

# 基于 SUSAN 的种子点生长边缘检测算法

李艳梅<sup>1,2</sup> 胡晓辉<sup>2</sup> 王 静<sup>2</sup> (1.甘肃农业大学 信息科学与技术学院 甘肃 兰州 730070;

2.兰州交通大学 电子与信息工程学院 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 角点是一种特殊的边缘点,是数字图像中重要的几何特征。利用边缘点连续的特性,提出了一种基于 SUSAN 算法的种子点生长边缘检测算法。利用 Susan 算法获得图像的角点,再将获得的角点作为种子点,根据边缘点的判断准则对其进行生长,最终实现边缘检测。实验证明,设计的算法具有较高的效率和很好的抗噪声能力,是一种有效的边缘检测方法。

**关键词:** 边缘检测;种子点;角点提取;SUSAN;生长;sobel

## A Seed Point-Growth Algorithm of Image Edge Detection Based on SUSAN

LI Yan-Mei<sup>1,2</sup>, HU Xiao-Hui<sup>2</sup>, WANG Jing-Xin<sup>2</sup>

(1.College of Information Sciences and Technology, Gansu Agriculture University, Lanzhou 730070, China;

2.School of Electronic & Information Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Corner is a special edge point, which is the important geometrical features of digital image. This article uses the characteristic that edge is continual and proposes the algorithm based on the growth of the seed point SUSAN edge detection. It obtains the images of the corner points by using the Susan algorithm, and then gets the corner points as seed points, carries on the growth according to the criteria to determine the edge points. The paper realizes the edge detection finally. The experimental results based on this method was proved to be feasible.

**Keywords:** edge detection; seed point; corner detection; SUSAN; growth; sobel

## 1 引言

边缘是图像最基本的特征之一,边缘检测的效果将直接影响到图像的分析、识别及理解,因此,边缘检测已经成为图像处理领域中一个十分重要的环节,有着广泛的应用<sup>[1]</sup>。边缘检测的方法很多,传统的方法是采用边缘检测算子求解二维实函数的梯度,然后再选取合适的阈值以提取边缘<sup>[2]</sup>。目前,关于灰度图像边缘检测的研究已经很多,有关的边缘检测算子有 Canny, Sobel, Laplace, Roberts, SUSAN<sup>[3]</sup>等。其中, Canny, Sobel, Laplace, Roberts 等算子都是对原始图像中像素的小邻域构造边缘检测算子,进行一阶微分或二阶微分运算,求得梯度最大值或二阶导数的过

零点,最后选取适当的阈值提取边界。由于微分运算对噪声往往比较敏感,抗干扰性能差,边缘不够精细,因此,在实际应用中受到了限制<sup>[4]</sup>。1996年,英国牛津大学的 Smith 等人提出了一种 SUSAN (Smallest Univalued Segment Assimilating Nucleus) 算法。SUSAN 算法是一种基于图像灰度的算法,只基于对周边像素的灰度比较,完全不涉及梯度的运算,因此其抗噪声能力很强,但其运算速度比较慢,计算量比较大,不适合实时性检测<sup>[5]</sup>。本文结合经典的边缘检测微分算子和 SUSAN 算子的优点,提出了一种基于 SUSAN 的种子点生长边缘检测算法。本文首先介绍 SUSAN 算法,然后提出一种基于 SUSAN 的种子点生

收稿时间:2009-10-26;收到修改稿时间:2009-12-08

长边缘检测算法。通过实验证明该算法的有效性。

## 2 SUSAN算法基本原理

SUSAN 算法选用圆形模板,把圆形模板放在不同的 5 个位置上,如图 1 所示。

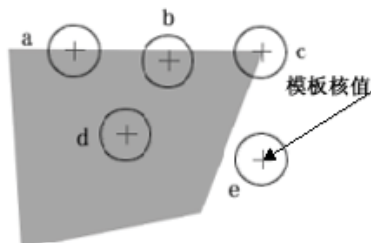


图 1 简单图像中的 5 个圆形模板

白色背景上有一灰色不规则区域,圆形模板的中心称为核心。比较模板内像素的灰度与核心的灰度,其差值在阈值内时,认为灰度相同。与核的灰度相同的像素数目之和称为模板的面积(USAN)。由图 1 可以看出在平坦区域 USAN 区最大,如模板 d 和 e 所示;在边缘处 USAN 区大小降为一半,如模板 a 所示;而在角点附近 USAN 区变得更小,如模板 c 所示。由此可得到 SUSAN 提取边缘和角点算法的基本原理:即在边缘和角点处的 USAN 区最小<sup>[6]</sup>。因此,可根据 USAN 区的大小和矩阵特性来检测图像边缘及角点等特征的位置及方向信息。

圆形模板可以选用  $3 \times 3$  像素窗口的模板,但为了准确、稳定和有效地判定角点,圆形模板一般选用  $7 \times 7$  像素窗口的模板。本文使用的是一个 37 个像素的圆形模板(半径为 3.4),如图 2 所示,模板的中心即为模板的核。

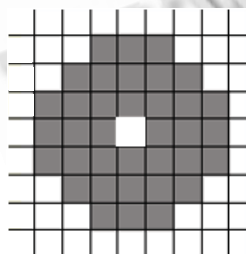


图 2 包含 36 个像素的 SUSAN 圆形模板

## 3 种子点生长边缘检测算法

在实际应用种子点生长方法时需要解决 3 个问题:选择或确定一组能正确代表所需边缘点的种子像

素点;确定在生长过程中能将相邻的边缘像素点包括进来的准则;制定让生长过程停止的条件或准则。基于 SUSAN 的种子点生长边缘检测算法先采用 SUSAN 算法提取出图像的角点,然后将所提取出来的角点分别作为种子点,对每个种子点进行生长,判断种子点的 8-邻域像素点是否为边缘点,直到所有的种子点都生长完成为止。具体的种子点生长边缘检测算法如下

利用 SUSAN 算法对图像的角点进行提取。将所提取的角点作为种子点  $(x_0, y_0)$ ,  $(x_1, y_1)$ , ...。为了提取出角点,需要使用如图 2 所示的模板,将模板内每个像素的灰度与模板中心的灰度进行比较,相似比较函数如式(1)所示:

$$c(\bar{r}, \bar{r}_0) = \exp \left\{ - \left[ \frac{I(r) - I(r_0)}{t} \right]^6 \right\} \quad (1)$$

式中,  $\bar{r}_0$  和  $\bar{r}$  分别是模板中心点和模板中其它某点的坐标,  $c(\bar{r}, \bar{r}_0)$  为比较的结果,  $I(r_0)$  是模板中心像素(核)的灰度值,  $I(r)$  为模板内其他任意像素的灰度值,  $t$  为灰度差阈值,理论与实践都证明当指数取 6 时错误的否定和错误的肯定概率都最小<sup>[7]</sup>。

USUAN 区域的大小可以由式(2)给出:

$$n(r_0) = \sum_{r \in c(r_0)} c(r, r_0) \quad (2)$$

式中,  $c(r_0)$  是以  $r_0$  为中心像素点的模板区。

由式(3)可以得到图像的角点响应,式中  $g$  为几何阈值。

$$R(r_0) = \begin{cases} g - n(r_0), & n(r_0) < g \\ 0, & n(r_0) \geq g \end{cases} \quad (3)$$

在本算法中,选取适当的几何阈值  $g$  和灰度差阈值  $t$  很重要。几何阈值  $g$  决定了提取的角点的尖锐程度,  $g$  越小提取的角点越尖锐<sup>[8]</sup>。  $t$  决定了 SUSAN 算子所能检测到的最小的对比度以及去除噪声点的能力。  $t$  越小,检测到的角点就越少,有可能漏检。  $t$  越大,所能检测到的角点就越多,有可能误检。本算法中,  $t$  取 25,  $7 \times 7$  模板的  $g = 37 \times 1/2$ 。

将  $(x_0, y_0)$  选作图像边缘的种子点,判断该种子点其八邻域像素  $(x, y)$  是否为边界点,判断的准则选用经典边缘检测算子,如果像素点  $(x, y)$  是边界点,则将  $(x, y)$  压入堆栈。本文选用的经典边缘检测算子是 Sobel 算子。

从堆栈中取出 1 个像素,把它当作  $(x_0, y_0)$ , 重复步骤,直到堆栈为空时,该边缘生长过程结束。

逐个取出其他种子点按 - 步骤生长。

#### 4 实验结果及分析

本文以 256x256 的 Lena 图为例进行基于 SUSAN 的种子点生长边缘检测算法的实验。实验平台选用 Visual Basic6.0。实验结果如图 3-10 所示。其中图 4-6 是对不含噪声图像检测的实验结果，图 8-10 是对含椒盐噪声图像检测的实验结果。



图3 Lena图



图4 Sobel算子检测



图5 Canny算子检测



图6 本算法检测结果



图7 含噪声的图像

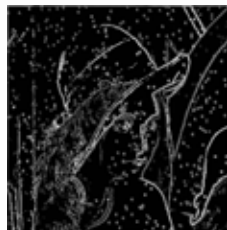


图8 Sobel算子检测



图9 Canny算子检测



图10 本算法检测结果

通过实验结果可以看出，本文所设计的算法对不含噪声的图像进行检测时，获得的边缘信息平滑和丰

富，使用传统算子检测不到的图像边缘细节，本算法能够很好的检测出来。对于含有 0.01 椒盐噪声的 lena 图，本文设计的算法表现出比传统的 sobel 算子和 canny 算子更强的抗噪声能力，其检测结果含有更多图像的有用细节。

#### 5 结语

本文利用图像边缘点连续的特性，结合经典的边缘检测微分算子和 SUSAN 算子的优点，提出了一种基于 SUSAN 的种子点生长边缘检测算法。实验证明，本文设计的算法能够检测出更丰富的边缘信息，具有很好的抗噪声能力，是一种有效的边缘检测方法。

#### 参考文献

- 1 Liang LR, Looney CG. Competitive fuzzy edge detection. *Applied Soft Computing*, 2003,3(2):123 - 137.
- 2 Zheng NN. *Computer vision and pattern recognition*. Beijing: National Defense Industry Press, 1998.
- 3 Smith SM, Brady JM. SUSAN-a new approach to low level image processing. *International Journal of Computer Vision*,1997,23(1):45 - 78.
- 4 Zhou D, Liu Y, Cai X. An efficient and robust corner detection algorithm. *Intelligent Control and Automation*. WCICA 2004. 2004,5:15 - 19,4020 - 4024.
- 5 H U D, T X. A multi-directions algorithm for edge detection based on fuzzy mathematical morphology. *Proc of the 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence Workshops (ICAT ' 06)*. 2006:2133 - 2136.
- 6 潘晴,严国萍,张玉宽.各向异性高通滤波中一种改进型边缘方向估计算法. *中国图象图形学报*, 2008, 13(6):1077 - 1081.
- 7 魏光杏,吴锡生.新型边缘检测法. *计算机工程与设计*, 2007,28(4):882 - 883,887.
- 8 Harr IC, Stephens M. A combined corner and edgedetector. *Proc. of 4th Ivey Vision Conference*. Manchester, Britain, 1988.