

基于特征基元的航空遥感海域 使用信息提取技术研究

卫宝泉 赵冬至 张丰收

(国家海洋环境监测中心 辽宁 大连 116023)

摘要: 近年来,随着沿海经济的发展,海域使用状况日新月异,传统的人工监测已经不能满足海域使用变化的需求。如何快速、实时了解我国沿海海域使用现状,为政府管理部门提供管理、决策依据,是一个亟待解决的问题。航空遥感因其快速、灵活、宏观等特点被应用到海域使用动态监视监测中来。本文在充分了解归纳国内外高分辨率遥感信息提取技术的基础上,研究了适合航空遥感数据信息提取技术和方法,并将其应用到海域使用动态监视监测中。

关键词: 航空遥感; 海域使用; 信息提取

中图分类号: X87 文献标识码: A 文章编号: 1007-6336(2012)01-0149-04

Sea area usage information extraction technology by aerial remote sense based on feature units

WEI Bao-quan ZHAO Dong-zhi ZHANG Feng-shou

(National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China)

Abstract: In recent years, with the economic development in coastal regions, the sea area usage has changed greatly and the detection by manual work can't satisfy the demands in the sea area usage of the China. How to get the conditions of the sea area usage rapidly and instantly is an important question for us. Now the aerial remote sensing has been used in the sea area usage because of its characteristic in fleetness, flexibility and macroscopic. This text learn about the technology of information extraction based on the high resolution remote sensing home and abroad. The technology and methods about the information extraction in the aerial remote sensing are researched, for monitoring the dynamic change of the sea area usage.

Key words: aerial remote sensing; sea area usage; information extract

近年来,随着遥感技术突飞猛进的发展,遥感影像空间分辨率、光谱分辨率、时间分辨率等方面都有了极大的提高,基本实现高光谱、高空间分辨率、全天时、全天候持续对地观测,被广泛应用于国土调查、城市规划等各个领域。影像的空间细节描述能力得到提高,像元之间的空间相关性得到增强,使传统的遥感影像光谱分类方法面临着巨大的挑战,如何快速、高精度地提取专题信息就成了关键的研究课题。

遥感影像信息提取一直是遥感技术的一个最重要研究领域。从早期的影像目视解技术到后期的计算机辅助分类,乃至当今的自动化判读技术,遥感影像信息提取逐渐从单纯的像元物理特性识别向影像理解演变。遥感影

像中蕴含着丰富的色彩信息、空间信息、纹理信息。遥感影像信息提取的依据是各类样本内在的相似性,同类地物在相同的条件下(地形、光照、时间等)

具有相同或相似的光谱信息特征和空间信息特征,表现出同类地物的某种内在的相似性,同类地物的像元的特征向量将集群在同一空间区域,不同类型地物其光谱信息特征或空间信息特征不同,它们将集群在不同的特征空间区域。

1 遥感影像信息提取方法

目前,比较常用的影像解译方法有目视解译、基于像元的分类方法、面向对象的影像分析等三种方法。

收稿日期: 2010-09-09, 修订日期: 2011-03-01

基金项目: 国家海洋局海域管理技术重点实验室基金(201001); 国防科工局专项(E0309/1112-02)

作者简介: 卫宝泉(1980-),男,河南项城人,助理研究员,硕士,主要研究方向海域使用类型信息提取方法研究,软件开发。

1.1 目视解译方法

目视解译是实际应用中较常用的一种影像解译方法。早期的目视解译是在相片上解译,后来发展成为人机交互方式,并应用一系列影像处理方法对影像进行增强处理,提高影像的视觉效果后,再在计算机屏幕上进行解译。遥感影像目视解译方法有:直接判断法、对比分析法、综合推理法和地理相关分析法等。由于人工目视解译的精度完全依靠于个人的经验,而且对于同一影像,不同的人可能得出不同的结果。因此,目视解译工作流程复杂、智能化程度不高、效率低、客观性差,人为主观性较强,且需要投入大量的人力和物力,花费时间多,在一定程度上影响信息提取的适时性和精度。

1.2 基于像元的遥感影像信息提取方法

由于中低分辨率影像的空间信息并不丰富,早期提取地物信息往往以像元为基本单元进行,参与信息提取(分类)的是像元的光谱信息,很少考虑类别内部的纹理结构以及相邻像元之间的关联信息。传统的针对中低分辨率遥感影像的基于像元的信息提取技术,目前在技术和应用上都已经很成熟,主要包括监督分类和非监督分类^[1]。

基于像元的分类方法存在一系列不足:(1)分类精度低,很难应用于针对高分辨率遥感影像的实际应用中;(2)在针对高分辨率遥感影像时,会存在严重的“椒盐现象”影响了目视效果;(3)基于像元的分类方法不能充分利用高分辨率遥感影像中包含的丰富的信息,在类别识别或信息提取中存在较大的局限性;(4)由于遥感影像中存在比较普遍的“同物异谱”和“同谱异物”现象,利用基于像元的方法容易产生类别混分的现象,影响最终结果,这需要利用除光谱之外的其他信息得以解决。

1.3 面向对象遥感影像信息提取方法研究现状

虽然许多学者对传统的信息提取方法进行了大量的研究和改进,在一定程度上提高了遥感影像信息提取的精度,但这些方法是基于像元进行的,并不能摆脱传统方法固有的局限性和从根本上解决高分辨率影像信息提取(分类)的弊端。传统的基于像元的信息提取方法仅利用影像的光谱信息,更适合于多光谱或高光谱分辨率的遥感影像。对于高空间分辨率遥感影像(其光谱分辨率相对较低,而空间信息丰富)来说,再利用传统的分类方法,就会造成分类精度降低,空间数据大量冗余,造成资源的大量浪费。

根据高分辨率遥感影像的特点,面向对象的遥感影像信息提取方法应运而生。该方法综合考虑影像的光谱统计特征、形状、大小、纹理、拓扑关系以及上下文关系等一系列因子,能够得到较高精度的信息提取结果。此方法的关键技术是对影像数据的分割,即从二维化的影像信息阵列中恢复出影像所反映的景观场景中目标地物的空间形状及组合方式。影像的最小单元不再是单个的像元,而是一个个对象,后续影像分析和处理也都是基于分割后的对象进行的。

随着高分辨率遥感影像的广泛应用,面向对象的信息提取方法越来越受到重视。早在20世纪70年代它就被应用于遥感影像的解译中。Ketting and Landgrebe 提出

了同质性对象提取的优点,并提出了一种分割算法 ECHO (Extraction and classification of Homogenous objects)^[2]。二十世纪90年代以来,面向对象信息提取技术得到了迅速发展,Arigialis and Harlow 认为面向对象技术促进了影像分析技术的发展,从基于数学与统计的方法发展为基于逻辑与启发的分析技术^[3]。Ton 将光谱专家系统与背景信息结合在一起,进行了分类研究^[4]。Lobo 等人利用基于目标的信息提取思想对遥感影像进行了分类,得到了较好的结果,同时他们特别指出,与传统的基于像元的分类结果相比,基于对象的方法得到的结果往往更容易被解译,而且处理结果中图斑的完成性更好^[5]。APlin 等人基于这种思想对高分辨率遥感进行土地利用分类^[6]。Hellwich 等人利用影像分割和知识辅助,从高分辨率多源遥感影像数据中提取了道路网格、农用地块和居民地信息^[7]。Hofmann 在面向对象的分类方法中利用影像对象的光谱、纹理、形状与背景信息识别 IKONOS 影像中的非正式居民地,得到的分类结果具有较高的精度^[8]。Bauer 等对奥地利维也纳市进行了航空影像土地利用分类,提出,目视解译能取得一定的精度,但速度慢,采用面向对象的计算机自动分类技术,速度快、精度高,是高分辨率影像自动分类的理想选择^[9]。Huang 等进行了相关的实验,也对这种基于基元和面向对象的分类结果的精度和准确性进行了肯定^[10]。Qian 等利用面向对象分类方法,用航空高分辨率遥感影像进行了森林资源的调查,分类数量达到43个,最终取得了比较满意的结果^[11]。Gao 等通过对火灾区的调查,对面向对象的方法和基于像元的方法在三个方面进行了比较(总体精度,用户精度和生产者精度),面向对象方法取得了比基于像元方法更高的精度^[12]。

面向对象的影像提取技术是在空间信息技术长期发展的过程中产生的,在遥感影像分析中具有巨大的潜力。对于面向对象的信息提取方法而言,其最终结果的精度受初期分割结果的影响很大,在很大程度上依赖于分割结果的质量。虽然众多学者对面向对象方法进行了大量研究和试验,但分割中分类参数的选择和信息提取中分类特征的的选择以及分类体系的建立却很少有人涉及,大部分依靠人的经验来进行,具有较大的人为主观性。

2 基于特征基元的高精度遥感影像多尺度信息提取方法

遥感影像信息提取过程包括影像预处理、图像特征分割、特征提取、特征表达

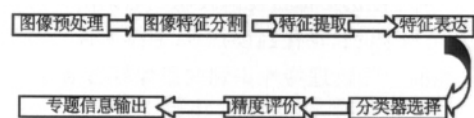


图1 遥感影像信息提取过程

Fig. 1 Process of information extraction based on remote sensing

由于高分辨率遥感影像空间信息突出,传统的基于像元光谱统计的影像处理方式的效率低以及其提取信息

往往会存在许多小斑块,在高分辨率影像信息提取中有很大的局限性。目前,基于基元的遥感信息提取技术正受到越来越多的重视。这里基元是指具有相同特征,如光谱、纹理和空间组合关系等特征的“同质均一”的单元^[13-14]。也有人将这种方法称为面向对象的遥感影像处理,其手段往往是通过影像分割来获得这样的基元。

影像分割是遥感信息提取和目标识别的基础和关键。单一尺度遥感影像分割方法很难同时兼顾到影像的宏观和微观特征,它要么关注于影像的纹理细节,要么关注于影像的宏观特征;当影像尺寸较大,内容也比较丰富时,直接分割往往会得到很多琐碎的区域,一定程度上降低了目标识别的效率。因而,为同时把握遥感影像中的宏观和微观特征和提高操作效率,往往需要在不同尺度下对遥感影像进行处理,即多尺度遥感影像处理。首先根据影像光谱或纹理等特征在大尺度上进行粗分割(分类),得到目标大区域,然后在此基础上对可能存在目标的区域或感兴趣的区域根据光谱、形状、大小和空间关系等特征进行精细分割,获得特征基元并进行特征表达,最终实现遥感影像的信息提取和目标识别。基于特征的高分辨率遥感影像信息提取流程如图 2 所示,它将地物信息提取和目标识别分为三个层次,即低层、中层和高层。

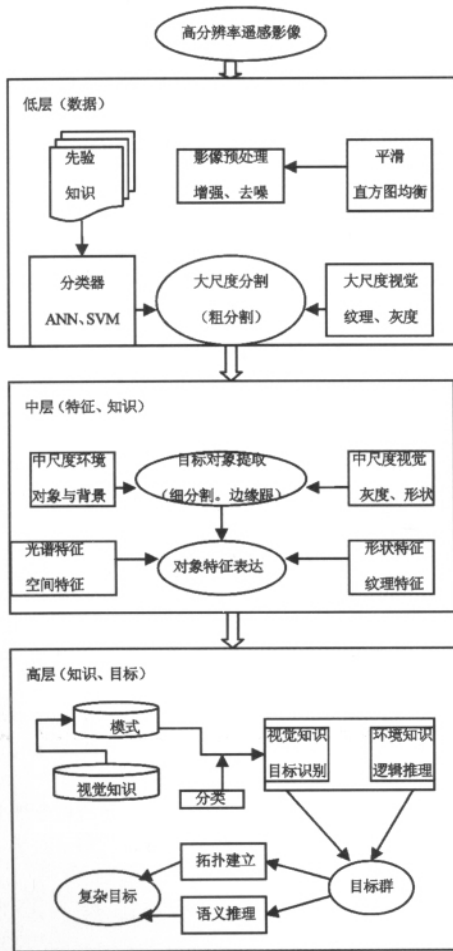


图 2 高分辨率遥感影像信息提取框架

Fig. 2 Frame of information extraction from high resolution remote sensing image

低层处理主要是指影像预处理工作,包括影像的几何校正、信息增强、信息融合、粗分割等处理。它是基于影像的像元级别进行的。

中层处理是基于多特征描述的特征基元表达,即特征基元提取。其处理先是通过图像分割后进行边缘追踪提取基元,然后对每一个单元对象进行特征提取计算,从而形成基于特征描述的特征基元对象集。在这里用于特征描述的特征不再只限于光谱特征,还可以包括纹理特征、形状特征、邻接特征等视觉特征,以及其它一些统计特征。

高层处理是遥感信息提取与目标识别技术体系的核心层次,它主要是在特征基元的基础上,将不同类型的知识层次化的加入到高层的影像分析理解和目标匹配过程。通过地物特征描述库中的视觉知识对基于特征描述的空间单元对象进行浅层理解,得到单个基元所属的地物类型。在基于浅层视觉理解的基础上,利用环境知识,比如根据 GIS 辅助数据(高程、坡度),以基于规则推理的方式对各种单个地物信息提取的结果的正确性进行判断,以得到更加准确的理解结果,并在此基础上,实现复杂地物信息的提取。

3 基于特征基元的航空遥感海域使用类型信息提取应用

3.1 海域使用类型划分

根据国海管字(2008)273号关于《海域使用分类体系》和《海籍调查规范》的通知,同时结合航空遥感影像特点,本文拟提取的海域使用类型信息包括:渔业用海(围垦养殖、浮筏养殖)、交通用海(港口、码头、路桥用海)、工业用海(油气开采、电力工业)、旅游业(沙滩浴场、旅游船只)、造地用海(城镇建设、农业填海)。其中,围垦养殖、浮筏养殖、港口、码头、沙滩浴场、船只、城镇建设、农业用海属面状信息,路桥用海属线状信息。

3.2 多尺度单元划分

在本文关于特征基元提取的基础上,建立从航空遥感影像中提取海域使用信息和对海域使用各类目标进行识别的方法体系,从而实现从航空遥感影像中的海域使用类型空间结构信息与形态进行解译和分析的目的。航空遥感海域使用信息提取如图 3 所示。

利用纹理与光谱特征,采用快速的粗分割方法,获取大尺度的特征单元。根据领域知识和专家经验,针对信息提取和目标识别任务,将影像划分为以下区域:水体、建筑、道路、滩涂、农田、林地等。

面状对象(围垦养殖、浮筏养殖、港口、码头、沙滩浴场、船只、城镇建设、农业用海)提取主要建立在灰度和形状特征基础上。首先采用直方图灰度阈值分割方法,将面状地物与背景分离,然后采用数学形态学算子进行分割后处理,再进行矢量化,最后采用基于形状、面积、灰度等综合特征的监督分类方法来识别有规则的块状基元。

线状对象(道路、桥梁)的提取主要是建立在边缘检测和数学形态学基础上。首先提取遥感图像的基本特征,然后对分类得到地物斑块,利用数学形态学的一对开闭算子,合并相邻路块,删除过度稀疏、破碎的图斑,得到基本去噪的地物图层,并将其细化,最后利用启发式连接

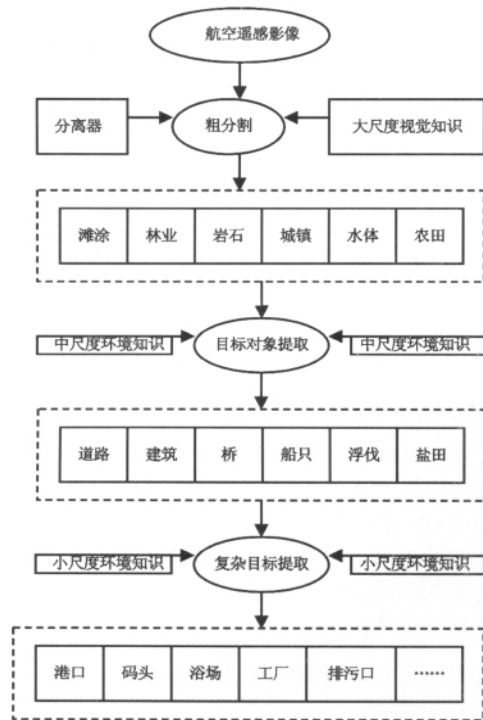


图3 航空遥感影像海域使用信息提取

Fig.3 Sea area usage information extraction based on aerial remote sensing images

规则进行轴线连接获得最终线状对象。

4 结语

本文分析研究了国内外遥感影像信息提取的技术,将基于特征基元的高分辨率遥感影像多尺度信息提取模式应用于航空遥感影像的海域使用信息提取中。在大尺度下实现遥感图像的区域划分,再进行小尺度的图像特征单元分割,进行特征化和语义化表达,最后结合具体的目标识别问题,进行基元合并,形成不同复杂程度的目标组合。

与传统的基于像元的影像计算过程相比,基于特征基元的影像计算方法不仅符合人们的目视解译过程,而且符合面向对象的特点,便于各种方法的集成与利用,其实现技术一般为遥感影像的分割过程。在信息提取模型中,基元提取是关键,在此基础上进行特征的表达和组合,完成信息提取以及复杂目标的识别。针对海域使用中建筑物、港口、码头、道路和船只、盐田等海域使用类型特点,采用区域分割、边缘检测、数学形态学等方法进行特征基元提取,建立了海域使用信息提取和地物目标识别的方法体系,为航空遥感影像中海域使用信息提取提供了一种新的思路。

参考文献:

- [1] 赵春霞,钱乐祥. 遥感影像监督分类与非监督分类的比较[J]. 河南大学学报(自然科学版) 2004, 34(3): 100-103.
- [2] KETTING R L, LANDGREBE D A. Computer classification of remotely sensed multispectral image data by extraction and classification of homogeneous object[J]. IEEE Transactions on Geoscience Electronics, 1976, 14(1): 19-26.
- [3] ARGALIS D P, HARLOW C A. Computation image interpretation models: An overview and a perspective[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1990, 56(6): 871-886.
- [4] TON J, STICKLEN J, JAIN A K. Knowledge-based segmentation of landsat images[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1991, 29(2): 223-231.
- [5] LOBO A, CHIC O, CASTERAD A. Classification of mediterranean crops with multisensor data: Per-pixel versus per-object statistics and image segmentation[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17: 2358-2400.
- [6] APLIN P, ATKINSON P, CURRAN P. Per-field classification of land use using the forthcoming very fine resolution satellite sensors: problems and potential solutions[A]. Advances in remote sensing and gis analysis[C]. Chichester: Wiley and Son, 1999: 219-239.
- [7] HELLMICH O, WIEDEMANN C. Object extraction from high-resolution multi-sensor image data[A]. 3rd international conference on fusion of earth data[C]. France: Sophia Antipolis, 2000, 1: 26-28, 105-115.
- [8] HOFMANN P. Detection informal settlements from IKONOS image data using methods of object oriented image analysis—an example from Cape Town(South Africa) [J]. Remote Sensing of Urban Areas/Fernerkundung in urbanen Raumen Regensburg, JURGENS, C 2001: 41-42.
- [9] BAUER T, STEINNOCHER K. Per-parcel land use classification in urban areas applying a rule-based technique [J]. GeoBIT/GIS 2001, 6: 12-27.
- [10] HUANG H P, WU B F, FAN J L. Analysis to the relationship of classification accuracy segmentation scale image resolution [C]. IEEE Trans, JGARSS 2003, 6: 3671-3676.
- [11] QIAN Y, PENG G, NICK C et al. Object-based detailed vegetation classification with airborne high spatial resolution remote sensing imagery [J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 2006, 72(7): 799-811.
- [12] GAO Y, MAS J F, MAATHUIS B H P et al. Comparison of pixel-based and object-oriented image classification approaches—a case study in a coal fire area, Wuda, Inner Mongolia, China[J]. International Journal of Remote Sensing 2006, 27(18/19/20): 4039-4055.
- [13] 明冬萍, 骆剑承, 周成虎, 等. 高分辨率遥感影像信息提取及块状基元特征提取[J]. 数据采集与处理, 2005, 20(1): 34-38.
- [14] 刘雯, 骆剑承, 钟秋海, 等. 基于特征基元的高分辨率遥感影像城市空间信息提取[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(4): 25-28.