# 黄土丘陵沟壑区遥感影像信息面向对象分类方法提取

买凯乐 张文辉

(西北农林科技大学西部环境与生态教育部重点实验室,陕西杨凌 712100)

【摘要】 探索了基于面向对象分类方法提取黄土丘陵沟壑区高分辨率遥感影像土地信息的途径。以燕沟典型小流域为例,基于 ALOS 的多光谱、全色立体影像并辅以数字高程模型 DEM 和 NDVI 数据,进行面向对象的多尺度分割,利用阈值逐次提取与该区生态系统恢复、农业生产和生活实际密切相关的灌丛、林地、草地、耕地、果园、居住地和水体共 7 种土地利用类型,得到的分类精度为 77.73%。

关键词:黄土丘陵沟壑区 遥感影像 信息提取 面向对象分类 中图分类号:TP571;S152.2 文献标识码:A 文章编号:1000-1298(2011)04-0153-06

# Object-oriented Classification Approach for Remote Sensing Imagery Information Extraction in Loess Hilly-gully Region

Mai Kaile Zhang Wenhui

(Key Laboratory of Environment and Ecology of Western China, Ministry of Education, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

### Abstract

The object-oriented classification approach was employed in loess hilly-gully region. Taking typical watershed Yan'gou as example, ALOS satellite images were used. The object-oriented multi-segmentation was carried out with multi-spectral, panchromatic imagery, auxiliary data of digital evaluation model (DEM) and the normalized difference vegetation index (NDVI). The land-use categories closely related to ecosystem restoration, farming and living, such as forest, grass, farmland, orchard, settlement and water, were classified with thresholds. The classification results had promising accuracies, and the overall classification accuracy was 77.73%.

Key words Loess hilly-gully region, Remote sensing imagery, Information extraction, Objectoriented classification

# 引言

准确提取遥感影像信息是利用遥感的前提,利 用计算机自动提取影像信息是当前研究的热点。传 统的基于像素分类方法仅利用光谱特征,对快速发 展的高分辨率遥感影像提供的丰富的空间信息已不 能充分利用<sup>[1]</sup>。而面向对象分类方法不仅基于光 谱特征,还利用影像的质地、纹理对影像进行分割和 分类,从而大大提高高分辨率影像信息提取的精度。 面向对象分类方法在国内外研究中主要用于提 取城市<sup>[2-3]</sup>、城郊土地利用<sup>[4-6]</sup>的遥感信息,少数用 于提取森林<sup>[7-8]</sup>或湿地<sup>[9-10]</sup>信息,但鲜有研究将该 方法应用于地形复杂的山区和丘陵地带。黄土丘陵 区是我国水土流失的严重区域<sup>[11]</sup>,以小流域为单元 高密度的治理措施,如水土保持工程和退耕还林工 程,使该区土地利用变化迅速<sup>[12-13]</sup>。快速准确提供 实时的土地利用信息可以及时监控生态安全,优化 调整治理策略。本文以黄土丘陵区典型小流域燕沟

收稿日期:2010-07-13 修回日期:2010-08-31

<sup>\* &</sup>quot;十一五"国家科技支撑计划资助项目(2006BAD09B03-03)和中科院科学院西部行动计划资助项目(KZCX2-XB2-05) 作者简介:买凯乐,博士生,主要从事景观生态学研究,E-mail: lele3232@ yahoo.com.cn

通讯作者:张文辉,教授,博士生导师,主要从事植物学与生态学研究,E-mail: zwhckh@163.com

为例,基于面向对象分类方法,辅以数字高程模型 (DEM)和归一化植被指数(NDVI)数据,对燕沟的 ALOS 中、高分辨率的多光谱、全色立体影像进行分 割和分类,高精度提取对该区生态系统、生产及生活 有重要意义的土地利用类型,为土地利用优化提供 数据支持。

# 1 研究区及数据

#### 1.1 研究区概况

燕沟流域位于陕西北部黄土丘陵沟壑区延安宝 塔区(图1),东经109°27′54″~109°34′14″,北纬 36°27′09″~36°33′07″,沟口距延安市3km。流域面 积47.5km²,海拔900~1410m,流域内沟壑纵横, 沟壑密度为4.8km/km²。属干旱半干旱气候,年平 均气温9.8℃,多年平均降水量为558.4mm(1961~ 2001年),6~9月份降水量占全年降水量的70%以 上。灌丛和林地是流域内的主要景观。流域属于典 型的黄土高原丘陵区。



#### 1.2 数据预处理

燕沟流域遥感数据为 ALOS 卫星遥感影像,包括4个波段的多光谱影像和1个波段的全色立体影像(空间分辨率分别为10m和2.5m),成像时间分别为2007年的4月19日和6月4日。对影像进行正射处理,用1:10000的地形图进行几何配准,共选择20个地面控制点,配准精度小于0.5个像元。从多光谱影像(图2)中提取 NDVI 数据(图3)并参与影像分割,以利用不同土地利用类型的植被覆盖信息。

比例尺为1:10 000 的地形图共7 张。扫描地 形图并在 ArcGIS 9.2 中数字化等高距为10 m 的等 高线,建立分辨率为10 m 的 DEM(图4)。



图 2 燕沟流域的 ALOS 多光谱影像





图 3 燕沟流域的 NDVI 图像 Fig. 3 NDVI image of Yan'gou watershed



根据已有数据、流域生产生活实际及相关制图 规范建立影像解译标志,将该流域的土地利用类型 划分为:灌丛、林地、草地、耕地、果园、居住地和水体 7类(表1)。在 ERDAS 9.2 支持下进行目视解译,并在 燕沟流域内实地确认阴影和纹理模糊区域的土地利用类型。对解译结果进行实地核查纠正后,利用 ArcGIS9.2 将其拓扑生成燕沟流域土地利用图(图5)。

表1 燕沟流域土地利用分类系统

Tab. 1	Land-u	se classification	system of Yan'gou watershed
一级分类		二级分类	土地利用类型
		灌丛	天然灌丛和人工灌丛
生态防护型		林地	天然林和人工林
		草地	天然草地和人工草地
		耕地	梯田和梁峁梯田
生产约	经济型	果园	苹果、桃、核桃等果园
		居住地	居住区和生活用地
生活	<b>え</b> 务型	水体	河流、水库、坑塘



2 面向对象的影像分类

面向对象的分类流程如图6所示。

# 2.1 影像分割

综合利用影像的光谱和形状等特征对影像进行 分割,使分割影像所得的斑块或基元富含语义信息, 是成功进行影像分析、理解和描述的前提,也是高分 辨率遥感影像分类和目标地物提取的关键技术之 一<sup>[14-15]</sup>。根据图层对影像分割结果的适宜性和重 要程度调整其在影像分割中的权重,权重取值0~10



图 6 利用多光谱、全色影像和 NDVI、DEM 数据对燕沟流域的面向对象分类流程图 Fig. 6 Approach framework of the object-oriented

classification for Yan'gou watershed using multi-spectral, panchromatic images and NDVI, DEM data

之间,权重越大,图层中的信息用于影像分割就越 多。另外,常将光谱异质和空间异质的标准配合使 用,异质性f由对象的光谱差异 h<sub>color</sub>和形状差异 h<sub>share</sub>确定。

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

$$h_{\text{shape}} = w_{\text{compact}} h_{\text{compact}} + (1 - w_{\text{compact}}) h_{\text{smooth}}$$
 (2)

形状异质性则由光滑度 h<sub>smooth</sub> 和紧密度 h<sub>compact</sub> 来衡量,w 是用户定义的权重,取值 0~1 之间,用以 表示不同因素对分类结果的影响程度,w 越大,表明 贡献越大,反之亦然<sup>[16]</sup>。

利用专业的面向对象分类软件 Definiens 5.0 将 遥感影像和 NDVI、DEM 数据建立工程文件。根据 7 种土地利用类型的光谱、质地、形状等特点调整图 层权重、分割尺度、颜色、密度等因子的参数。若该 区植被覆盖低,则增加反映植被情况的 NDVI 权重 能将该区植被覆盖细微变化显示并进行划分;若该 区土地利用随形就势,土地利用多样,则增加全色立 体影像的分割权重,以充分利用高分辨率影像所显 示的不同土地利用类型清晰的纹理特征;同时,调整 DEM 数据权重以增加地形影响。最终获得影像较 好分割效果的分割等级和参数设定,如表 2 所示。

表 2 燕沟流域影像的面向对象分类分割等级和参数设定

Tab.2 Segmentation levels and parameter settings of object-oriented classification for Yan'gou watershed imagery

分割欠月		数据参与分割的权重			光谱异质性		形状异质性		
分割寺级	参数	多光谱影像	全色影像	NDVI	DEM	颜色	形状	光滑度	紧凑度
1	200	1	8	8	0	0.9	0.1	0.5	0.5
2	150	1	8	8	0	0.9	0.1	0.5	0.5
3	3	1	8	8	1	0.9	0.1	0.5	0.5

分割尺度为200时,分割效果如图7所示,水域 较广的水体、大面积的灌丛和耕地已分割出,但部分 小面积水体与灌丛、草地混同,并且小块疏林地与农 地、草地也尚未分开。分割尺度为140时(图8),小 面积林地和水体从斑块面积较大的灌丛、农地中分 出。尺度为3的分割效果如图9所示,DEM 权重的 增加,使地形因素影响土地利用类型斑块的子斑块 被分割出来。



图 7 燕沟流域影像面向对象分割尺度为 200 的分割效果 Fig. 7 Segmentation sample in scale parameter 200 of objectoriented segmentation for Yan'gou watershed imagery



图 8 燕沟流域面向对象分割尺度为 140 的分割效果 Fig. 8 Segmentation sample in scale parameter 140 of objectoriented segmentation for Yan'gou watershed imagery

## 2.2 影像分类

分割后的斑块对象实质上是相似特征像元组合 而成的多边形,不仅具有光谱特征,同时还有形状、 纹理、地形信息,以及在对象架构中的拓扑信息。分 类是利用对象提供的各种信息建立类的成员函数, 同时利用类的继承关系组织对象以表达更复杂的语 义关系,降低了对象特征描述的难度<sup>[17]</sup>。

取样并分析土地利用类型斑块的信息特征时, 要确定分类阈值。利用水、林地和灌丛所含的光谱 颜色特征,根据水体对近红外有很大吸收和反射近 红外最少的特征,设"Mean Near Red band"值大于 0,小于38.34,将水体与陆地分开;根据密度大的植 被对红光反射率低的特点,设"Mean Red band"值大 于 0, 小 于 35.90, 将林地分出; 而设"Mean Red band"值大于 35.90, 小于 54.79 时将灌丛分出; 果 园的 NDVI 值在草地、农田和居住地中较高,当 NDVI 值大于 0.041 92 时可将果园分出;农田和居 住地可由全色立体影像中的不同明暗度来区分,当 "Mean Brightness" 值大于 232.11 时可将农田分出, 当"Mean Brightness"值大于 0.857 2, 且小于 228.65 时可将居住地分出;因 DEM 地形因素的影响,使各 土地利用类型的子斑块群呈现不同特征,可利用 "Density of sub-objects: Stddev(1)" 值大于 0.2229 将草地分出。此时,98%的斑块已分类,剩余2%斑 块的特征,可利用不同阈值分类。分类结果以矢量 输出,并利用 ArcGIS 软件将基于不同阈值分出的同 类土地利用类型合并,最终结果如图 10 所示。

# 3 精度评价

以影像的目视解译结果为标准对面向对象分类 结果进行精度评价,结果如表3所示。制图精度指 某一类别的正确分类数占参考数据中该类别像元总 数的比例。用户精度指某一类别正确分类数占分为 该类像元总数的比例。总精度指总的正确分类数占 总抽样数的比例,它反映了分类结果总的正确程度。



Fig. 9 Segmentation sample in scale parameter 3 of object-oriented segmentation for Yan'gou watershed imagery

Kappa 系数是一种测定两幅图之间吻合度或精度的 指标。



表 3	燕沟流域影像面向对象分类结果精度评价	
Tab. 3	Classification accuracy assessment of the	

object-oriented	classification	results in	Yan'gou	watershed

对象	制图精度/%	用户精度/%	Kappa 系数
灌丛	81.52	76. 53	0.6336
林地	84.78	79.59	0.7512
草地	60.87	73.68	0.7109
耕地	74.36	72.50	0.6756
果园	74.19	76.67	0.734 5
居住地	73.33	100	1.0000
水体	80.00	88.89	0. 884 4

基于面向对象分类结果的总精度为77.73%, 总Kappa系数为0.7144。地形复杂地区的遥感影 像分类精度往往不是很高,如孙建国等以山区的 Quickbird影像<sup>[18]</sup>,利用基于光谱和纹理提取与本文 相同的土地利用类型,所得分类精度为78%; Mallinis等以地中海山区的Quickbird影像<sup>[7]</sup>,利用 面向对象分类方法提取林分信息,但最好的分类精 度不大于80%。本文利用面向对象分类方法,并根 据黄土丘陵区特殊地形添加数字高程模型(DEM) 和归一化植被指数(NDVI),用 ALOS 遥感卫星的全 色立体和多光谱影像(影像分辨率低于前人所用的 Quickbird影像),分类结果的精度与前人研究所得 的结果近似(总分类精度小于80%)。

# 4 结论

(1)利用面向对象分类方法对黄土丘陵区典型 流域燕沟的ALOS中、高分辨率遥感影像进行分割 和分类,确定了最佳的分割尺度、图层权重、参数及 分类阈值,提取了灌丛、林地、草地、耕地、果园、居住 地和水体7种重要土地利用类型。

(2) 在影像分割环节添加辅助数据 NDVI 和 DEM,使植被和地形信息参与影像分割,并加重全 色影像和 NDVI 的分割权重,调整 DEM 的分割权 重,从而使影像的分割更适合该区的土地利用类型, 分割精确。

(3)取样分割出的土地利用类型斑块,分析其显著特征确定阈值并进行分类,分类精度为 77.73%。

参考文献

- 彭海涛,柯长青.基于多层分割的面向对象遥感影像分类方法研究[J].遥感技术与应用,2010,25(1):149~154.
  Peng Haitao, Ke Changqing. Study on object-oriented remote sensing image classification based on multi-levels segmentation
  [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010, 25(1):149~154. (in Chinese)
- 2 申广荣,钱振华,徐敬敬,等. 基于 eCognition 的城镇绿地信息动态监测研究[J].上海交通大学学报:农业科学版, 2009,27(1):1~6.

Shen Guangrong, Qian Zhenhua, Xu Jingjing, et al. Study on dynamic change of green land in town based on eCognition[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University: Agricultural Science, 2009,27(1):1~6. (in Chinese)

- 3 Chen Yunhao, Wei Su, Li Jing, et al. Hierarchical object oriented classification using very high resolution imagery and LIDAR data over urban areas[J]. Advances in Space Research, 2009,43(7): 1 101 ~ 1 110.
- 4 Cleve C, Kelly M, Kearns F R, et al. Classification of the wildland-urban interface: a comparison of pixel- and object-based classifications using high-resolution aerial photography [J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2008, 32 (4): 317 ~ 326.
- 5 Forster D, Buehler Y, Kellenberger T W. Mapping urban and peri-urban agriculture using high spatial resolution satellite data [J]. Journal of Applied Remote Sensing, 2009, 3: 033523.
- 6 Jacquin A, Misakova L, Gay M. A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment[J]. Landscape and Urban Planning,2008, 84(2): 152~165.
- 7 Mallinis G, Koutsias N, Tsakiri-Strati M, et al. Object-based classification using Quickbird imagery for delineating forest

vegetation polygons in a Mediterranean test site[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2008,63(2): 237~250.

- 8 Dorrena Luuk K A, Maierb Bernhard, Seijmonsbergena Arie C. Improved Landsat-based forest mapping in steep mountainous terrain using object-based classification [J]. Forest Ecology and Management, 2003, 183(1~3): 31~46.
- 9 郑利娟,李小娟,胡德勇,等. 基于对象和 DEM 的湿地信息提取——以洪河沼泽湿地为例[J]. 遥感技术与应用, 2009,24(3):346~351.

Zheng Lijuan, Li Xiaojuan, Hu Deyong, et al. Wetland information extraction based on DEM and the object—a case study in Honghe wetland[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2009, 24(3): 346 ~ 351. (in Chinese)

- 10 Harken J, Sugumaran R. Classification of Iowa wetlands using an airborne hyper-spectral image: a comparison of the spectral angle mapper classifier and an object-oriented approach [J]. Canadian Journal of Remote Sensing, 2005,31 (2): 167 ~ 174.
- 11 Wang Xiuhong, Lu Changhe, Fang Jinfu, et al. Implications for development of grain-for-green policy based on crop land suitability evaluation in desertification affected north China [J]. Land Use Policy, 2007, 24(2):417 ~ 424.
- 12 朱战强,刘黎明,张军连.退耕还林对宁南黄土丘陵区景观格局的影响——以中庄村典型小流域为例[J].生态学报, 2010,30(1):146~154.

Zhu Zhanqinag, Liu Liming, Zhang Junlian. Impact of grain for green project on landscape pattern in hilly loess region in southern Ningxia: landscape evolution process assessment of Zhong-zhuang-cun small satershed in 1993—2005 [J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(1): 146 ~ 154. (in Chinese)

13 温仲明,焦峰,张晓萍,等. 纸坊沟流域近 60 年来土地利用景观变化的环境效应[J]. 生态学报, 2004,24(9):1 903~1 909.

Wen Zhongming, Jiao Feng, Zhang Xiaoping, et al. Changes in land use patterns in small catchment in past 60 years in loess hilly region on Loess Plateau [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004,24(9):1903 ~ 1909. (in Chinese)

- 14 严海英. QUICKBIRD 影像用于城市用地信息提取方法[J]. 测绘科学,2008, 33(2):216~217. Yan Haiying. The method of urban land use information extraction from QUICKBIRD image[J]. Science of Surveying and Mapping, 2008, 33(2): 216~217. (in Chinese)
- 15 侯伟,鲁学军,张春晓,等. 面向对象的高分辨率影像信息提取方法研究——以四川理县居民地提取为例[J].地球信息科学学报,2010,12(1):119~125.

Hou Wei, Lu Xuejun, Zhang Chunxiao, et al. Object-oriented information extraction from high resolution imagery—a case study for recognition of residential area in Lixian county, Sichuan province[J]. Journal of Geo-Information Science, 2010, 12(1):119~125. (in Chinese)

- 16 Definiens. eCognition Professional [M]. Munich, 2005.
- 17 Jyothi Naga B, Babu G R, Murali Krishna I V. Object oriented and multi-scale image analysis: strengths, weaknesses, opportunities and threats—a review [J]. Journal of Computer Science, 2008, 4(9): 706 ~712.
- 18 孙建国,杨树文,段焕娥,等. 基于光谱和纹理特征的山区高分辨率遥感影像分类[J]. 测绘科学,2009,3(6):92~93. Sun Jianguo, Yang Shuwen, Duan Huan'e, et al. Land use/cover classification of high resolution remote sensing images of mountainous areas based on texture and spectral information[J]. Science of Surveying and Mapping, 2009,3(6): 92~93. (in Chinese)