

融合 SUSAN 算法和 Robert 算法的图像边缘检测滤波处理技术

章 慧 陈宏明

(淮阴工学院计算机工程学院 淮安 223003)

摘 要 研究了图像边缘检测算法并进行了滤波处理。由于传统的 SUSAN 算法对阈值的选择比较难,难以得到更多的图像信息,因此提出了一种基于 Robert 图像边缘检测技术的改进型算法,其融合了 SUSAN 特征点匹配技术,同时采用均值滤波算法去除图像检测过程中的噪声,最后采用图像细化方法对图像进行细化处理。经仿真实验表明,提出的改进算法能够有效地对图像进行检测,降低了算法的复杂度。

关键词 SUSAN 算法,边缘检测,均值滤波,Robert 算法

中图分类号 TP391 文献标识码 A

Hybrid SUSAN Algorithm and Robert Algorithm for Image Edge Detection Filtering Technique

ZHANG Hui CHEN Hong-ming

(Faculty Computer Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huaian 223003, China)

Abstract This paper studied the algorithms of image edge detection and filtering processing. Because the traditional SUSAN algorithm for threshold selection is difficult to get more information of the image, this paper put forward a Robert based on image edge detection technology improved algorithm, which combines with SUSAN feature point matching technology, at the same time, uses average filtering algorithm to remove the noise in image detection process, and finally uses the image thinning method to do image refining processing. The simulation results show that the proposed algorithm can effectively detect the image and reduce the complexity of the algorithm.

Keywords SUSAN algorithm, Edge detection, Mean filter, Robert algorithm

1 引言

在 20 世纪 20 年代,出现了数字图像边缘检测技术,但由于受到科学技术不发达的限制,没有能发挥出它的功效。随着科学技术的进步和发展,数字图像技术越来越得到人们的重视,很多领域开始应用这个技术,尤其在最近十年中,产生了许多优秀算法,如 canny 算法、小波变换等。这些算法吸收了其他学科的优势,比如数字信号处理、色度学、神经网络和模糊逻辑等,极大地推进了图像边缘技术的检测的深度和广度。

传统的 SUSAN 图像边缘检测算法对阈值的选择比较难,难以得到更多的图像信息,因此本文提出了一种混合 Robert 图像边缘检测算法和 SUSAN 特征点匹配技术的改进型算法。即采用均值滤波算法去除图像检测过程中的噪声,最后采用图像细化方法对图像进行细化处理。仿真实验表明,本文提出的改进算法能够有效地对图像进行检测,降低算法的复杂度。

2 图像边缘检测算法原理

图像中的一个主要特征就是图像的边缘,因为在图像边缘中涵盖着大量的信息,特别是在突出点和不规则处,表达着这些图像的轮廓,所以检测这些图像边缘,就是提取它的主要

特征,找寻我们所需要的有用的信息。

图像边缘检测可定义为应用一系列方法获取、校正、增强、变换、检测或压缩可视图像的技术。其目的是提高信息的相对质量,以提取有用的信息。图像边缘检测中的变换属于图像输入-图像输出模式,图像边缘检测是一种超越具体应用的过程,任何为解决某一特殊问题而开发的图像边缘检测新技术或新方法,几乎肯定都能找到其他完全不同的应用领域。

2.1 SUSAN 图像特征匹配算法

最小核值相似区法(Small Univalve Segment Assimilating Nucleus,简称 SUSAN 算法)是 1977 年由 Smith 等人^[1]提出的,此算法先去除图像中的噪声,然后直接利用图像的灰度信息来提取特征点。

SUSAN 算子采用一种接近圆的模板,如果位于模板中心像素和位于模板内其他位置的像素的灰度差值小于所设定的阈值,则说明这个点和模板的中心像素点的灰度值是近似的,所有满足上述条件的像素点组成一个区域,这个区域就称作 USAN^[2]。图像的某些特征点可以通过 USAN 的重心、面积或者二阶矩得到。USAN 区域面积的计算公式为:

$$c(r, r_0) = \begin{cases} 1, & |I(r) - I(r_0)| \leq t \\ 0, & |I(r) - I(r_0)| > t \end{cases} \quad (1)$$

$$n(r_0) = \sum_r c(r, r_0) \quad (2)$$

式中, $I(r)$ 和 $I(r_0)$ 分别代表像素和模板的灰度值。

到稿日期:2012-05-22 返修日期:2012-09-09

章 慧(1970—),女,硕士,副教授,主要研究方向模式识别与人工智能,E-mail:baobaomami@sina.com;陈宏明(1965—),男,硕士,副教授,主要研究方向为图形与图像处理、智能信息处理等。

首先设定一个阈值 $g, g = \frac{1}{2} n_{\max}$, 其中 n_{\max} 为模板的面积。将 $n(r_0)$ 和所给阈值进行比较, 进而得到响应函数 $R(r_0)$, 最终通过抑制非极大值把特征点确定出来。

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

SUSAN 算子的具体步骤是:

- (1) 先构造一个圆形模板, 通常是取 7×7 的窗口;
- (2) 计算出 USAN 区域的面积 $n(r_0)$;
- (3) 计算角点响应函数值 $R(r_0)$;
- (4) 把 $R(r_0)$ 大于所给定的阈值的点作为候选特征点, 然后通过抑制非极大值提取出有效的特征点。

2.2 图像边缘检测混合方法

图像边缘存在于两个不同灰度值的相邻区域衔接的地方, 是灰度值出现不连续的结果, 灰度的一阶导数在边缘上的幅值比较大, 而其二阶导数在边缘上的值为零, 其左右分别分布着一正一负两个峰。所以, 利用梯度最大值或者二阶导数过零点的办法来提取边界点就成为了一种有效的手段。基于这种特征的有拉普拉斯(Laplacian)微分算子、索贝尔(Sobel)算子等。通常情况下微分算子进行运算所采用的窗口相对较小, 例如 3×3 窗口或者是 7×7 窗口, 它们一般都对噪声比较敏感, 尤其是二阶导数算子。本文结合 SUSAN 和 Roberts 算法, 提出了一种混合算法。

图像边缘和线条检测最基本的方法为一阶微分。当我们研究图像的离散域时, 可以把图像的一阶差分直接替换成图像函数的偏导数, 二维离散图像函数在 x 方向上的一阶差分是:

$$f(x+1, y) - f(x, y) \quad (4)$$

其在 y 方向上的一阶差分是:

$$f(x, y+1) - f(x, y) \quad (5)$$

罗伯茨(Roberts)算子是在 2×2 的邻域上计算对角的导数, 图像上某点 (x, y) 的梯度 $g(x, y)$ 的幅度见式(6), 它是用方向差分的均方值 RMS 来近似的:

$$g(x, y) \approx R(x, y) =$$

$$\sqrt{[f(x, y) - f(x+1, y+1)]^2 + [f(x+1, y) - f(x, y+1)]^2} \quad (6)$$

式中, $R(x, y)$ 又被称为罗伯茨交叉算子。而在实践中, 可以用更简单的计算形式替代均方值 RMS 的计算, 通常用梯度函数的罗伯茨绝对值来近似:

$$g(x, y) \approx R(x, y) = |f(x, y) - f(x+1, y+1)| + |f(x+1, y) - f(x, y+1)| \quad (7)$$

若用卷积模板表示方法, 上式就变成:

$$R(x, y) = |R_x| + |R_y| \quad (8)$$

式中, R_x 和 R_y 通过图 1 所示的模板来计算。

1	0
0	-1

(a) Roberts 卷积 R_x 的模板

0	1
-1	0

(b) Roberts 卷积 R_y 的模板

图 1 Roberts 算子

3 图像均值滤波处理

3.1 均值滤波技术

通常情况下, 在视觉系统中不能直接使用成像系统获取

原始图像, 因为图像受到各种条件的限制和随机干扰, 所以必须在早期阶段对原始图像进行处理后, 图像才能得以应用。经过图像预处理后可以把图像中的干扰信息去除掉, 使图像的一些特征该增强的增强, 该减弱的减弱, 使有用的特性更加突出, 也就是说为了能让图片达到我们的要求, 改变了图像强度, 这种技术就是图像滤波^[4]。本文采用均值滤波技术对图像进行去噪处理。

局部均值运算是最简单的线性滤波器, 即用其局部邻域内所有值的平均值去置换每一个像素值:

$$h[i, j] = \frac{1}{M} \sum_{(k, l) \in N} f[k, l] \quad (9)$$

式中, M 是邻域 N 内所有像素点总的数量。比如说, 在像素点 $[i, j]$ 处取 3×3 的邻域, 得

$$h[i, j] = \frac{1}{9} \sum_{k=i-1}^{i+1} \sum_{l=j-1}^{j+1} f[k, l] \quad (10)$$

均值滤波器是通过卷积模板的权值卷积运算来实现滤波功能的。采用 3×3 均值滤波器的工作原理如图 2 所示。滤波程度与邻域 N 的大小密切相关, 大卷积模板内的大尺度邻域则会加大滤波的程度。当然在去除噪声的同时, 大尺度滤波器也会以图像某些细节的损失作为去除大噪声的代价。

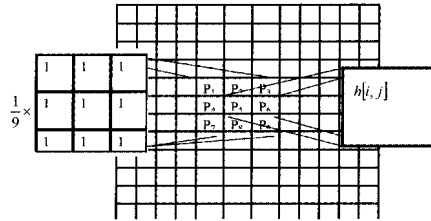


图 2 采用 3×3 均值滤波器的示意图

3.2 图像的灰度化及二值化

图像灰度化就是彩色图像转换为灰度图像, 因为灰度图像的计算比彩色图像相对简单。对于那些不需要通过色彩来识别的目标, 一般来说要将图像作灰度化处理。这种转换没有一定的标准, 通常都是根据原来图像中的 RGB 3 个分量和它们所占的权重来求取的。

图像的二值化是指将灰度图像按照一定的规律分成 0 和 1 两种灰度的图像, 主要目的是能够简化待处理的信息量, 这有利于识别过程的简化性和实时性。图像中目标物体和背景在灰度上是存在差异的, 图像二值化的本质就是提取这种差异, 把图像分成具有黑、白两级的目标区和背景区两种组合。其关键问题就是怎样确定出两级分割的阈值。本文采用了固定阈值法, 其核心思想是在提取出物体的图像中, 由于物体区域和背景区域有着明显的对比, 并且背景像素的数量非常大, 使得背景区域的直方图峰、谷变化很明显, 因此可用谷底的灰度值来作为二值化的阈值。

3.3 图像细化

经过图像滤波、灰度化和二值化处理以及边缘提取后, 仍不能满足我们的需要, 还需要对图像作进一步处理, 才能更为准确地得到目标的位姿信息。下面主要分析二值图像的一种预处理方法, 也就是细化。所谓细化(thinning)其实就是一种图像处理运算, 其目的是减少图像中无用的成分, 保留区域内的最基本信息, 以便进行更为深入的分析 and 识别。细化能把二值图像区域缩成线条状, 使其更加逼近区域的中心线, 通常也称其为骨架。骨架可以理解成为图像的中轴, 比如说长方形的骨架就是它在长方向上的中轴线; 而正方形的骨架就是

它的中心点;圆的骨架为其圆心,直线和孤立点的骨架都是它们本身。算法步骤如下:

(1)每次逐行地将整个图像全部扫描一遍,计算每个点在表中对应的索引,如果是1就删除,否则保留该点;

(2)如果本次扫描没有删除点,则结束循环,余下的点就是骨架点;

(3)如果仍然有点被删除,就再进行新一轮的扫描,一直到没有点再被删除为止。

图3是用这种方法细化后的效果图,与原图相比,效果非常明显。

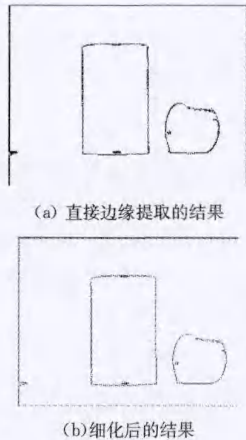


图3 图像细化

4 实验结果与分析

本文所有的实验都是在 matlab6.5 上进行的,所有的实验图像均是典型的测试图像集。实验比较了几种传统的图像边缘检测算法。同时,实验中,为了比较算法的抗噪性能,给出了加入高斯噪声后图像的实验比较结果,如图4、图5所示。

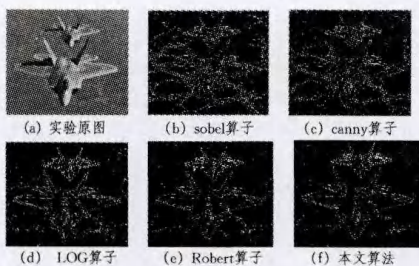


图4 图像边缘检测算法对比图

从图5中可以看出,本文算法具有更好的抗噪性能,图像细化非常好。

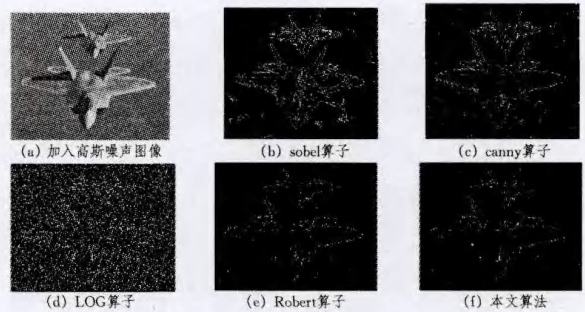


图5 加入了高斯噪声后图像边缘检测算法对比图

结束语 图像边缘检测与特征提取技术一直是国内外研究的热点问题。由于传统的 SUSAN 图像边缘检测算法对阈值的选择不难,难以得到更多的图像信息,因此提出了一种基于 Robert 图像边缘检测技术的改进型算法,其融合了 SUSAN 特征点匹配技术,同时也进行了均值的滤波去噪,还兼有图像的细化处理。最后经过实验验证了本文所提算法的有效性和应用性。

参考文献

- [1] Sun J X, Gu D B. A multiscale edge detection algorithm based on wavelet domain vector hidden Markov tree model [J]. Pattern Recognition, 2004, 37(7): 1315-1324
- [2] Zhang L, Bao P. Edge detection by scale multiplication in wavelet domain [J]. Pattern Recognition Letters, 2002, 23(14): 1771-1784
- [3] 付永庆,王咏胜.一种基于数学形态学的灰度图像边缘检测算法[J].哈尔滨工程大学学报,2005,26(5):685-687
- [4] 杨晖,张继武.数学形态学在图像边缘检测中的应用研究[J].辽宁大学学报,2005,32(1):50-53
- [5] 刘清,林士胜.基于数学形态学的图像边缘近侧算法[J].华南理工大学学报,2008,36(9):113-116
- [6] 林世毅,苏广川,陈东,等.基于小波变换和数学形态学的边缘检测法[J].仪器仪表学报,2004,25(4):685-687
- [7] 崔屹.图像处理与分析——数学形态学方法及应用[M].北京:科学技术出版社,2000
- [8] Canny J E. A computational approach to edge detection[J]. IEEE Trans on PAM 1, 1985, 8(6): 679-698
- [9] 闫海霞,赵晓晖.基于书序形态学的边缘检测方法[J].计算机应用研究,2008,25(11):3497-3499
- [10] 徐国宝.基于数学形态学的自适应边缘检测新算法[J].计算机应用,2009,29(4):997-1000
- [11] 周何,黄山,盛贤.基于B样条小波的图像边缘检测[J].计算机仿真,2011(11)
- [12] 张建勋,谢婷婷.基于小波区域梯度的图像融合新算法[J].重庆理工大学学报:自然科学版,2012,26(10):51-55

(上接第265页)

- [14] Selesnick I W, Li K Y. Video denoising using 2D and 3D dual-tree complex wavelet transforms[C]//Proc. SPIE Conf. Wavelets X, CA, USA, 2003, 5207: 607-618
- [15] Li L, Cai C. Multiple Description Image Coding Using Dual-Tree Discrete Wavelet Transform [J]. International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 2009,

7(9): 655-658

- [16] 陈书贞,郝鹏鹏,练秋生.基于双树复数小波和波原子稀疏图像表示的压缩传感图像重构[J].信号处理,2010,26(11):1701-1706
- [17] 陈靖,李莉,蔡灿辉.基于H.264和双树小波的多描述视频编码[J].信号处理,2011,27(8):1266-1270