

文章编号: 1007-757X(2010)2-0004-04

结合 Canny 算子的图像二值化方法

王涛, 徐娅萍, 亢海龙, 等

摘要: 用 Robert、Sobel、Prewitt、Laplacian、LoG 和 Canny 算子, 对图像进行了边缘检测实验, 分析了边缘检测的结果, 得出 Canny 边缘检测算子, 是图像边缘检测的一种十分有效的方法。然后, 根据图像的 Canny 算子边缘信息, 将最佳全局阈值法与局部阈值自适应法在边缘信息的基础上融合起来, 对图像进行了二值化处理。实验表明此算法在二值化图像时, 能很好的保留图像的边缘信息。

关键词: 边缘检测; Canny 算子; 图像二值化; 全局阈值; 局部阈值

中图分类号: TP391

文献标志码: A

0 引言

图像二值化是应用最广泛的图像分割技术, 在自动目标识别、图像分析、文本增强以及 OCR 等图像处理中得到广泛应用。现有的二值化方法大多属于阈值化方法, 主要有全局阈值法、局部阈值法及动态阈值法^[1]。

(1) 全局阈值法 是指整个图像采用单一阈值(全局阈值)T 进行图像二值化。一般由图像的直方图或灰度的空间分布, 确定一个全局阈值T, 将图像的每个像素的灰度值与T 进行比较。若大于T, 则取为前景色; 否则, 取为背景色。

(2) 局部阈值法 由当前像素灰度值与该像素周围点局部灰度特征来确定像素的阈值。局部阈值选取, 一般将图像划分为若干子像, 在每个子图像区域上使用整体阈值法, 从而可以构成整幅图像的局部阈值法。

(3) 动态阈值法 当光照不均匀、或者背景灰度变化较大等情况时, 必须根据像素的坐标位置关系, 自动确定不同阈值, 实施动态的阈值确定。该法的阈值选择, 不仅取决于该像素及周围像素的灰度值, 而且还与该像素的坐标位置有关。

通常来说, 全局阈值化方法实现简单, 对于具有明显双峰直方图的图像效果明显, 但对于低对比度和光照不均匀的图像效果不佳, 因而应用范围受到极大限制。局部阈值法则能够适应较为复杂的情况, 比全局阈值法有更为广泛的应用。但它往往忽略了图像的边界特征信息, 使得原图像中的一些不同区域在二值化后变成了一块大区域, 造成二值化结果图像某些重要信息的丢失。动态阈值法充分考虑了像元的邻域特征, 能够根据图像的不同背景情况自适应地改变阈值, 可较精确地提取出二值图像, 但它过渡地夸大了像元的邻域灰度的变化, 会把不均匀灰度分布的背景分割到目标中去, 带来许多不应出现的假目标。

对于低对比度、不均匀光照图像来说, 图像中目标物体轮廓可能是模糊的, 但还可分辨出来, 用边缘检测器还可检测出来, 此时用普通的阈值化方法可能会丢失目标的细节信息, 因此本文使用了一种新的二值化图像方法 - 基于边缘

特征的二值化方法。

1 图像边缘提取

本文所提出的图像二值化算法, 关键之一在于图像边缘的提取。常用的几种用于边缘检测的算子, 有 Roberts、Sobel、Prewitt、LoG 和 Laplacian 等。这些算子的主要缺点是对噪声敏感, 而在实际图像中噪声是难以避免的。

Canny 边缘提取方法是由 John Canny 在 1986 年首先提出的^[2], 之后迅速成为边缘提取的一种重要方法。Canny 算子充分反映了最优边缘检测器的数学特性, 是对信噪比与定位能力的最优化逼近算子, 广泛应用于图像处理和模式识别问题中。Lee 等人^[3], 将 Canny 算子用于人脸识别中, 成功地实现了人脸下颚区域同颈部的分离; Ali 等人^[4]将 Canny 算子用于远程传感图像的去噪声和特征提取上; 这些研究表明, Canny 算子用于边缘提取可取得较好的效果。

Canny 算子的边缘检测最优性与以下标准有关:

(1) 好的信噪比, 即非边缘点判为边缘点或将边缘点判为非边缘点的概率低; 信噪比的数学表达式为:

$$SNR = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} G(-x) f(x) dx}{\sigma \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} f^2(x) dx}} \quad (1)$$

若信噪比越大, 则边缘提取质量越好。

(2) 好的定位性能, 即检测出的边缘点要尽可能在实际边缘的中心; 定位精度的表达式为:

$$Location = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} G(-x) f(x) dx}{\sigma \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} f^2(x) dx}} \quad (2)$$

Location 的值越大, 则定位精度就越大。

(3) 对单一边缘具有唯一响应, 并且对虚假边缘响应应得到最大抑制。

$$d(f') = \pi \left\{ \frac{\int_{-\infty}^{\infty} f'^2(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx} \right\} \quad (3)$$

本文利用钥匙齿边图像 (如图 1 所示) 对以上算子进行

作者简介: 王涛 (1984-), 男, 山东滕州人, 西北工业大学硕士研究生, 主要研究方向为机电一体化, 西安 710072; 徐娅萍 (1963-), 女, 陕西西安人, 西北工业大学副教授, 主要研究方向为机电控制及自动化, 西安 710072

了对比实验分析:

(1) Roberts 算子。实验结果。Roberts 算子利用局部差分算子寻找边缘,边缘定位精度较高,但容易丢失一部分边缘,

同时由于没经过图像平滑计算,因此不能抑制噪声。该算子对具有陡峭的低噪声图像响应最好。如图 2 所示

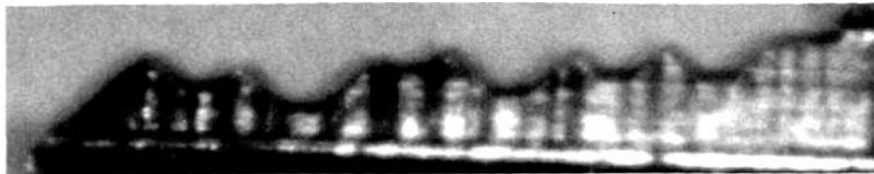


图1 钥匙山图像

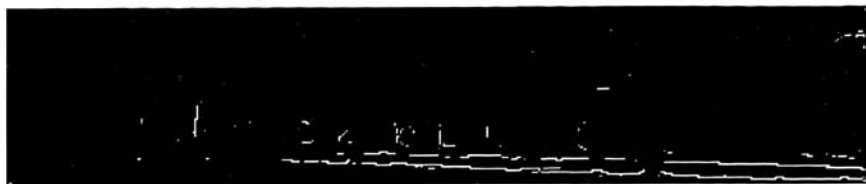


图2 Roberts 算子边缘提取图像

(2) Sobel 算子和 Prewitt 算子。实验结果如图 3, 4 所示。两者都是对图像进行差分 and 滤波运算,差别只是平滑部分的权值有些差异,因此对噪声具有一定的抑制能力,但不能完全

排除检测结果中出现伪边缘。同时这 2 个算子边缘定位比较准确和完整,但容易出现边缘多像素宽。该类算子对灰度渐变和具有噪声的图像处理得较好。

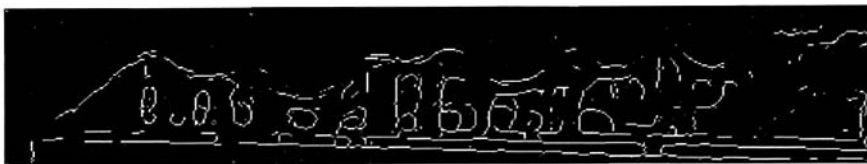


图3 Sobel 算子边缘提取图像



图4 Prewitt 算子边缘提取图像

(3) Laplacian 算子。实验结果如图 5 所示。为二阶微分算子,对图像中的阶跃型边缘点定位准确,且具有旋转不变性即无方向性,但是该算子容易丢失一部分边缘的方向信息,

造成一些不连续的检测边缘,同时抗噪声能力比较差。该算子比较适用于屋顶型边缘的检测。



图5 Laplacian 算子边缘提取图像

(4) LoG 算子。实验结果如图 6 所示。该算子首先通过高斯函数对图像作平滑处理,因此对噪声的抑制作用比较明

显,但同时也可能将原有的边缘也平滑了,造成某些边缘无法检测到。



图6 LoG算子边缘提取图像

(5) Canny 算子。实验结果如图7所示。该算子同样采用高斯函数对图像作平滑处理,因此具有较强的去噪声能力,但同样存在容易平滑掉一些边缘信息。同时其后所采用的一

阶微分算子的方向性较LoG算子要好,因此边缘定位准确性较高。



图7 Canny算子边缘提取图像

通过实验可以看出, Canny 算子是传统边缘算子中效果最好的算子之一, 可以准确检测出图像目标边缘。

3 算法原理与过程分析

本文算法结合了全局阈值法和局部阈值方法。全局阈值方法主要有: P-tile 方法、大津法^[5]等等。大津法(又称类间差法)是基于整幅图像的统计特性,实现阈值的选取。其原理是:把图像直方图用某一灰度值分割成2组,当被分割成的2组方差最大时,此灰度值就作为图像二值化处理的阈值。局部阈值方法主要有邻域均值法。若考虑到二值图像扫描中目标边缘的灰度值,总是小于其局部背景的灰度值(邻域灰度的变化特征),则可以采用类似于 Musavi 的局部自适应二值化方法^[6]。该方法利用各像素的 $n \times n$ 邻域(n 为奇数,为减少运算量,一般取 $n=3$ 或 5),对该像素的邻域灰度进行统计

$$T = M + \alpha \times S \quad (4)$$

其中, α 为 $0 \sim 1$ 之间的常数,由图像的质量确定(当图像质量较好时, α 取较小的值); M 为某一像素邻域内各像素的灰度平均值; S 为该邻域内像素灰度的标准差。 T 为考虑邻域的局部自适应阈值,该值用来对局部图像进行二值化处理。本文研究中采用该方法,取得了较好的效果。

本文算法的基本思路是:先用边缘检测算子检测获得图像的边缘特征(灰度变化剧烈的地方),然后根据边缘像素点的空间位置关系,实现不同像素点的二值化处理。如果图

像点是非边界像素点,则用全局阈值法确定出最佳全局阈值,进行二值化处理;如果图像点是边界像素点,则采用局部阈值法来确定阈值。

算法的基本过程描述如下:(1)图像预处理 由于摄像机的扰动或其它原因,原始图像中会含有噪声,所以要先对原始图像做低通滤波处理或其他处理,以降低噪声的影响;(2)最佳全局阈值确定 用 Ostu 算法计算出整幅图像的最佳全局阈值,用于边缘以外的其他像素点的二值化处理;(3)边缘检测 采用 Canny 算子确定出较为准确的、符合实际的图像边界信息;(4)二值化处理 这一步是本算法的关键,依据第3步,某像素若是边缘点,则进行 Musavi 局部自适应二值化方法,进行局部阈值自适应计算,并进行相应的二值化处理,而非边缘点则做 Ostu 法处理。

经过上述处理,适当的综合了全局阈值和局部阈值方法的优点,整体上降低了各自的缺陷。

4 实验与结论

根据基于边缘信息的图像二值化算法的基本原理和边缘检测算子的实验分析,我们进行了基于 Canny 算子的二值化处理。在实际的研究当中,选取了图1所示图像作为研究的对象。图8为大津法获取的二值图像,图9为结合边缘信息的自适应算法得到的二值图像,图10为局部阈值自适应二值化图像。



图8 大津法二值化图像



图9 本文二值化方法图像



图10 局部阈值二值图像

比较以上几幅图可知,用本文的方法可更好的保留图像的细节信息,同时避免了采用单独局部阈值法的虚假信息太多、抗噪声能力低和时空复杂度高的缺陷。本文提出的基于边缘信息的自适应二值化方法,它能使二值化的过程中尽量保留图像中的细节信息,同时抗干扰性也比较好。

参考文献

- [1] 陈强,朱立新,夏德深. 结合Canny算子的图像二值化[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2005, 17(6):1302-306.
- [2] Canny J. A Computational Approach to Edge Detection[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1986, 8(6): 679-698.
- [3] Lee K K, Cham W K, Chen Q R. Chin Contour Estimation Using Modified Canny Edge Detector[C]// Proceedings of the 7th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision(ICARCV)2002: 770-775.
- [4] Ali M, Clausi D. Using the Canny Edge Detector for Feature Extraction and Enhancement of Remote Sensing Images[J]. International Geoscience and Remote Sensing Symposium,2001, 5:2298-2300.
- [5] 唐良瑞,马全明,景晓军. 图像处理实用技术[M].北京:化学工业出版社,2002:94-105.
- [6] 杨治平. 基于自适应多阈值变换编码的图像二值化处理[J]. 重庆师范学院学报:自然科学版,2001,18(3):77-80.
- [7] 郑浩,张洪涛,叶声华. 基于目标边缘的图像二值化方法研究[J]. 计量技术,2002,(4):3-5.
- [8] 张庆英,岳卫宏,肖维红,等. 基于边界特征的图像二值化方法应用研究[J]. 武汉理工大学学报, 2005, 27(2):55-57.
- [9] 李国平. 基于莫尔技术的车牌凹凸字符图像获取与识别研究[D].山东大学博士学位文,2007:5.
- [9] 宋顺林.一种支持QoS约束的Web服务质量模型[J].江苏大学学报:自然科学版,2006,27(5):450-453.
- [10] 奚越.Web 服务质量管理模型[D].上海:上海交通大学,2008.
- [11] 吴健.网络制造中WebService的服务质量模糊排序方法[J].计算机辅助设计与图形学报,2005,17(7):1594-1599.
- [12] 贾利军.电子商务环境中电子服务质量评价模型研究[D]. 武汉:华中科技大学,2006.
- [13] 刘英华.可配置模糊综合评价系统研究与实现[D].上海:上海交通大学,2002.
- [14] 李研.一种考虑 QoS 数据可信性的服务选择方法[J]. Journal of software,2008,19(10):2620-2627.
- [15] 夏雷.基于反馈 QoS 的 Web 服务发现的研究与实现[D].北京:中国石油大学,2007.

(收稿日期:2009-04-06)

~~~~~  
(上接第3页)

- [4] Xu Ziqiang.reputation-enhanced web services discovery with Qos[D]. Ontario,Canada:Queen's University Kingston,2006:66-73.
- [5] Chen Zhou.Semantics in Service Discovery and QoS Measurement[J].IEEE Computer Society IT Pro, 2005.7(2):29-34.
- [6] 郑晓霞.基于 QoS 的 Web 服务发现模型研究[J].情报科学,2007,25(2):249-253.
- [7] 牟玉洁.面向服务质量的交互式 Web 服务选择[J].计算机集成制造系统,2006,12(5):788-794.
- [8] Ivan Mecer.Agent-oriented Semantic Discovery and Matchmaking of Web Services[C]// Proceedings of the 8th International Conference, Zagreb,2005:603-607.

(收稿日期:2009-08-06)

# 结合Canny算子的图像二值化方法

作者: [王涛](#), [徐娅萍](#), [亢海龙](#), [WANG Tao](#), [XU Yaping](#), [KANG Hailong](#)  
作者单位: [西北工业大学, 西安, 710072](#)  
刊名: [微型电脑应用](#) **ISTIC**  
英文刊名: [MICROCOMPUTER APPLICATIONS](#)  
年, 卷(期): 2010, 26 (2)  
被引用次数: 5次

## 参考文献(9条)

1. 陈强;朱立新;夏德深 [结合Canny算子的图像二值化](#)[期刊论文]-[计算机辅助设计与图形学学报](#) 2005 (06)
2. Canny J [A Computational Approach to Edge Detection](#) 1986 (06)
3. Lee K K;Cham W K;Chen Q R [Chin Contour Estimation Using Modified Canny Edge Detector](#)[外文会议] 2002
4. Ali M;Clausi D [Using the Canny Edge Detector for Feature Extraction and Enhancemem of Remote Seining Images](#) 2001
5. 唐良瑞;马全明;景晓军 [图像处理实用技术](#) 2002
6. 杨治平 [基于自适应多阈值变换编码的图像二值化处理](#)[期刊论文]-[重庆师范学院学报\(自然科学版\)](#) 2001 (03)
7. 郑浩;张洪涛;叶声华 [基于目标边缘的图像二值化方法研究](#)[期刊论文]-[计量技术](#) 2002 (04)
8. 张庆英;岳卫宏;肖维红 [基于边界特征的图像二值化方法应用研究](#)[期刊论文]-[武汉理工大学学报](#) 2005 (02)
9. 李国平 [基于莫尔技术的标牌凹凸字符图像获取与识别研究](#)[学位论文] 2007

## 本文读者也读过(10条)

1. 常丹华. 苗丹. 何耘娟. [CHANG Dan-hua. MIAO Dan. HE Yun-xian 图谱理论在文本图像二值化算法中的应用](#)[期刊论文]-[计算机应用](#)2010, 30 (10)
2. 杜丙新. 崔菊. [Du Bingxin. Cui Ju 一种二值化车牌反色判断的新方法](#)[期刊论文]-[电子科技](#)2011, 24 (2)
3. 李久芳. [LI Jiufang 基于二值化的边缘图像滤波方法](#)[期刊论文]-[电子工业专用设备](#)2010, 39 (2)
4. 潘梅森. 张奋. 雷超阳. [PAN Mei-sen. ZHANG Fen. LEI Chao-yang 一种车牌号码图像二值化的新方法](#)[期刊论文]-[计算机工程](#)2008, 34 (4)
5. 邹雄. 何翠群. 刘国栋. 王建敏. [ZOU Xiong. HE Cuiqun. LIU Guodong. WANG Jianmin 一种快速响应码的图像二值化方法](#)[期刊论文]-[传感技术学报](#)2010, 23 (9)
6. 潘梅森. 张奋. [PAN Mei-sen. ZHANG Fen 一种新的图像二值化方法](#)[期刊论文]-[湖南文理学院学报 \(自然科学版\)](#) 2007, 19 (1)
7. 伍静. 李宁. 陈世福. [WU Jing. LI Ning. CHEN Shi-Fu 一种基于种子填充的图像二值化方法](#)[期刊论文]-[计算机科学](#)2005, 32 (4)
8. 荣剑. 张晴辉. 徐安排. [KONG Jian. ZHANG Qing-hui. XU An-pai 凝胶图片二值化处理](#)[期刊论文]-[电脑知识与技术](#) 2010, 6 (11)
9. 周晓明. 马秋禾. 肖蓉. 杨娜. [ZHOU Xiao-ming. MA Qiu-he. XIAO Rong. YANG Na 一种改进的Canny算子边缘检测算法](#)[期刊论文]-[测绘工程](#)2008, 17 (1)
10. 方敏. 徐俊艳. 王建平. 刘泓. [FANG Min. XU Jun-yan. WANG Jian-ping. LIU Hong 一种新的文本图像二值化方法](#)[期刊论文]-[合肥工业大学学报\(自然科学版\)](#)2001, 24 (2)

## 引证文献(5条)

1. 魏彩乔. 王晓光. 康会峰 [一种针对钢卷尺图像的二值化方法](#)[期刊论文]-[河北科技大学学报](#) 2012 (3)

2. 刘晓江, 罗琦, 吴静进 [电弧焊熔池图像的边缘检测](#) [期刊论文] - [数字技术与应用](#) 2013(10)
3. 周洁心, 付东翔, 沈昱明, 王亚刚 [基于形态学的十字目标定位方法研究](#) [期刊论文] - [微型电脑应用](#) 2012(11)
4. 李睿, 耿璐, 程武山 [基于机器视觉的螺母定位系统](#) [期刊论文] - [机床与液压](#) 2013(23)
5. 秦平, 费岳军 [南黄海辐射沙脊群水边线提取](#) [期刊论文] - [遥感信息](#) 2013(6)

引用本文格式: 王涛, 徐娅萍, 亢海龙, [WANG Tao](#), [XU Yaping](#), [KANG Hailong](#) [结合Canny算子的图像二值化方法](#) [期刊论文] - [微型电脑应用](#) 2010(2)