ 既不是最大值也不是最小值,并且不是次最大值和次最小值,也并不满足条件 $|f(i, j) - secondmax| < T$ 或者 $|f(i, j) - secondmin| < T$,就判定该点未受噪声污染。按照上述过程遍历整幅图像,可以找出所有噪声点。

检测出图像所有噪声以后,采用多窗口自适应的方法进行滤波处理。对于未受噪声污染的点 $(i,$

$j)$,保持该像素点的灰度值不变。对于被噪声污染的信号点 (i, j) ,对其 3×3 领域窗口内的点进行扫描,计算该领域窗口内有效信号点的个数 $count$,如果有效信号点的个数 $count$ 大于等于 3,则取该领域窗口内有效信号点的中值作为该中心点 (i, j) 的新的灰度值。如果有效信号点的个数 $count$ 小于 3,扩大领域窗口,扫描中心点 (i, j) 的 5×5 领域窗口,计算该领域窗口内有效信号点的个数 $count$,如果有效信号点的个数 $count$ 大于等于 10,则取该领域窗口内有效信号点的中值作为该中心点 (i, j) 的新的灰度值。如果有效信号点的个数 $count$ 小于 10,扩大领域窗口,扫描中心点 (i, j) 的 7×7 领域窗口,计算该领域窗口内有效信号点的个数 $count$,如果 $count$ 不为 0 时, (i, j) 点的滤波值取该领域内所有未受污染的点的中值,如果 $count$ 等于 0 时,即点 (i, j) 的 7×7 领域窗口内不存在未受噪声污染的点,则取该中心像素周围已经进行滤波的 4 个点的均值作为其滤波值。遍历整幅图像,完成自适应噪声滤波。

从上述处理流程可以看出,该方法不仅检测出了可能受噪声污染的极值点,同时检测出了受阈值条件约束的极值点。这样当以一个较小的检测窗口(例如 3×3 窗口)扫描受噪声污染较为严重的整幅图像时,检测出噪声的概率会有很大提高。对图像先进行噪声检测,对未受噪声污染点直接输出本身的



图 1 不含噪声和含有高斯噪声、椒盐噪声、混合噪声、高密度噪声的原图像

灰度值,能够较好地保护细节^[4].

2 去噪效果比较

下面分别用传统的的中值滤波算法、综合型中值滤波算法、自适应中值滤波算法对几幅含有高斯噪声、椒盐噪声、混合噪声以及高密度噪声图像进行去噪处理,如图1所示.

对含有高斯噪声的图像采用综合型中值滤波和自适应中值滤波后的图像见图2.

对含有椒盐噪声的图像采用综合型中值滤波和

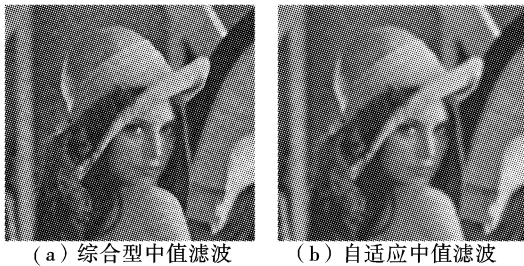


图2 含有高斯噪声的图像滤波后效果图

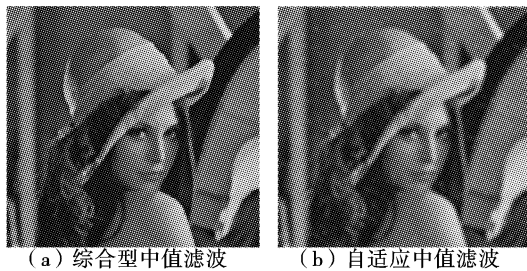


图3 含有椒盐噪声的图像滤波后效果图

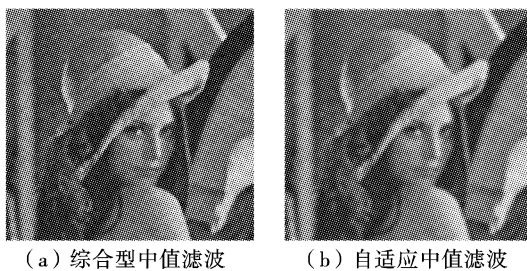


图4 含有混合噪声的图像滤波后效果图

自适应中值滤波后的图像见图3.

对含有混合噪声的图像采用综合型中值滤波和自适应中值滤波后的图像见图4.

对含有高密度噪声的图像采用综合型中值滤波和自适应中值滤波后的图像见图5.

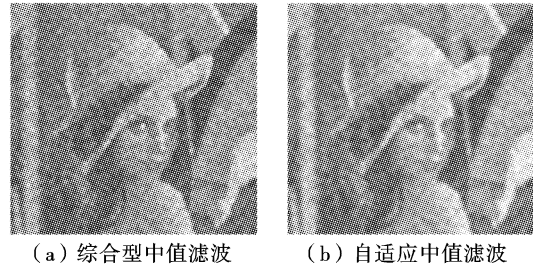


图5 含有高密度噪声的图像滤波后效果图

3 结束语

从文中的图像可以看出,综合型中值滤波算法对椒盐噪声的去除具有理想效果,在消除噪声的同时保证了图像质量,但是对高斯噪声的去除不如自适应中值滤波.综合型中值滤波算法、自适应中值滤波算法对混合噪声都具有比较好的去噪效果,相对而言,自适应滤波算法对图像处理效果相对较好.对于高密度噪声污染的图像,自适应中值滤波算法和综合型滤波算法的去噪效果都不太理想,只能起到一定的去噪效果.

参考文献

- [1] 张秀凤, 娄树理, 张燕妮. 红外图像模式识别的预处理研究[J]. 光电技术应用, 2006, 21(5): 58-60.
- [2] 勒中鑫. 数字图像信息处理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003.
- [3] ANIL K JAIN. 数字图像处理基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [4] 闵祥龙, 王江安, 吴荣华. 一种基于双极值判决的红外图像高密度噪声滤除算法[J]. 红外技术, 2008, 30(3): 168-172.

(上接第63页)

参考文献

- [1] 刘伟军, 孙玉文. 逆向工程——原理、方法及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 36-43.
- [2] 常清. 逆向工程关键技术研究与应用[D]. 山东: 山东大学, 2008.

- [3] 刘德平, 陈建军. 逆向工程中数据精简技术的研究[J]. 西安电子科技大学学报(自然科学版), 2008, 35(2): 334-339.
- [4] 李泽宇, 李德华, 胡汉平, 等. 基于八叉树的三维散乱数据点的法矢的估计[J]. 计算机与数字工程, 2000, 2(4): 62-65.
- [5] 周锋, 邹宏儒, 刘占兵, 等. 逆向工程中点云数据的精简处理研究[J]. 机械工程师, 2006(11): 84-85.