

基于多特征的遥感影像分析 ——一个新的视角

陈秋晓^{1,2}, 骆剑承¹, 周成虎¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101; 2. 浙江大学区域与城市规划系 杭州 310028)

摘要: 为克服传统基于像元的遥感影像分析局限, 本文提出了基于多特征的遥感影像分析方法, 并以遥感分类为例对该方法作了相应的阐述。文章的最后部分对该方法的优越性作了总结。

关键词: 遥感影像分析; 分割; 特征; 遥感分类

中图分类号: TP 391.41 文献标识码: A 文章编号: 1001-070X(2003)01-0005-03

1 概述

基于像元的遥感图像分析和处理所能够得到的信息是极其有限的, 虽然近年在基于像元的遥感影像分析和处理上引入的方法, 如模糊集(Fuzzy set)^[1]、神经网络分类器(Neural Net Classifier)^[2,3]、分层聚类(Hierarchical Clustering)^[4]、空间逐步寻优模型(Stepwise Optimization Making Model)^[5]等等, 在影像分类精度等方面有了很大的改进, 但是由于这些方法从本质上还是基于像元的光谱特征进行分类的, 因而无法从根本上摆脱方法的局限性。

从图像工程的角度来看, 传统的基于像元的影像分析不是真正意义上的影像分析, 它属于图像处理的范畴, 处于图像工程的低层^[7]。因而, 从遥感影像处理上升到遥感影像分析乃至理解, 已是遥感学科进一步发展的迫切要求。

国外的一些学者已经在遥感影像分析层方面作了一些探索性的研究, 并且有了一些进展。Blaschke, et al.(2000)指出, 图像分析意味着对图像语义的分析或处理。在很多情形下, 理解图像的重要语义信息应当是有意义的图像对象和它们的相互关系来表达, 而非单个像元, 并且很多类型的图像或多或少是具有纹理特征的, 只有当这些具有纹理特征的数据(影像)被分割成有意义的“同质”对象的时

候, 对这些影像(和数据)的成功分析才能成为现实^[8]。Lobo, et al.(1996)从图像分析的角度, 采用“每地块”(Per-field)或“每斑块”(Per-parcel)分类方法进行遥感图像分类, 使分类的结果有所改进。此种分类方法下的分类结果常常比“每像元”(Per-Pixel)分类结果更容易解释。基于像元的分类方法即便对分类结果进行光滑处理后仍然会出现较多的小斑块^[9]。类似的研究指出, “每地块”或者“每斑块”分类方法将对中、高几何分辨率遥感影像的分类起着明显的积极作用。这一方法尤其适用于农业用地。相邻农业用地之间清晰的边界将有助于分类, 因为农业景观的边界是相对稳定的, 而作物类型常常是变化的^[10]。值得一提的是, 基于对象的遥感图像分类方法已经开始应用到了商业遥感影像分析软件上。位于德国慕尼黑的 Delphi2 Creative Technologies 公司所推出的 eCognitionTM 软件采用了多分辨率分割和基于对象的模糊规则分类, 开创了基于对象遥感影像分类的商业化应用的先河。

然而, 无论是目标识别还是分类, 特征才是最终起决定作用的因素。特定的目标总是和相应的特征或特征组合相联系的, 只要选择合适的特征或特征组合, 我们就能把某一目标与其它目标区别开来。在图像分析过程中, 无论是目标表达还是参数测量^[7], 它们都是围绕着“特征”来展开的。因而, “特征”在遥感影像分析中具有重要的意义。举一个简

单的例子,在一标准假彩色图像中的某一红色影像区域,若根据它的光谱特征,我们可能将其识别为林地或草地,若加入邻接特征,即考虑到它周围的地物以居民点用地居多,我们将其标识为居民点绿地。若该对象不是居民点绿地,我们可以根据它的纹理特征来判别它究竟是林地还是草地。传统的遥感影像分析也是基于特征(光谱特征)的,但是由于异物同谱和同物异谱现象较为普遍,仅靠光谱特征是不足以表达目标或类别的,因而其分析结果的可靠性常常不尽人意。

基于此,我们提出了基于多特征的遥感影像分析方法。首先,通过图像分割,把遥感影像分割成几个影像区域;其次,选择面向问题领域的特征,如光谱特征、几何特征、拓扑特征或纹理特征,测量影像区域的上述特征并得到相应的特征值;最后,根据这些特征值进行相应的分析,如目标识别或分类。

2 基于多特征遥感影像分析的遥感分类

首先,我们根据研究问题所涉领域的专业知识、影像所在区域的背景知识(先验知识)以及影像所呈现的光谱特征,制定分类方案(class scheme);然后,根据领域知识和规则,建立类和特征之间的对应关系,即利用特征和特征组合来表达类。最简单的情形是,每一个类与一个特定的光谱特征相对应。这样,仅仅根据光谱特征就可以进行分类。事实上,由于地物非常复杂,同一类地物由于所受大气辐射、星下点距离、阴影和周围地物的不同影响,从而表现出不同的光谱响应。与此同时,属于不同类的地物可能呈现相似的光谱响应。例如,城镇居民点中的绿地与建筑物往往具有明显不同的光谱特征。在传统的分类方法下,我们很可能将居民点绿地标识为林地或草地。但是,我们可以通过文中所提及的邻接特征将居民点绿地与其它二者区别开来,因为居民点绿地的邻接对象通常以建筑物或其它居民点用地为多。建筑物在标准假彩色图像上的灰度值常较高,可能与其它亮度较高的地物相混淆。但是,建筑物的形状较为规整,所以我们仍然可以利用形状特征将建筑物与其它光谱特征类似的地物区别开来。在此种情形下,类与特征之间的对应关系表现为类与几个特征或特征组合之间的对应关系。假定仅仅考虑居民点类中的两个子类,则该类的特征表达过程如图1所示。

现为红色,光谱特征 II 表现为高亮度值(各通道值相对较高)。类及其类的分解事实上属于类方案层次,而子类与特征组合的对应则属于类的特征表达层次。在完成类的特征表达的同时,对遥感影像进行分割,得到相应的影像区域,然后通过特征测量,得到这些区域的光谱特征、几何特征、拓扑特征和纹理特征等。在类与特征或特征组合的对应关系指导下,就可以对经分割得到的影像区域进行识别和标识,最后可将相邻的同标识对象进行归并,最终得到分类结果。基于多特征的遥感影像分析方法下的遥感分类过程如图2所示。

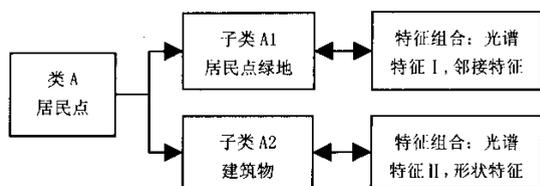


图 1 基于多特征的类表达过程

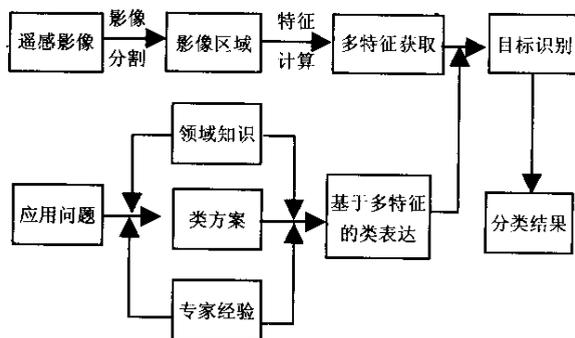


图 2 基于多特征的遥感影像分类过程

3 讨论及结论

(1) 影像分割所带来的优越性。通过影像分割,噪声问题可以得到较好的解决,因为这些噪声区域将和其周边的像元一起被融入到特定的影像区域中,而该影像区域在影像分析时则表现为同质对象。正如 Blaschke(2000)所指出的,通过影像分割,同质区域首先被建立,然后将分类方法应用到这些对象上,这种基于被分割图像的分类不会产生任何椒盐效应(Salt and Pepper Effect),也不需要任何滤波操作。而传统的“每像元”分类是在没有考虑像元周边区域情况下对单个像元的分类,这样,同质区域不能被创建;为消除噪声所采用的平滑图像的唯一方法就是应用滤波,这样做的后果是忽略了原始的图像信息,从而导致椒盐效应^[8]。通过影像分割,我们得到了数量远比像元少的多的影像区域,后续的处理

在标准假彩色合成图像中,图1中光谱特征 I 表

和分析都将围绕这些对象来展开,这无疑将显著地提高影像处理和分析速度,从而表现出基于多特征的遥感影像分析的高效性。

(2)特征引入提高了影像分析的智能化水平。借助于特征或特征组合,类或目标能够可靠地被表达,从而有效地指导分类或目标识别。通过形状特征、邻接特征等的引入,使类或目标的表达更精确,从而也必将提高分类和目标识别的质量。在必要的时候,可以引入其它特征,诸如方位特征和距离特征等。特征引入过程以及类或目标的特征表达过程,也是领域知识和专家经验被融入的过程。因此,与基于像元的遥感影像处理相比,基于多特征的遥感影像分析的智能化程度明显提高。

(3)强大的空间分析功能。基于多特征的遥感影像分析方法能够引入各种空间特征如距离、拓扑邻接和方向特征等,使得地理学的很多核心概念得以引入。一旦该分析方法应用于遥感影像处理和分析系统中,这些内嵌于分析方法中的空间特征将使空间分析变得容易,从而使这些新的遥感影像分析系统具有空间分析功能方面的先天优势。空间分析功能的提升,有望使这些影像分析系统升格为相关学科的主流分析平台。

(4)促成多源数据的融合,引导 GIS 和 RS 的整合。对于一系列不同和任意来源的具有地理参考的数据而言,影像区域之间的拓扑特征能够使这些不同的数据间建立具体的局部的联系(concrete local relation),从而使多源数据的融合成为可能^[11]。事实上,由于不同数据类型之间的融合对于遥感和 GIS 的整合的重要性日益突出,因而,基于多特征的遥感影像分析具有更深层次的意义,它可能在很大程度上引导 RS 和 GIS 的高度整合。

总之,基于多特征的遥感影像分析能够引入除光谱特征之外的其它特征,从而能较好地将领域知识和专家经验融入到影像分析中,这显然会提高影像分析的智能化程度。空间特征的引入,使得基于

多特征的影像分析能够较为便利地将空间分析功能纳入其中,从而极大地提高了空间分析能力。基于多特征的遥感影像分析的深入研究将可能引导 GIS 和 RS 的高度整合,从而将进一步推动空间信息科学的发展。

参考文献

- [1] Maselli F, Rudolf A, Conese C. Fuzzy Classification of Spatially Degraded Thematic Mapper Data for the Estimation of Sub-Pixel Components[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1996, 17: 537-551.
- [2] Foody G. Image classification with a Neural Network: from completely-crisp to fully fuzzy situation[A]. In: *Advances in remote sensing and GIS analysis*[C]. Chichester: Wiley & Son, 1999, 17-37.
- [3] Skidmore A, Turner B, Brinkhof W, et al. Performance of Neural Network: Mapping Forests Using GIS and Remotely Sensed Data[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1997, 63: 501-514.
- [4] 骆剑承,梁怡,周成虎. 基于尺度空间的分层聚类方法及其在遥感影像分类中的作用[J]. *测绘学报*, 1999, 28(4): 319-324.
- [5] 周成虎,等. 遥感影像地学理解与分析[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [6] Blaschke T, Strobl J. What's wrong with pixels? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS[J]. *GIS - Zeitschrift für Geoinformationssysteme*, 2001, (6): 12-17.
- [7] 章毓晋. 图象分割[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [8] Blaschke T, Lang S, Lorup E, Strobl J, et al. Object-oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications[J]. *Environmental Information for Planning*, 2000, 2: 555-570.
- [9] 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.
- [10] 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]. In: *Advances in Remote Sensing and GIS Analysis*[C]. Chichester: Wiley and Son, 1999, 219-239.
- [11] Schiewe J, Tufté L, Ehlers M. Potential and problems of multi-scale segmentation methods in remote sensing[J]. *GIS - Zeitschrift für Geoinformationssysteme*, 2001, (6): 34-39.

(下转第 28 页)

PATTERN ANALYSIS TO VEGETATION COVERAGE MAPPING IN MOUNTAIN AREAS OF BEIJING : A CASE STUDY OF MENTOUGOU DISTRICT

LI Xiao - qin , SUN Dan - feng , ZHANG Feng - rong

(College of Resources and Environment , China Agriculture University , Beijing 100094 , China)

Abstract: Accurate and rapid monitoring of vegetation cover conditions is a key factor in land cover remote sensing monitoring in mountain areas of Beijing. Based on TM imagery data , the mapping technology of FCD mapping model was applied to Mentougou district of Beijing. The results show that the approach of remote sensing mapping is of good practical value. The accuracy of vegetation coverage estimated by FCD mapping model is some 95% , suggesting that the method is suitable to mountain areas. Moreover , the results computed from a landscape pattern analytical program FRAGSTATS by analyzing patch - sizes , number of patches , fractal dimensions and cohesion indices indicate that vegetation covers are main components of the present land cover in Mentougou of Beijing. Analyses of all these indices demonstrate that the ecological - environmental system in Mentougou mountain area is stable. The spatial structure analysis can help to identify the spatial distribution and structure stability of the vegetation coverage , and hence it is another important factor in the ecological system evaluation of Beijing mountain areas.

Key words: Mountain areas of Beijing ; Vegetation coverage ; Remote sensing mapping ; FCD mapping model ; Landscape pattern analysis

第一作者简介 : 李晓琴(1977 -) , 女 , 中国农业大学土地资源管理专业硕士 , 研究方向为 3S 技术与景观生态学。

(责任编辑 : 肖继春)

=====

(上接第 7 页)

MULTIPLE FEATURES BASED ANALYSIS OF REMOTELY SENSED IMAGERY : A NEW PERSPECTIVE

CHEN Qiu - xiao^{1 2} , LUO Jian - cheng¹ , ZHOU Cheng - hu¹

(1. State Key Lab of Resources and Environment Information System , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100101 , China ; 2. Department of Regional and Urban Planning , Zhejiang University , Hangzhou 310028 , China)

Abstract: From a new perspective , the authors put forward a multiple features based analytical approach for remotely sensed imagery to overcome the limitation of the pixel - based analytical approach. With the remote sensing classification as an example , this new approach is described in detail. The potential advantages and prospects of this approach are also discussed in this paper.

Key words: Image analysis ; Segmentation ; Feature ; Remote sensing classification

第一作者简介 : 陈秋晓(1972 -) , 男 , 讲师 , 博士研究生 , 主要从事遥感影像分析和解译研究工作。

(责任编辑 : 肖继春)