

一种加权均值滤波的改进算法*

贾书香, 任小洪, 王天文, 梁立飞

(四川理工学院 自动化与电子信息学院, 四川 自贡, 643000)

摘要: 根据椒盐噪声污染图像灰度值取值范围的变化, 提出了一种改进的加权均值滤波算法。实验结果表明, 该方法能有效地去除椒盐噪声, 同时保留了图像细节。

关键词: 均值滤波; 加权; 滤波算法; 椒盐噪声

中图分类号: TP391

文献标识码: A

An improved algorithm of weighted mean filtering

JIA Shu Xiang, REN Xiao Hong, WANG Tian Wen, LIANG Li Fei

(Institute of Automation and Electronic Information, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: According to the changes of gray value range of images pollute by salt and pepper noise, this paper proposed an improved weighted mean filtering algorithm. It has proved that this algorithm can not only effectively remove salt and pepper noise, but also protect the details.

Key words: mean filtering; weighted; filtering algorithm; salt and pepper noise

图像噪声的消除是图像处理中的一个重要内容, 已有许多学者进行了深入的研究, 并提出了许多有效算法^[1-6]。从大的方面说有统计滤波技术、频域滤波技术和空域处理技术, 它们有各自的优点: 前两者运算量大, 比较复杂, 精确较高; 后者运算简便, 但精度低。目前比较经典的去噪声方法都会或多或少给图像带来模糊。因此, 探求一种既能去除噪声又不致使图像增加模糊的方法, 一直是增强处理中的难题。

均值滤波是图像处理中一种消除噪声的基本方法, 主要有简单均值滤波、线性加权滤波、倒数梯度滤波等。均值滤波适合于去除高斯噪声。本文基于均值滤波的基本原理, 提出了一种去除椒盐噪声的加权均值滤波的改进方法, 在滤除噪声的同时保留图像细节。

1 基本原理

1.1 简单均值滤波器

简单均值滤波器是一种运用 Box 模板对图像进行模板操作 (卷积运算) 的图像平滑方法。所谓 Box 模板是

指模板中所有系数都取相同值的模板, 常用的 3×3 和 5×5 模板如下:

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Box 模板对当前像素及其相邻的像素点都一视同仁, 统一进行平均处理, 这样就可以滤去图像中的噪声。

简单均值法的数学含义可用下式表示:

$$g(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{(i, j) \in S} f(i, j)$$

式中: $x, y = 0, 1, \dots, N - 1$; S 是以 (x, y) 为中心的邻域的集合, M 是 S 内的点数。

简单的均值滤波对图像局部窗口取均值代替窗口中心像素。对于这种方法, 由于每一像素点无条件地被窗口的均值代替, 而窗口所包含的像素很可能既包括

* 基金项目: 人工智能四川省(高校)重点实验室项目基金资助(2007R011)

边缘也包括区域，这样图像边缘势必变得模糊，并不能很好地达到去噪保鲜边缘的目的。而且简单平均法的平滑效果与所采用邻域的半径（模板）大小有关，半径愈大，则图像的模糊程度越大。

1.2 加权滤波

如果将简单均值滤波的模板稍作修改，如图 1 所示，可以得到线性滤波模板。线性加权滤波实际上也是一个低通滤波器。线性加权滤波后的输出为：

$$y = w_1 \times f(i-1, j-1) + w_2 \times f(i-1, j) + w_3 \times f(i-1, j+1) + w_4 \times f(i, j-1) + w_5 \times f(i, j) + w_6 \times f(i, j+1) + w_7 \times f(i+1, j-1) + w_8 \times f(i+1, j) + w_9 \times f(i+1, j+1)$$

为了保持平滑处理后的图像的平均值不变，模板内各元素之和为 1，即 $\sum_{k=1}^9 w_k = 1$ 。可调节 3×3 窗口内各像素点对滤波器输出的影响，确定去噪和保留图像细节的效果。当需要更多地保留图像细节时， w_5 取值应大一些。如果需要更多地去掉噪声，那么 $w_1 \sim w_9$ 取值应尽量平均一些。当 $w_1 \sim w_9$ 都取相同的值时，线性滤波器退化为均值滤波器。

	$i-1$	i	$i+1$
$j-1$	w_1	w_2	w_3
j	w_4	w_5	w_6
$j+1$	w_7	w_8	w_9

图 1 线性滤波模板

2 加权滤波的改进及实现

如果图像被椒盐噪声所污染，那么被污染像素的灰度值将是图像灰度取值范围内的最大值或最小值。针对这一现象，对加权滤波提出改进方法：将 3×3 模板在图像中按从左到右、从上到下漫游，并将模板中心与图中某个像素位置重合；读取模板下各对应像素的灰度值；找到各灰度值的最大值和最小值，它们对应像素乘的权重为 0；对其他剩余值求平均值，将这个平均值赋给对应模板中心位置的像素。为了突出原来 (i, j) 本身的重要性，以便尽量抑制图像中的模糊效应，在模板中心和较近的元素，可以赋予大的加权值。

若 $I=[f(i, j)]_{M \times N}$ 表示输入图像，其中 $f(i, j)$ 表示图像灰度值矩阵中 (i, j) 点处像素的灰度值。 $H_3(i, j)$ 代表像素中心在

(i, j) 大小为 3×3 的一个窗口，如下所示：

$$H_3(i, j) = \begin{bmatrix} f(i-1, j-1) & f(i-1, j) & f(i-1, j+1) \\ f(i, j-1) & f(i, j) & f(i, j+1) \\ f(i+1, j-1) & f(i+1, j) & f(i+1, j+1) \end{bmatrix}$$

该滤波器的具体实现步骤如下：

(1) 将模板 $H_3(i, j)$ 在图像 $I=[f(i, j)]_{M \times N}$ 中从左到右、从上到下漫游，而模板中各位置点会与图像中的某个像素点重合；

(2) 读取模板 $H_3(i, j)$ 下各对应像素的灰度值 $f(i, j)$ ；

(3) 将这些灰度值 $f(i, j)$ 存储在一维矩阵中，并进行比较，按升序排成一列；

(4) 取这些灰度值中一个最大值 \max 和一个最小值 \min ，即 $b(9)$ 和 $b(1)$ ，则令相乘权值为 0，即不考虑它们对图像造成的影响。

(5) 对剩余的 7 个灰度从小到大依次与 $w_1、w_2、w_3、w_4、w_3、w_2、w_1$ 相乘后相加得 A ，令 A 与各权重之和的倒数 $\frac{1}{2(w_1 + w_2 + w_3) + w_4}$ 相乘，得列权值矩阵。

(6) 将构成的权值矩阵与它所重合的像素灰度值相乘，把所有的乘积求和，将这个值赋给对应模板中心位置的像素。

使灰度相近的邻点参与平均的比重大，对模板中心和较近的元素可以赋予大的加权值。权值取值规律： w_4 对应这些灰度值中的中值，取系数最大； $w_3、w_2、w_1$ ，逐渐减少。

3 仿真结果分析

本文算法对含有椒盐噪声的 lena 图像作滤波实验。图像去噪质量主要是根据增强目的而由主观视觉评定的，不存在通用的理论方法，因而在得到满意的结果之前都会反复进行多次的试验和修改。为了分析和评价改进的加权滤波器的滤波效果，以均方误差 MSE 和峰值信噪比 $PSNR$ 为两个衡量标准：

$$MSE = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (f(x, y) - f'(x, y))^2}{MN}$$

$$PSNR = 10 \lg \left(\frac{255^2}{\frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (f(x, y) - f'(x, y))^2} \right)$$

各种滤波器滤波的效果图如图 2 所示。噪声图像经简单均值滤波 3×3 窗口，噪声没有得到抑制，且边缘被模糊，图像变得不清晰；加权滤波算法使用二维 Gaussian 离散模板，噪声得到抑制，使得目标及背景都比简单均值滤波清晰，但从图中可以看到存在少量的椒

盐噪声。



噪声图像

简单均值滤波



加权滤波

本文算法

图2 各种滤波器滤波效果图

对本文中改进的加权均值滤波赋予权值,经仿真结构分析,在模板中心和较近的元素,取权值较小,图像边缘模糊;若取值过大,噪声得不到有效抑制。因此,本文取 $w_4=0.5$ 、 $w_3=0.125$ 、 $w_2=0.075$ 、 $w_1=0.05$ 。通过对表1数据进行分析可得,简单均值滤波和加权滤波算法滤波质量均不如本文算法。

表1 实验中各种滤波器算法性能比较

	简单均值 滤波	加权滤波	本文算法
<i>MSE</i>	0.112 2	0.048 4	0.025 6
<i>PSNR</i>	132.697 8	141.107 8	147.476 9

经理论分析和实验验证,本文所提出的均值滤波改进算法较普通均值滤波在图像去噪中有着明显的优

势,对椒盐噪声得到了有效的抑制,尤其对图像的边缘保真效果突出,是一种有效的图像去噪方法。可以根据实际图像更改权值应用于其他噪声图像滤波中。

参考文献

- [1] BROWNRIGG D. The weighted median filter[J]. Commun, Assoc, Computer, 1984(3):807-818.
- [2] KO S J, LEE S J. Center weighted median filters and their application to image enhancement [J]. IEEE Trans, Circuits Syst, 1991, 38(9):984-993.
- [3] LIN H, WILLSON A N. Median filter with adaptive length [J]. IEEE Trans, Circuits Syst, 1988, 35(6):675-690.
- [4] SUN T, NEUVO Y. Detail-preserving median based filters in image processing [J]. Pattern Recognition Letters, 1996, (15):341-347.
- [5] WANG Z, ZHANG D. Progressive switching median filter for the removal of impulse noise from highly corrupted images [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing, 1999, 46(1):78-80.
- [6] ENG H, MA K. Noise adaptive soft-switching median filter [J]. IEEE Tran, Image Proc, 2001, 10(2):242-251.
- [7] 杨群生,黄继武,康显桂,等.直方图加权均值滤波器[J].电子学报, 2004, 7(32):1108-1111.
- [8] 张旭,陈树越.一种基于统计特性的邻域均值滤波算法[J].情报开发与经济, 2005, 2(15):146-147.
- [9] 李秀峰,苏兰海,荣慧芳,等.改进均值滤波算法及应用研究[J].微计算机信息, 2008, 1(24):235-236.
- [10] 王红梅,李言俊,张科.一种改进型椒盐噪声滤波算法[J].光子·激光, 2007, 1(18):113-116.
- [11] 冈萨雷斯.数字图像处理(第二版)[M].北京:电子工业出版社, 2007.
- [12] 陈书海,傅录祥.实用数字图像处理[M].北京:科学出版社, 2005.