

基于模糊推理的方向中值椒盐滤波算法

袁 智, 罗桂娥

(中南大学, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 针对灰度图像中的椒盐噪声, 提出了一种基于模糊逻辑推理的方向中值滤波算法。该算法先利用椒盐噪声的特点, 将图像像素点分为信号像素点和噪声像素点, 然后利用模糊推理在 4 个方向上推理出最接近理想值的非噪声点代替当前噪声点。同时算法中采用一种简便的方法检测出噪声点所处的滑动窗口中的边和线。仿真结果表明, 该算法能在有效抑制噪声的同时较好地保存图像的细节信息。

关键词: 椒盐噪声; 方向中值滤波器; 模糊推理

中图分类号: TP391.41

文献标识码: B

Fuzzy reasoning-based direction median filter for removing salt and pepper noise

YUAN Zhi, LUO Gui E

(Centre South University, Changsha 410083, China)

Abstract: A fuzzy reasoning-based direction median filter is proposed to remove the salt and pepper noise from gray-scale image. Firstly, each pixel is classified to be signal pixel and noise according to the characteristic of salt and paper noise. Then choose the ideal noise-free pixel to replace the current pixel according to fuzzy reasoning in four direction, This paper also proposes a simple approach to determine the edge and line direction in the current sliding window. The results of experiments show that the new algorithm has a good noise removing and detail of the image preserving capability.

Key words: salt and pepper noise; direction median filter; fuzzy reasoning

在数字图像的获取或传输过程中, 由于图像传感器、传输信道等经常会带来脉冲噪声, 使图像中出现一些黑白相间的点。这种噪声常称为椒盐噪声。它是使图像质量下降的一个主要原因, 同时它对图像的后期处理有着直接的影响。目前去除噪声的方法主要是图像滤波, 如何能在有效地滤除图像中的椒盐噪声的同时较好地保护图像的细节信息一直是图像处理领域的热点研究方向之一。

中值滤波是目前针对椒盐噪声应用最为广泛的一种滤波方法^[1], 后来许多学者在此基础上提出了相关的改进中值滤波算法, 例如加权中值滤波算法^[2]和中心加权中值滤波算法, 它们通过给滤波窗口中不同像素点或中心像素点赋予不同的权值来保护细节, 但缺少噪声点判断, 即将所有的像素点做统一处理, 造成了图像的模糊。后来又出现了一种极大极小值算法^[3], 如在毕萍的“一种改进的椒盐噪声非线性滤波算法”中将窗口中最大值和最小值附近的像素点视为噪声点。在一定的区域

内, 必然存在最大值和最小值, 但不一定是噪声点, 所以该方法缺乏一定的准确性。根据椒盐噪声的特点, 董继扬、张军英提出了“一种简单的椒盐噪声滤波算法”^[4]及刘继业和费如纯的“一种滤除椒盐噪声的改进的中值滤波算法”, 他们把椒盐噪声灰度值设定在 $[0, \delta]$ 和 $[255 - \delta, 255]$ 2 个范围内。该方法是一种较为有效的去除椒盐噪声的方法, 但是这种方法在图像中的边和线处理不够妥当, 会造成一定的边界模糊。

由于椒盐噪声的灰度值一般分布在 $[0, \delta]$ 和 $[255 - \delta, 255]$ (其中 δ 为设定阈值) 2 个范围内, 因此这种两极门限检测法非常适合椒盐噪声的检测。根据这一点本文提出了一种基于模糊推理的方向中值椒盐滤波算法, 该算法首先根据两极门限检测法判断一个像素点是否为椒盐噪声点, 如果满足该条件则认为该像素点为椒盐噪声点, 再对该像素的周围像素点进行简单滤波, 然后对该像素所在的区域进行四向模糊推理, 判断滑动窗口中是否存在边和线, 最后找到一个最合适的中值来替代中心

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

噪声点的灰度值。这种算法能有效地在滑动窗口中检测出边和线,对高密度的椒盐噪声有很好的滤波效果。

1 算法介绍

在一般的灰度图像中,由于大部分像素的灰度值都远离0和255,即灰度值集中于0和255的像素点的图像大多为椒盐噪声点。根据这一特点,下面给出一种基于模糊推理的方向中值滤波算法。

(1)设椒盐噪声的灰度值范围为 $[0,\delta]$ 和 $[255-\delta,255]$,如果图像的某一像素点的灰度值落入这一范围则该像素点为噪声点,反之为信号点,信号点给予保留;

(2) 5×5 窗口内的像素标记如图1所示。对于可能的噪声点 S_{ij} ,将以 S_{ij} 为中心的 3×3 窗口,记录外围像素点 $S_{i-1,j-1}$ 、 $S_{i-1,j}$ 、 $S_{i-1,j+1}$ 、 $S_{i,j-1}$ 、 $S_{i,j}$ 、 $S_{i,j+1}$ 、 $S_{i+1,j-1}$ 、 $S_{i+1,j}$ 、 $S_{i+1,j+1}$ 的灰度值,记为 $\{X_{i-1,j-1} X_{i-1,j} X_{i-1,j+1} X_{i,j-1} X_{i,j} X_{i,j+1} X_{i+1,j-1} X_{i+1,j} X_{i+1,j+1}\}$;

$S_{i-2,j-2}$	$S_{i-2,j-1}$	$S_{i-2,j}$	$S_{i-2,j+1}$	$S_{i-2,j+2}$
$S_{i-1,j-2}$	$S_{i-1,j-1}$	$S_{i-1,j}$	$S_{i-1,j+1}$	$S_{i-1,j+2}$
$S_{i,j-2}$	$S_{i,j-1}$	$S_{i,j}$	$S_{i,j+1}$	$S_{i,j+2}$
$S_{i+1,j-2}$	$S_{i+1,j-1}$	$S_{i+1,j}$	$S_{i+1,j+1}$	$S_{i+1,j+2}$
$S_{i+2,j-2}$	$S_{i+2,j-1}$	$S_{i+2,j}$	$S_{i+2,j+1}$	$S_{i+2,j+2}$

图1 5×5 窗口内的像素标记

(3)对于外围集合像素点依次进行一次 3×3 窗口的简单滤波,以 $S_{i-1,j-1}$ 为例,如果 $S_{i-1,j-1}$ 的灰度值没有落在椒盐噪声的灰度值范围内,则保留其灰度值;如果 $S_{i-1,j-1}$ 可能为噪声点,则在以 $S_{i-1,j-1}$ 为中心的 3×3 窗口中,记录外围点 $\{S_{i-2,j-2} S_{i-2,j-1} S_{i-2,j} S_{i-1,j-2} S_{i-1,j} S_{i-1,j+1} S_{i,j-2} S_{i,j-1} S_{i,j}\}$ 中不在椒盐噪声灰度值范围内的点的灰度值,记为 $\{X_1 X_2 X_3 \dots X_k\}$,其中 $k \neq 0$ 。取不在椒盐噪声灰度值范围内的像素点的中值 $med(X_1 X_2 X_3 \dots X_k)$,用来代替原来的灰度值,得到新的外围像素点灰度值 $\{X_{i-1,j-1} X_{i-1,j} X_{i-1,j+1} X_{i,j-1} X_{i,j} X_{i+1,j-1} X_{i+1,j} X_{i+1,j+1}\}$;

(4)为了判断当前滑动窗口中是否存在线条和边界,4个方向的索引由下式给出:

$$E_1 = \text{abs}(X_{i-1,j-1} - X_{i+1,j-1}) + \text{abs}(X_{i-1,j+1} - X_{i+1,j+1}) \quad (1)$$

$$E_2 = \text{abs}(X_{i-1,j} - X_{i+1,j}) + \text{abs}(X_{i,j-1} - X_{i,j+1}) \quad (2)$$

$$E_3 = \text{abs}(X_{i-1,j-1} - X_{i-1,j+1}) + \text{abs}(X_{i+1,j-1} - X_{i+1,j+1}) \quad (3)$$

$$E_4 = \text{abs}(X_{i,j-1} - X_{i,j+1}) + \text{abs}(X_{i-1,j} - X_{i+1,j}) \quad (4)$$

将 E_1 $1=1,2,3,4$ 作为模糊推理的输入,并将 E_1 赋值给 $D_1=1,2,3,4$,并将 D_1 进行排序。

用如下3条模糊规则来检测噪声所处的滑动窗口的类型,即平滑窗口、含有线条或边界的滑动窗口或者复杂窗口。

规则1:如果 D_4 很小,而 D_1, D_2, D_3 也都很小,则当

《微型机与应用》2010年第6期

前滑动窗口为平滑窗口。

规则2:如果 D_1 很小,而 D_2, D_3, D_4 都很大,则当前滑动窗口为含有线条或边界的滑动窗口。

规则3:其他,则窗口为复杂窗口。

如果符合规则1,表明在该窗口处在一个平滑区域,则用外围像素点的中值来代替中心点的像素点灰度值。如果符合规则2,表明在该窗口中的 D_1 方向上存在一条线或者一个边界,则用排序后 D_1 相应方向上的2个像素点采取靠中原则,选取一个像素点的灰度值代替中心像素点的灰度值,如图2所示, $E_1=2, E_2=120, E_3=236, E_4=118$,排序后 $D_1=2, D_2=118, D_3=120, D_4=236$,符合规则2,且 $D_1=E_1$,则在 E_1 所对应的方向上的2个像素点143、142中选择142来代替中心像素点的灰度值。如果符合规则3,则同样用外围像素点的中值来代替中心点的像素点灰度值。

25	143	144
25	255	144
26	142	143

图2 简单滤波后得到的 3×3 窗口

2 试验结果及分析

本文采用如图3所示的lena灰度图像进行滤波算法测试实验,对原图像添加噪声密度为30%、40%、50%的椒盐噪声,并用PSNR性能做标准来衡量。

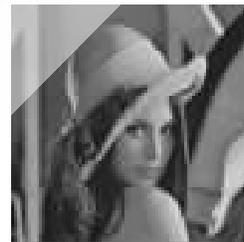


图3 lena图像

本文算法与标准中值滤波、与董继扬和张军英提出的“一种简单的椒盐噪声滤波算法”(下称简单滤波算法)在椒盐噪声为30%、40%、50%时的比较结果如图4、图5、图6所示。以上各种算法的PSNR对比情况如表1所示。

表1 各种算法的PSNR对比

PSNR	30%椒盐噪声	40%椒盐噪声	50%椒盐噪声
中值滤波算法	26.0672	21.5273	18.1606
简单滤波算法	34.1479	32.9635	31.4980
本文算法	36.1320	33.7082	32.2476

上述实验结果表明,本文提出的基于模糊推理的方向中值椒盐滤波算法比标准中值滤波算法在对椒盐噪声的去除和图像细节保护方面效果有明显的提高,相对于董继扬、张军英提出的“一种简单的椒盐噪声滤波算法”在图像细节保护方面略有提高。

参考文献

- [1] ASTOLA J, KUOMANEN P. Fundamentals of nonlinear digital filtering. Boca Raton, FL: CRC, 1977.
- [2] BROWNRIGG D. The weighted median filter[J]. Commun Assoc Computer, 1984.
- [3] 邢藏菊,王守觉,邓浩江,等.一种基于极值中值的新型

欢迎网上投稿 www.pcachina.com

33



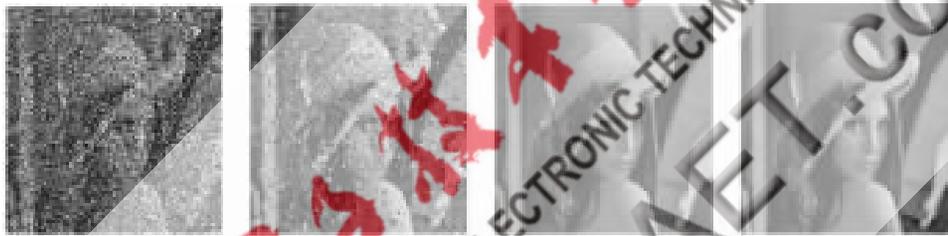
加入 30% 椒盐噪声图像 中值滤波结果 简单滤波算法结果 本文算法结果

图 4 加入 30% 椒盐噪声的实验结果与比较



加入 40% 椒盐噪声图像 中值滤波结果 简单滤波算法结果 本文算法结果

图 5 加入 40% 椒盐噪声的实验结果与比较



加入 50% 椒盐噪声图像 中值滤波结果 简单滤波算法结果 本文算法结果

图 6 加入 50% 椒盐噪声的实验结果与比较

滤波算法[J].中国图像图形学报,2001,6(6):537-541. 新导报,2008(20).

- [4] 董继扬,张军英.一种简单的椒盐噪声滤波算法[J].计算机工程与应用,2003,5(20).
- [5] 任洪海,纪玉波,张飞侠,等.一种去椒盐噪声中值滤波的改进算法[J].电脑开发与应用,2005,(5).
- [6] 刘继业,费如纯.一种滤除椒盐噪声的改进的中值滤波算法[J].辽宁科技学院学报,2008(04).
- [7] 毕萍.一种改进的椒盐噪声非线性滤波算法[J].科技创

(收稿日期:2009-12-15)

作者简介:

袁智,男,1985年生,研究生,主要研究方向:数字图像处理。

罗桂娥,女,1962年生,教授,主要研究方向:信息融合、数字图像处理、智能仪器开发。