

## 一种抗噪的大米边缘检测方法\*

潘 艺, 韩 萍, 杨红卫

(河南工业大学 信息科学与工程学院, 河南 郑州 450001)

**摘 要:** 针对同时含有高斯噪声和椒盐噪声的大米图像, 提出了一种大米抗噪边缘检测方法。根据大米图像的特点对 中值滤波法进行改进, 使其能在降噪的同时更好地保护大米边缘细节, 采用改进中值滤波算法对大米图像进行滤波之后, 分别经过顶帽变换去除光照不均匀和幂次变换进一步增强图像, 最后使用 Canny 算子检测大米边缘。实验表明, 该方法抗噪性能强, 对信噪比较低的大米图像进行边缘检测取到了较好的结果。

**关键词:** 大米图像; 中值滤波; Canny 算子; 边缘检测

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)10-0042-04

## An anti-noise edge detection method for rice image

PAN Yi, HAN Ping, YANG Hong Wei

(College of Information Science and Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** In order to detect the edge of rice image that contain Gaussian noise and salt and pepper noise, a new method was proposed. It firstly improved the median filtering, which is more effective in reducing noise and protecting the details of edge, then used it to filter the image, and light non-uniform was removed by top-hat transform, power law transformation was used to further enhance the image. At last, Canny operator was used to detect the rice edge. The experiments show that the method not only have strong anti-noise performance but also can extract the edge more clearer and exactly.

**Key words:** rice image; median filter; Canny operator; edge detection

大米外观是评价大米品质的重要指标。随着数字图像处理技术在农产品质量检测中的广泛应用, 大米品质检测变得更加客观、准确。大米图像边缘检测是计算机检测大米外观品质的关键环节<sup>[1]</sup>。在常用的边缘检测算法中, Canny 算子检测效果较好, 它具有定位准确、边缘连续等优点, 得到了广泛的应用。但在实际检测中, 获取的大米图像难免会携带一些噪声或出现明暗不均匀等情况, 此时运用 Canny 算子检测边缘得到的结果就不太理想。本文提出一种抗噪的大米边缘检测方法, 对含噪图像进行滤波降噪, 消除不均匀背景和图像增强等处理后再进行边缘检测。实验表明, 该方法优于传统算法, 最终取得了较好效果, 为实现大米品质的客观、快速检测提供了一种有效的技术手段。

## 1 方法与实现

## 1.1 改进的中值滤波算法

## 1.1.1 中值滤波

中值滤波器是一种非线性空间滤波器, 它首先用某

个采样窗口从图像中取出奇数个数据进行排序, 然后用排序后的中值取代要处理的数据。相比于其他平滑滤波器, 中值滤波器具有更优秀的去噪和保护细节的能力, 因此应用非常普遍。但传统中值滤波算法去噪和保护边缘细节的能力有限, 因此许多研究者提出了很多改进的中值滤波算法, 如中心加权中值滤波法<sup>[2]</sup>、开关中值滤波法<sup>[3]</sup>等。针对不同的图像这些算法具有各自的优点和缺陷。

## 1.1.2 改进的中值滤波算法

大米图像的特点是图像细节比较简单, 即由米粒和单一的背景组成, 通常米粒的像素值高而背景的像素值相对较低。为了更好地降噪和保护大米边缘, 本文提出一种针对大米图像的改进中值滤波算法。

假设噪声大米图像为  $X(i, j)$ , 滤波后的图像为  $Y(i, j)$ , 以  $3 \times 3$  滤波窗口为例, 滤波窗口如图 1 所示。

中值可表示为:

$$Y(i, j) = \text{med}[X(i-1, j-1), X(i-1, j), \dots, X(i+1, j+1)] \quad (1)$$

对于同时受到高斯噪声和椒盐噪声污染的大米图像, 可以将图像区分为噪声点、边缘细节线和平坦区。噪

\* 基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2008BAD48B04)

$X(i-1,j-1)$	$X(i-1,j)$	$X(i-1,j+1)$
$X(i,j-1)$	$X(i,j)$	$X(i,j+1)$
$X(i+1,j-1)$	$X(i+1,j)$	$X(i+1,j+1)$

图1 3×3 滤波窗口

声点直接采用窗口的中值代替;平坦区像素对大米边缘没有影响,但为防止被检测成假边缘也用传统中值滤波处理。大米边缘线可以分为 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 和 $135^\circ$ 四个方向,可能的大米边缘线用黑方格线表示,边缘线的两侧分别定义为A区和B区,如图2所示。

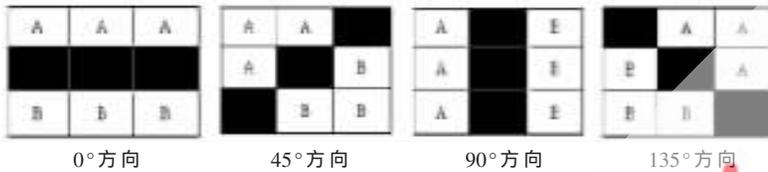


图2 各方向边缘线及A、B区域

因为米粒与背景的像素值差值较大,要判断黑格线是否为边缘可以从A区和B区的像数和之差来考虑。但由于噪声因素的影响使得判断边缘错误的可能性比较大,因此采用A区、B区的中值之差来判断。用 $M_a(i,j)$ 表示A区中值,用 $M_b(i,j)$ 表示B区中值,设定一个阈值 $T$ ,若 $|M_a(i,j)-M_b(i,j)|>T$ ,则该方向像素点为边缘线。以 $0^\circ$ 方向为例,要处理的数据输出为 $Y_1(i,j)=\text{med}[X(i,j-1) X(i,j) X(i,j+1)]$ 即判断为该方向黑格像素点中值(其他方向算法同理),否则,继续判断未判断的方向;若A区、B区差值都小于 $T$ ,则输出窗口中值 $Y(i,j)$ 。

改进中值滤波算法的基本步骤如下:

- (1)若 $|M_a(i,j)-M_b(i,j)|>T$ ,边缘为 $0^\circ$ 方向,输出该方向像素中值 $Y_1(i,j)$ ,重复步骤(1)继续下一像素计算,否则转至步骤(2);
- (2)若 $|M_a(i,j)-M_b(i,j)|>T$ ,边缘为 $45^\circ$ 方向,输出该方向像素中值 $Y_2(i,j)$ ,至步骤(1)继续下一像素计算,否则转至步骤(3);
- (3)若 $|M_a(i,j)-M_b(i,j)|>T$ ,边缘为 $90^\circ$ 方向,输出该方向像素中值 $Y_3(i,j)$ ,转至步骤(1)继续下一像素计算,否则转至步骤(4);
- (4)若 $|M_a(i,j)-M_b(i,j)|>T$ ,边缘为 $135^\circ$ 方向,输出该方向像素中值 $Y_4(i,j)$ ,转至步骤(1)继续下一像素计算,否则转至步骤(5);
- (5)输出窗口中值 $Y(i,j)$ ;
- (6)用中值滤波器对图像进行二次平滑滤波。

## 1.2 顶帽变换

大米图像在拍摄时由于光照条件的影响容易造成光照不均匀,由此会影响边缘检测的效果。利用顶帽变换(top-hat变换)对图像进行滤波可以校正不均匀的背景。

顶帽变换是数学形态学在灰度图像处理中的应用,灰度形态学有膨胀、腐蚀、开操作和闭操作4个基本运

算。设 $f(x,y)$ 为输入图像, $b(x,y)$ 为结构元素,用结构元素 $b$ 对函数 $f$ 进行的灰度膨胀表示为 $f\oplus b$ ;灰度腐蚀表示为 $f\ominus b$ ;开操作是先用 $b$ 对 $f$ 进行腐蚀操作,再用 $b$ 对 $f$ 得到的结果进行膨胀操作,表示为 $f\circ b=(f\ominus b)\oplus b$ ;反之,闭操作是对图像先膨胀再腐蚀,表示为 $f\cdot b=(f\oplus b)\ominus b$ 。

原图像 $f$ 减去开运算后的图像称为顶帽变换,用 $h$ 表示,表达式为: $h=f-(f\circ b)$ 。

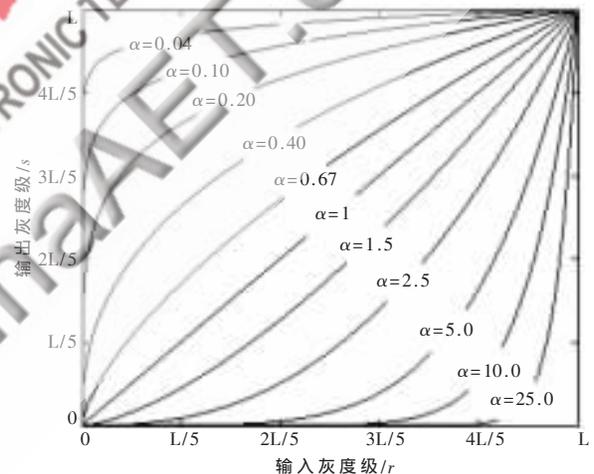
开运算比较准确地估计了背景亮度的分布,因此顶帽变换后可以得到背景亮度分布相对比较均匀的图像<sup>[4]</sup>。

## 1.3 幂次变换

去除光照不均匀的图像后得到的图像整体亮度会降低,为了更好地提取大米边缘,需要增强图像的对对比度。幂次变换可以提高米粒与背景的对对比度。幂次变换的基本形式是:

$$s=cr^\alpha \quad (2)$$

其中, $r$ 为输入灰度级, $s$ 为变换后的灰度级, $c$ 与 $\alpha$ 为正常数,调整 $c$ 可以改变图像灰度范围,调整 $\alpha$ 可以改变感兴趣区域的对对比度。若 $c=1$ 时,随 $\alpha$ 变化将得到一组变换曲线,如图3所示。

图3 对于各种 $\alpha$ 值( $c=1$ ),式 $s=cr^\alpha$ 的曲线

取 $\alpha>1$ 的值和 $\alpha<1$ 的值产生的曲线有相反的效果,它的取值要根据图像的实际情况来选取<sup>[5]</sup>。

## 1.4 Canny 算子边缘检测

含噪大米图像经过以上改进的中值滤波、顶帽变换和幂次变换等预处理以后,很大程度上抑制了噪声和消除了光照不均的问题,接下来使用Canny算子进行边缘检测。Canny算子是根据信噪比与定位乘积来进行测度得到最优化逼近算子,它遵循3个准则:检测结果的错误率要尽可能低,保证边缘定位准确,保证单边缘响应次数低<sup>[6]</sup>。

Canny算子边缘检测基本步骤为:

- (1)对图像进行高斯滤波;
- (2)用一阶偏导计算梯度的幅值和方向;
- (3)抑制梯度幅值非极大值;

《微型机与应用》2010年第10期

## 图形、图像与多媒体

(4)采用双阈值算法检测连接边缘。

## 2 结果与分析

本文方法由 Matlab 软件仿真实现, 选用一幅光照不均匀的大米图像进行实验, 加入强度为 0.01 的高斯噪声和强度为 0.15 的椒盐噪声, 滤波器采用  $3 \times 3$  模板。应用信噪比  $SNR$  和输出图像与原始图像的相关系数  $r$  作为评价滤波器性能的指标, 其定义式如式(3)、式(4)所示。

$$SNR = 10 \lg \left( \frac{\sum_{i,j} y_{ij}^2}{\sum_{i,j} (y_{ij} - x_{ij})^2} \right) \quad (3)$$

$$r = \frac{\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x})(y_{ij} - \bar{y})}{\sqrt{(\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x})^2)(\sum_i \sum_j (y_{ij} - \bar{y})^2)}} \quad (4)$$

其中,  $i, j$  表示像素位置,  $x$  和  $y$  分别表示原始图像和输出图像。滤波去噪对比图像如图 4 所示, 图像滤波去噪性能比较如表 1 所示。

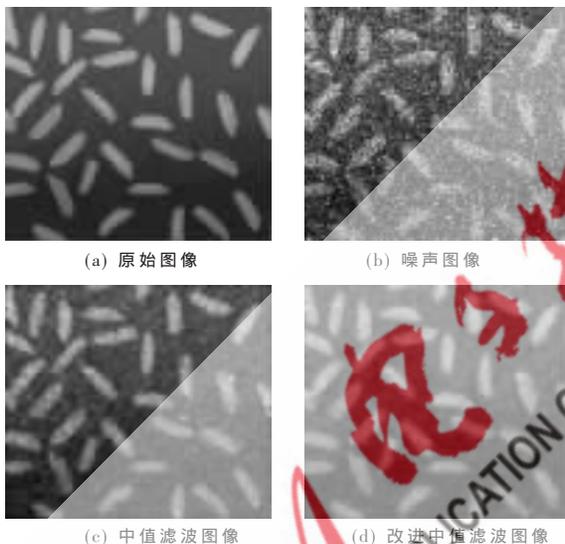


图 4 滤波去噪对比图像

表 1 图像滤波去噪性能比较

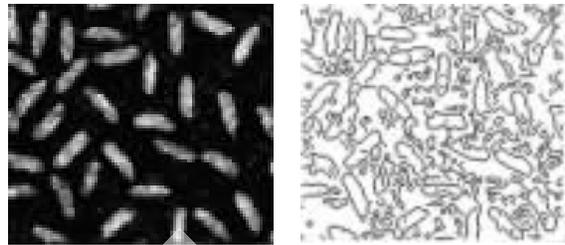
方法	信噪比/dB	与原始图相关系数 $r$
中值滤波	14.247 8	0.915 5
本文算法	15.834 7	0.940 7

由图 4 和表 1 可以看出, 改进的中值滤波算法优于传统中值滤波算法, 用该算法处理后的米粒图像更加清晰, 提高了信噪比和相关系数, 更有利于后面的边缘检测。

为了更好地检验大米边缘检测的效果, 将本文方法滤波后用 Canny 算法进行边缘检测与传统中值滤波后用 Canny 检测的方法(以下称滤波 Canny 方法)相比较, 结果如图 5 所示。

为说明该方法的有效性和通用性, 另选一幅大米扫描图像, 加入强度为 0.05 的高斯噪声和强度为 0.20 的椒盐噪声, 边缘检测比较效果如图 6 所示。

加噪大米图像经过改进中值滤波、顶帽变换和幂次变换等一系列预处理后得到的图像如图 5(a)所示。在此《微型机与应用》2010 年第 10 期

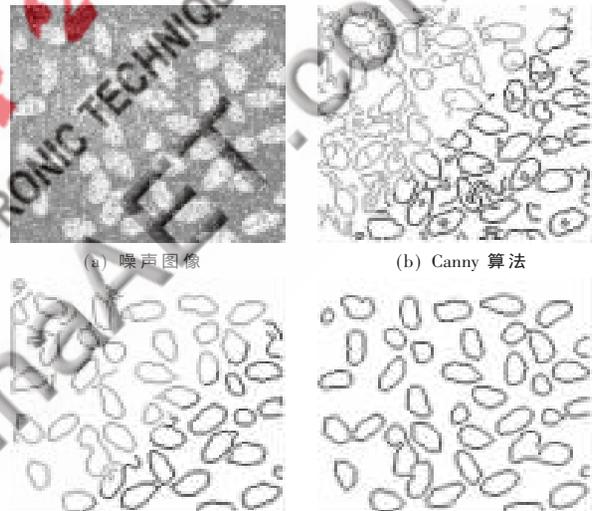


(a) 预处理后图像 (b) Canny 算法



(c) 滤波 Canny 方法 (d) 本文方法

图 5 预处理后图像及各算法边缘检测效果



(a) 噪声图像 (b) Canny 算法

(c) 滤波 Canny 方法 (d) 本文方法

图 6 扫描大米图像各算法边缘检测效果

基础上用 Canny 算子进行边缘检测, 比传统 Canny 算法和滤波 Canny 方法效果要好, 大米图像边缘更加清晰、完整, 抗噪性能更强。

大米边缘检测是计算机图像处理技术在粮食应用研究上的一个重要研究内容。本文提出的抗噪大米边缘检测方法取得了令人比较满意的效果, 但与传统方法相比增加了计算的复杂度, 如何更准确、快速地检测受噪大米图像边缘, 还需进一步研究探讨。

## 参考文献

- [1] 张聪, 张慧. 基于 Canny 算法的大米粒形边缘检测应用研究[J]. 粮食与饲料工业, 2008, (6): 3-4.
- [2] BROWNING D R K. The weighted median filter[J]. Communication of the Association for Computing Machinery, 1984, 27(8): 807-818.

- [3] SUN T, NEUVO Y. Detail-preserving median based filters in image processing [J]. Pattern Recognition Letters, 1994, 15(4):341-347. [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986, 8(6):679-698. (收稿日期: 2010-02-10)
- [4] 何乃甩, 黄席樾, 刘俊, 等. 基于形态学重构的内河红外船舶目标检测[J]. 红外技术, 2007(7):419-424.
- [5] 张轶琼, 夏薇, 滕奇志, 等. 多相晶粒图像分析中复杂晶界的提取[J]. 电子技术应用, 2005, 31(10):8-10.
- [6] CANNY J. A computational approach to edge detection

作者简介:

潘艺, 男, 1984年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 数字图像处理。

电子技术应用  
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE  
www.chinaAET.com