

自适应中值滤波器的实现与在图像降噪中的应用

齐春亮^{1,2}, 马义德¹

(1.兰州大学信息科学与工程学院,甘肃 兰州, 730000)

(2.中国酒泉卫星发射中心, 甘肃 兰州, 732750)

E-mail:jichl03@st.lzu.edu.cn

摘要:为了弥补传统中值滤波器在进行图像降噪处理中的不足,在图像降噪技术中应用了自适应中值滤波器。文中重点介绍了自适应中值滤波器的工作原理并在Matlab平台上进行了仿真试验,与传统中值滤波器进行了比较,计算机仿真结果表明在对密度较大的椒盐噪声进行滤波时,自适应中值滤波较传统中值滤波具有较大的优越性。

关键词:自适应中值滤波器;Matlab平台;中值滤波器;降噪;

1. 引言

滤波器被广泛地用于图像的预处理,抑制图像噪声,增强对比度,以及强化图像的边沿特征。运用较为广泛的线性滤波器如平均值滤波器,能较好地抑制图像中的加性噪声。但是,线性滤波器会引起图像的钝化或模糊,使得图像中物体边界产生位移。特别是,在图像受到乘性噪声或脉冲噪声的干扰,如超声波及雷达成像中普遍存在的斑点噪声,线性滤波器就不能取得预期的效果。中值滤波器,就像其名字一样,是用该像素的相邻像素的灰度中值来代替该像素的值,是一种非线性滤波器^[1]。例如滤波窗口由 3×3 个像素组成,则其中5个像素的灰度值会小于等于该滤波器的输出灰度值,同时5个像素的灰度值会大于等于滤波器的输出。由此可见,对于离散的脉冲噪声,当其出现的次数小于窗口尺寸的一半时,将被抑制掉同时也能较好地保证图像的边沿特征,而且易于实现。因此它被广泛地应用于图像处理,尤其是医学图像处理,如超声波图像。但由于其使用的滤窗大小是固定不变的,当窗中噪声像素数超过有用像素之半时(噪声密度较大时),中值滤波滤波作用大大降低^[2]。多次试验验证:在脉冲噪声强度大于0.2时,中值滤波效果就显得不是令人满意。而本文介绍的自适应中值滤波器会根据一定的设定条件改变滤窗的大小,即当噪声面积较大时,通过增加滤窗的大小将噪声予以去除,同时当判断滤窗中心的像素不是噪声时,不改变其当前像素值,即不用中值代替。这样,自适应中值滤波器可以处理噪声概率更大的脉冲噪声,同时在平滑非脉冲噪声图像时能够更好地保持图像细节,这是传统中值滤波器做不到的^[3]。

文中首先介绍了自适应中值滤波器的原理,随后分析了实现的关键技术,并给出了程序代码,最后与传统中值滤波进行了试验比较,试验结果验证了自适应中值滤波器的有效性和实用性。

2. 自适应中值滤波器的原理介绍及实现技术

2.1 算法原理介绍

自适应中值滤波器的滤波方式和传统的中值滤波器一样,都使用一个矩形区域的窗口 S_{xy} ,不同的是在滤波过程中,自适应滤波器会根据一定的设定条件改变,即增加滤窗的大小,同时当判断滤窗中心的像素是噪声时,该值用中值代替,否则不改变其当前像素值,这样用滤波器的输出来替代像素 (x,y) 处(即目前滤窗中心的坐标的值。我们做如下定义^[1]:

Z_{min} 是在 S_{xy} 滤窗内灰度的最小值;

Z_{max} 是在 S_{xy} 滤窗内灰度的最大值;

Z_{med} 是在 S_{xy} 滤窗内灰度的中值;

Z_{xy} 是坐标 (x,y) 处的灰度值;

S_{max} 指定 S_{xy} 所允许的最大值。

自适应中值滤波算法由两个部分组成, 称为第一层(Level A) 和第二层(Level B) 。

主要算法如下:

Level A : $A1 = Z_{med} - Z_{min}$

$A2 = Z_{med} - Z_{max}$

如果 $A1 > 0$ 并且 $A2 < 0$, 转到level B , 否则增加滤窗 S_{xy} 的尺寸。

如果滤窗 $S_{xy} \leq S_{max}$, 则重复执行Level A , 否则把 Z_{xy} 作为输出值。

Level B : $B1 = Z_{xy} - Z_{min}$

$B2 = Z_{xy} - Z_{max}$

如果 $B1 > 0$ 并且 $B2 < 0$, 把 Z_{xy} 作为输出值, 否则把 Z_{med} 作为输出值。

2. 2 实现技术

在对当前像素计算完成之后, 滤波滑窗 S_{xy} 就会移到下一个像素点的位置, 自适应中值滤波器便重新还原开始对新像素点进行计算。设滤窗的长、宽相等, 用window表示, 其最大值用 S_{max} 表示。

2. 2. 1 程序主体代码

程序初始化

Clear all;

Close all;

image=imread('待处理图像图像');

开始循环:

for i=3:2:Smax

$Z_{min} = \text{ordfilt2}(\text{image}, 1, \text{ones}(i,i), 'symmetric');$

$Z_{max} = \text{ordfilt2}(\text{image}, i*i, \text{ones}(i,i), 'symmetric');$

$Z_{med} = \text{medfilt2}(\text{image}, [i,i], 'symmetric');$

$\text{prolevelB} = (Z_{med} > Z_{min}) \& (Z_{max} > Z_{med}) \& \dots \sim \text{been};$

$\text{zb} = (g > Z_{min}) \& (Z_{max} > g);$

$\text{outZxy} = \text{prolevelB} \& \text{zb};$

$\text{outZmed} = \text{prolevelB} \& \sim \text{zb};$

$f(\text{outZxy}) = \text{image}(\text{outZxy});$

$f(\text{outZmed}) = \text{image}(\text{outZmed});$

$\text{been} = \text{been} | \text{prolevelB};$

 if all(been(:))

 break;

 end

end

figure, imshow (输出滤波后的图像image)。

2. 2. 3 S_{xy} 大小的自适应控制

如果算法中窗内噪声的像素数超过有用像素之半, 则需要增加滤窗 S_{xy} 的尺寸, 增加的方法是使window + 2 , 例如原来的滤窗尺寸为 3×3 , 那么经过增加window 的值之后, 滤窗尺寸变为 5×5 , 如果这时 $S_{xy} \leq S_{max}$, 则继续对该像素点进行滤波运算, 否则保持该像素点的灰度值不变。以此类推, 就构成了滤窗大小的自适应控制。滤窗的最大值 S_{max} 要随着噪声的空间密度大小的变化而进行调整, 一般来说, 噪声的空间密度大, 选择 S_{max} 也要适当地大一些, 噪声的空间密度小, S_{max} 也要适当地小一些。

3 试验结果分析和结论

3.1 试验结果

为了验证自适应滤波器的性能,笔者把Lena 图像(图1所示)人为地加上强度不等的椒盐噪声(图2所示),受到污染的程度分别为(从左至右,以下滤波结果也依照这个顺序,依次对应), $P=0.10;0.15;0.20;0.30;0.50$, P 为噪声密度。分别采用传统滤波器和自适应滤波器在Matlab仿真平台上进行了仿真试验,图3为传统滤波器对受污染图像滤波的结果,图4为自适应滤波器对受污染图像滤波的结果。



图1 原始Lena图



图2 受到不同程度的椒盐噪声污染的图像

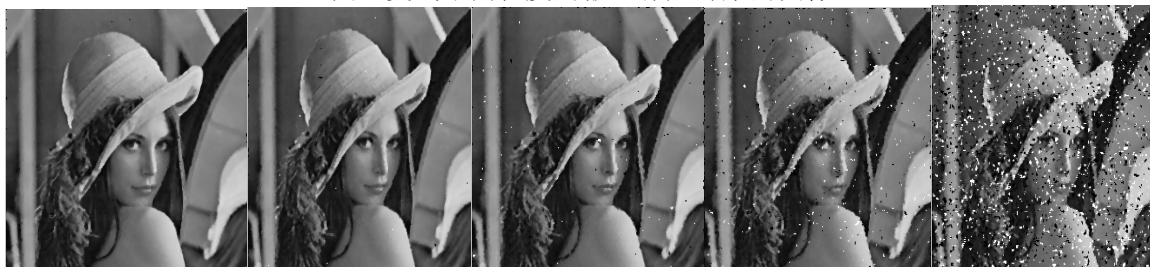


图3 传统中值滤波器对污染图像滤波的结果



图4 自适应滤波器对污染图像滤波的结果

3.2 试验结果对比分析

3.2.1 主观视觉效果对比

从图中可以看出,传统的中值滤波器在噪声强度较小(图3前两幅滤波图像)可以较好地保持图像细节的同时抑制噪声,随着椒盐噪声强度的增加,降噪的能力很快地下降了,图像变得越来越模糊,大量的图像细节丢失,不能从根本上解决降噪与保护图像细节之间的矛盾。而自适应中值滤波器,在有效地抑制噪声的同时还充分地保护了图像细节。由此可见,在对含有空间密度较大的脉冲噪声图像进行滤波时,自适应中值滤波器较传统中值滤波器具有很大的优越性,在很大程度上降低了滤除噪声和图像细节丢失之间的矛盾,对于工程实现有较好的理论参考价值。

3.2.2 客观评价

我们这里采用信噪比来对滤波后的图像进行客观的评价,评价效果如表1所示:

表1: 信噪比计算结果

算法	噪声强度P=0.10	噪声强度P=0.15	噪声强度P=0.20	噪声强度P=0.30	噪声强度P=0.50
传统中值滤波器	21.15DB	20.61DB	19.01DB	16.50DB	14.54DB
自适应中值滤波	27.51DB	26.95DB	26.48DB	25.34DB	23.89DB

随着图像被污染程度的增加,自适应滤波器的信噪比也呈下降趋势,但是相对于传统的滤波器来说性能有较大的优势,从表中和结果图像上我们一目了然。

4 结论

笔者在图像降噪技术中应用了自适应中值滤波器,介绍了该算法的基本原理,并在matlab平台上进行编程实现和试验仿真:对强度不等的椒盐噪声图像进行了滤波,并与传统中值滤波器滤波效果进行了比较,结果表明自适应中值滤波器无论对低噪声还是高噪声的滤除效果都非常好:该滤波器能更有效地、更有针对性地抑制噪声并保持住图象的细节,表现出良好的滤波特性。

参考文献

- [1] Rafael C Gonzalez, Richard E Woods. Digital Image Processing[M]. Addison-welse Publishing Company, 1993: 185.
- [2] Kenneth R, Gastleman. Digital Image Processing[M]. Prentice Hall, 1996: 154.
- [3] 荆仁杰, 叶秀清. 计算机图像处理[M]. 北京: 浙江大学出版社, 1988: 122.

Implementaton and Application in Image Denoise of Adaptive Median Filter

QI Chun-liang^{1,2}, MA Yi-de¹

(1. College of Information Science & Engineering, Lanzhou University, Gansu Lanzhou, 730000)

(2. China Jiuquan Satellite Launch Center, Gansu Lanzhou, 732750)

Abstract : To remedy disadvantage of traditional median filtering algorithms in image denoise, adaptive median filter is introduced and applied to image denoise. Key technology in actual uses is analyzed and is implemented in Matlab platform. Compared with traditional median filter, the computer simulation results show that when used to filter image with the higher level of noise, adaptive median filter is preferable to traditional median filter.

Key words : adaptive median filter; Matlab platform; median filter; denoise

作者简介:

齐春亮(1971—)男,天津人,硕士研究生,主要研究方向:数字图像处理与神经网络

马义德(1963—),男,甘肃临夏人,兰州大学信息与科学学院教授,博士生导师,长期从事计算机应用系统、生物信息数字图像处理、通信与信息、DSP与信号处理等方面的教学与科研工作,并出版著作5部,在SCI、EI以及国内外核心期刊等发表文章50余篇。