

# 修改标记符梯度图像的分水岭变换

辛月兰

(青海师范大学物理系,青海 西宁 810008)

**摘要:**针对传统分水岭算法中存在的过分割现象,提出了一种修改标记符梯度图像的分水岭分割方法。该算法首先利用阈值分割法对图像中感兴趣的目标和背景进行标记;然后根据标记的二值图像,运用形态学极小值标定技术对原有梯度图像进行修正;最后,使用分水岭算法对修正的梯度图像进行分割。实验结果表明,该算法能有效地抑制过分割问题,并且使用标记符会为分割问题带来先验知识,这为人们解决模式识别等更高级的工作提供了一种有效方法。

**关键词:**图像分割;梯度修正;标记;分水岭变换

**中图分类号:**TP31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2012)01-0076-03

## Watershed Transformation of Modifying Gradient Image Tags

XIN Yue-lan

(Department of Physics, Qinghai Normal University, Xining 810008, China)

**Abstract:** Aiming at the traditional watershed segmentation algorithm over existing phenomenon, a modified gradient image tag watershed segmentation method is proposed. Firstly, threshold segmentation method uses the image of interest to mark the target and background; Then labeled binary image, use minimum calibration morphological technique for the original gradient image amendment; Last use watershed algorithm for improved gradient image segmentation. Experimental results show that the algorithm can effectively inhibit the over-segmentation problem, and using the tag will bring the division of a priori knowledge, which for people to solve the pattern recognition and other more advanced work provides an effective method.

**Key words:** image segmentation; gradient modification; marker extraction; watershed transform

### 0 引言

图像分割是图像处理到图像分析的关键,是图像理解和识别的基础,也是国际学术界公认的将会长期存在的经典难题,多年来得到了广泛而深入的研究。目前存在多种图像分割算法,如基于阈值的分割法<sup>[1-3]</sup>、基于边缘的分割法<sup>[1-5]</sup>、基于区域的分割法<sup>[3-7]</sup>、基于能量泛函的分割方法<sup>[4-9]</sup>等。这些方法虽然都不同程度地解决了图像分割的问题,但也有各自的不足之处,如阈值法由于其仅仅考虑了图像的灰度信息,忽略了图像的空间信息使分割效果不佳;边缘法当图像中边缘不明确或含有多个边缘时其分割效果欠佳;区域法需要较大的运算量、较多的存储空间以及易于造成过分割现象等缺陷。

针对上述问题,提出了修改标记符梯度图像的分水岭变换来加以改进。新算法主要有三个步骤:

第一,用标记符把图像中相关的目标及背景标记

出来,得到标记图;第二,根据标记的图像,运用形态学极小值技术对梯度图像进行修正;第三,对修正的梯度图像进行分水岭变换产生分水线。实验结果表明,新算法能够有效地抑制分水岭算法中的过分割现象。

### 1 分水岭算法

分水岭分割方法<sup>[6]</sup>,是一种基于拓扑理论的数学形态学的分割方法,在地理学中,分水岭是指一个山脊,在该山脊两边的区域中有着不同流向的水系。汇水盆地是指水排入河流或水库的地理区域。其基本思想是把灰度级图像看作是一个拓扑表面,其中 $f(x, y)$ 的值表示亮度。若雨水降落在该表面上,则雨水将流向标注为汇水盆地的两个区域中。若雨水恰好降落在标注的分水岭脊线上,则雨水流向两个汇水盆地的概率是相同的。

在求解图像问题时,关键是如何将初始图像变换为另一幅图像,在变换后的图像中,汇水盆地就是想要识别的对象或区域。分水岭比较经典的计算方法是L. Vincent<sup>[7]</sup>提出的。为得到图像的边缘信息,通常把梯度图像作为输入图像,即:

收稿日期:2011-06-03;修回日期:2011-09-15

基金项目:国家自然科学基金项目(60963016)

作者简介:辛月兰(1973-),女,青海乐都人,硕士,主研领域为图像处理、模式识别。

$$g(x,y) = \text{grad}(f(x,y)) = \{[f(x,y) - f(x-1, y)]^2 + [f(x,y) - f(x, y-1)]^2\}^{0.5} \quad (1)$$

式中,  $f(x,y)$  表示原始图像,  $\text{grad}\{\cdot\}$  表示梯度运算。

由于图像中存在噪声、灰度变化等问题,用分水岭算法通常会存在过分割现象。为了解决过分割的问题,在分割之前,必须对图像进行预处理,抑制图像各个区域的暗噪声和暗纹理细节,从而提高抗过分割的能力。

## 2 修改标记符梯度图像的分水岭变换

为消除分水岭算法产生的过度分割,采用对图像的前景对象和后景对象进行标注区别,此处每个对象内部的前景像素值都是相连的,背景里面的每个像素值都不属于任何目标物体。再用分水岭分割算法会取得较好的分割效果。

### 2.1 算法基本思想

标记分水岭变换是在分水岭分割算法上的一种改进的分水岭变换。它在图像中设定标记,标记可以是点、线或者是一块区域,重要的不是标记的形状而是它的位置,每一个标记就代表图像中的一个最终分割区域。标记符是一个属于一幅图像的连通分量,标记的选取成为决定分割效果的关键因素。

由图1(b)可以看到直接使用分水岭分割,可以导致部分由大量局部最小区域引起的过分割结果,这些最小值中有很多是不相关的细节。将这些细节对图像的影响降至最低的有效方法是用一个平滑滤波器对图像进行过滤。文中使用梯度幅度来预处理图像。一个简单的方法是对梯度图像进行阈值处理,以消除灰度的微小变化产生的过度分割。

$$\text{即: } g(x,y) = \max(\text{grad}(f(x,y)), g\theta) \quad (2)$$

式中,  $g\theta$  表示阈值。梯度幅度图像在沿对象的边缘处有较高的像素值,而在其他地方则有较低的像素值。理想情况下,分水岭变换会在沿对象边缘处产生分水岭脊线。由图1(c)可看出使用梯度幅值处理后的图像并不是一个好的分割结果,图像中存在太多与感兴趣的对象不对应的分水岭脊线<sup>[9,10]</sup>,这是过分割现象。

为解决过分割现象,文中提出应用标记符算法。计算图像的“扩展的最小变换”,即通过一个阈值来扩展“局部最小区域”,让更多的与最小区域相似的像素合并到最小区域里边来,此时,如图(e)所有亮的区域均为扩展的“局部最小区域”,这个“扩展的局部最小区域”作为内部标记符集合。接下来寻找属于背景的外部标记符,理想情况下,不希望背景标记太靠近目标对象的边缘,因此文中采用对二值图像的距离进行分

水岭变换,然后寻找分水岭的脊线,此脊线即为外部标记符。实验表明,此算法能有效地抑制过分割现象,并且使用标记符会为分割问题带来先验知识,这为人们解决模式识别等更高级的工作提供了一种有效方法。

### 2.2 算法实现过程

Step1 标记内部标记符。设定一个高度阈值,然后判断每个极小值点所在盆地的高度是否大于指定阈值,如果不大于阈值则抑制该点,否则标记该点,从而将二值图像前景像素的深局部最小区域位置标记出来。

Step2 标记外部标记符。寻找属于背景的像素,对二值图像的距离进行分水岭变换,然后寻找分水岭脊线,此脊线恰好位于内部标记符间的中间位置,即为外部标记符。

Step3 修正梯度图像。文中使用强制最小(minima imposition)技术<sup>[7-13]</sup>修改了灰度级图像,文中,二值图像的前景像素标记出了输出图像中局部最小区域的期望位置。通过在内部和外部标记符的位置覆盖局部最小区域可修改梯度图像。

Step4 使用分水岭算法对修正的梯度图像进行分割。

## 3 实验结果及分析

文中选取大小为  $300 \times 246$  的 coins 图像作为实验样本进行分割,实验结果对比如图1所示。

图1(a)为 coins 原图;(b)为传统分水岭分割的结果,从图中可以看出,图中的对象并未正确地分割,存在严重的过分割现象;(c)为使用梯度幅度预处理后的图像,从中可以看到由大量局部最小区域导致的过分割结果;(d)为梯度幅值的局部最小区域,二值图像的前景像素标记了局部最小区域的位置,从图中可以看出局部最小区域位置非常浅,表示了与分割问题不相关的细节。(e)为内部标记符图,该二值图像的前景像素标记了深局部最小区域的位置,在原图像上以灰色气泡的形式叠加扩展的局部最小区域位置,得到的气泡较合理地标记了想要的分割对象。(f)为外部标记符图,此图显示了二值图像中的分水岭脊线,因为这些脊线位于由内部标记符标记的暗气泡间的中间位置,所以它们是较好的外部标记符。(g)为修正梯度幅值图,该二值图像的前景像素标记出了输出图像局部最小区域的期望位置。从图中可以看出,通过在内部和外部标记符的位置覆盖局部最小区域,除了非期望的极小值点及其所在的区域被修改外,其他点保持不变,即修正后的梯度保留了原梯度信号中关于目标的信息,修正了梯度幅值。(h)为文中算法分割结果,可以看出,经过改进后的结果较图(b)、(c)的分割结

果有很大的改观,有效地抑制了分水岭分割中的过分割问题。

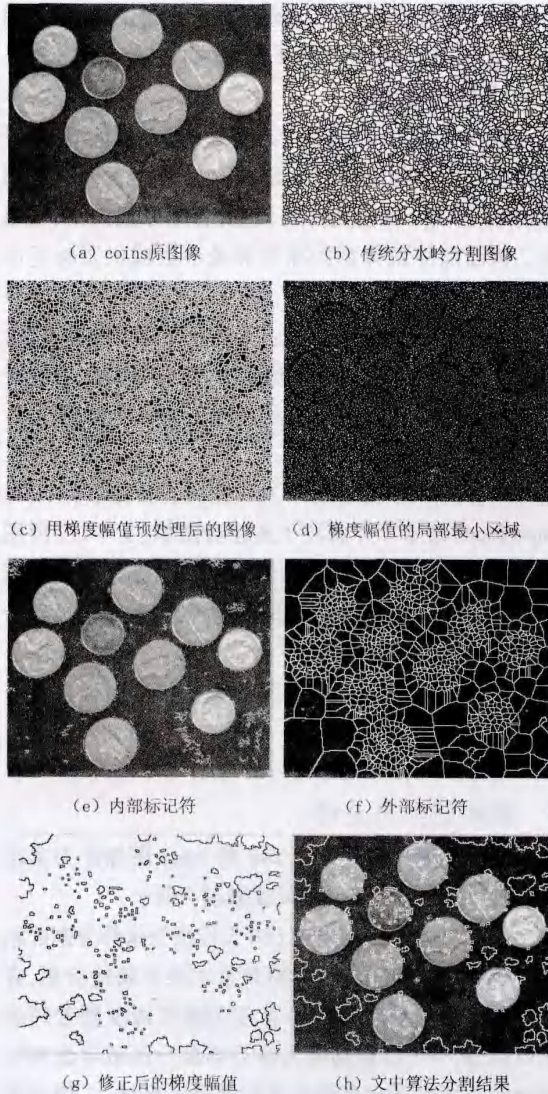


图 1 实验结果对比图

### 4 结束语

由于待分割的图像中存在噪声和一些微小的灰度值起伏波动,在梯度图像中可能存在许多假的局部极小值,如果直接对梯度图进行分水岭变换会造成过分割的现象。即使在分水岭变换前对梯度图进行滤波,存在的极小点也往往会多于原始图像中目标的数目,

因此针对此问题,提出了修改标记符梯度图像的分水岭变换方法来加以改进。新方法首先对图像中的目标和背景进行标记,然后对梯度幅值进行修正,最后使用分水岭分割算法对修正后的图像进行分割。实验结果表明,文中算法能够有效地抑制分水岭算法中的过分割现象。

### 参考文献:

[1] 王晓峰. 水平集方法及其在图像分割中的应用研究[D]. 合肥:中国科学技术大学,2009.

[2] Spirkovska L. A summary of image segmentation techniques [R]. [s. l. ];NASA Technical Memorandum, 1993.

[3] 宋淑娜,李金霞,胡学坤,等. 一种自适应模糊阈值区间的图像分割方法[J]. 计算机技术与发展,2010,20(5):121-123.

[4] 何 宁. 基于活动轮廓模型的图像分割研究[D]. 北京:首都师范大学,2009.

[5] Chan T, Vese L. Active contours without edges [J]. IEEE Trans Image Process,2001,10(2):266-277.

[6] Vincent L, Soille P. Watersheds in digital spaces: an efficient algorithm based on immersion simulations [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1991, 13 (6):583-598.

[7] Soille P. Morphological Image Analysis Principles and Applications [M]. 2nd ed. [s. l. ]; Springer Verlag, 2008: 201-220.

[8] Soille P. Morphological image analysis: principles and application [M]. Berlin: Springer Verlag, 1998: 236-239.

[9] 赵 伟,王希常,李晓寒. 基于顶帽变换和模糊 C 均值聚类的图像分割方法[J]. 计算机技术与发展,2010,20(8):52-55.

[10] 陈彦至,黄永锋. Ncut 在图像分割中的应用[J]. 计算机技术与发展,2009,19(1):228-230.

[11] Wang Pengwei, Wu Xiuqing, Zhang Mingcheng. Watershed segmentation based on multiscale morphological fusion [J]. Journal of Data Acquisition and Processing, 2006,21(4):398-402.

[12] 杨金龙,张光南,历树忠,等. 基于二维直方图的图像分割算法研究[J]. 激光与红外,2008(4):400-403.

[13] 黄长专,王 彪,杨 忠,等. 图像分割方法研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(6):76-79.

(上接第 75 页)

[7] 张登银,吴 品. Ad Hoc 网络路由协议性能仿真分析[J]. 计算机技术与发展,2009,19(7):66-72.

[8] 牛晓光,崔 莉,黄长城. 移动自组织网络中基于优化分簇的混合路由协议[J]. 通信学报,2010(10):58-67.

[9] Ahokrani H, Jabbenhdari S. A novel ant-based QoS routing for mobile Ad Hoc networks [C]//The First International Conference on Ubiquitous and Future Networks. Hong Kong:

[s. n. ], 2009:79-83.

[10] 于宏毅,陈万寿. 无线移动自组织网[M]. 北京:人民邮电出版社,2005.

[11] 王金龙,王呈贵,吴启晖,等. Ad Hoc 移动无线网络[M]. 北京:国防工业出版社,2004.

[12] Johnson D B, Maltz D A, Hu Y C. IETF4728. The dynamic source routing protocol for mobile Ad Hoc networks (DSR) [S]. IETF, 2007.