

利用面向对象分类技术进行 地理要素快速更新的方法研究

张立国¹, 吴晓², 江娜¹, 焦英华¹

(1. 山东省国土测绘院, 山东 济南 250013; 2. 莱芜职业学院, 山东 莱芜 271100)

摘要:该文以遥感影像为更新期数据, 利用面向对象分类方法, 在对象层次进行推理和分析; 将更新完成要素作为先验知识, 分层更新地理要素; 对更新过程中基期地形图专题要素不变信息的利用, 主要地理要素提取和更新方法进行了研究。结果表明, 该方法兼顾地理要素快速更新的自动化与实用化, 具有广阔的应用空间。

关键词:面向对象分类; 多尺度分割; 快速更新; 高分辨率影像; 地理要素

中图分类号: P231.5

文献标识码: B

0 引言

地理要素的现势性是衡量其使用价值的重要标准, 它的重要性远远高于几何精确性^[1]; 但随着城市化进程的加快和经济社会的发展, 地表覆盖不断变化, 保持地理要素的现势性成为难点问题。因此, 通过更新来保持地理要素现势性的技术研究已成为测绘科技领域关注的热点^[2]。目前常用的地理要素更新方法包括利用现有大比例尺地形图缩编, 利用全数字摄影测量方法更新^[3], 利用正射影像图进行更新^[4]等。其中前2种方法更新周期长, 现势性差, 难以满足地理要素更新时效性需求; 后一种方法人工判读解译工作量太大。近几年, 随着高分辨率遥感影像的出现, 利用遥感信息分类方法提取影像各类地物要素与变化信息的方法逐渐丰富; 面向对象分类方法又为地理要素更新提供了新的思路。Peled 等人提出 GIS 驱动的变化检测方法, 将基期待更新的矢量地形图数据转为栅格数据后与影像图进行变化检测^[5]; 李德仁院士提出基于新影像和旧期地形图的变化检测方法, 从已有的地形图上引入主要不变目标的信息作为先验知识, 对新影像进行特征提取, 在二值化影像上对新旧图形进行比较和变

化检测^[1]; 万幼川等利用高分辨率遥感影像, 构建3层 MLP(多层感知器)分类器对影像进行分类, 提取城市建筑物与道路信息, 并在此分类基础上通过对现有地形图的叠加来实现地形图的更新^[6]; 简灿良等论述了利用面向对象的遥感影像分类方法更新1:10 000比例尺地形图的基本技术流程^[7]。

综上所述, 已有研究为地形图自动、可持续更新提供了新的思路, 但在变化信息后处理入库, 适应大范围复杂场景的稳健性, 不同比例尺通用性方面论述不多; 对面向对象分类更新地理要素方法的细节也缺少详尽的描述与探讨。该文利用面向对象方法, 详细论述地理要素快速更新流程, 并以1:10 000比例尺地形图快速更新为例来验证方法。

1 面向对象分类方法原理

面向对象方法可以综合利用影像自身、拓扑和语义信息^[8]而更适合于细节丰富的高分辨率影像分类。面向对象方法是指通过对影像的分割, 使同质像元组成大小不同的对象^[9]。所谓的对象, 即较为同质的区域, 其内部属性相对一致或均质程度较高, 使得影像的信噪比得到显著改善, 同类地物的光谱变化被减小, 不同地物的差异增大, 增加了类别的

* 收稿日期: 2010-06-13; 修订日期: 2010-07-12; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 山东省科技发展计划项目(2007GG20006016), 地理空间信息工程国家测绘局重点实验室经费资助。

作者简介: 张立国(1971—), 男, 山东东平人, 主要从事 GIS 应用与研究; E-mail: jiangna123321@163.com。

可分性;同时,面向对象分类能提供矢量成果信息,大大提高了遥感与GIS集成的能力^[8],通过分类得到的地理要素可以直接入库。面向对象的实现可以分为3个步骤:影像分割、类层次构建与特征选取、分类。

(1)影像分割:多尺度分割,是从单个像素开始,根据一定的规则,先将单个像素与它周围的像素合并成一个小的对象,再将小的对象再合并成新的对象。在每次合并的过程中,都要计算异质度,对象合并其相邻对象的原则是让异质度增长最小,如果最小的增长超过所限定的阈值,则中止合并^[10]。异质度是由对象的光谱和形状差异确定,表述如公式:

$$f = wh_{color} + (1 - w)h_{shape}$$

其中, w_{color} 为光谱信息因子; w_{shape} 为形状信息因子; h_{color} 为光谱异质性; h_{shape} 为形状异质性,且 $w_{color} + w_{shape} = 1$ 。

同时,影像分割过程中可集成已有的专题信息。例如,基期地理要素中未变化矢量要素信息或可用于更新的其他部门共享信息。

(2)特征选取与类层次构建:特定的地物目标总是与一定的特征及特征组合相联系,对于一些光谱特征较为相似的地物,应选取其他特征或者特征组合来识别区分^[11]。影像对象的特征包括固有特征,拓扑特征和语义特征等。其中固有特征包括对象的光谱、纹理、形状特征,NDVI,RVI等指数特征,以及根据影像分类需要自定义的其他指数特征;拓扑特征描述同一尺度对象之间的空间关系,如房屋和阴影紧邻;语义特征用来描述对象间的语义关系,如父对象与子对象之间的被继承、继承关系。根据影像分类需求,构建不同类别以及对象之间的继承或拓扑关系,组成影像对象的类层次网络。选取的特征及建立的类层次构成了下一步分类的知识库。

(3)分类:分类方法采用了模糊分类。相比于传统的硬分类,模糊分类可以提供更多信息和更高精度的潜在分类结果^[12],它通过选取不同的隶属度函数灵活实现。概括而言,面向对象分类方法可以集成地物专题要素,充分利用影像的光谱、形状、纹理、上下文等信息,在适合的尺度下通过模糊分类进行影像的分类,获取所需的专题信息。

2 地理要素快速更新的技术流程

水系、居民地、植被和交通等作为地理要素的主要内容,变化快,信息量丰富。该文利用面向对象的分类方法,在对象层次进行推理和分析;分层更新地理要素,将更新完成要素作为先验知识,降低分类难度,提高分类精度(图1)。

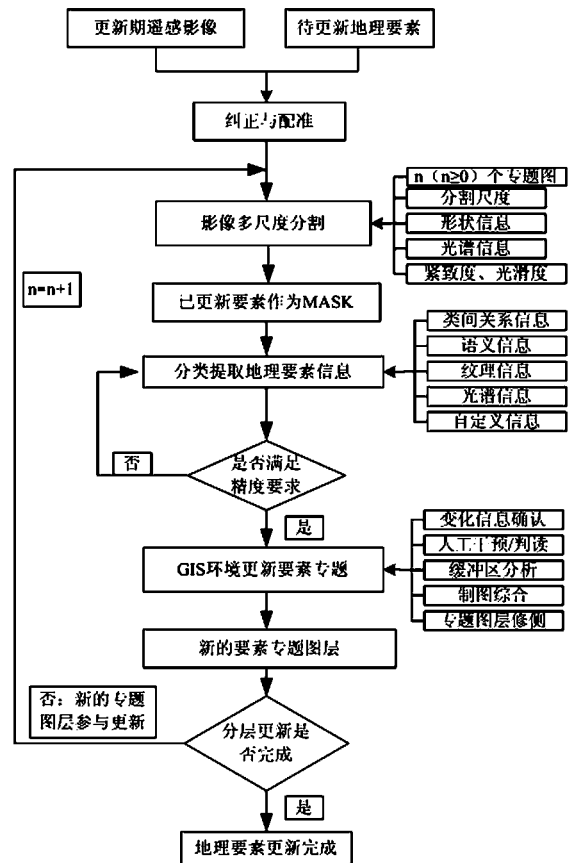


图1 地理要素快速更新流程图

(1)高分辨率影像与待更新地形图精匹配。影像与地形图的精确配准既非常必要,也十分困难。在进行精匹配的过程中要在影像上均匀选取多的控制点,控制点尽量选取在地面上;要进行配准后精度检查,直到满足相应比例尺的精度要求为止。

(2)专题要素数据参与影像多尺度分割。地形图中不变信息和已完成更新信息参与影像分割。该过程逐步迭代完成,更新完某要素后,将其作为已知信息参与影像的分割操作,直至最后一类完成更新。

(3)分层提取地理要素。采用“由简到难”的方式进行地物要素更新。对特征较为单一的地物,如水体,可以通过设定特征集直接提取;对于复杂地物要素,如居民地和植被等,可以通过从影像中提取变化信息(如新增居民地,减少居民地)的方式更新。

(4)GIS 环境人机交互完成更新。地理要素更新对精度要求很高,自动提取的要素更新信息很难直接入库更新地形图。因此,要在 GIS 环境中,通过人机交互,去除由于同物异谱、同谱异物、遮挡、季节因素等引起的误判、漏判;对自动提取的居民地、植被等的不规则边缘进行编辑。

3 试验与分析

3.1 试验区域和数据分析

研究试验区选在山东省某城乡结合部,此处地物要素类型多样,要素变化明显,场景复杂,具有典型的代表性。实验区面积约为 25 km²。待更新地形图成图时间为 2006 年初,为 shapefile 格式(图 2(a)所示为待更新居民地要素图层);更新期影像数据为 DMC 数据(如图 2(b)所示),空间分辨率重采样为 0.5 m,影像大小为 11331 像素 × 9537 像素,为 R,G,B 三波段真彩色影像,数据获取时间为 2008 年春季 4 月份。

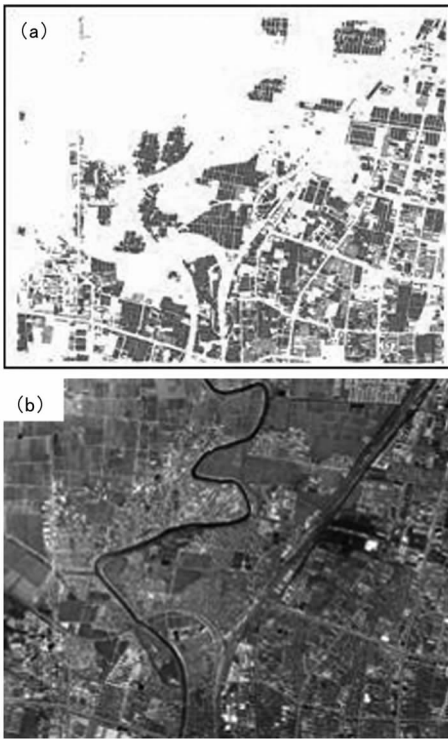


图 2 待更新居民地要素图

(a)一期居民地要素信息;(b)一更新期遥感影像

待更新地物要素在该时相的影像上表现与更新方式为:植被呈浅绿或深绿色,存在休耕地,与裸土易混;影像不含近红外波段,无法利用 NDVI 等较为

成熟的植被指数,采用自定义指数提取新增、减少植被。水系呈黑色、蓝黑、蓝灰色,易与阴影混分;春季水系水涯线与常水位不一致,在影像上表现为低于常水位;灌溉水渠和水库周围长有植被,遮盖水体;部分水体中混有泥沙、水草等杂质,水体形状差别较大。总体而言,在影像范围内难以用一组特征描述水系。因此,将水系分为细长的河流型和接近矩形的水库型水系,分别提取后合并。影像上居民地之间特征差异大,难以直接提取,可以利用其与阴影相邻的拓扑关系发现变化信息,达到更新的目的。春季树木尚未繁茂,对提取道路有利;城市道路在影像上表现清晰,而机耕路等乡村道路直接提取困难。因此,主要通过道路要素与更新后居民地的拓扑关系判断道路变化信息来更新主要道路。

地形图和影像数据配准在 ERDAS 9.1 中完成。地理要素提取在软件 Definiens Developer 7.0 及 ENVI Zoom FX 模块中完成,编辑更新入库在 ArcGIS 9.2 中完成。

3.2 试验结果及分析

各类要素更新所选取特征及其意义如表 1 所示,自动提取地物情况见表 2,变化信息提取结果如图 3 所示。

表 1 提取变化要素所用特征及意义

提取项	特征	意义
新增植被	亮度	植被光谱特征
	自定义植被指数 R	区分植被与非植被
	自定义植被指数 D	辅助区分植被与非植被
减少植被	亮度	亮度限定
	自定义植被指数 R	区分植被与非植被
	自定义植被指数 D	辅助区分植被与非植被
提取水体(细长)	紧致度	去除变化信息中的小路
	亮度(Brightness)	光谱特性
	密度(density)	形状约束
提取水体(水库型)	GLCM Mean	纹理约束
	邻接关系	拓扑关系约束,排除阴影干扰
	面积(Area)	排除细小图斑干扰
居民地要素提取	矩形符合度	形状约束,接近于矩形
	GLCM Mean	纹理约束
	邻接关系	拓扑关系约束,排除阴影干扰
阴影	面积(Area)	排除细小图斑干扰
	GLCM Mean	纹理约束
	邻接关系	排除已有建筑物阴影干扰
道路要素	拓扑关系	检查拓扑关系寻找变化信息

注:自定义植被指数 R, D 分别定义为:(R, G, B 分别为红、绿、

蓝波段光谱值); $R = \frac{G}{R + G + B}, D = G - B$ 。

表2 自动提取地物情况

提取项	植被 (增)	植被 (减)	水体	建筑物 (增)	建筑物 (减)
提取出图斑(个)	653	260	62	980	435
提取面积(m ²)	1119054	299650	262229	5480689 (阴影)	487727 (阴影)
提取面积占影像面积	4.4%	1.2%	1.0%	2.2%	1.9%
正确提取图斑(个)	126	23	40	303	40
漏提图斑(个)	38	2	12	61	42
提取图斑利用率	19.3%	8%	—	33.4%	9.2%
信息正确检测率	76.8%	92%	76.9%	83.2%	48.8%

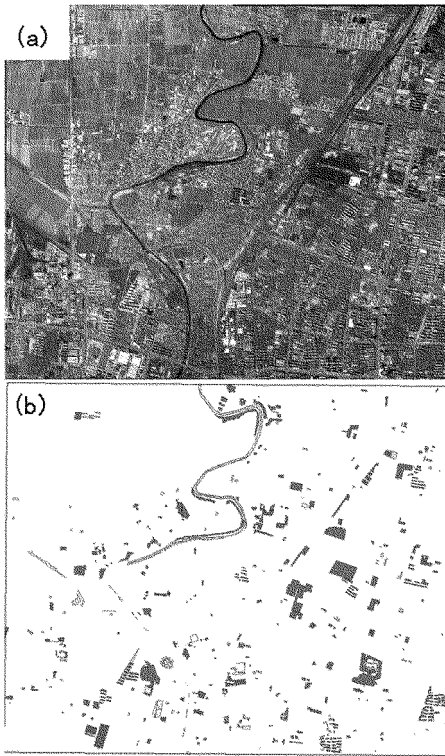


图3 各要素信息提取结果图

(a)—提取新增植被要素;(b)—提取的变化要素

(1)信息正确检测率在合理值范围内。其计算方式为:某要素正确提取图斑数/某要素应有图斑数 $\times 100\%$,应有图斑数=正确提取图斑数+漏提图斑数。除建筑物减少信息外,要素正确检测率在75%以上,说明大部分变化要素都能通过自动提取发现,并将变化信息重点检查区域控制在占影像5%的区域内。

(2)交通要素变化及居民地减少信息的检测是利用面向分类技术进行地理要素更新的难点。减少居民地是从已有居民地中寻找与周围对象对比度大、没有阴影信息的图斑,检测难度大;交通要素更

新时难以发现机耕路、大车路等的变化信息。

4 结论

通过计算机自动分类来减少人工解译工作量,采用面向对象方法来克服像素级分类中的噪声,而且可以将得到的矢量分类结果直接应用于更新,因而,在实际更新中具有很大的应用潜力。然而,以面向对象方法提取的地理要素对象,边缘保持特性比较差,需要手工编辑,造成地形图更新工作量增大。随着工作的深入,还将在此方面开展进一步的研究及试验分析。

参考文献:

- [1] 李德仁. 利用遥感影像进行变化检测[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2003, 28: 7-12.
- [2] 徐韬. 对地形图更新技术研究与发展的认识[J]. 测绘与空间地理信息, 2008, 31(6): 168-169.
- [3] 屈彦. 宁夏南部地区1:1万比例尺地形图更新设计与实现[J]. 现代测绘, 2007, 30(4): 30-31.
- [4] 杨华先, 洪亮, 王波, 等. 利用SPOT卫星影像进行1:1万DLG更新的设计与研究[J]. 地理空间信息, 2006, 4(5): 23-25.
- [5] PELED A and BASHEER H. Toward Automatic Updating of the Israeli National GIS - phase II[J]. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing on GIS - between Visions and Applications, 1998, Vol. 32 - B4: 467-472.
- [6] 万幼川, 宋扬. 基于高分辨率遥感影像分类的地图更新方法[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2005, 30(2): 105-109.
- [7] 简灿良, 阮红利. 利用高分辨率的遥感卫星影像更新1:1万比例尺数字地形图的研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2007, 23(3): 10-14.
- [8] 陈忠. 高分辨率遥感图像分类技术研究[D]. 北京: 中国科学院, 2006.
- [9] 陈云浩, 冯通, 史培军, 等. 基于面向对象和规则的遥感影像分类研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2006, 31(4): 316-320.
- [10] BAATZ M and SCHAPE A. Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation[M]. In: Strobl, J. and Blaschke, T. (Eds.): Angewandte Geogr. Informationsverarbeitung XII, Wichmann, Heidelberg, 2000: 12-23.
- [11] 闫利, 聂倩, 胡文元, 等. 基于对象级的ADS40遥感影像分类研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2009, 34(2): 183-186.
- [12] LU D. and WENG Q. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance[J]. International Journal of Remote Sensing, 2007, 28(5-6): 823-870.

Fast Features Revision by Object – oriented Classification Method

ZHANG Ligu¹, WU Xiao², JIANG Na¹, JIAO Yinghua¹

(1. Shandong Land Surveying and Mapping Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Laiwu Vocational College, Shandong Laiwu 271100, China)

Abstract: In this paper, regarding remote sensing images as the update datas, using object – oriented classification method, on the object level, conduction and analysis are carried out. Regarding updated and finished elemetns as the prior knowledge, geographical elements are hierarchically updated. The use of unchanged information duing the update period of topographic map and main geographical elements and updating methods are studied. As showed by the results, this method has the characterisitics of fast and practical in automatically updating information and has a broad application space.

Key words: Object – oriented classification; multi – resolution segmentation; fast revision; high – resolution images; geographical elements