



利用资源三号卫星数据提取经济林研究

廖凯涛^{1,2,3}, 刁晓环^{1,2}, 王 成^{1,2}, 齐述华³, KHUON Khun-neay⁴

(1. 中国科学院 遥感与数字地球研究所 数字地球重点实验室, 北京 100094; 2. 联合国教科文组织国际自然与文化遗产空间技术中心, 北京 100094; 3. 江西师范大学 地理与环境学院, 江西 南昌 330022; 4. 柬埔寨吴哥窟世界文化遗产管理局, 柬埔寨 暹粒 999094)

摘要: 选择柬埔寨吴哥窟北部库仑山国家森林公园为研究区, 通过对资源三号卫星数据进行大气校正、多光谱与全色数据融合等处理, 结合经济林固有的光谱、纹理等特征, 利用面向对象的分类方法, 构建了适于资源三号卫星数据的快速提取经济林信息的土地利用分类规则。通过野外实地调查和验证表明, 资源三号卫星数据可以满足土地利用中经济林信息提取的需求, 选择合适的阈值即可完整提取经济林及其空间分布, 正确率可达 85.97%; 资源三号卫星数据在土地利用精细分类和信息提取中具有一定的应用潜力。

关键词: 资源三号; 经济林; 信息提取; 土地利用; 吴哥遗产地

中图分类号: P208

文献标志码: B

文章编号: 1672-4623 (2016) 05-0106-03

经济林是指以生产果品, 食用油料、饮料、调料, 工业原料和药材为主要目的, 集经济效益、社会效益和生态效益于一体的林种, 目前该产业已成为很多国家林业产业的主体。以我国为例, 经济林占全国林业产业总产值的 60% 以上, 在国民经济中具有重要作用^[1]。遥感影像用于经济林提取的研究开始于 19 世纪 80 年代, 何志浩^[2]等应用彩色航片结合经济林光谱曲线, 对广州的部分经济林进行了调查和制图。随后卫星遥感影像渐渐被应用于经济林的提取和分类中, 严恩萍^[3]等利用 ALOS 卫星数据, 结合各种植被光谱信息, 成功提取了经济林、针叶林以及阔叶林。

资源三号卫星 (ZY-3) 是我国首颗民用高分辨率立体测绘卫星, 自 2012 年 1 月 9 日成功升空以来, 已经获取了我国及周边国家大量的高分辨率数据。很多学者基于该卫星数据开展了不同融合方法及应用领域的研究, 证明了其数据的优秀表现^[4]。潘红播^[5]等以河北省安平地区的 ZY-3 数据为例, 分析了数字表面模型和正射校正产品的精度, 这两种产品的高程中误差均为 1.5 m, 平面中误差为 1.6 m, 分别满足 1:5 万 DEM 一级精度和 1:5 万 DOM 的精度要求。黄先德^[6]等研究了适合 ZY-3 全色与多光谱影像的融合方法, 并在提取绿色植被信息方面取得了很好的应用效果。赵芳^[7]等利用 ZY-3 多光谱影像, 采用 3 种不同的方法提取水体信息, 精度最高可达 91.04%。张雨^[8]等利用 ZY-3 数据, 根据影像的光谱和纹理特征, 采用决策树算法提取漓江流域的植被类型信息并进行精度检验, 结果表明 ZY-3 数据的地物总体分类精度达

到了 91.96%。

本文以柬埔寨吴哥窟北部的库仑山国家森林公园为研究区, 利用 ZY-3 影像开展经济林信息提取研究。吴哥窟于 1992 年被联合国教科文组织世界遗产委员会列入《世界遗产名录》。近年由于旅游业和周边经济迅猛发展, 对薪柴需求增加, 很多原始林遭到无序砍伐, 部分变为经济林成为暹粒市的重要能源^[9]。国外一些学者^[10-11]利用 Landsat TM、SPOT 卫星数据对 1995~2005 年间该地区森林和土地利用状况进行了调查和分析, 认为森林减少主要分布在遗址和库仑山周边。利用 ZY-3 数据提取吴哥遗址北部区域的经济林信息, 可为吴哥遗产环境保护研究提供技术支持, 并发掘 ZY-3 数据的应用潜力, 进一步拓展其适用性。

1 研究区概况与数据

1.1 研究区概况

研究区位于柬埔寨暹粒省境内, 世界文化遗产吴哥窟北部的库仑山国家森林公园周边, 海拔在 40~120 m, 为典型的热带季风气候区, 高温多雨, 全年降雨量达 1 800 mm, 月平均气温为 30℃; 11 月~次年 4 月为旱季, 月均温为 25℃; 5 月~10 月为雨季, 月均温为 33℃。2000 年后, 暹粒市发展迅猛, 城区面积迅速扩张, 对暹粒市周边的土地利用/覆盖产生极大的影响^[8]。研究区内大量原始森林被砍伐, 或开垦为农田或改种为经济林或薪柴林。

1.2 卫星数据

本文采用的 ZY-3 数据来自国家测绘地理信息局

收稿日期: 2015-10-08。

项目来源: 国家自然科学基金面上资助项目 (41271428); 中国科学院国际合作重点资助项目 (241311KYSB20130001)。

卫星测绘应用中心，接收时间为 2014-01-04，旱季，包括 1 个全色波段和 4 个多光谱波段，空间分辨率分别为 2.1 m（正视）和 5.8 m，数据质量好，无云覆盖。

2 研究方法

2.1 数据预处理

数据预处理包括原始数据的大气校正、全色与多光谱数据的高精度配准、正射校正、融合等，本文利用 ENVI5.0 来实现。正射校正通过识别影像自带的 RPC 文件来进行；多光谱和全色波段进行融合时，以全色影像为参考来校正多光谱数据，再利用 Gram-Schmidt 方法融合校正后的两种影像，该方法可以保持融合前后影像波谱信息的一致性^[12]。图 1 为原始多光谱影像与全色和多光谱影像融合后影像的效果比较，可以看出，图 1b 不仅保持了原始多光谱影像的光谱信息，而且空间分辨率明显提高。



图 1 原始多光谱影像与全色和多光谱影像融合后影像效果比较

2.2 面向对象提取经济林的方法

利用易康软件，采用面向对象的遥感影像分类方法提取经济林范围。首先对预处理后的影像进行多尺度分割，得到同质对象，使分割后的对象满足后续分类或目标地物提取的要求；然后根据遥感分类或目标地物提取的具体要求，检测和提取目标地物的多种特征（光谱、形状、纹理、阴影、空间位置及其分布等），建立分类体系；最后采用模糊分类算法，实现经济林信息提取。

2.2.1 多尺度分割

由于不同地物的形状大小差异较大，为了提高分类精度，需对分类尺度反复尝试，以达到有效分割，不同的分割尺度对应不同的地物综合。面向对象分类技术以邻近像元为对象来识别感兴趣的光谱要素，充分利用全色影像的高空间分辨率和多光谱数据的光谱、形状和纹理等信息，以达到高精度分割和分类的目的。

2.2.2 特征选择

特征选择的目的是选用尽可能少的特征组成规则集，尽可能多地提供关于类别的信息。如何选择最优特征参数，确立有效参数组合，实现最佳分类是关键。根据野外获取的经济林样地数据，以及经济林的光谱和纹理等特征，经过反复试验，最终选取以下 5 个特征参数：面积参数（A）、形状因子（SI）、矩形拟合度（RF）、对比度（Con）和同质度（Home）。同时为了提高分类精度，还引用归一化植被指数（NDVI）。各指数计算公式及说明如表 1。

表 1 各指数计算方法

指数名称	计算公式	说明
NDVI	$(\rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{RED}})/(\rho_{\text{NIR}} + \rho_{\text{RED}})$	用于监测植被生长状态、植被覆盖度并消除部分辐射误差等，是应用最广泛的一种植被指数。
A	$\text{Area} = \sum_{i=1}^n a_i$	描述对象大小的形状特征参数之一，其值等于该对象 n 个像元真实面积的总和； a_i 表示对象 i 的真实面积。
SI	$S = B_v/4 \times \sqrt{P_v}$	描述对象的平滑程度；影像上对象的边界越平滑，形状指数的值越低； B_v 表示影像对象的周长， P_v 表示影像对象的面积。
RF	$R = \sum_{i=1}^n P_v(x,y) / \sum_{i=1}^n P_v$	表示对象和矩形近似度的特征参数，矩形特征描述图像对象如何适合融入一个长方形同类规模和比例，值域范围 0~1，0 表示最不相似，1 表示最接近矩形； $P_v(x,y)$ 表示边界上的点到中心点 (x,y) 的距离。
Con	$\text{Con} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P(i,j) \times (i-j)^2$	反映局部的异质性或邻近像元灰度值的差异程度。
Home	$\text{Home} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{1}{1+(i-j)^2}$	表示影像均调程度。

2.2.3 建立规则集

规则集的建立需要考虑各层次类型的规则、层内子类型对父类型的继承、对每一层的分类结果进行合并与传递，然后形成最终的判定规则。本文根据经济林特有的光谱、形状以及纹理特征，经过反复试验，确定各特征的隶属度函数或阈值，最终建立经济林的

提取规则（表 2），流程如图 2。

表 2 面向对象的经济林提取规则集

	经济林 1	经济林 2	经济林 3
尺度参数	尺度：200 SI：0.4 紧凑度：0.8	尺度：100 SI：0.4 紧凑度：0.8	尺度：45 SI：0.4 紧凑度：0.8
规则	$0.58 \leq \text{NDVI} \leq 0.83$ $1 \leq \text{RF}$ $A \geq 16\,000 \text{ pixels}$	$\text{RF} \geq 0.89$ $\text{Home} \leq 0.039$ $\text{Con} \leq 5.45$	$\text{RF} \geq 0.91$ $\text{SI} \leq 1.53$ $\text{Con} \leq 4.8$

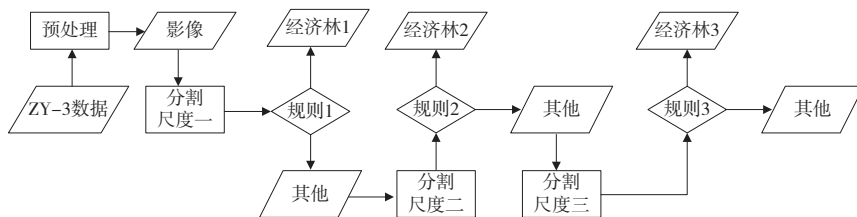


图2 ZY-3 卫星数据经济林提取流程

3 研究结果与分析

利用研究区的 ZY-3 数据, 分别提取 3 种不同尺度下的经济林信息(图3), 然后合并为经济林, 共获取经济林 357 块, 与 2014 年 6 月野外实地获取的 57 块经济林进行验证, 完全重合的有 49 块, 提取精度为 85.97%。

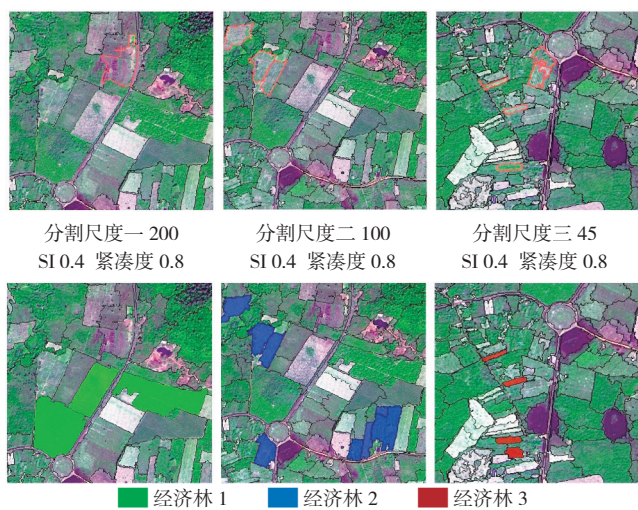


图3 经济林信息提取结果

经济林面积共 587.74 hm^2 , 其中最大块面积为 34.27 hm^2 , 最小为 0.05 hm^2 ; 面积小于 3 hm^2 的有 298 块, 占总提取块数的 86.3%。以暹粒市前往库仑山国家森林公园的 67 号公路为中心, 以 4 km 为缓冲半径建立缓冲区。经统计, 缓冲区内共有经济林 208 块, 占总提取经济林块数的 60.29%, 面积为 209 hm^2 , 占总面积的 35.56% (见图 4)。



图4 缓冲区内经济林分布

4 结 语

本文利用 ZY-3 数据和面向对象的分类方法, 通过自定义特征参数、结合对象形状以及纹理特征, 建立不同尺度下的分类规则, 快速提取了经济林及其空间分布信息, 为人为活动对吴哥遗产地环境变化影响研究提供了科学的数据支持, 达到了预期的应用效果。由于难以获取研究区经济林的确切面积, 仅分析了经济林及空间分布, 但该结果进一步证明了 ZY-3 数据不仅可以在土地利用/覆盖应用中发挥重要作用, 而且在土地利用精细分类和信息提取中也具有较大的应用潜力和适用性。

参考文献

- [1] 胡芳名, 谭晓风, 斐东, 等. 我国经济林学科进展 [J]. 经济林研究, 2010, 28(1):1-8
- [2] 何志浩, 谭曦光, 刘庆良. 航空遥感用于广州经济林调查 [J]. 遥感信息, 1988(3):24-26
- [3] 严恩萍, 林辉, 莫登奎, 等. 基于 ALOS 数据的遥感植被分类研究 [J]. 中南林业科技大学学报, 2011(11):37-42
- [4] 潘鑫, 杨英宝, 张竹林, 等. 资源三号卫星影像融合方法的比较与评价 [J]. 地理空间信息, 2014, 12(5):59-62
- [5] 潘红播, 张过, 唐新明, 等. 资源三号测绘卫星影像产品精度分析与验证 [J]. 测绘学报, 2013, 42(5):738-744, 751
- [6] 黄先德, 周群, 王兴. 资源三号卫星全色与多光谱影像融合方法 [J]. 测绘通报, 2015(1):109-114
- [7] 赵芳, 朱丰琪, 冯仲科, 等. 运用资源三号卫星影像数据提取水体信息的方法研究 [J]. 测绘通报, 2014(3):25-28
- [8] 张雨, 林辉. 资源三号卫星影像的植被信息提取 [J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 34(11):130-134
- [9] 廖凯涛, 王成, 刁晓环, 等. 吴哥遗产地土地利用/土地覆盖变化遥感分析 [J]. 遥感信息, 2015, 30(1):119-124
- [10] Gaughan A E, Binford M W, South W J. Tourism, Forest Conversion, and Land Transformations in the Angkor Basin, Cambodia [J]. Applied Geography, 2009, 29:212-223
- [11] Traviglia A. A View on Greater Angkor: a Multi-scalar Approach for Investigating the Khmer Forests [J]. Advances in Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management, 2008:23-26
- [12] 董金芳, 袁媛, 高蓓, 等. 资源一号 02C 星遥感影像融合分析 [J]. 地理空间信息, 2015, 13(1):36-38

第一作者简介: 廖凯涛, 硕士, 主要从事遥感图像处理与应用研究。