

# 一种全局和局部相结合的二值化方法研究

孟立娜, 韩其睿

(天津工业大学 计算机科学与软件学院, 天津 300000)

**摘要:**为了得到清晰准确的二值化图像,且避免全局阈值化对图像细微信息的二值化不清晰和局部阈值二值化中往往存在伪影现象,提出了一种借助Candy算子检测边缘特征,将改进的二维Otsu最佳全局阈值与局部Bernsen阈值法在边缘信息的基础上相结合的二值化方法。实验表明这种方法能很好地处理带有噪声和低对比度的图像,通过改进的二维Otsu法降低了传统二维Otsu法的时间复杂度,并且可以减少局部阈值法的块效应,避免了大量虚假信息,又能保留图像的细节信息。

**关键词:**全局阈值;局部阈值;边缘检测;二维Otsu;Candy;Bernsen

**中图分类号:**TP31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2012)11-0116-04

## An Improved Binarization Method Combined Global Thresholding with Local Thresholding

MENG Li-na, HAN Qi-rui

(College of Computer Science and Software, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300000, China)

**Abstract:** In order to obtain clear accurate binarization image, avoiding the binarization not clear of image subtle information by global thresholding and artifact phenomenon existed in local thresholding, a binarization method combined improved 2d-Otsu best global thresholding with local Bernsen thresholding based on edge information is proposed, detecting edge feature with the aid of Candy operator. The experiments indicate that the method can handle with image with noise and low contrast well, reduce the time complexity of traditional 2d-Otsu by improved 2d-Otsu and block effect of local thresholding, avoid the much false information and keep the detail of the image information.

**Key words:** global thresholding; local thresholding; edge detection; 2d-Otsu; Candy; Bernsen

## 0 引言

图像阈值二值化是应用最广泛的图像处理技术,在视频运动物体的检测中对运动物体的最终提取起到关键作用。目前确定阈值的方法很多,传统的阈值大体可以分为两类:全局阈值法,局部阈值法。

全局阈值法由于运算简单、适应范围广被广泛地应用。但是该方法对于灰度直方图有明显双峰及在图像的外界拍摄环境比较好的情况下才能取得较好的二值化效果。局部阈值算法确定阈值的过程是把图像先划分为若干子图像,利用当前点的领域像素点的信息来确定该点的灰度值。此方法更能适应较为复杂的情况,局部阈值算法能够更好的将图像二值化。但是局部阈值算法也有其局限性,其运算复杂度高,计算过程

中通常不考虑图像的边缘信息,造成图像的二值化丢失了某些重要信息。自适应阈值法充分考虑了相邻的像素信息,可以自适应地根据不同背景情况改变图像的局部阈值,但它过度地考虑了像素的周围像素的灰度变化,因此会出现一些带有背景目标的假目标。

通过以上各个方法的优缺点,针对那些低对比度、光照不均匀的图像,在图像中目标的轮廓可能不容易分辨出来,此时用一般的阈值化方法可能会丢掉一些目标的细微信息。因此文中使用了一种全局阈值算法和局部阈值算法结合边缘检测的新的二值化方法。

## 1 理论介绍

### 1.1 全局阈值法

1979年,Otsu提出的大津方法,由于此方法运算简单并且自适应性强,被认为是阈值自动选取的最佳方法。在数字图像处理中也被广泛地应用。它由最小二乘法原理推导而来,在阈值分割方面具有重要的统计意义。随着学术研究者的不断创新,Otsu法从一维

收稿日期:2012-03-26;修回日期:2012-06-28

基金项目:国家自然科学基金(61173032)

作者简介:孟立娜(1987-),女,硕士研究生,研究方向为计算机图像及应用;韩其睿,教授,硕士,研究方向为计算机图像及应用、计算机辅助设计、软件开发技术。

Otsu 到二维 Otsu<sup>[1,2]</sup>,从传统的二维 Otsu 到现在自适应二维 Otsu<sup>[3]</sup>。

对于一幅数字图像,设图像的灰度级为  $L$  则相应像素邻域平均灰度的级别也为  $L$ ,  $g(x,y)$  为图像坐标为  $(x,y)$  的像素的  $K \times K$  邻域平均灰度值,  $f(x,y)$  为图像像素点的灰度值,  $n$  为 0 到  $L-1$  之间的整数。则  $g(x,y)$  的定义如下:

$$g(x,y) = \frac{1}{k \times k} \sum_{m=-k/2}^{k/2} \sum_{n=-k/2}^{k/2} f(x+m,y+n) \quad (1)$$

$$0 < x+m < M, 0 < y+n < N$$

设  $(i,j)$  为像素点灰度值  $f(x,y)$  和对应的邻域平均灰度值  $g(x,y)$  组成的二元组。依据此二元组建立一个  $L \times L$  大小的正方形区域的二维直方图,横坐标  $i$  为  $f(x,y)$  的值,纵坐标  $j$  为  $g(x,y)$  的值。任意一点的值  $p_{ij}$  为二元组  $(i,j)$  发生的概率,  $p_{ij}$  可由以下公式表示:

$$p_{ij} = c_{ij} / M \times N, 0 \leq i, j \leq L-1 \quad (2)$$

其中  $c_{ij}$  是  $(i,j)$  出现的次数,显然有

$$\sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} p_{ij} = 1。$$

由参考文献[4]可知,选取的最佳阈值点  $(s,t)$  把二维直方图分为 4 个区域,如图 1 所示。

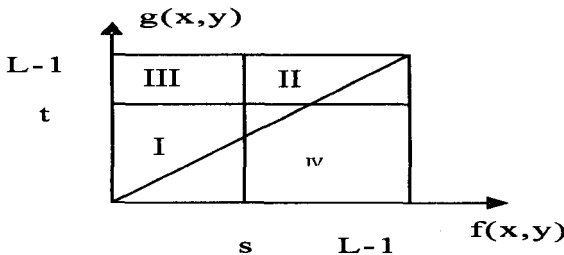


图 1 传统的二维 Otsu 的区域分割

目标和背景分别对应于区域 I 和区域 II,边缘和噪声分别对应于区域 III 和区域 IV。通过经验可以了解边缘和噪声相对整幅图像来讲,它们出现的概率很低,为了计算的方便可以把边缘和噪声出现的概率设为 0。

若根据设定的阈值  $(s,t)$  将二维直方图分成两个集合:目标  $C_0$  和背景  $C_1$ 。则这两个集合出现的概率分别是:

$$P_0 = p(C_0) = \sum_{i=0}^s \sum_{j=0}^t p_{ij} = p_0(s,t) \quad (3)$$

$$P_1 = p(C_1) = \sum_{i=s+1}^{L-1} \sum_{j=t+1}^{L-1} p_{ij} = p_1(s,t) \quad (4)$$

二维直方图 1 中的区域 I 和区域 II 分别对应于目标集  $C_0$  和背景集  $C_1$ ,两区域分别的灰度均值矢量为:

$$\mu_0 = (\mu_{0i}, \mu_{0j})^T = \left[ \begin{array}{c} \sum_{i=0}^s ip(i | C_0) \\ \sum_{j=0}^t jp(j | C_0) \end{array} \right] \quad (5)$$

$$\mu_1 = (\mu_{1i}, \mu_{1j})^T = \left[ \begin{array}{c} \sum_{i=s+1}^{L-1} ip(i | C_1) \\ \sum_{j=t+1}^{L-1} jp(j | C_1) \end{array} \right] \quad (6)$$

由于远离直方图的对角线的概率可忽略不计,则总体均值矢量为:

$$\mu_T = (\mu_{Ti}, \mu_{Tj})^T = \left[ \begin{array}{c} \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} ip_{ij} \\ \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{L-1} jp_{ij} \end{array} \right] \quad (7)$$

定义一个目标和背景类间的离散测度矩阵:

$$S_B = \sum_{k=0}^1 p(C_k) [(\mu_k - \mu_T)(\mu_k - \mu_T)^T] \quad (8)$$

以离散矩阵的迹作为目标和背景之间的距离测度函数,即:

$$\text{tr}(S_B) = P_0[(\mu_{0i} - \mu_{Ti})^2 + (\mu_{0j} - \mu_{Tj})^2] + P_1[(\mu_{1i} - \mu_{Ti})^2 + (\mu_{1j} - \mu_{Tj})^2] \quad (9)$$

分割的最佳阈值  $(s,t)$  就是以上离散度矩阵迹的最大值,即

$$\text{tr}(S_B(s,t)) = \max_{0 \leq s, t \leq L-1} \{\text{tr}(S_B(s,t))\} \quad (10)$$

通过二维直方图可以了解到,仅考虑阈值点以及对角附近区域的联合概率的传统二维 Otsu 算法是不全面的。借鉴参考文献[5]改进背景和目标的选取区域,把直方图 2 中两条平行线之间的部分确定为阈值存在的可能区域,两平行直线的方程为:

$$g(x,y) = f(x,y) + n \quad (11)$$

$$g(x,y) = f(x,y) - n \quad (12)$$

其中,目标和背景的分界线过点  $(s,t)$ ,并且垂直于对角线。分界线的方程为:

$$g(x,y) = s + t - f(x,y) \quad (13)$$

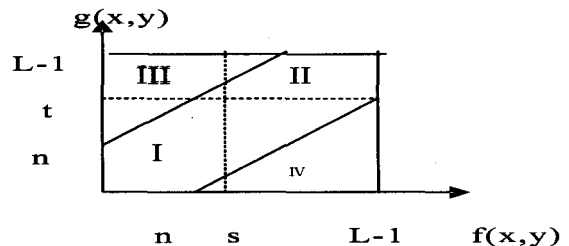


图 2 改进的二维 Otsu 的区域分割

由此一来二维直方图被再次划分了 4 个部分,其中处于两平行线两外侧的两个三角部分区域 III 和区域 IV 对照于传统分割二维直方图中对角线两侧的区域 III 和区域 IV;而处于两平行线内侧的并且由垂直分割开的两个区域区域 I 和区域 II 分别对应传统分割二维直方图中的区域 I 和区域 II。

二维 Otsu 阈值的算法是利用遍历  $(s,t)$  的方法来穷举整个定义域,搜索出最佳的阈值。这里首先依据



图 a 原始图像

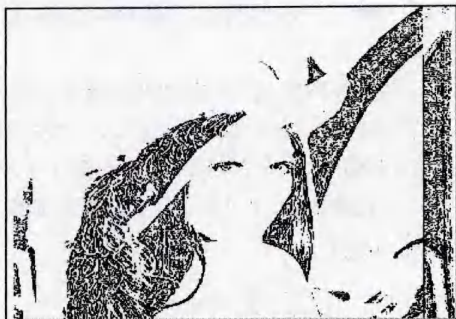


图 b 局部 Bernsen 阈值法



图 c 二维大律法



图 d 文中方法

图 3 实验结果

以往经验推算出哪些范围可能出现最佳阈值,以此通过细化来确定最佳阈值,文中借鉴引入松弛因子来增大搜索阈值的步长。

### 1.2 边缘检测算子和局部阈值法

常用的用于边缘检测的算子有:罗伯特边缘算子、索贝尔边缘算子、普瑞维特边缘算子、拉普拉斯算子、Candy 算子<sup>[6]</sup>。Candy 算子能很好地反映最优边缘检测器的数学特性并且是在定位能力及其信噪比的最优化逼近算子,在图像处理和模式识别中应用最为广泛。根据参考文献[7]可知利用局部差分算子寻找边缘的 Roberts 算子,虽然该算子对具有陡峭的低噪声图像影响较好,但有时会丢失一部分边缘,也不能抑制噪声。Soble 算子和 Prewitt 算子对有噪声的图像处理效果很好但是在对图像进行处理中往往不能百分百地排除检测结果中出现的伪边缘,甚至可能出现边缘多像素宽。Laplacian 算子抗噪声能力比较差,在对图像进行处理中常常丢失目标边缘的方向信息,造成检测边缘的不连续。Log 算子在对图像进行边缘检测时会先对图像进行平滑处理,但这往往将原有的边缘也平滑了,造成无法检测到某些边缘。Candy 算子对图像进行处理时具有较强的去噪能力和边缘定位准确性较高,因为它先采用高斯函数对图像平滑处理,其后采用一阶微分算子进行运算。

局部阈值法主要是邻域阈值法。由于在动态选择阈值的自适应方法中 Bernsen 法<sup>[8]</sup>是比较有代表性的,因此文中选取 Bernsen 法进行局部二值化处理。

假如灰度值  $f(x, y)$  为图像的像素点  $(x, y)$  处的灰度值,运算时只考虑  $(2w + 1) \times (2w + 1)$  的滑动窗口(窗口的像素点是  $(x, y)$ )。

以下描述为 Bernsen 算法:

(1) 利用窗口信息分别计算出像素点  $(x, y)$  处的阈值  $w(x, y)$ 。

$$w(x, y) = 1/2 \times (\max f(x + m, y + n) + \min f(x + m, y + n)) \quad (14)$$

(2) 利用阈值  $w(x, y)$  分别对图像像素点  $(x, y)$  实施二值化。

根据以往实验经验,文中采用像素点  $(x, y)$  周围 8 邻域的 8 个像素点计算  $(x, y)$  处的 Bernsen 阈值。

## 2 文中方法与实验

### 2.1 算法介绍

虽然现阶段学者们提出了好多自适应二值化方法<sup>[9]</sup>,但都不能避免边缘部分对二值化的影响<sup>[10]</sup>。针对上文中提到的全局阈值和局部阈值的优缺点以及边缘部分灰度变化比较剧烈,文中借鉴参考文献[11, 12],提出一种新的全局阈值法与局部阈值法相结合的二值化方法。主要思想是:先用边缘检测算子检测并获得较为清晰准确的图像边缘信息,凭借边缘像素点的空间位置关系,实现不同像素点的不同方法的二值化处理。本算法的基本描述过程如下:

(1) 预处理图像:图像平滑消除图像表面由于噪声所产生的干扰;

- (2) 用改进的二维 Otsu 算法确定整幅图像阈值;
- (3) 边缘检测:采用 Candy 算子对图像进行检测从而确定比较准确的、符合实际的图像边缘信息;
- (4) 如果像素点为边缘点则对其进行 Bernsen 二值化处理,非边缘点则运用改进的二维 Otsu 算法对其进行二值化。

## 2.2 实验结果

为验证文中所提方法做了一系列的实验,图 d 给出了对图 a 图像按照文中所提方法进行二值化结果。作为对比,图 b 给出了局部阈值 Bernsen 法对同一幅图像进行二值化所得结果。图 c 给出了全局阈值改进的大律法对同一幅图像进行二值化得到的结果。

## 3 结束语

根据实验结果可以得出,文中提出的方法对于光照不均匀且对比度低的图像进行二值化的效果远远大于大律法和局部阈值法。虽然二维大律法增加了一些计算量,但通过改进其划分区域及加入松弛变量后计算量较传统的二维大律法有所减少。这种方法能很好地避免局部阈值法所产生的块效应和过多虚假信息,又比全局二值化能得到更好的二值化图像,并且又能保留图像的细节信息。

### 参考文献:

- [1] Otsu. A threshold selection method from gray-level histogram [J]. IEEE Trans on SMC, 1979, 9(1): 62-69.
- [2] 刘建庄,栗文青. 灰度图像的二维 Otsu 自动阈值分割法

(上接第 115 页)

因为软件变更涉及到版本的变化,变更又受到基线的控制<sup>[13]</sup>。基于基线的版本控制,能确保软件配置项在软件生命周期中始终处于受控状态,并恢复到任一个历史状态,方便地进行软件项目的开发和管理。

### 参考文献:

- [1] 郭宁,周晓化. 软件项目管理[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [2] 李玉龙,李长云. 软件动态演化技术[J]. 计算机技术与发展,2008,18(9): 83-86.
- [3] 王珍英. 配置管理在软件项目管理中的应用[J]. 计算机系统应用,2008,17(6): 101-104.
- [4] Seawhio P, Suwannasart T. A SCM workflow model for CMM organizations [J]. Software Engineering, 2003, 21(10): 253-260.
- [5] 韩万江,姜立新. 软件项目管理案例教程[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [6] Ren Y C, Xing T, Quan Q, et al. Study on software configura-

[J]. 自动化学报,1993,19(1):101-105.

- [3] 郝颖明,朱枫. 二维 Otsu 自适应阈值的快速算法[J]. 中国图象图形学报,2005,10(4): 484-488.
- [4] Blayvas I, Bruckstein A, Kimmel R. Efficient Computation of Adaptive Threshold Surfaces for Image Binarization [C]//Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s. l.]: [s. n.], 2001.
- [5] 肖艳炜,张云. 改进的二维 Otsu 自动分割算法及其应用研究[J]. 计算机工程与应用,2007,43(7): 243-245.
- [6] Canny J. A Computational to Edge Detection [J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986, 8(6): 679-698.
- [7] Lee K K, Chan 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). [s. l.]: [s. n.], 2002: 770-775.
- [8] 杨晖,曲秀杰. 图像分割方法综述[J]. 电脑开发与应用, 2005(3): 21-23.
- [9] 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.
- [10] 张楠,吴志斌,陈淑珍,等. 一种新的自适应二值化方法[J]. 计算机工程,2002,28(5): 184-186.
- [11] 陈强,朱立新,夏德深. 结合 Candy 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): 1302-1306.
- [12] 王涛,徐娅萍,亢海龙,等. 结合 Candy 算子的图像二值化方法[J]. 微型电脑应用,2010,26(2): 4-7.
- [13] tion management of version control [C]//3rd International Conference on Information Management Innovation Management and Industrial Engineering. Kunming: [s. n.], 2010.
- [7] Westfechtel B, Munch B P, Conradi R. A layered architecture for uniform version management [J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2001, 27(12): 121-129.
- [8] 倪晓峰,赵文耘,张捷. 构件软件配置管理以及其版本控制技术[J]. 计算机工程与应用,2005,42(2): 94-96.
- [9] 袁肃蓉,王萍,黄万民,等. 基于 ClearCase 的软件配置管理环境的规划和实施[J]. 海南大学学报,2009,27(1): 75-79.
- [10] 任永昌,邢涛,鄂旭. 软件项目开发过程管理[M]. 北京:北京交通大学出版社,2010.
- [11] 王如龙,邓子云,罗铁清. IT 项目管理-从理论到实践[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [12] 朱少民. 软件质量保证和管理[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [13] 崔方圆. 支持分布式协同开发的软件配置管理系统研究[D]. 大连:大连海事大学,2009.