

## 基于 Sobel 算子的图像边缘检测研究

袁春兰<sup>1</sup>, 熊宗龙<sup>2,3</sup>, 周雪花<sup>4</sup>, 彭小辉<sup>1</sup>

(1. 武汉理工大学, 湖北 武汉 430070; 2. 华中科技大学, 湖北 武汉 430074; 3. 湖北省地震局, 湖北 武汉 430071;  
4. 通信指挥学院, 湖北 武汉 430010)

**摘要:**在图像处理中,提出了一种新的边缘检测算法,该算法首先对由 Otsu 算法所得图像进行形态学的去除孤立像素和闭运算操作,然后再用 Sobel 算子进行边缘检测,最后将所得图像与用 Sobel 算子直接对原始图像进行边缘检测的图像相加。最后用 MATLAB 对数字图像和红外图像都进行了仿真。仿真结果表明,该算法改善了单一的用 Sobel 算子检测对垂直与水平方向敏感,其他方向不敏感的不足,提高了 Sobel 边缘检测算子的性能,具有良好的检测精度。此算法不仅适用于数字图像还适用于红外图像。

**关键词:**图像处理;边缘检测;Sobel 算子;Otsu 算法

**中图分类号:**TP751.1      **文献标识码:**A

## Study of Infrared Image Edge Detection Based on Sobel Operator

YUAN Chun-lan<sup>1</sup>, XIONG Zong-long<sup>2,3</sup>, ZHOU Xue-hua<sup>4</sup>, PENG Xiao-hui<sup>1</sup>

(1. Wuhan University of Technology, Wuhan 430070; 2. HuZhong University of Science and Technology, Wuhan 430074;  
3. Earthquake Administration of Hubei Province, Wuhan 430071; 4. Commanding  
Communications Academy, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** A new edge detection algorithm is proposed in the infrared image processing. The algorithm first wipes off images which obtained by the Otsu algorithm isolated pixels and close operation. Then uses Sobel operator edge detection. Then, added the images obtained with the use Sobel operator directly to the original image for the edge detection images. Finally used MATLAB has carried on the simulation to the digital image and the infrared imagery. The simulation result indicated that the algorithm has improved Sobel operator only to vertical and horizontal direction sensitive, the other direction not sensitive. It can be demonstrated that the performance of the traditional Sobel detection operator is improved through the experiment t and the detection accuracy. And it is not only suitable for the digital image is also suitable for the infrared imagery.

**Key words:** image processing; edge detection; sobel operator; otsu operator

### 1 引言

图像边缘是一种重要的视觉信息,图像边缘检测是图像处理、图像分析、模式识别、计算机视觉以及人类视觉的基本步骤。其结果的正确性和可靠性将直接影响到机器视觉系统对客观世界的理解。实

现边缘检测有很多不同的方法,也一直是图像处理中的研究热点,人们期望找到一种抗噪强、定位准、

---

**作者简介:**袁春兰(1982-),女,在读硕士,曾获2006湖北省优秀学士学位文二等奖。E-mail:28118447@qq.com;cxleo@163.com  
**收稿日期:**2008-07-31

不漏检、不误检的检测算法<sup>[1]</sup>。经典的算法中主要用梯度算子,最简单的梯度算子是 Roberts 算子,比较常用的有 Prewitt 算子和 Sobel 算子<sup>[2-3]</sup>,其中 Sobel 算子效果较好,但是经典 Sobel 算子也存在不足,其边缘具有很强的方向性,只对垂直与水平方向敏感,其他方向不敏感,这就使得那些边缘检测不到<sup>[4]</sup>。对后续的图像处理有很大的影响。本文在此基础上提出了一种新的算法,该算子该算法提高了传统 Sobel 检测算子的性能,具有良好的检测精度。

## 2 Sobel 边缘检测器的原理

对数字图像  $\{f(x, y)\}$  的每个像素,考察它上下左右邻点灰度的加权差,与之接近的邻点的权大。据此,定义 Sobel 算子如下:

$$s(i, j) = |\Delta_x f| + |\Delta_y f| \\ = |(f(i-1, j-1) + 2f(i-1, j) + f(i-1, j+1)) - (f(i+1, j-1) + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1))| + |(f(i-1, j-1) + 2f(i, j-1) + f(i+1, j-1)) - (f(i-1, j+1) + 2f(i, j+1) + f(i+1, j+1))|$$

其卷积算子:

$$\Delta_x f = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \Delta_y f = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

适当取门限 TH,作如下判断:  $s(i, j) > TH$ ,  $(i, j)$  为阶跃状边缘点,  $\{s(i, j)\}$  为边缘图像。

Sobel 算子很容易在空间上实现, Sobel 边缘检测器不但产生较好的边缘检测效果,而且受噪声影响也比较小。当使用大的邻域时,抗噪性能会更好,但这样会增加计算量,并且得出的边缘也会相应变粗。Sobel 算子利用像素点上下、左右邻点的灰度加权算法,根据在边缘点处达到极值这一现象进行边缘的检测。Sobel 算子对噪声具有平滑作用,提供较为精确的边缘方向信息,是一种较为常用的边缘检测方法<sup>[5-6]</sup>。

## 3 本文算法的思想与步骤

针对经典 Sobel 算子对边缘具有很强的方向性特点,提出了一种在 Sobel 算子上改进的算法,其主要思想是先对图像进行全局阈值的分割处理,因为分割后的图像是二值图像,此时进行边缘提取,这就可使各个方向的边缘都可以检测到。但也可能会

丢失原本可直接用 Sobel 算子检测到的边缘。因此,用处理后所得的图像与用 Sobel 算子直接对原始图像进行边缘检测的图像相加,这一步就显得尤为重要。最后分别对数字图像和红外图像进行 MATLAB 仿真,从仿真的结果可以看出,此算法具有较好的检测精度。

本文综合利用边缘提取、阈值分割以及数学形态学的方法和理论,提出了一种新的边缘检测算法,其理论框图如图 1 所示。

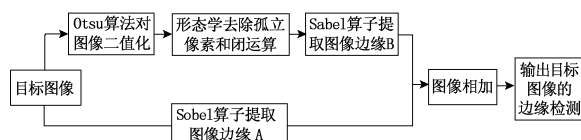


图1 理论框图

### 3.1 迭代法求阈值

根据图 1 的理论框图,先对图像进行阈值处理,这里采用的是用迭代法求全局阈值的方法。其具体的步骤如下:

i) 为阈值  $T$  选一个初始估计值(建议初始估计值为图像中最大亮度值和最小高度值的中间值)。

ii) 使用  $T$  分割图像。这会产生两组像素:亮度值  $\geq T$  的所有像素组成的  $G_1$ , 高度值  $< T$  的所有像素组成的  $G_2$ 。

iii) 计算  $G_1$  和  $G_2$  范围内的像素的平均亮度值  $u_1$  和  $u_2$ 。

iv) 计算一个新的阈值:

$$T = 1/2(u_1 + u_2)$$

v) 重复步骤 i) 到 iv), 直到连续迭代中  $T$  的差比预先指定的参数  $T_0$  小为止。

确定图像最佳的阈值  $T$  后,对分割图像进行二值化,得到用 Otsu 算法分割图像<sup>[7]</sup>。

### 3.2 形态学的去除孤立像素和闭运算

形态学图像处理是以几何学为基础的,它着重研究图像的几何结构,这种结构可以是分析图像的宏观性质,也可以是分析图像的微观性质。而研究图像几何结构的基本思想是利用一个结构元素去探测图像,看是否能够将这个结构元素很好地填放到图像的内部,同时验证填放结构元素的方法是否有效。

在上述目标分割的过程中,可能存在把背景误

当成目标的孤立像素,此时用 clean 去除这种孤立的像素,最后再用闭运算。闭运算是将图像进行膨胀后作腐蚀,它能够填平小湖(即小孔),弥合小裂缝,而总的位置和形状不变。

对用 Otsu 算法分割的图像经过形态学处理后,再运用 Sobel 算子进行边缘检测。

### 3.3 图像相加

由上述两节内容可知,目前我们得到了两幅红外图像的边缘检测目标图,一幅为直接用 Sobel 算子对原始图像进行边缘检测的图像,可用 A 表示。另外一幅为先经阈值分割再经形态学去除孤立像素和闭运算操作,最后用 Sobel 算子进行边缘检测图像,可用 B 表示。然后,将这两幅红外图像 A 与 B 相加,即是最终输出目标的边缘检测图像。

经过一系列的分析与处理的 B 图像弥补了 A 图像的不足,但也同时丢失了 A 图像的部分细节,所以最后一步加运算所得的最终输出目标的边缘检测图像就会比 A 图像,也就是直接用 Sobel 算子进行边缘检测的图像有着更好的检测精度。

## 4 仿真结果与分析

本文在 Sobel 边缘提取算法为基础,提出了一种边缘提取的新方法。下面分别给出了二幅红外图像和二幅数字图像的仿真实验结果。

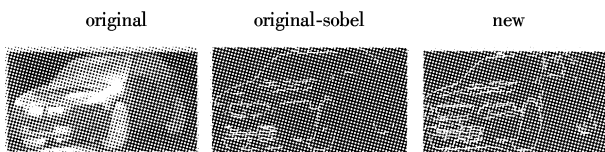


图2 红外汽车

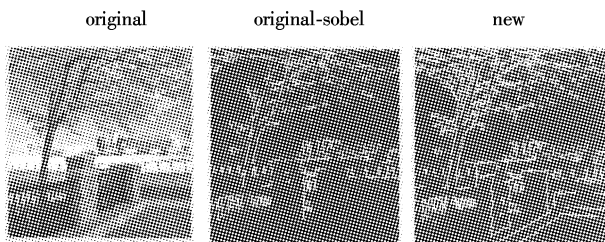


图3 红外风景

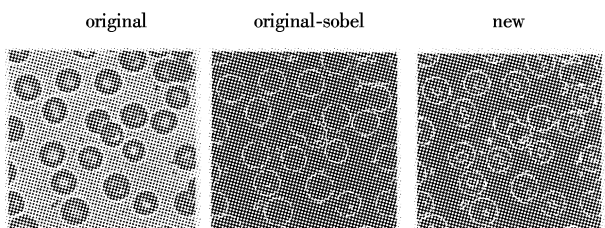


图4 细胞

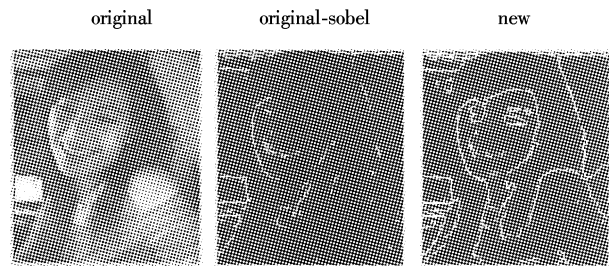


图5 人

Original 为原始输入图像,Original-Sobel 为直接用 Sobel 算子检测的边缘图像,new 为本文所提出的新算法检测的边缘图像。由这些仿真结果,可以看出,new(本文检测算法)的边缘检测,既包含了 Sobel 算子检测的边缘信息,又使得图像的边缘的信息更加准确。因此,改进后的算子提高了图像的边缘检测性能。

## 5 结论

本文分析了 Sobel 算子边缘检测的不足,并在此基础上提出了一种改进的算法,理论上分析了它的检测精度高于传统的 Sobel 算子,实验仿真结果证实了它不仅对数字图像而且还对红外图像都有较好的检测精度。

## 参考文献:

- [1] 章毓晋. 图像工程[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [2] Xinfu Li, Jiao m in Liu. Edge detection on arc image of low volt-age apparatus [C] //IEEE Proceedings of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Xi'an, 2003, 2921 - 2924.
- [3] Health A, Sarkar S, Sanocki T, et al. Comparison of edge detectors: A methodology and initial study [J]. Computer Vision and Image Understanding, 1998, 69(1): 38 - 54.
- [4] 何友金, 李楠. 舰船红外图像边缘检测方法对比研究 [J]. 计算机仿真, 2006, 4(4): 23.
- [5] 刑军. 基于 Sobel 算子数字图像的边缘检测 [J]. 微机发展, 2005, 15(9): 48 - 52.
- [6] 贺兴华, 周媛媛, 等. MATLAB7. X 图像处理 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [7] 冈萨雷斯, 等. 数字图像处理 (MATLAB) [M]. 阮秋琦, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2005.