

文章编号:1672-058X(2013)07-0053-03

一种基于模糊理论的图像边缘检测算法*

潘 花

(安徽科技学院 理学院,安徽 凤阳 233100)

摘 要:提出了一种基于模糊理论的图像边缘检测算法,首先采用 Otsu 算法求出图像的阈值,然后通过新定义的隶属函数对图像进行模糊增强,最后运用 Canny 算子进行图像的边缘检测;实验结果表明,该方法在速度和准确性方面都达到了令人满意的效果。

关键词:边缘检测;隶属函数;Otsu 算法;Canny 算子

中图分类号:TP391

文献标志码:A

边缘检测是图像处理、计算机视觉中最基础的内容,也是至今仍没有得到圆满解决的一类问题^[1]。常用的图像边缘检测方法有基于经典微分算子的方法、基于小波变换的方法^[2]、基于数学形态学的方法^[3]和基于模糊理论的方法等。模糊边缘检测算法是利用模糊集合理论,通过隶属函数和增强算子进行图像边缘检测。但该方法存在图像部分低灰度信息丢失,运算速度较慢等问题^[4]。在传统的边缘检测算子中,Canny 算子由于具有较好的信噪比和检测精度,仍然在图像处理领域得到广泛应用^[5]。但是该算子对噪声比较敏感,并且阈值的选择对检测结果影响很大,往往不能得到理想的效果^[6]。为获得较好的边缘检测效果,提出了一种新的基于模糊理论边缘检测算法,并进行了仿真实验,验证该算法的有效性。

1 算法基本原理

1.1 图像的模糊化

图像的模糊化就是将图像灰度矩阵转换到模糊集中形成模糊特征矩阵,把图像每个像素点的灰度值转换成具有相对于某一个特定灰度级的隶属程度,这样用一个模糊值就可以代表图像中某一部分的明暗程度^[7]。一个灰度级为 L 、大小为 $M \times N$ 的图像 I 在模糊化前后均可用矩阵的形式来表示,具体如下:

$$I = \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & \cdots & x_{0(N-1)} \\ x_{10} & x_{11} & \cdots & x_{1(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{(M-1)0} & x_{(M-1)1} & \cdots & x_{(M-1)(N-1)} \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} v_{00} & v_{01} & \cdots & v_{0(N-1)} \\ v_{10} & v_{11} & \cdots & v_{1(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ v_{(M-1)0} & v_{(M-1)1} & \cdots & v_{(M-1)(N-1)} \end{bmatrix}.$$

其中 v_{ij} 表示点 (i, j) 处的灰度级 x_{ij} 相对于某一个特定灰度级的隶属度, $v_{ij} \in [0, 1]$ 。

1.2 阈值的选取

在图像处理中,选取阈值是根据能够被很好分割的各部分在灰度级上是可分的这样一个假设,故最佳

收稿日期:2013-01-08;修回日期:2013-02-20.

* 基金项目:安徽省教育厅自然科学基金项目(KJ2011Z078).

作者简介:潘花(1980-),女,山东泗水人,讲师,硕士,从事计算数学、图像处理等研究.

阈值是能够最好的将背景和目标分开的门限。最大类间方差法是 1979 年日本学者大津提出的,是一种自适应阈值确定方法,也叫大津法,简称为 Otsu。该算法是利用概率论的相关知识,利用图像的灰度直方图以目标和背景的方差最大来自适应确定分割阈值的,一直被认为是阈值自动选取方法的最优方法。Otsu 算法计算简单,在一定条件下不受图像对比度与亮度变化的影响,因而在一些实时图像处理系统中得到了广泛的应用^[8]。本文采用传统的 Otsu 算法计算模糊特征矩阵的阈值。

1.3 定义新的隶属函数

由于模糊集合研究的对象具有模糊性和经验性,正确地确定隶属函数,是运用模糊集合理论解决实际问题的基础。隶属函数实质上反映的是函数的渐变性,因此找到一种统一的隶属度计算方法是不现实的。隶属函数的确定目前还没有一套成熟有效的方法,大多数系统的确定方法还停留在经验和实验的基础上^[9]。利用隶属函数对图像进行边缘检测,首先根据选定的阈值对图像中所有的像素点进行分割,然后对分割以后的像素点用定义的隶属函数将其划归到其所对应的隶属度中。在这个过程中,定义的隶属函数要使靠近阈值像素点的隶属度尽可能接近 0.5,远离阈值像素点的隶属度要适当偏小或偏大。

本文定义了新的隶属函数,运用该隶属函数可以使图像灰度矩阵在转换为模糊特征矩阵时由于运算所带来的灰度点之间的差距减小,从而能够减少伪边缘的数量,使得边缘检测的效果和运算速度都有了一定的提高。定义的隶属函数:

$$\mu(x_{ij}) = \begin{cases} 1 - e^{-k(\max-x_{ij})/(\max-T)} & x_{ij} > T \\ e^{-k(x_{ij}-\min)/(T-\min)} & x_{ij} \leq T \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中 T 是通过 Otsu 算法计算所得的阈值, x_{ij} 表示原始图像像素点 (i, j) 的灰度值, x_{\max} 表示图像的最大灰度值, x_{\min} 表示图像的最小灰度值, $k > 0$ 且满足 $\mu(x_{ij}) \in [0, 1]$, 一般取 $k \in (0.5, 1)$ 。

2 仿真结果与分析

算法的主要步骤:

- (1) 读入图像,若为彩色图像,将其转化为灰度图像,否则直接转(2);
- (2) 利用 Otsu 算法计算出阈值;
- (3) 以(2)步中计算出的阈值为分割,用定义的隶属函数将灰度图像转换为图像模糊矩阵;
- (4) 利用 Canny 算子实现图像的边缘检测。

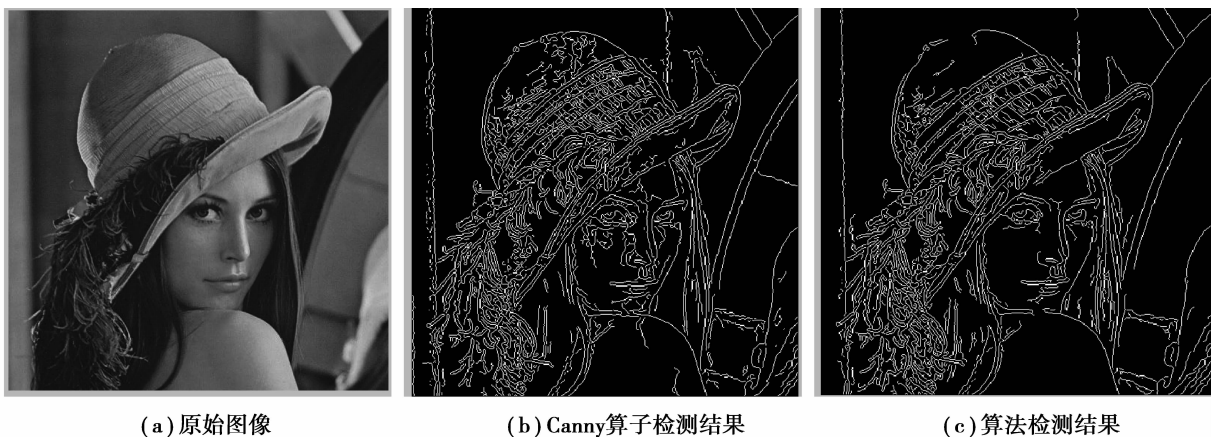


图 1 算法与 Canny 算子对 Lena 图像检测结果的对比

在 Matlab 7.0 环境下实现算法,取 $k=0.7$ 时,对 Lena 图像检测结果如图 1 所示。Lena 图像中包括各类边缘信息,可以以此来对边缘检测的效果做一个较为直观的比较。从图 1(b)中可以看出,对 Lena 图像中的

一些简单线条,此图的表现还是很不错的,但是在帽子顶部检测的效果较差,有很多伪边缘,并且 Lena 脸部检测出的伪边缘也很多,背景检测的效果也不是很好。图 1(c)曲线部分的表现比较好,刻画出的 Lena 脸部信息比较完整,并且检测结果中消除了伪边缘,细节和轮廓都较完整。

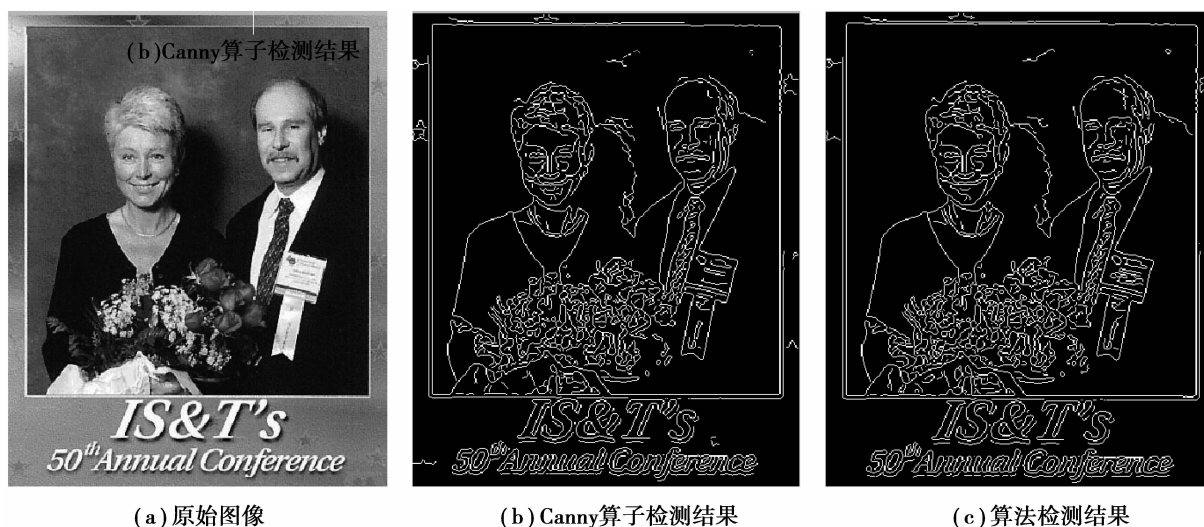


图2 算法与 Canny 算子检测结果对比

图 2 中原始图像图 2(a) 含有直线、曲线、不规则曲线等,信息比较丰富。图 2(b) 与图 2(c) 都能检测出图像的边缘信息,在一些细节上例如花朵的边缘本文算法检测的结果明显比 Canny 算子检测的边缘更完整,检测结果中还减少了伪边缘,总体效果比图 2(b) 好。

根据仿真实验结果分析可以看出,本文算法检测的结果祛除了很多伪边缘,得到的检测结果细节更完整、清晰,该方法在速度和准确性方面都达到了令人满意的效果。

3 结 论

提出了一种基于模糊理论的图像边缘检测算法,通过定义新的隶属函数来实现边缘检测。运用新定义的隶属函数可以使图像灰度矩阵在转换为模糊特征矩阵时由于运算所带来的灰度点之间的差距减小,能够减少伪边缘的数量,使边缘检测的效果有了一定的改善。仿真实验结果表明,该算法克服了传统 Canny 算子检测边缘结果中伪边缘较多的缺陷,并且在速度和准确性方面都达到了令人满意的效果。

参考文献:

- [1] 孟庆柏,赖惠成,唐晓强. 常用隶属函数在图像处理中的对比研究[J]. 通信技术,2011,44(1):45-47
- [2] 朱文武,周明龙,田丽,程晶晶. 小波变换在车道线边缘检测中的应用研究[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2012,29(5):64-67
- [3] 张勇. 基于多尺度形态学的边缘检测算法的改进[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2012,29(2):58-61
- [4] 赵利平,吴德刚. 基于模糊和遗传算法的路况图像边缘检测[J]. 工业控制计算机,2012,25(4):80-82
- [5] 锥涛,郑喜凤,丁铁夫. 改进的自适应阈值 Canny 边缘检测[J]. 光电工程,2009,36(11):106-111
- [6] 张斌,贺赛先. 基于 Canny 算子的边缘提取改善方法[J]. 红外技术,2006,28(3):165-169
- [7] 杜亚勤,郭雷,高世伟. 基于模糊集的图像边缘检测算法[J]. 电子测量与仪器学报,2007,21(6):22-24
- [8] 付忠良. 图像阈值选取方法—Otsu 方法的推广[J]. 计算机应用,2000,20(5):37-39
- [9] 李家军,杨莉. 对隶属函数确定方法的进一步探讨[J]. 贵州工业大学学报:自然科学版,2004,33(6):1-4

An Image Edge Detection Algorithm Based on Fuzzy Theory

PAN Hua

(School of Science, Anhui Science and Technology University, Anhui Fengyang 233100, China)

Abstract: A new image edge detection algorithm based on fuzzy theory is presented. Firstly the threshold is calculated by the Otsu Algorithm, then the image's fuzzy matrix is enhanced through the new defined membership function, and lastly the image's edges are detected by Canny operator. The experimental results indicate that the algorithm reaches a satisfied result both in speed and in accuracy.

Key words: edge detection; membership function; Otsu Algorithm; Canny operator

责任编辑:代小红

(上接第 27 页)

New Derivation Method for Renewal Equation of Ruin Probability

HAN Lei

(School of Mathematics and Statistics, Chongqing University, Chongqing 401331, China)

Abstract: Renewal equation is core formula to derive ruin probability usually from mathematical analysis of surplus process and ruin probability. By considering two models such as classic risk model and usual interest rate risk model, this paper gives new deriving method of renewal equation, proposes that ruin probability is defect density of immediate surplus before ruin after regularization and studies the independence of defect density of ruin deficit and immediate surplus before ruin after regularization.

Key words: renewal equation; regularization; ruin probability

责任编辑:田 静