

平滑图像噪声的差值滤波法¹

王思贤 曾发龙

(武汉大学图像及信息技术研究所 武汉 430072)

摘要 在图像生成和通讯的过程中,总会产生随机的脉冲干扰和其他的噪声,影响图像的质量和视觉效果.为了滤除图像的干扰噪声,现在一般是采用中值滤波法或加权平均法.但这些方法只能在一定程度上保持图像的边缘细节,相当多的细节被抑制.为此,本文提出一种图像平滑的差值滤波法,尽可能的滤除噪声,又更多的保留图像的细节.实验结果表明效果明显,这在红外遥感图像处理 and 临床医学的辅助诊断中,有重大应用价值.

关键词 干扰噪声,中值滤波法,加权平均法,图像平滑,差值滤波

中图分类号 TN919.8

1 引言

随着多媒体技术的发展、计算机网络技术的广泛应用和宽带信息网的建立,信息在人们的工作、学习和生活中发挥着越来越重要的作用.其中最直接、最主要的信息是图像信息.但在图像的生成、传输与通讯的过程中,经常会伴有随机的脉冲干扰和其他的噪声,造成局部图像毛糙,使局部图像的质量变差.

影响图像的噪声种类很多,有电噪声、机械噪声、信道噪声和其它噪声等等.为了抑制噪声改善局部图像的质量,必须对图像进行平滑处理.在所有的平滑处理中,都存在着滤噪和细节保护的矛盾^[1].目前,在平滑处理消除局部干扰噪声的方法中,得到广泛应用的是中值滤波法和加权平均法.

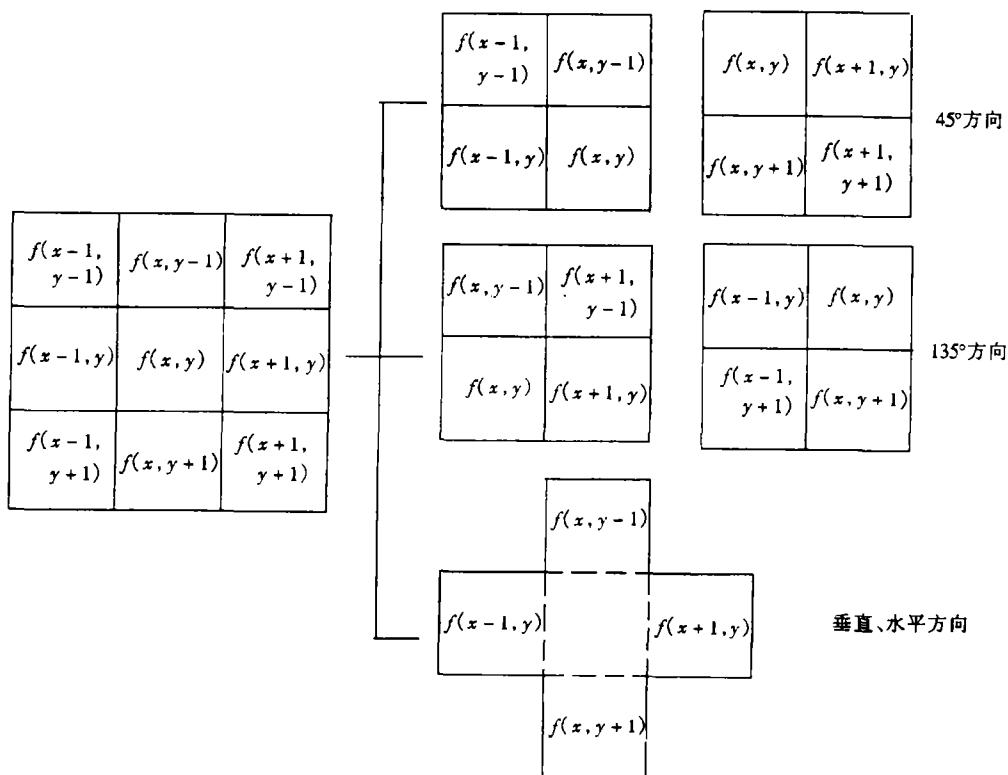
在滤波方法中,中值滤波^[2]是一种消除噪声的好方法,能在一定程度上保持图像的边缘细节,但也抑制了有用的信号,使得整个图像变得模糊.相对地,加权平均法^[3]能保持更多的图像细节,但噪声却得不到充分地滤除.特别当图像的边缘或细节在 45° 和 135° 的方向上,用上述滤波方法抑制噪声时,图像的边缘细节或物体就会受到很大程度上的损失.为了改善图像的质量,更好地满足人眼的视觉,在图像平滑过程中,必须尽可能地平滑噪声,又要更多地保留图像的细节.为此,作者提出了一种差值滤波法,它定义了一个以某点为中心的 3×3 的图像窗口,将其分成五个 2×2 “矩形”窗口,通过计算“矩形”对角线顶点之间的梯度绝对值的和值,然后用和值最小的四个点的平均值来代替该点的灰度值.该方法经过实验证明:不仅图像的噪声得到平滑、细节得以完好的保留,而且运算简单、量小、易于实现.

2 实验原理

2.1 差值滤波法

它定义了一个以某点为中心的 3×3 的图像窗口,将其分解成 45° 、 135° 和垂直水平三个方向上的五个 2×2 “矩形”(见图1),通过计算“矩形”对角线顶点之间的梯度绝对值的和值并比较其大小,检测出该点周围的边缘细节分布状况,然后用边缘细节中和值最小的四个点的平均值来代替该点的灰度值,更好地平滑了图像噪声和保护图像的细节.这样既

¹ 1998-09-23 收到, 1999-05-11 定稿

图 1 将图像窗口分解为五个 2×2 个像素窗口

不同于中值滤波法，仅仅是对一个滑动窗口内的诸像素的灰度排序，用其中值代替窗口中心像素的原来灰度值，而忽视了周围的边缘细节；也不同于加权平均滤波，用邻域内各像素灰度级的加权平均值来代替中心像素原来的灰度值，保护了图像的细节，但却衰弱了图像噪声的平滑。若 $f(x, y)$ 的数值代表原图像的灰度值， $[g(x, y)]$ 是滤波后的图像，则差值滤波用数学式子表示为三个方向的五个“矩形”的梯度绝对值的和值 t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 ：

$$\begin{aligned}
 t_0 &= |f(x-1, y-1) - f(x, y)| + |f(x-1, y) - f(x, y-1)|, \\
 t_1 &= |f(x-1, y) - f(x, y+1)| + |f(x-1, y+1) - f(x, y)|, \\
 t_2 &= |f(x, y-1) - f(x+1, y)| + |f(x+1, y-1) - f(x, y)|, \\
 t_3 &= |f(x, y) - f(x+1, y+1)| + |f(x, y+1) - f(x+1, y)|, \\
 t_4 &= |f(x-1, y) - f(x+1, y)| + |f(x, y-1) - f(x, y+1)|.
 \end{aligned}$$

判断 t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 中的最小值 $t_{\min} = \min(t_0, t_1, t_2, t_3, t_4)$ ，那么 $[g(x, y)]$ 的值为与 t_{\min} 相关的四个点灰度值的平均值。

3 实验结果

实验采用标准的拌有明显局部随机噪声的 Lenna 图像为对象，大小为 256×256 ，256 个灰度级。中值滤波法是选用“十”字形滑动窗口，加权平均法是采用梯度倒数加权平滑。

整个实验程序^[4]运行在 P5/200MHz/32M RAM 的机器上, 计算速度快, 达到实时处理效果。其中图 2 为原图, 图 3 为中值滤波后的图像, 图 4 为加权平均滤波后的图像, 图 5 为差值滤波后的图像。



图 2 含随机噪声的原图

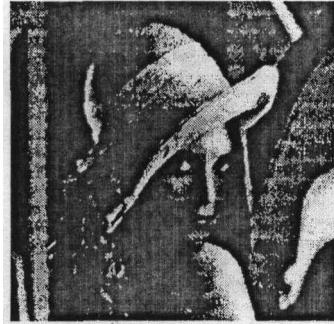


图 3 中值滤波图像



图 4 加权平均滤波图像



图 5 差值滤波图像

4 结果分析

4.1 主观评价

由于图像最终是要给人们观察的, 因此对一幅图像的主观评价是衡量图像质量的最直接也是最重要的标准。一方面, 直接地从实验结果的图像可以看出: 用中值滤波法, 加权平均法和差值滤波法处理图像后, 图像的噪声明显下降, 但从图像细节丰富的帽子装饰物可以比较: 加权平均法滤波处理的图像质量效果最差, 最模糊, 但细节比中值滤波后的图像细节丰富; 中值滤波法处理的图像质量好, 但细节损失最多; 差值滤波法处理的图像质量好, 细节保持最多, 却会产生微小的锯齿现象。另一方面, 对原图与处理后的图像用同一种 Sober 算法方法寻找图像的边缘细节, 这样可间接地比较平滑后图像保留细节的多少。其结果依次为图 6、图 7、图 8、图 9, 分析表明了与上述相同的结论。

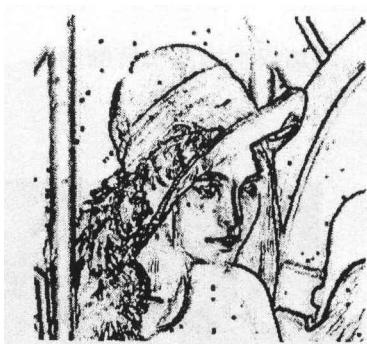


图 6 原图的边缘



图 7 中值滤波图像的边缘



图 8 加权平均滤波图像的边缘



图 9 差值滤波图像的边缘

4.2 客观评价

客观评价标准是从统计的角度来衡量图像的质量,目前衡量图像质量和相似程度的客观评价参数主要是峰值信噪比和相关系数。滤波后图像的峰值信噪比和相关系数的比较如表 1 所示。

表 1 实验结果图像的峰值信噪比和相关系数

图像	项目	
	PSRN	相关系数
中值滤波的图像	34.21db	0.973
加权滤波的图像	31.62db	0.946
差值滤波的图像	34.39db	0.985

由此可见,中值滤波法适合于图像的“光滑区域”,而不适合图像中含有丰富的细节区域^[5],图像质量较好;加权滤波法虽能很好的保护图像的细节,但滤除噪声的能力却很差,适合于含丰富细节结构的区域,而不适合图像的“光滑区域”,图像质量最差;差值滤波法虽使图像存在微小的锯齿,但却是最合理解决了平滑滤噪和细节保护的矛盾的最好方法,不仅在原理上更好地考虑到像素与邻域像素点的关系,而且在保持图像的细节和去除图像的噪声方面都有明显的优点,即适合于图像的“光滑区域”,又适合于图像中含有丰富的细节区域,图像质量最好。这在实际图像处理中有很重要的应用价值。

参 考 文 献

- [1] 宋焕生, 梁德群, 刘春阳, 吴成柯. 基于 Bayes 决策的组合中值滤波. 电子科学学刊, 1998, 20(1): 136-140.
- [2] 周新伦, 柳健, 刘志华. 数字图像处理. 北京: 国防工业出版社. 1985, 第 5 章 5.2 节.
- [3] 荆仁杰, 叶秀清, 徐胜荣, 陈存椿. 计算机图像处理. 杭州: 浙江大学出版社. 1992, 第 5 章 5.1 节.
- [4] 张明敏. 图形图像文件格式解码实用程序. 中国图像图形学报. 1998, 3(3): 243-245.
- [5] Arce G A, Foster R E. Detail-preserving ranked-order base filters for image processing. IEEE Trans. on PAMI. 1989, PAMI-37(1): 83-98.

A DIFFERENCE-FILTERING WAY TO
SMOOTHING IMAGE NOISE

Wang Sixian Zeng Falong

(The Institute of Image and Information Technology, Wuhan University, Wuhan 430072)

Abstract Noise occurring in image generation and communication affects image quality. As a rule, median filtering or weighting smoothing is used to dwindle noise. But those ways can keep limited image details, some more value information also dwindles. This paper proposes a difference-filtering way to solve this problem. It is very important in remote sensing and medicine.

Key words Interference noise, Median filtering, Weighting smoothing, Image smoothing, Difference-filtering

王思贤: 男, 1944 年生, 副教授, 多年从事图像处理、模式识别的研究工作.

曾发龙: 男, 1972 年生, 硕士生, 从事图像处理的研究工作.