

Research on Edge Detection Method of Infrared Image

Kai Xiao Mingxue Bi* Rongjiang Ou Jiaxin Liu

Equipment Engineering College, Shenyang Ligong University, Shenyang, Liaoning, 110159, China

Abstract

Edge detection of infrared image is an important basis for judging objects. Traditional edge detection methods are greatly affected by image gray and external noise. So they are not suitable for existing edge detection of infrared image. In this paper, the edge detection method of infrared image is simulated by using the multi-scale decomposition ability of wavelet transform. The solution formula of wavelet transform coefficients is given, the process of infrared image edge detection is established, and the edge detection of infrared images is simulated under the noiseless background and the noise background. The simulation results show that the effect of wavelet transform on infrared image edge detection is better than the traditional methods.

Keyword

infrared image; edge detection; wavelet transform

红外图像边缘检测方法研究

肖凯 毕明雪* 欧荣江 柳家鑫

沈阳理工大学装备工程学院, 中国·辽宁 沈阳 110159

摘 要

红外图像边缘检测是判别物体的重要依据。传统边缘检测方法受图像灰度和外界噪声影响较大, 不适用于现有的红外图像边缘检测。论文利用小波变换的多尺度分解能力, 对红外图像的边缘检测方法进行仿真研究。给出了小波变换系数的求解公式, 建立了红外图像边缘检测流程, 并对无噪声背景和有噪声背景的红外图像进行了边缘检测仿真验证。仿真结果表明, 与传统方法相比, 小波变换对红外图像边缘检测的效果更优。

关键词

红外图像; 边缘检测; 小波变换

1 引言

与可见光成像技术相比, 红外成像技术具有诸多方面的优点, 其作用距离远、可长时间工作, 已经被广泛用于探测、预警、监控等军事和民用领域。因而作为判别物体的重要依据, 自然背景下红外图像的边缘检测方法就显得尤为重要。自然背景下, 对距离较远的目标进行探测, 往往会导致所成目标的红外图像中目标像素点较为稀疏。且自然环境的各类噪声与背景杂波等干扰较多, 导致红外图像质量较差, 其中的有用数据易被噪声所淹没。因此, 基于红外图像的边缘检测方法研究具有重要的意义。

传统的空间域图像边缘检测方法受图像灰度变化幅度

影响较大^[1-3], 当红外图像的灰度变化幅度很小或者很大时, 边缘检测效果较差。传统的频域傅里叶变换图像边缘检测方法则无法在时域中完整地显示红外图像信息, 且检测出局部信息突变信号时会加以保留^[4], 造成红外图像边缘细节信息的丢失。因此, 传统图像边缘检测方法已不适用于当前的红外图像边缘检测。与传统图像边缘检测方法相比, 小波变换方法拥有多尺度的特性, 其在大尺度下, 可以聚焦图像的整体轮廓, 在小尺度下, 则可以聚焦于图像的精细结构。故本文将小波变换方法应用于红外图像边缘检测中, 来保证在小波分解的不同尺度上较好地检测出红外图像边缘信息, 并对提出的红外图像边缘检测方法进行仿真验证。仿真结果表明, 采用小波变换方法对红外图像边缘进行检测, 能够获得很好的检测效果。

2 红外图像的小波变换多尺度分解

小波变换将高通和低通滤波器依次作用于红外图像的行与列, 实现红外图像的多尺度分解。每个尺度上均得到 4

【作者简介】肖凯 (2003-), 女, 中国山西大同人, 本科, 从事探测、制导与控制研究。

【通讯作者】毕明雪 (1980-), 女, 中国山东威海人, 博士, 副教授, 从事探测、制导与控制研究。

部分子图像，低频部分为红外图像的主要信息，其他部分为红外图像横向、纵向以及对角方向上的细节信息。利用小波变换对低频部分进一步分解，即可得到红外图像多尺度时频信息，达到对红外图像进行多尺度分析的目的。各尺度上，小波变换系数的幅度角和模值分别如式（1）和式（2）所示。

$$A_{2,j}f(x,y) = \arctan\left(\frac{W_{2,j}^2 f(x,y)}{W_{2,j}^1 f(x,y)}\right) \quad (1)$$

$$M_{2,j}f(x,y) = \left[|W_{2,j}^1 f(x,y)|^2 + |W_{2,j}^2 f(x,y)|^2\right]^{1/2} \quad (2)$$

3 红外图像边缘检测的仿真设计

红外图像经过小波分解后，可以分析出不同尺度下小波系数模值的极大值，在消除噪声的同时，提取有用的边缘信息。红外图像边缘检测方法的仿真流程如图 1 所示。

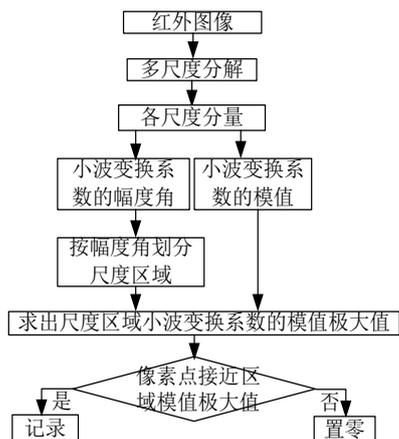


图 1 红外图像边缘检测方法流程图

4 红外图像边缘检测仿真及结果分析

首先对图 2 所示无噪声背景的红外图像进行边缘检测仿真验证。红外图像边缘检测的小波变换方法和传统方法的仿真结果分别如图 3 和图 4 所示。



图 2 无噪声背景的红外图像

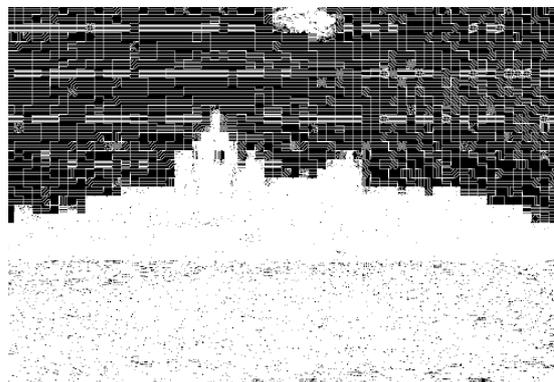


图 3 无噪声背景的红外图像传统边缘检测法

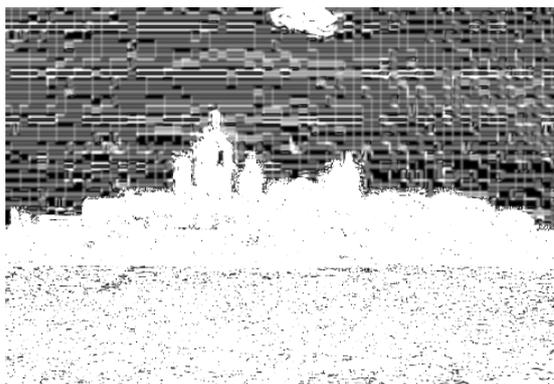


图 4 无噪声背景的红外图像小波变换边缘检测法

由图 3 可以看出，传统方法会记录红外图像的部分突变信号，而细节信息丢失较多，导致提取的红外图像边缘不够完整，建筑的轮廓细节和背景与景物之间的部分灰度信息没有被有效提取出来，边缘检测精度较低。由图 4 则可以看出，小波变换方法提取出的边缘数据较多，细节信息较为丰富，形成的图像轮廓更加立体，边缘检测精度较高。

现实中红外图像往往夹杂噪声，论文对如图 5 所示的混有高斯白噪声（ $E=0, \sigma=0.003$ ）的红外图像进行边缘检测仿真验证，小波变换方法和传统方法的仿真结果分别如图 6 和图 7 所示。



图 5 无噪声背景的红外图像



图6 有噪声背景的红外图像传统边缘检测法

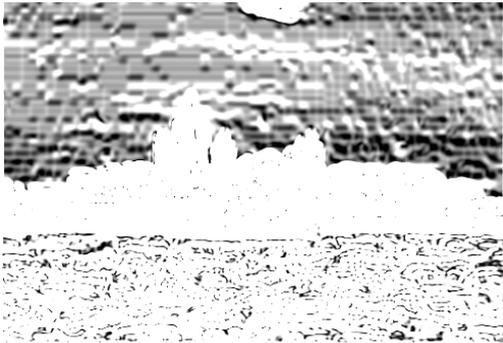


图7 有噪声背景的红外图像小波变换边缘检测法

由图6、图7可以看出，两种边缘检测方法都受到噪声影响，检测结果中都包含了建筑和海面的部分噪声信息（即伪边缘）。传统方法受噪声影响大，检测效果不理想。与传统方法相比，小波变换方法的边缘检测效果更优，能够较好地检测出红外图像的大概轮廓。

5 结语

综上所述，小波变换方法适用于红外图像边缘检测，检测效果较好。相较于传统边缘检测方法，利用小波变换的尺度分解特性对红外图像进行边缘检测，能够在一定程度上抑制噪声，保证图像的质量，提取到更精确地的边缘信息。

参考文献

- [1] 武利生,权龙.大尺度弱边缘检测方法的研究[J].太原理工大学学报,2019(3):45.
- [2] 何谦,刘伯运.红外图像边缘检测算法综述[J].红外技术,2021,3(43):56-58.
- [3] 周小军,郭佳,姜玉泉,等.红外图像几种边缘检测算法对比分析[J].工业仪表与自动化装置,2015(4):33.
- [4] 曾俊.图像边缘检测技术及其应用研究[D].武汉:华中科技大学,2011.