

土地利用一级类别分类 TM 与 ASTER 数据适用性分析

林 剑^{1,2}, 赵会芳^{1,2}, 曾 毅², 钟迎春²

(1. 湖南科技大学知识处理与网络化制造湖南省普通高校重点实验室, 湖南 湘潭 411201;

2. 湖南科技大学建筑学院地信系, 湖南 湘潭 411201)

摘要:空间分辨率 15 m 的 ASTER 数据与 30 m 的 TM 数据都可用于土地利用一级类别分类, 针对哪种数据及分类方法更实用的问题, 计算了一级类别类内光谱距离分布, 分析类别聚类性能, 分别采用基于统计的最大似然法和基于规则的区域多中心法进行分类比较, 实验表明: ① 多数土地一级类别宜采用 TM 数据, 其分类精度较 ASTER 数据高约 4%; ② TM 数据一级类别有较好的聚类性能, 对于聚类性能较差的类别宜采用基于规则的分类方法。

关键词:土地利用; 一级类别分类; TM/ASTER 数据; 数据适用性

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2011)02-0209-06

1 引言

土地利用分类是研究土地利用变化、自然环境及社会经济发展的基础, 遥感数据已成为获取土地利用类别最为重要的数据源, 对于全球空间尺度, 多采用的是 AVHRR 或 MODIS 数据, 空间分辨率在 250 m~1.1 km 之间, 而中等尺度的土地覆被研究中, 最适合的空间分辨率为 10~100 m, 如 Landsat TM/ETM+、ASTER、SPOT 等。

我国 GB/T21010~2007 土地利用分类标准, 采用一级、二级两个层次分类体系, 共分 12 个一级类别, 57 个二级类别, TM/ETM+ 和 ASTER 数据是应用最为广泛的两种遥感数据, TM 数据有 7 个波段, 波长范围 0.45~12.5 μm , 空间分辨率除热红外波段为 120 m, 其余均为 30 m, ASTER 数据有 14 个波段, 波长范围 0.52~11.65 μm , 空间分辨率有 15 m、30 m 和 90 m 3 种。TM/ETM+ 和 ASTER 数据的使用可以归纳为: ① 利用两种数据的互补性同时使用, 如利用波长范围不同提高不同类型地物的分辨精度^[1], 利用观测时期不同, 可以获取同一区域长期观测数据^[2-4]; ② 二级类别多用空间分辨率

较高的 ASTER 数据, 一级类别分类方面两种数据都可以采用^[5-7]; ③ 在自动分类方法方面, 两种数据都以基于统计的模式识别方法为主^[8-11]。

对于土地利用一级类别分类, 同属于可见光/近红外波段的空间分辨率为 30 m 的 TM 数据和 15 m 的 ASTER 数据, 对土地类别的地物均有较好的反映, 研究这两种类型的数据哪种更适合提取一级土地利用类别, 具有实际应用价值。本文通过分析这两种类型数据的聚类特征, 选择不同类型的分类方法进行分类实验, 提出 TM 和 ASTER 数据对于一级土地利用数据应用及分类方法的选取原则。

2 TM 与 ASTER 图像光谱聚类性能分析

2.1 分析方法

土地利用一级类别含有多种二级类别, 二级类别可能由多种类型地物组成, 不同地物光谱特征不同, 同时, 在一级类别中存在大量的混合像元, 分析一级类别的光谱聚类特征, 可以通过分析类别像元光谱值的空间分布实现。首先, 计算训练样本中各一级类别 ω_j 的类别中心矢量 \mathbf{m}_j ; 其次, 以一定的距离

收稿日期: 2010-10-20; 修订日期: 2011-02-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(60673119), 湖南省科技计划项目(07JJ5066), 湖南省发改委, 湘财企指[2008]149号。

作者简介: 林 剑(1964—), 男, 湖南邵东人, 博士, 教授, 主要从事遥感图像处理与 GIS 的研究。E-mail: 694586970@qq.com。

通讯作者: 赵会芳(1985—), 女, 河南安阳人, 硕士研究生, 主要从事地图学与地理信息系统研究。E-mail: zhaohuifang040103@163.com。

门限值对各类的训练样本聚类,求取类内中心矢量 m_{jl} ;最后,求取各类内中心 m_{jl} 到一级类别中心 m_j 的距离 d_{jl} ,以类内中心所包含的像元数占一级类别样本总数的百分比 p 为纵坐标,以 d_{jl} 为横坐标作图,得出各一级类别的类内空间距离分布^[12]。一级类别中心与类内中心的关系如图 1 所示。

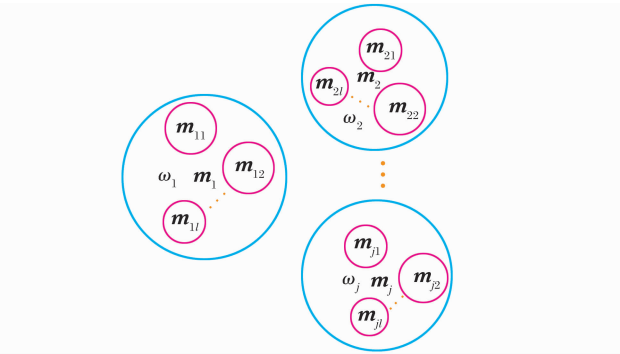


图 1 一级类别中心与类内中心示意图
Fig. 1 Sketch of classificatory centers and intra-class centers

2.2 土地一级类别光谱聚类性能分析

实验采用 Landsat TM(4、3、2 波段)长沙市周边 512×512 像元及相对应的 ASTER(3、2、1 波段)

1 024×1 024 像元数据,其空间分辨率分别为 30 m、15 m。在城镇用地、林地、耕地和水体 4 种一级土地利用类别中,选取样本进行多光谱类内空间距离分布分析,其样本选取原则为:样本应尽可能涵盖土地利用类别中的各种地物像元。为符合上述原则需要尽可能多地选择样本,样本分布范围要广。根据上述原则每一类别各选样本 8 192 个像元,样本选取的大致区域如图 2 所示。

采用最大最小距离法对类别样本聚类,距离门限值为 20。表 1 是 TM 和 ASTER 数据各类别的类内方差,图 3 和图 4 分别为 TM 数据和 ASTER 数据的土地利用类别类内空间距离分布曲线。

从图 3、图 4 及表 1 可见:① TM 数据的空间距离分布相对集中,TM 数据的林地、耕地、城镇用地和裸地的类内方差都较 ASTER 数据小,且距离区间范围小,水体在 TM 图像中分布范围较大,主要是由于水体规模较小,在 TM 中存在更多的混合像元,产生均值效应所致;② TM 较 ASTER 图像中的一级类别更好地满足正态分布,TM 中的林地、耕地和裸地基本上符合正态分布。

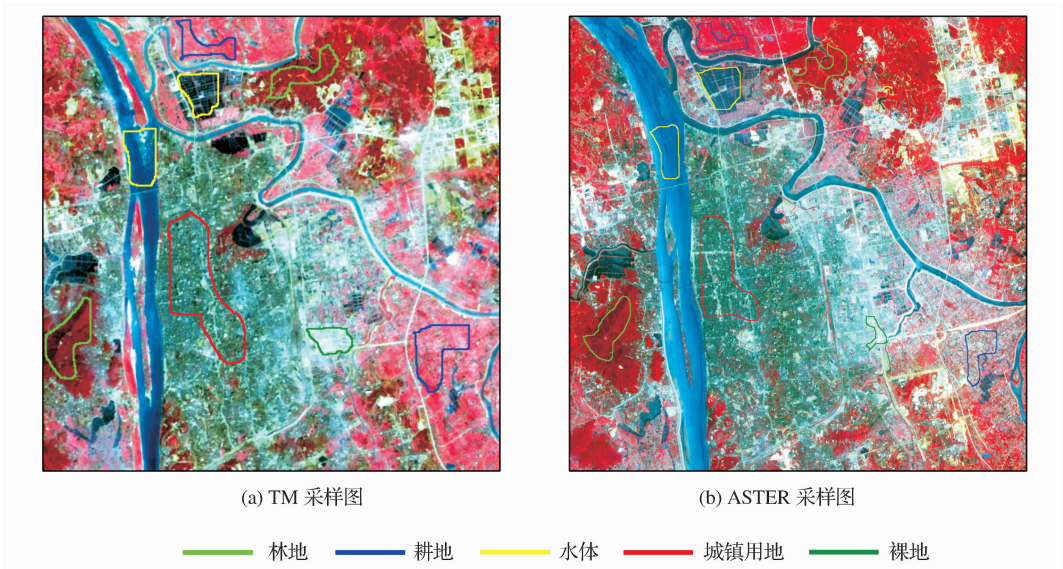


图 2 遥感图像中的样本区域
Fig. 2 Region of samples in the RS images

表 1 TM 和 ASTER 数据各类别的均值及类内方差						
Table 1 Intra-class variance of each land use class of TM and ASTER samples						
数据类型		林地	耕地	水体	城镇用地	裸地
TM	均值	79.83	104.40	134.70	101.20	60.43
	类内方差	23.00	27.58	54.50	42.91	29.75
ASTER	均值	218.18	175.01	78.85	140.04	91.47
	类内方差	64.95	40.57	31.52	56.19	30.22

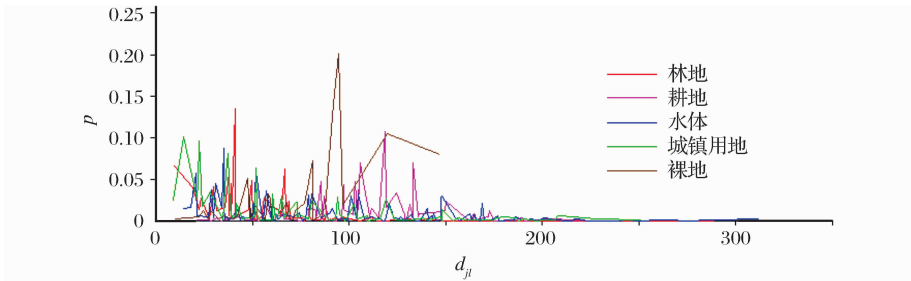


图 3 TM 数据土地利用类别类内空间距离分布曲线

Fig. 3 Graph of spatial distance distribution of land use class of TM samples

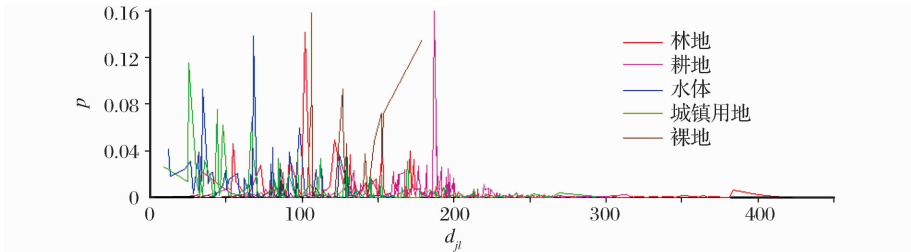


图 4 ASTER 数据土地利用类别类内空间距离分布曲线

Fig. 4 Graph of spatial distance distribution of land use class of ASTER samples

3 TM 与 ASTER 图像土地利用一级类别分类比较

由 2.2 节可知,空间分辨率 15 m 的 ASTER 图像与空间分辨率 30 m 的 TM 图像的土地利用一级类别的光谱聚类特征有差异,众所周知,类别样本的聚类性能决定类别分类模式的选择,本节采用不同类型的模式识别方法进行分类比较,探讨 TM 与 ASTER 图像土地利用一级类别的适用性。

3.1 基于统计模式识别的最大似然法

最大似然法的判别规则是基于概率的,其基本的数学公式是基于每个波段中各类训练样本都是呈正态分布的假设。

假设有 c 类 ($1 \leq i \leq c$),未知特征向量 x 来自于 ω_i 类的概率密度函数为 $p(x | \omega_i)$:

$$p(x | \omega_i) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |v_i|^{\frac{1}{2}}} \cdot \exp\left[\frac{1}{2}(x - m_i)^T v_i^{-1}(x - m_i)\right] \quad (1)$$

其中: v_i 是 ω_i 类的协方差矩阵, m_i 是 ω_i 类的均值向量。当假设先验概率相同时, $x \in \omega_i$,当且仅当:

$$p(x | \omega_i) \geq p(x | \omega_j) \quad (2)$$

即根据模式矢量属于某种类别的概率密度决定模式的类别。

3.2 基于规则的区域多中心法

在 GB/T21010~2007 土地利用分类体系中,

类别的判断标准是根据地物种类及其所占总面积比例划分的,如一级类别城市的标准是:建筑和交通用地占总面积的 2/3 以上,其他任何一种用地不超过总面积的 1/3。依照上述思想,在遥感图像中,以区域为分类单元,单元中像元属于某种类别地物种类的多少及所属某种类别的像元占单元总像元数的百分比进行分类,如图 5 的一个 5×5 区域单元, ω_{31} 、 ω_{33} 、 ω_{34} 、 ω_{39} 分别表示城镇用地类别中的建筑物、道路、树木和水体,那么,区域单元含有城镇用地类型地物种类为 4 种,属于城镇用地类型像元个数为 18,占单元像元总数的百分比为 72%。

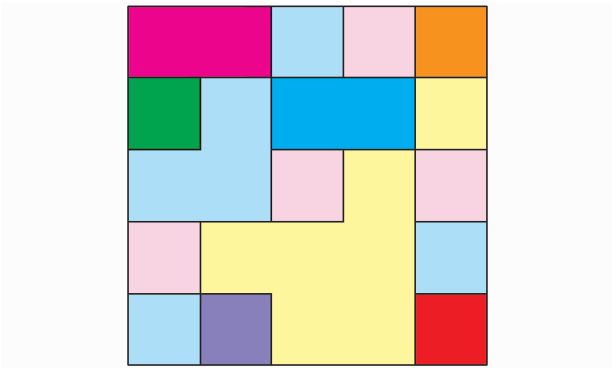


图 5 区域单元类内含类别地物类型示意图

Fig. 5 Sketch of classificatory object types in the region cell

区域多中心法的表征类别模式为类内中心矢量集合 $\{m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jl}\}$,并以区域为分类单元,以区域单元含某种类别的类内中心数量及区域单元中所

表 4 ASTER 数据的最大似然法分类精度

Table 4 Classification accuracy of ASTER image with maximum likelihood method

	林地	耕地	水体	城镇用地	裸地	总和	精度/%
林地	33	8		2	2	45	86.84
耕地	4	54	1	9	3	71	77.14
水体			32	9		41	94.12
城镇用地	1	6	1	88	11	107	80.00
裸地		2		2	32	36	66.67
总和	38	70	34	110	48	300	
总体精度=79.67%, Kappa 系数=0.7326							

表 5 ASTER 数据的区域多中心法分类精度

Table 5 Classification accuracy of TM image with RMC method

	林地	耕地	水体	城镇用地	裸地	总和	精度/%
林地	41	3		1		45	95.35
耕地		68		1		69	62.39
水体		4	36	1		41	92.31
城镇用地	1	22	1	83	2	109	95.40
裸地	1	12	2	1	20	36	90.91
总和	43	109	39	87	22	300	
总体精度=82.67%, Kappa 系数=0.7728							

从表 2~5 可以得出:① TM 数据的土地利用一级类别分类的总体精度比 ASTER 数据高,采用相同的分类方法 TM 图像分类总体精度高 4%左右;② 区域多中心法较最大似然法分类 TM 数据总体精度高 2.67%,ASTER 数据高 3.0%,平均高约 2.8%;③ 区域多中心分类法 ASTER 数据耕地精度偏低,是因为耕地与城镇用地交错,以区域为单元的区域多中心法边缘精度偏低所致;④ 个别的一级类别 ASTER 图像较 TM 图像分类精度高,如水体,研究区水体多为河流,空间规模小,较高空间分辨率的遥感数据有利。

5 结 语

通过对空间分辨率 15 m 的 ASTER 数据与空间分辨率 30 m 的 TM 数据的土地利用一级类别的光谱聚类特征分析,分别采用基于统计的最大似然法和基于规则的区域多中心法进行分类比较,对于土地利用一级类别 TM 与 ASTER 数据适用性有以下结论:

- (1) 土地利用一级类别分类中,随着空间分辨率的提高,遥感图像细节突出,类内聚类性能降低,总体来说 TM 数据较 ASTER 数据更满足正态分布。
- (2) 土地利用一级类别分类,多数类别选用 TM 数据有较好的分类效果;对于空间规模较小的

- 一级类别,宜采用较高空间分辨率的 ASTER 数据。
- (3) 随着遥感数据空间分辨率的提高,土地一级类别所含光谱数据差异增大,采用空间分辨率较高的 ASTER 数据进行土地利用一级类别分类,宜采用基于规则的分类方法。
- (4) 以区域为分类单元的分类方法,对于交错的类别边界分类精度影响较大,有待进一步研究。

参考文献(References):

[1] Wei O Y, Hao F H, Fu Y S. Desert Disturbance Assessments of Regional Oil Exploitation by ASTER and ETM+ Images in Taklimakan Desert China[J]. Environ Monit Assess, 2008, 144:159-168.

[2] Davila N, Capra L, Gavilanes-Ruiz J C, et al. Recent Lahars at Volcán de Colima (Mexico): Drainage Variation and Spectral Classification[J]. Journal of Volcanology and Geotherma Research, 2007, 165:127-141.

[3] Torres-Vera M A, Prol-Ledesma R M, Garcia-Lopez D. Three Decades of Land Use Variations in Mexico City[J]. International Journal of Remote Sensing, 2009, 30(1):117-138.

[4] Carter A J, Girina O, Ramsey M S, et al. ASTER and Field Observations of the 24 December 2006 Eruption of Bezymian-ny Volcano, Russia [J]. Remote Sensing of Environment, 2008, 112:2569-2577.

[5] Chen Y, Shi P, Fung T, et al. Object-oriented Classification for Urban Land Cover Mapping with ASTER Imagery[J]. International Journal of Remote Sensing, 2007, 28(20):4645-4651.

- [6] Pantalaon E, Wynne R H, Galbraith J M, *et al.* Mapping Wetlands Using ASTER Data: a Comparison between Classification Trees and Logistic Regression[J]. International Journal of Remote Sensing, 2009, 30(13-14): 3423-3440.
- [7] Wentz E A, Nelson D, Rahman A, *et al.* Expert System Classification of Urban Land Use/Cover for Delhi, India[J]. International Journal of Remote Sensing, 2008, 29(15-16): 4405-4427.
- [8] Ye Chun. Comparison Analysis of Land Use Classification between ASTER and ETM+ Remotely Sensed Image—A Case Study of Guangzhou Huadu[D]. Guangzhou: Graduate University of Chinese Academy of Sciences, 2006. [叶春. ASTER 与 ETM+遥感数据在土地利用分类中的应用比较研究——以广州花都为例[D]. 广州: 中国科学院广州地球化学研究所, 2006.]
- [9] Budreski K A, Whnne R H, Browder J O, *et al.* Comparison of Segment and Pixel-based Non-parametric Land Cover Classification in the Brazilian Amazon Using Multitemporal Landsat TM/ETM+ Imagery[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2007, 73(7): 813-827.
- [10] Zhang R, Ma J. A Improved SVM Method P-SVM for Classification of Remotely Sensed Data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2008, 29(20): 6029-6036.
- [11] Bagan H, Wang Q, Watanabe M, *et al.* Land Cover Classification Using ASTER Multi-band Combinations based on Wavelet Fusion and SOM Neural Network[J]. Potogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2008, 74(3): 333-342.
- [12] Lin Jian, Zhong Yingchun, Peng Shunxi, *et al.* Region Multi-center Method for Land Use Classification of Multispectral RS Imagery[J]. Journal of Remote Sensing, 2010, 14(1): 173-179. [林剑, 钟迎春, 彭顺喜, 等. 光谱遥感图像土地利用分类区域多中心方法[J]. 遥感学报, 2010, 14(1): 173-179.]

Applicability Analysis of Landsat TM and ASTER Data for Level I Land Use Classification

LIN Jian^{1,2}, ZHAO Hui-fang^{1,2}, ZENG Yi², ZHONG Ying-chun²

(1. Key Laboratory of Knowledge Processing and Network Manufacturing, College of Hunan Province, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;

2. Department of Geographical Information System, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: TM data with 30 m spatial resolution and ASTER data with 15 m spatial resolution can be both used for level I land use classification. So the focus of this study is to find out which one is the more applicable data. We made an experiment: firstly, calculate the intra-class distance distribution. Secondly, analyze the spectral cluster of each land use category. Finally, compare the statistical maximum likelihood method with rule-based RMC (Region Multi-Center) method. The result shows: ① TM data are mostly used for level I land use category, and they have a classification accuracy improvement of approximately 4%, in comparison to ASTER. ② TM data has a better spectral cluster than ASTER data for level I category. The classification methods based on rules are a more suitable alternative to the classes which have a poorer spectral cluster.

Key words: Land use; Level I category; TM/ASTER data; Data applicability