

从空间遥感图象的自然背景中提取人造目标的研究*

王仁生 贾晓光 周建林

(哈尔滨工业大学航天电子与光电工程系, 哈尔滨 150001)

摘要 分析了从空间遥感图象的自然背景中提取人造目标的复杂度和可行性,应用基于小波变换下多分辨率分解的特征融合技术,提出了一种从自然背景提取具有多边形外形人造目标的算法。对具典型意义的 SAR 图象的人造目标检测,实验结果证明算法是有效的和有一定推广意义的。

关键词 目标检测,多分辨率分析,特征融合,小波变换

1 引言

从空间遥感图象自然背景中自动提取人造目标一直是一个重要而复杂的课题。在对空间遥感图象进行目标检测的过程中,背景与人造目标的内容一般是无先验知识的。自然环境中随机变化的因素和复杂的纹理背景信息给人造目标的检测带来很大的困难。这主要表现在:纹理背景区域与人造目标容易在单一特性上出现类似,使得利用简单特征进行目标判别往往不可靠;丰富的背景纹理细节使得目标整体结构与细节信息成为常规处理中的“瓶颈”难以兼顾;待检目标的伪边沿及边界的不连续性影响目标的提取。针对以上问题,本文采用基于小波变换中多分辨率分解的特征融合技术,提出了一种从自然背景提取具有规则多边形外型人造目标的算法,并给出了在具典型意义的 SAR 图象上实验的结果和分析,实验证明此方法是有效的和有一定的推广意义。

2 目标检测的复杂性和可行性分析

对空间遥感图象信息智能理解与分析时,其难点首先是对目标和背景特征的合理描述。由于目标和背景容易在简单特征上出现相似性,因此在没有先验知识的条件下,需要采用特征融合^[1]的思想进

行描述。特征融合是指利用不同类特征的合作(co-operative)、竞争(competitive)、互补(complementary),得到对待检对象更为确切的相关描述。

对空间遥感图象进行目标检测时的另一个难点是在掌握目标整体结构的同时要了解局部的细节信息往往是很难兼顾的。近年来发展成熟的多分辨率分析技术使之成为可能。多分辨率分析是把图象按不同频段分解成不同分辨率层次的逼近图象和细节图象,然后在此基础上对这些图象分别加以研究的方法。

3 自然背景和人造目标的特征分析

特征选取是进行目标检测的关键。从频域特性上看,相对于人造目标而言,自然背景占据图象信号较高的频段。从空间域看,自然背景的形状具有随意性,而人造目标则一般具有较规则的几何外形,因此人造目标边界具有较清晰的方向性。本文约定待检人造目标为多边形外形,并把边界信息的方向性作为提取人造目标的一个主要特征依据。从纹理特性上看,一般背景地物粗糙度高,而人造目标区域纹理则相对平滑,因此纹理特性可以考虑为可用特征。本文选用最常用的平均值和方差作为表征参数。综上所述,本文选用频域特性作为目标与背景信号的大致定位;方向性边界作为目标检测的主要判据;纹理特性作为不同统计特性的区域间定位。

* 本文得到国家航天办“卫星应用重点技术”项目资助,项目编号[Y96-01]

4 基于小波变换的多分辨率分解下的特征融合

小波变换理论的发展,为多分辨率分解技术提供了一种新的快速实现方法。本文利用二进小波进行多分辨率分解。对二进小波,图象 $f(x,y)$ 在分辨率 2^{-j} 下的逼近图象为 S_j ; 对应的细节图象为: $D_{1,j}, D_{2,j}, D_{3,j}$, 它们分别代表相应层次的图象在 $0^\circ, 90^\circ$ 和 45° 或 135° 度方向上的细节分量。小波基的正交性保证了分解后各层分解图象之间不相关。图象的分解及重建算法见参考文献[2]。

多分辨率分解下的特征融合过程如下:

(1) 利用二进小波对原始图象进行多分辨率分解,得到不同分辨率下的逼近图象和细节图象。

(2) 同一分辨率下不同细节分量的融合,得到图 $D_j, D_j = D_{1,j} \oplus D_{2,j} \oplus D_{3,j} \quad j=1, 2, 3 \dots$ 。

(3) 将不同分辨率下的边缘信息融合得到 D 。

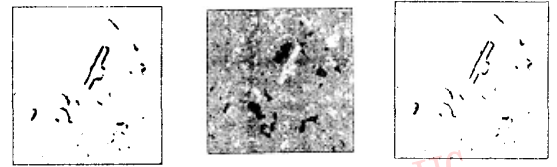
$D = D_1 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus \dots$, 不同分辨率的图象信息融合保证了融合结果既有高分率下的细节信息,又有低分辨率下的整体结构信息。

(4) 融合过程(3)可递归使用。

(5) 利用均值、方差等简单的图象纹理统计特性对原图象进行区域分类得到图 S 。利用区域本身的连通性可以得到封闭的边界曲线。

(6) 边缘图 D 与区域图 S 融合为边缘图 D^* [3]。

(7) 利用图象分解过程中边界的方向角度信息,使用 HOUGH 变换对图 D^* 进行直线检测。对检测出的符合判据的直线边界,利用(5)中封闭的边界曲线得到目标的轮廓。



D 图 5 Fig. 5
 S 图 6 Fig. 6
 D^* 图 7 Fig. 7

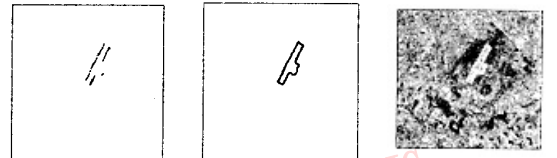


图 8 Fig. 8
 图 9 Fig. 9
 图 10 Fig. 10

图 2~图 7 符号所指见相应流程说明。图 8 为 HOUGH 变换在图 7 中检测出的直线。图 9 为目标轮廓图。图 10 为最后的目标检测结果。

6 结 论

从对 SAR 图象所使用的算法检验看,本文提出的基于小波变换下多分辨率分析的特征融合算法是利用人造目标的部分直线边界补全其它边界,然后进行目标提取,因而算法具有一定的抗干扰性。由于算法没有针对特定的图象成像机理,因此方法对其它类型遥感图象也是有推广意义的。从算法所用特征看,检测对暗目标和亮目标均适用。由于人造目标检测很大程度上依靠了目标外型的几何特征,因此对于遥感图象中尺寸较小的人造目标检测效果不明显。

参 考 文 献

- 1 Shufelt Jefferey A, Mckeown David M, Jr. Fusion of monocular cues to detect man-made structures in aerial imagery. CVGIP: Image Understanding. 1993, 307~330.
- 2 张晔. 小波变换及在图象多分辨分析与分割中的应用研究:[博士论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 1996.
- 3 Farrokhnia Farshid, Jain Anil K. A multi-channel filtering approach to texture segmentation. IEEE Trans. Pattern Recognition. 1991, 364~370.

5 实验结果

实验是在以飞机场为人造目标的 SAR 图象中进行的。SAR 图象来源为日本 JERS-1 图。见图 1。

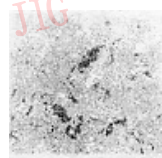


图 1 Fig. 1



D_1 图 2 Fig. 2
 D_2 图 3 Fig. 3
 D_3 图 4 Fig. 4

2110.

the Wavelet Representation. IEEE Trans. on PAMI, 1989. 6, 11
(7):674~693.

4 Mallat S. A Theory for Multiresolution Signal Decomposition:



张晔,哈尔滨工业大学电子与通信工程系信息工程教研室主任、博士、副教授,长期从事信号与信息处理的教学与科研工作,曾先后组织并参加了科研项目 10 余项,发表科技论文 20 余篇,获航天工业总公司科技进步一、二、三等奖各一项。主要感兴趣领域包括小波变换技术、多媒体应用、纹理图象分析、自动目标识别、图象数据压缩与传输、遥感图象处理等。

Wavelet Transform and Its Characteristics Analysis in Image Processing

Zhang Ye, Huang Xiuming

(Dept. of Electrical and Communication Engineering, Haerbin Institute of Technology, Haerbin 150001)

Abstract Wavelet transform is a new powerful tool developed in recent years, which includes mathematics, scientific computation and signal processing. Its key is multiresolution analysis. This paper completely reviews the process of the wavelet development as multiresolution tool, definition of wavelet transform, wavelet decompositions of signals and images, and the multiscale, local time-frequency and orientation characteristics of multiresolution image decomposition and so on.

Keywords Wavelet transform, Image processing, Multiresolution analysis

(上接 477 页)



王仁生,哈尔滨工业大学航天学院硕士研究生。1995 年于哈尔滨工业大学电子与通信工程系获学士学位,现在信号与信息处理专业攻读硕士学位。主要研究方向为空间遥感图象中目标特征提取,目标自动识别等。

A Study on Detecting Man-made Objects from Natural Background in Space Sensing Imagery

Wang Rensheng, Jia Xiaoguang, Zhou Jianlin

(Dept. of Astronautic Electronics & Opto-Electronic Engineering, Haerbin Institute of Technology, Haerbin 150001)

Abstract An algorithm for detecting man-made objects from natural background in space sensing imagery is presented by applying multi-resolution analysis based on the wavelet transform and features fusion technique. Experimental results on SAR images have shown that the algorithm is effective and applicable.

Keywords Object detection, Multi-resolution analysis, Features fusion, Wavelet transform