

模糊图像边缘检测算法研究

贾敬典, 刘 艳, 李 雷

(南京工业大学浦江学院, 江苏 南京 211134)

摘 要: 图像边缘对应着图像中灰度突变或不连续的位置, 传统的微分边缘检测都是基于某种形式的图像梯度算法。将计算所得的边缘梯度值与特定阈值进行比较, 若边缘梯度值超过了阈值, 则该边缘就被设定为当前边缘。对于灰度变化明显的图像边缘, 传统算法均能满足要求。但对于一些灰度变化不明显的图像模糊边缘, 检测效果则不甚理想, 甚至会无法检测出来。为此, 提出了一种模糊边缘检测算法。该算法通过增强图像边缘的对比度, 以提高图像边缘检测的效果, 使之能够检测出更多的边缘特征。为验证所提出算法的效果, 相对传统 Sobel 算法与 Log 算法进行了对比仿真实验。仿真实验结果表明, 相对于传统的边缘检测算子, 所提出的模糊边缘检测算法更具有优越性与有效性。

关键词: 边缘检测算法; 边缘梯度; 模糊边缘检测; 检测算子

中图分类号: TP301.6

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2017)07-0062-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2017.07.014

Investigation on Detection Algorithm for Fuzzy Image Edge

JIA Jing-dian, LIU Yan, LI Lei

(Nanjing Tech University Pujiang Institute, Nanjing 211134, China)

Abstract: Since the image edge corresponds to the gray mutation and/or discontinuous position of image, the traditional differential edge detection is the image gradient algorithm based on certain forms. In comparison with a predetermined threshold, if the calculated edge gradient value exceeds the threshold value, the edge is taken as the current edge. The traditional algorithm can meet the requirement for the image edges with distinct variation of gray level. But for certain indistinct gray level variation, the detection effect is not satisfactory, even especially not be detected. Therefore, a fuzzy edge detection algorithm has been proposed where more edge features can be detected via enhancement of image edge contrast to improve the detection effect. In order to verify and validate the proposed algorithm, experimental contrast simulations have been conducted with traditional Sobel algorithm versus Log algorithm. The results show that compared with the traditional edge detection operators, the proposed fuzzy edge detection algorithm is more superior and effective.

Key words: edge detection algorithm; edge gradient; fuzzy edge detection; detection operator

1 概 述

图像的边缘存在着强度的突变或者不连续的地方, 因此图像的梯度函数在过渡边界上存在最大值^[1-2]。边缘检测是图像处理和计算机视觉中的基本问题, 图像的边缘检测可以保留图像重要的框架属性, 在很大程度上能有效减少图像的数据量。传统的边缘检测方法是对于原始图像中像素的某一邻域构造边缘检测算子^[3-6], 但对于灰度变化不明显的图像边缘, 其检测效果较差。为此, 在传统边缘检测算法的基础上, 提出一种通过增强图像边缘对比度的边缘检测算法。

假设连续图像为 $f(x, y)$, 图像函数 $f(x, y)$ 在 (x, y) 处的梯度是一个具有方向和大小的梯度矢量, 即:

$$\nabla f(x, y) = \frac{\partial f}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial f}{\partial y} \mathbf{j} \quad (1)$$

其中, \mathbf{i}, \mathbf{j} 分别为 x 和 y 方向的单位矢量。

在 (x, y) 处的边缘梯度和方向分别为:

$$g(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2} \quad (2)$$

$$\theta_{\max} = \arctan\left(\frac{\partial f}{\partial y} / \frac{\partial f}{\partial x}\right) \quad (3)$$

通过式(2)计算出梯度值, 设定阈值, 将其与梯度值进行比较。若梯度值大于给定阈值, 则存在边缘^[7-8]。传统边缘检测算法^[9-12]只有在差分替换微分时有所区别, 其余均应用以上原理。

传统的微分边缘检测算法结合以上程序在解决灰

收稿日期: 2016-07-28

修回日期: 2016-11-03

网络出版时间: 2017-04-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61070234, 61071167, 61373137, 61501251); 南京邮电大学引进人才科研启动基金资助项目(214191)

作者简介: 贾敬典(1974-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为计算机信息处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170428.1704.082.html>

度变化明显的边缘时,检测效果较好。但是传统算法在处理复杂性较高,或者由于外界原因导致图像变化不一致,使得图像在边缘处灰度变化小,而在非边缘处灰度变化较大的问题时,会出现灰度变化较小的模糊边缘差分值很小的问题。当设定的阈值过大时,无法检测出许多重要的边缘;当设定的阈值过小时,会出现虚假边缘。在处理含噪图像时^[13-17],阈值选择也将面临丢失有效边缘和由于噪声所造成的错误边缘的选择问题^[18-19]。这种情况下,传统的边缘检测算法^[20]无法有效检测,甚至检测不出边缘。为了解决该问题,提出了一种运用模糊技术^[21-22]进行边缘检测的方法^[23]。

2 运用模糊技术的边缘检测算法

该算法的核心思想是,先增强图像边缘的对比度,再进行边缘检测,具体做法如下:

- (1)定义非线性隶属函数:
- $$\mu_{mn} = G(x_{mn}) = \sin \frac{\pi x_{mn}}{2X_{\max}} \tag{4}$$
- (2)对图像进行模糊增强,反复采用非线性变换,即
- $$\mu'_{mn} = T_r(\mu_{mn}) = T(T_{r-1}(\mu_{mn})) \tag{5}$$

其中, $T_r(\mu_{mn}) = (\sin(\pi(\mu_{mn} - 0.5)) + 1)/2$ 。

该变换增大了大于 0.5 的 μ_{mn} 的值,又减小了小于 0.5 的 μ_{mn} 的值。
- (3)将图像由模糊域映射到空间域。

$$x_{mn} = \min + (x_{\max} - \min) \times \arcsin(u_{mn})^{\sqrt{r}} \times \frac{\pi}{2} \tag{6}$$

(4)利用任一传统的边缘检测算子(如 Sobel 算子)进行常规的边缘检测。

3 实验结果及分析

为了验证提出算法的优越性,进行了对比实验,采用 Lena 和 黄蓉 的图像。实验采用 Sobel 和 Log 算子进行对照,其中,Sobel 算子为一阶算子,Log 算子为二阶导数算子。

检测结果对比如图 1 和图 2 所示。

从检测结果对比可知,提出的改进算法能更有效地检测出更多的边缘特征。

4 结束语

为了解决传统的边缘检测算法在处理图像边缘问题时,只能有效处理对比度大的边缘,不能有效地进行模糊边缘检效的问题,提出了新的模糊边缘检测算法。该算法通过非线性变换增强图像边缘的对比度,结合传统的边缘检测算子进行边缘检测。实验结果表明,提出的检测算法能够有效地将模糊边缘检测出来,且性能稳定。下一步需要努力对提出算法进行进一步改进,以更加精确地检测出边缘。

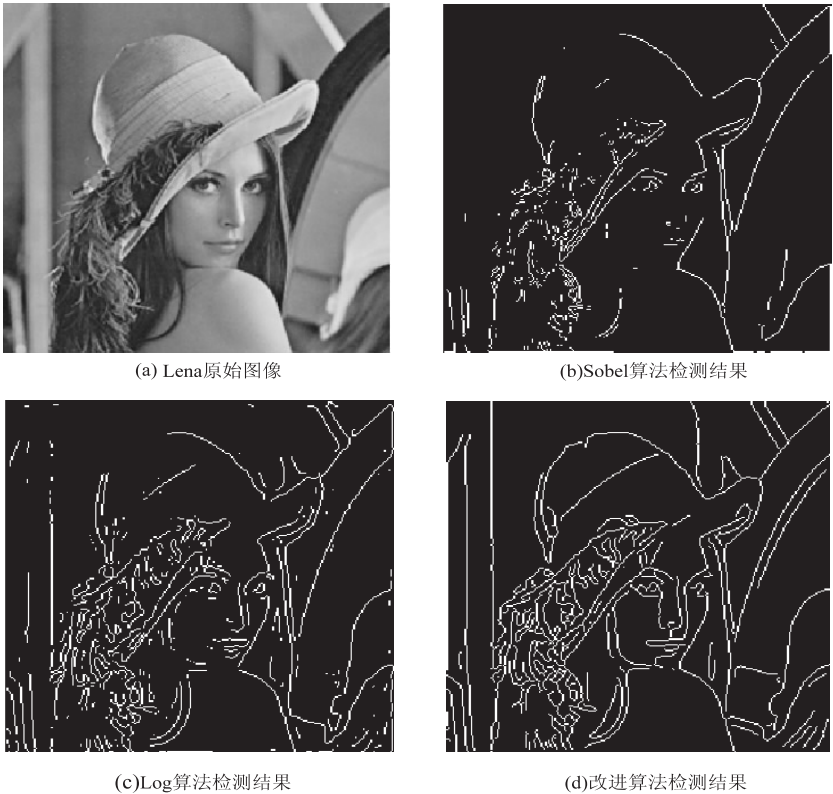


图 1 Lena 图像检测结果对比



图 2 黄蓉图像检测结果对比

参考文献:

- [1] 卜纳特. 数字图像处理[M]. 邓鲁花, 译. 北京: 机械工业出版社, 2005: 189-192.
- [2] 汪成亮, 兰利彬. 采用分数阶微分边缘检测的图像插值[J]. 北京理工大学学报, 2011, 31(9): 1085-1089.
- [3] 何新贵. 模糊知识处理的理论与计算[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008: 5-26.
- [4] 杨 勇, 黄淑英. 一种改进的 Pal 和 King 模糊边缘检测算法[J]. 仪器仪表学报, 2008, 29(9): 1918-1922.
- [5] 洪文松, 陈虎凡. 实现图像边缘检测的改进广义模糊算子法[J]. 中国图象图形学报, 1999, 4(2): 143-146.
- [6] 王 倩, 阮海波, 李俊山, 等. 快速模糊边缘检测算法[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(1): 92-95.
- [7] 孙根云, 柳钦火, 刘 强, 等. 图像的模糊边缘检测算法[J]. 光电工程, 2007, 34(7): 141-144.
- [8] 周德龙, 潘 泉. 图像模糊边缘检测的改进算法[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(4): 353-358.
- [9] 崔建军, 詹世富, 郑雄伟, 等. 一种改进的图像边缘检测算法[J]. 地球科学与环境学报, 2008, 30(3): 323-325.
- [10] 史卉萍, 耿国华, 周明全, 等. 基于模糊集的图像增强[J]. 微计算机信息, 2008, 24(24): 291-292.
- [11] 朱志刚, 林学闯, 石定机. 数字图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 1-12.
- [12] 许宏科, 秦严严, 陈会茹. 一种基于改进 Canny 的边缘检测算法[J]. 红外技术, 2014, 36(3): 210-214.
- [13] Pal N R, Pal S K. A review on image segmentation tech-

niques[J]. Pattern Recognition, 1993, 26(9): 1277-1294.

- [14] Tang Y Y, Yang L H, Liu J M. Wavelets theory and its application to patter recognition[M]. Singapore: World Scientific Press, 2000: 88-90.
- [15] Ridler T W, Calvard S. Picture thresholding using an iterative selection method[J]. IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics, 1978, 8(8): 630-632.
- [16] Schiele B. Object recognition using receptive field histograms[D]. Grenoble: Institut National Polytechnique de Grenoble, 1997.
- [17] Smith S M, Brady J M. SUSAN—a new approach to low level image processing[J]. International Journal of Computer Vision, 1997, 23(1): 45-78.
- [18] 郑南宁. 计算机视觉与模式识别[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998: 32-36.
- [19] Xin Y. Improved image edge extraction algorithm[J]. Video Engineering, 2014, 15: 60.
- [20] 张祖勋, 张剑清. 数字摄影测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1997: 51-56.
- [21] 刘金旺, 何家儒. 模糊数学导论[M]. 成都: 四川教育出版社, 1992: 20-30.
- [22] Kummert A. Fuzzy technology implemented in sonar systems[J]. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 1993, 18(4): 483-490.
- [23] Mallat S, Hwang W L. Singularity detection and processing with wavelets[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 1992, 38(2): 617-643.