

# 基于形态灰度边缘检测算法的一种改进

傅茂名

(中国民航飞行学院计算机与信息工程系 四川 广汉 618307)

**【摘要】**使用形态学的思想进行图像的边缘检测,提出了在一次形态处理中使用双结构元的一系列一般性形态边缘检测算子和抗噪型形态边缘检测算子的算法,并给出算子的性质。新算子在使用同一对结构元处理中既具有定位能力又具有细节保留功能,抗噪型算子能很好地检测出图像的单像素宽的边缘。

**关键词** 图像处理; 边缘检测; 形态学; 形态学边缘检测算子; 双结构元

中图分类号 TP391.41 文献标识码 A

## Enhancement in Detection Operators Extended from Traditional Image Edge to Morphology Edge

Fu Mao-ming

(Department of computer and information Engineering, China Civil Aviation Flight University Sichuan Guanghan 618307)

**Abstract** In the paper, we extend the definition of traditional image edge to morphology edge, derive a series of new morphological operators which are enlightened by semi-increasing and semi-continuation and first time bring forward double-structure element used in morphological processing at one time. These new morphological operators can resist noise and have good merit which not only have good location but keep image detail. Experiments have shown that better image edge detection results will be produced by these operators than otherwise by traditional methods, moreover, the edge thus detected is basically continuous with single-resolution-widths.

**Key words** edge detection; image processing; mathematics morphology; morphological operator; double-structure element

数学形态学理论能够用来描述物体的几何形状,并能对物体的几何特征进行定量的估计,因此特别适合处理需要刻划物体形状的图像处理场合。近年来,数学形态学已经广泛的应用于图像的边缘检测领域,并提出了一些基于数学形态学的边缘检测算子<sup>[1]</sup>,自20世纪50年代以来在数字图像处理等领域便得到广泛运用<sup>[2]</sup>。

### 1 传统形态梯度边缘检测算子研究

形态学边缘检测算子中,J.Lee等提出了第一种能较强抑制噪声的模糊最小化形态边缘提取算子(Blur - Minimization edge detector)也称为BM方法<sup>[3]</sup>。其算法描述如下:

$$f_o(z) = \min\{f_{av}(z) - (f_{av} \ominus A)(z), (f_{av} \oplus A)(z) - f_{av}(z)\} \quad (1)$$

式中  $A(z)$  是结构元函数;  $f(z)$  是二维输入图像。

该算法具有一定的抗噪能力,但不是通过形态学运算的固有优势来去除噪声,而是通过平滑图像的方

收稿日期:2004-10-21

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60472127)

作者简介:傅茂名(1971-),男,硕士,讲师,主要从事开放系统与互操作中间件,数字水印等方面的研究。

式来增强算法抗噪的稳定性。从实验结果可知,平滑会使图像变得模糊,从而丢失原图像的部分细节信息,不能充分体现出形态学边缘检测算子的优越性。

Feehs和Arce提出 $\alpha$ -调整边缘检测算子也称为ATM方法( $\alpha$ -Trimmed Morphological edge detector)<sup>[4]</sup>。该方法的主要思想是通过调整对输入图像  $f(x)$  进行 $\alpha$ 调整,来达到去噪的目的。ATM边缘检测方法检测公式表达维下式:

$$f_o = \min\{f_A(z) - (f \ominus A)(z), (f \oplus B)(z) - f^B(z)\} \quad (2)$$

同样,该算法同式(1)形式上非常相近,不同之处在于  $f(z)$  是通过调整输入图像进行降噪,而前者是通过对原图像平滑滤波来虑除噪声。两者还有一个相同之处,都不是通过形态学固有的性质来虑除噪声,而只是对原图像进行调整和平滑,因此只能说这两者都用到了形态学,而并未充分体现出形态学,运算本身可以虑除小于结构元尺度的噪声点的优越性。

此外,目前也存在许多不同的小波边缘检测算法,其差异主要在于选择不同的变换小波函数。小波边缘检测的思想是:选择大尺度过滤噪声,识别边缘;选择较小的尺度实现边缘的准确定位;综合不同尺度下的边缘图像得到检测结果<sup>[5]</sup>。

## 2 基于双结构元的形态边缘检测算子的研究

在形态学边缘检测的研究中,若要想使得形态边缘检测算子具有去噪功能,则形态边缘检测算子的结构元尺度必须大于或等于噪声点的尺度。但是在实际的图像处理中,大尺度的结构元去噪功能较好,有利于确定原图像中物体的大体轮廓,同时原图像中的一些小的细节却被当作噪声去掉了。这是图像边缘检测中的经典难题之一的漏检。若是使用较小的结构元,根据形态学中形态运算的性质明显很难虑除图像中的噪声点,这也是图像边缘检测的经典难题之一,即是检测的信噪比低,但优点是会把原图像中的小细节当作噪声点,也即是说,小尺度的结构元有很好的细节保持能力。如何解决边缘检测中的这两个问题,学者们提出了一些行之有效的方法,诸如在LOG算子中,先用高斯函数平滑图像来降噪,然后进行检测。小波边缘检测中利用小波变换的时频局部化特性和小波的多尺度能力。因为,小尺度下小波变换的系数对应信号的高频分量,大尺度下的变换系数对应信号的低频分量。而图像信号的高频分量对应图像的边缘和噪声,从而利用小波变换后的高频分量来有目标的去噪和提取边缘。

形态学解决漏检和提高信噪比可以利用形态运算本身的性质来完成,因为形态学图像处理中结构元的选择可根据图像处理的要求,由操作者根据图像固有的特征来选择和调整。大尺度的结构元有利于去噪和图像中景物轮廓的定位,而小尺度的结构元有利于保持景物中的小细节,这就触发了在形态学边缘检测算子的构造中使用多尺度结构元的思想。而形态学图像处理中,已有的多尺度思想是选择一个较大的结构元,然后用类似于数学分析中区间套一样的一系列小结构元代换前一个结构元进行计算,最后综合不同结构元的计算结果得到最终的边缘检测结果。这种多尺度的思想可以说来源于形态学的半连续原理。

通过对形态学性质的研究,发现现有的多结构元算法对不同的结构元运算次数较多,并且提出通过双结构元可以减少由结构元不同带来的运算量。这种思想从形式上类似于“击中击不中”变换,理论上来源于形态学中类似于数值函数的单调性,由各类形态运算的递增性可以构造如下的新型一般性形态学边缘检测算子和具有抗性能的形态学边缘检测算子。

一般性形态学边缘检测算子:

$$MD_1 = (f \oplus B) - (f \oplus B) \ominus A \quad (3)$$

$$MD_2 = (f \ominus A) \oplus B - f \ominus A \quad (4)$$

$$MD_3 = (f \circ A) - (f \ominus B) \oplus A \quad (5)$$

$$MD_4 = (f \oplus B) - (f \bullet A) \quad (6)$$

$$MD_5 = (f \circ A) - (f \ominus B) \quad (7)$$

$$MD_6 = (f \bullet A) \circ B - (f \bullet A) \ominus B \quad (8)$$

抗噪性边缘检测算子:

$$MD_7 = (f \ominus B) - (f \ominus A) \oplus B \quad (9)$$

$$MD_8 = (f \bullet B) - (f \oplus B) \ominus A \quad (10)$$

$$MD_9 = (f \ominus A) \oplus B - (f \circ B) \ominus A \quad (11)$$

$$MD_{10} = (f \circ A) \oplus B - (f \circ A) \bullet A \quad (12)$$

### 3 数值试验

为检验上面推导出的形态学边缘检测算子的检测效果, 利用MD1-MD10对Lenna图像进行边缘检测, 得到的MD1-MD3的部分检测结果如图1所示。

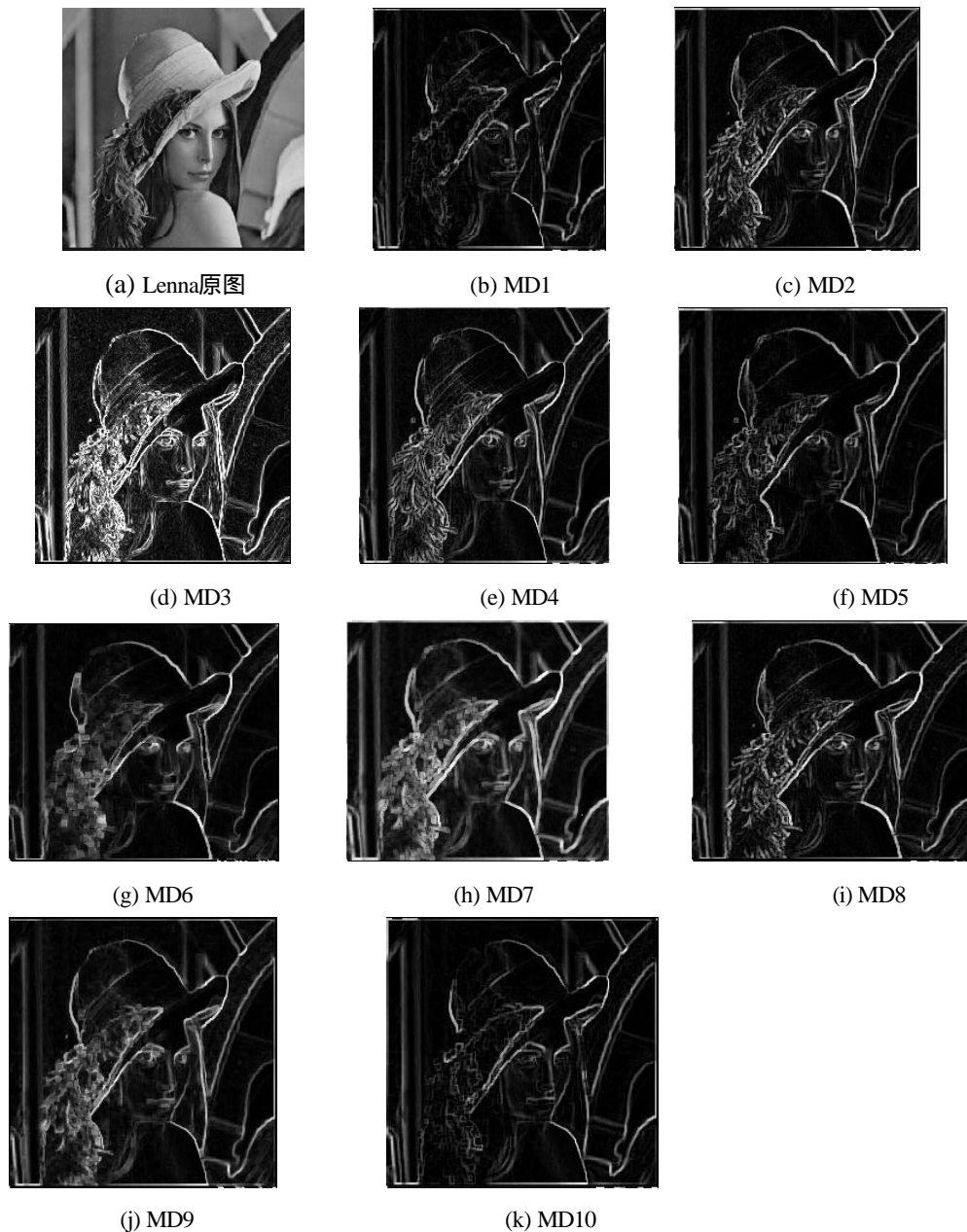


图1 MD1-MD3对Lenna图像的部分边缘检测结果

试验结果证明: 在使用双结构元进行图像边缘检测并且只处理一次的情况下, 研究提出的新型形态学边缘检测MD<sub>1</sub>, MD<sub>2</sub>, ..., MD<sub>10</sub>都能较好的检测出图像的边缘, 并且实现绝大部分的边缘是连续单像素宽的, 但是MD<sub>1</sub>及MD<sub>10</sub>明显存在漏检, 这和在试验中只进行了一次处理有关。同时, MD<sub>2</sub>, MD<sub>3</sub>, ..., MD<sub>9</sub>边缘检测算子在一次处理中也存在部分边缘信息丢失的情况, 如果使用不同尺度的多结构元处理后, 在进行叠加的情况下, 这个问题会得到改进, 边缘检测的效果会更好。同时, 在含有椒盐噪声情况下, 研究提

出的抗噪型形态边缘检测算子 $MD_7$ ,  $MD_8$ ,  $MD_9$ ,  $MD_{10}$ 不用任何滤波去噪也能较好的检测出图像的边缘。作为对比,传统的Sobel、Roberts、Prewitt以及LOG算子对噪声都特别敏感,在含有椒盐噪声的情况下,它们边缘检测的效果较差。

## 4 结束语

通过对建立形态学边缘检测可行性研究,提出在一次形态边缘检测中使用双结构元的思想并由此思想推导出了一系列一般性形态学边缘检测算子和抗噪型形态边缘检测算子。研究中提出的抗噪型边缘检测算子能很好的检测出图像的边缘明显比传统的微分型边缘检测算子更具有抗噪性能。

### 参 考 文 献

- [1] 龚 炜, 石青云, 程德民. 数字空间中的数学形态学 - 理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 1997
- [2] 阮秋琦. 数字图像处理学[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001
- [3] James S. L. Morphological edge detection[J]. IEEE Journal of Robotics and Automation, 1987, RA-3, (2): 142-156
- [4] Richard J F. Multidimension morphological edge detection[J]. SPIE Visual Communi- Cat Ions and Image Processing, 1987, 845: 285-292
- [5] 赵学军, 李 鹏, 宁书年, 等. 基于离散小波的数字水印在图像认证中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(5): 66-68

编辑 徐安玉

(上接第147页)

## 4 结束语

通过对距离向去调频机载聚束SAR信号的时、频域关系的分析,给出了适合去调频后的聚束SAR数据的成像算法。算法结合了SPECAN算法的高效和条带聚焦方法的精确,关键在于通过SPECAN算法的简化形式对聚束SAR数据的预处理,这样才能采用精确高效的条带聚焦方法完成剩余聚焦。利用SPECAN算法的聚束SAR成像处理,扩大了现有条带模式处理程序的应用范围,对实现聚束成像算法和条带成像算法的融合统一,简化多模式SAR系统非常有意义。

### 参 考 文 献

- [1] Carrara W G, Goodman R S, Majewski R M. Spotlight synthetic aperture radar signal processing algorithms [M]. Boston: Artech House, 1995
- [2] Raney R K, Runge H, Bamler R, et al. Precision SAR processing using chirp scaling[J]. IEEE Trans, on Geoscience Remote Sensing, 1994, 32(4): 786-799.
- [3] Mittermayer J, Moreira A, Loffeld O. Spotlight SAR data processing using the frequency scaling algorithm [J]. IEEE Trans on Geoscience Remote Sensing, 1999, 37(5): 2 198-2 214
- [4] Cenzo A D, Strip mode processing of spotlight synthetic aperture radar data[J]. IEEE Trans on Aerospace and Electronic Systems, 1988, 24(3): 225-230
- [5] Lanari R, Tesauro M, Sansosti E, et al. Spotlight SAR data focusing based on a two-step processing approach[J]. IEEE Trans on Geoscience Remote Sensing, 2001, 39(9): 1 993-2 004
- [6] 刘永坦. 雷达成像技术[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1999

编 辑 徐安玉