

# 基于重心的一种灰度图像边缘检测算法<sup>①</sup>

林晓敏<sup>1</sup> 桂婷<sup>2</sup> 胡同森<sup>1</sup> (1. 浙江工业大学计算机科学与技术学院 浙江 杭州 310014; 2. 浙江工业大学之江学院 浙江 杭州 310024)

**摘要:** 本文提出一种基于重心的灰度图像边缘检测算法, 将灰度图像中每一像素的灰度值, 作为该像素的“质量”、三维空间中的 z 坐标。判断某像素是否为边界点, 取决于在以该像素为中心点的矩形区域内重心偏移量的大小。该算法具有一定的抗噪性, 与采用 canny 算子的边缘检测算法相比较, 本文算法对 B 超灰度图像的实际检测效果更好。

**关键词:** 边缘检测; 重心; 偏移量; B 超; 灰度图像

## Edge Detection Algorithm of Gray Scale Image Based on the Center of Gravity

LIN Xiao-Ming<sup>1</sup>, GUI Ting<sup>2</sup>, HU Tong-Sen<sup>1</sup> (1. Zhejiang University of Technology Computer Science and Technology College, Hangzhou 310014, China; 2. Zhejiang University of Technology Zhijiang College, Hangzhou 310024, China)

**Abstract:** An algorithm of edge detection of gray scale image based on the center of gravity is introduced in this paper. The gray scale value of each pixel is seemed as the “quality” or the z coordinates of three-dimensional space in the gray scale image. Whether a pixel is a boundary point or not, is depending on the size of the offset of center of gravity in the center of the rectangular area. The algorithm has some noise immunity. It is compared to the canny operator of edge detection, the algorithm is tested better actually on the B-ultrasound image.

**Keywords:** edge detection; center of gravity; offset; B-ultrasound; gray scale image

## 1 引言

数字图像的边缘检测一直是图像处理技术中重要的研究领域之一。图像中灰度或结构等信息的突然变化对人的视觉而言, 就是边缘。图像边缘有两种属性: 方向和幅度。图像在方向上的突变可以用一阶导数或二阶导数进行检测, 很多边缘检测算法都是建立在此基础上的。如经典算法 Sobel 边缘检测算子和 Canny 算子, 它们的缺点是对噪声都比较敏感<sup>1,2</sup>。近期有研究采用形态学梯度算子对图像进行边缘检测, 利用图像形态学理论处理图像、抑制图像的噪声, 然后进行梯度运算, 其计算较为复杂<sup>3</sup>。本文提出一种基于计算重心偏移量的边缘检测算法, 将像素的灰度值视为其质量, 根据以该像素为中心点的矩形区域内重心

偏移量的大小, 判断该像素是否图像的边缘点。

本文第二部分介绍算法的原理及分析, 第三部分给出实验结果, 最后是全文总结。

## 2 算法介绍

### 2.1 灰度图像分析

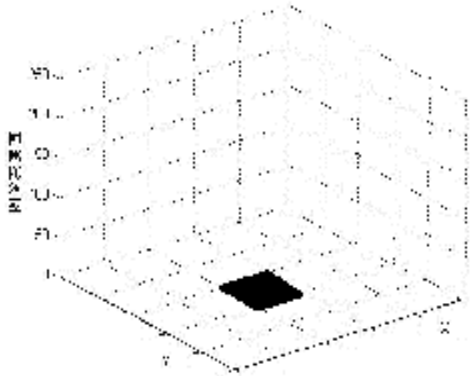
现代图像处理技术一般将灰度图像的灰度分为 256 级、用数值 0~255 表示, 0 级最低、显示黑色, 255 级最高、显示白色。

如果将像素的灰度值作为其质量、三维空间中的 z 坐标, 那么灰度图像在三维空间中, 具有高低起伏的特点。灰度值高的区域质量较大, 灰度值低的区域质量较小。

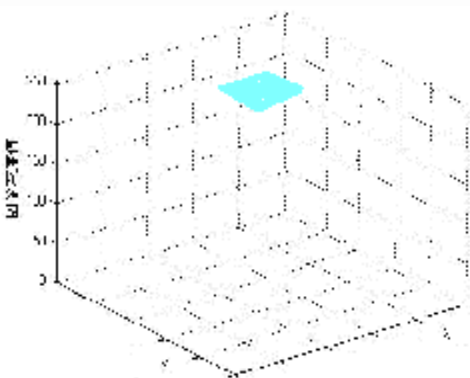
<sup>①</sup> 收稿时间:2010-04-02;收到修改稿时间:2010-05-02

如果某像素位于图像边缘，在其一侧应为高灰度值区域，而另一侧应为低灰度值区域。如果某像素作为一个矩形区域的中心，而该区域的重心偏离中心位置越大，该像素作为图像边缘点的概率就越大，反之亦然。

像素的灰度值作为 Z 坐标、在三维空间的映射如图 1 所示。



(a) 某像素的灰度值为 0



(b) 某像素的灰度值为 198

图 1 灰度图像在三维空间的映射示意图

如果区域内各像素灰度值相同，它在三维空间的映射是一个均匀平面，平面的重心在区域中心。

由于灰度值的变化产生边缘，它们在三维空间的映射是个曲面，灰度值高的区域可以看作“峰”、灰度堆积较厚(质量较大)，灰度值低的区域可以看作“谷”、灰度堆积较薄(质量较小)。如图 1 所示，灰度值为 0

的区域与灰度值为 198 的区域呈现明显的落差。如果图像某一区域的像素点灰度值有大有小，那么图像在三维空间的映射就呈现高低不平的表面，如同“峰”与“谷”。对于灰度值不均匀的图像区域，映射到三维空间后，映射平面的重心会偏离中心，向质量大(灰度值高)的区域偏移。图像某一区域中像素点位置与此区域重心在 XY 轴上的几何距离，称作重心偏移量。

### 2.2 重心偏移量计算

由上述分析可以看出，灰度图像的边缘与其映射的曲面的重心有关联。以灰度图像中每个像素点为中心，采用空域法计算该像素点灰度值的重心偏移量。

考虑到在实际应用中存在的噪声干扰，需要设置阈值  $u > 0$ ，当重心偏移量的空间距离  $d(x_i, y_j) > u$  时，像素点  $(x_i, y_j)$  是边缘点，否则则不是边缘点。

具体计算步骤如下：

(1) 设图像 I 中  $f(x_i, y_j)$  表示像素点  $(x_i, y_j)$  的灰度值，以像素点  $(x_i, y_j)$  中心，采用  $5 \times 5$  模板计算该点的重心偏移量。计算公式为：

$$px_i(x_i, y_j) = \frac{\sum_{i=y_j-2}^{y_j+2} \sum_{j=x_i-2}^{x_i+2} f(y_j, x_i) \times y_j}{\sum_{i=y_j-2}^{y_j+2} \sum_{j=x_i-2}^{x_i+2} f(y_j, x_i)} - x_i$$

$$py_j(x_i, y_j) = \frac{\sum_{i=y_j-2}^{y_j+2} \sum_{j=x_i-2}^{x_i+2} f(y_j, x_i) \times x_i}{\sum_{i=y_j-2}^{y_j+2} \sum_{j=x_i-2}^{x_i+2} f(y_j, x_i)} - y_j$$

(2) 计算像素点  $(x_i, y_j)$  重心偏移量的空间距离，公式如下：

$$d(x_i, y_j) = \sqrt{px_i(x_i, y_j)^2 + py_j(x_i, y_j)^2}$$

(3) 根据空间距离  $d(x_i, y_j)$  的值，判断像素点  $(x_i, y_j)$  是否边缘点。

### 3 实验仿真

实验选用同一台 B 超机在相同灰度模式(256 级灰度)拍摄的 23 幅内脏 B 超图像。实际 B 超图像存在噪声干扰需要调整阈值，设置  $u = 0.3$ ，本文选取其中 3 幅作为示例，如图 2 所示。

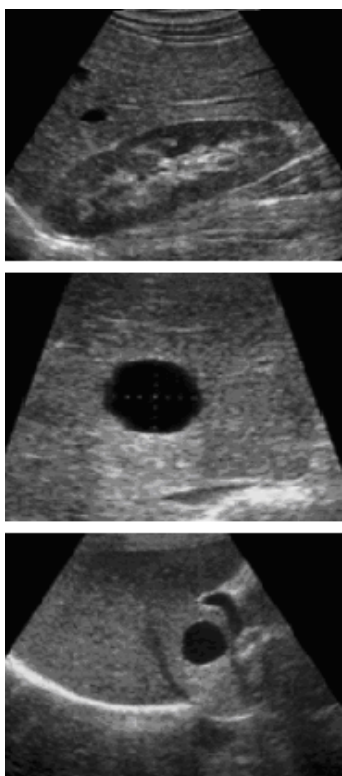


图 2 实验处理的原始图像

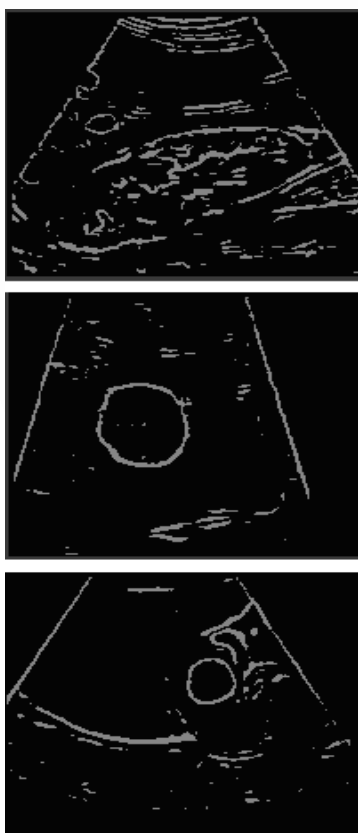


图 3 基于重心的边缘检测算法处理结果

图 3 是用基于重心的边缘检测算法处理图象的实验结果，可以看出，虽然 B 超图像的关键边缘点都可以正确检测到，但是很多噪声点依然被误认为是边缘点，导致边缘信息不够明确。

对算法作改进如下。

算法的基本思想不变，改进的思路主要是考虑到噪声点的离散性和开放性，采用区域搜索和限制区域大小的方法排除噪声点。从图像的左上角开始，遍历根据算法检测到的所有关键边缘点，并将相邻的边缘点标记成块；设定阈值，找出标记块中的像素点大于阈值的所有标记块；根据标记块中的像素点重新确定关键边缘点，去除像素点个数小于阈值的标记块与分散的边缘点。改进后的实验结果如图 4 所示。

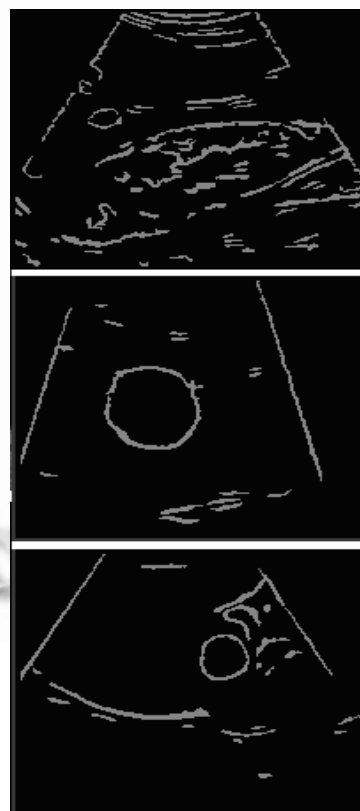


图 4 改进后的算法的处理结果



(下转第 203 页)

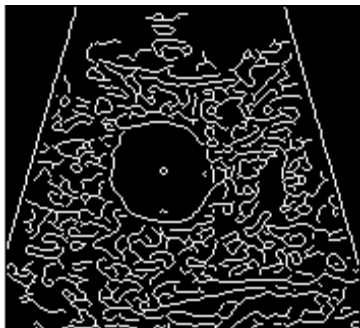


图 5 Canny 算子边缘检测算法的处理结果

## 4 总结

本文通过分析灰度图像灰度值与重心偏移量计算之间的联系,提出一种基于重心的边缘检测算法,并作改进,取得较好的边缘检测效果。从实验结果来看,本文算法对于边界明显的图像检测效果很好,同时抗噪性优于 **canny** 算法,并且计算简便,算法复杂度。下一步的工作是将算法推广到彩色图像,并寻找边界细化的方法。

### 参考文献

- 1 章毓晋.图像工程(上册)——图像分析和处理.北京:清华大学出版社,1999.
- 2 章毓晋.图像工程(下册)——图像理解与计算机视觉.北京:清华大学出版社,1999.
- 3 夏平,刘馨琼,向学军等.基于多尺度形态学梯度的医学图像边缘检测.计算机工程与设计,2008,29(4):888-890,893.