

文章编号: 1000-5862(2018)04-0434-07

# 基于随机森林算法的赣南柑橘果园遥感信息提取

徐晗泽宇<sup>1</sup>, 刘 冲<sup>2</sup>, 齐述华<sup>1,2,3\*</sup>, 赵国帅<sup>4</sup>

(1. 江西师范大学地理与环境学院, 江西 南昌 330022; 2. 江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室, 江西 南昌 330022;  
3. 江西省鄱阳湖流域资源利用与综合治理重点实验室, 江西 南昌 330022; 4. 福建省林业调查规划院, 福建 福州 350003)

**摘要:** 选择春、秋季低云量 Landsat-8 卫星遥感影像, 构建包含有多光谱地表反射率、光谱指数、几何纹理和地形因子的分类特征集, 通过随机森林分类算法开展赣南柑橘果园空间分布遥感制图研究. 研究结果表明: 利用春季影像提取的柑橘果园整体精度为 91.12%, Kappa 系数为 0.88, 优于秋季影像提取结果; 随机森林算法在赣南柑橘果园识别制图中具有较高的分类精度和较好的适用性. 利用降维的分类特征提取柑橘果园也具有较高精度; 赣南柑橘果园面积约 1 794.26 km<sup>2</sup>, 具有一定比例的陡坡种植现象, 寻乌、信丰、安远等 3 县的柑橘果园呈现规模化、连片化的景观.

**关键词:** 遥感; 分类; 随机森林; 赣南; 柑橘果园

中图分类号: TP 391.4 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2018.04.20

## 0 引言

地方特色农业的产业化发展是中国农业的重要发展方向<sup>[1]</sup>, 是提高农业生产力、实现农业集约化发展、促进农民脱贫创收的重要途径. 经过多年发展, 江西省逐渐形成了以水稻、水产、柑橘、油茶、蔬菜等为主的特色地方农业, 促进了地方农业产业化进程, 推动了地区经济的发展. 大规模的农业开发能够改变土地利用方式和土地覆盖特征, 从而对区域生态安全产生显著影响<sup>[2]</sup>. 掌握区域特色农业发展的空间分布格局和规模, 有利于客观评价其发展现状及其对生态环境的影响.

遥感技术凭借着宏观、实时、重返等特点被广泛应用于土地利用和土地覆盖变化(LCLUC)的研究中<sup>[3-6]</sup>. 利用卫星遥感影像获取土地利用及其变化信息的方法从最初的目视解译甄别, 发展为以最大似然法、ISODATA 与  $k$ -means 模糊聚类算法等为代表的计算机自动分类算法. 近年来, 决策树模型、支持向量机原理、神经网络算法等分类算法在经济作物的遥感分类方面得到广泛应用<sup>[7-9]</sup>, 如张安定等<sup>[10]</sup>和于新洋等<sup>[11]</sup>使用决策树模型对胶东半岛苹果果园进行了提取, 罗卫等<sup>[12]</sup>使用决策树模型对东

江源果园进行了识别, 都取得了较好结果. 随机森林分类算法(Random Forest, RF) 因其鲁棒性高、分类结果好、运行速度快、适用范围广、处理高维度特征能力强等优点, 在土地利用遥感制图中的优势逐渐增加<sup>[13-16]</sup>.

20 世纪 70 年代以来, 柑橘产业在赣南地区得到迅速发展, 成为当地农业主导产业. 随着柑橘果园的规模化开发, 引发的景观结构单一、水土流失等生态问题引起普遍关注<sup>[17]</sup>. 开展赣南柑橘果园分布制图对于掌握柑橘果园发展现状、科学规划改造果园和指导退果还林等都均有重要意义. 为克服单一特征难以充分表现影像中空间信息的不足, 本文选择低云量、不同季节的 Landsat-8 卫星影像, 以多光谱信息、植被/水体指数、纹理特征和地形特征构建分类特征集, 通过随机森林分类算法, 开展赣南柑橘果园空间分布的遥感制图研究与分析.

## 1 研究区概况

“赣南”特指赣州市所辖的 2 区 15 县市(见图 1). 赣州市位于赣江中上游地区, 总面积约 3.94 万 km<sup>2</sup>, 属亚热带湿润性气候, 气候温和, 热量丰富, 雨量充沛, 无霜期长, 年均气温 18.9 °C, 年平均无霜期 287 d,

收稿日期: 2018-01-25

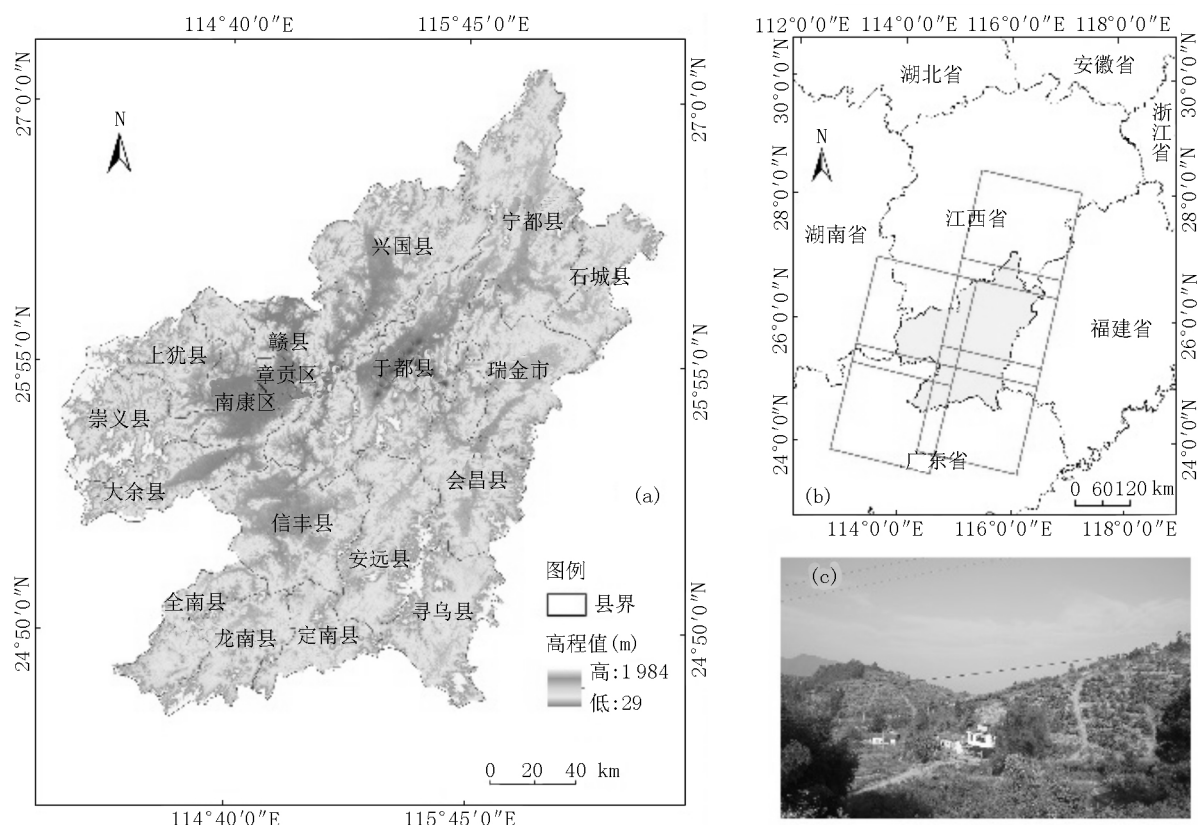
基金项目: 国家自然科学基金(41261069)和江西省重大生态安全问题监控协同创新中心(JXS-EW-00)资助项目.

通信作者: 齐述华(1973-), 男, 江西婺源人, 教授, 博士, 主要从事生态环境遥感应用研究. E-mail: qishuhua11@163.com

年均降雨量 1 605 mm,年日照时数 1 813 h,昼夜温差大,雨热同季;区内以红壤为主,多为山地、丘陵地形,山地占全市面积近 60%,丘陵占近 20%,具有开展柑橘种植的优越地貌、土壤与气候条件。

20 世纪 70 年代以来,赣州市政府提出“兴果富民”、“建设世界著名脐橙主产区”、“培植超百亿元产业集群”等鼓励柑橘特色果业发展的政策,有力推动了赣南柑橘产业的快速发展。柑橘果业已发展

成为当地农业主导产业,如“赣南脐橙”成为中国地理标志产品。在赣南柑橘果园开发过程中,往往在秋冬季节通过火烧、砍伐清理原生植被根系,使用挖土机等大型机械对坡地进行梯田化改造,柑橘果园自山脚沿山麓分布,形似梯田,逐行栽种,柑橘植株高度相近、间隔有致,果园周围山势较陡且海拔较高处常保留有原始林地,园内分布有简易通行道,在高分辨率卫星遥感影像上纹理特征明显。



(a) 研究区高程图; (b) 研究区位置及 Landsat 影像覆盖情况; (c) 赣州市寻乌县果园一景。

图1 研究区概况

## 2 数据与方法

### 2.1 数据与处理

(i) Landsat-8 数据. Landsat-8 为美国航天局 (NASA) 陆地卫星计划的第 8 颗星,于 2013 年 2 月 11 日发射升空,携带有 OLI 陆地成像仪和 TIRS 热红外传感器,OLI 传感器包括 9 个波段,空间分辨率 30 m,时间分辨率 16 d. Landsat-8 OLI 地表反射率产品数据下载来自于美国地质调查局 (United States Geological Survey, USGS) 网站 (<https://espa.cr.usgs.gov/>). 受多云雨天气影响,选择 2016 年春秋两季云量小于 2% 共 10 幅 OLI 多光谱影像 (见表 1)。

(ii) DEM 数据. ASTER GDEM 为美国航天局 (NASA) 与日本产业省 (Ministry of Economy, Trade,

and Industry METI) 合作发射的高分辨率卫星所搭载的 ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) 传感器获取的 DEM 数据产品,空间分辨率 30 m. 本文使用 ASTER GDEM 2 数据,获取于 NASA 数据统一发布平台 (<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb>),并在 ENVI 5.1 中生成坡度、坡向,构建地形分类特征集。

上述数据统一使用“WGS 1984”坐标系下的横轴墨卡托投影 (UTM ZONE 50N)。

### 2.2 柑橘果园遥感提取

2.2.1 分类特征选择 光谱植被指数被广泛用于植被长势、植被覆盖变化的监测,如 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 是应用最为广泛的光谱植被指数之一<sup>[18-19]</sup>,NDMI (Normalized Difference Moisture Index) 能够较好地反映植被冠层水分

状况<sup>[20-21]</sup>.

表1 Landsat-8 OLI 卫星影像列表

季节	行列号	影像编号	云量/%	成像日期
春季	121 041	LC81210412016063LGN00	0.18	2016-03-03
	121 042	LC81210422016063LGN00	0.07	2016-03-03
	121 043	LC81210432016063LGN00	0.39	2016-03-03
	122 042	LC81220422016038LGN00	0.06	2016-02-07
	122 043	LC81220432016038LGN00	0.11	2016-02-07
秋季	121 041	LC81210412016271LGN00	0.09	2016-09-27
	121 042	LC81210422016271LGN00	0.24	2016-09-27
	121 043	LC81210432016271LGN00	0.52	2016-09-27
	122 042	LC81220422016310LGN00	0.86	2016-11-05
	122 043	LC81220432016310LGN00	1.05	2016-11-05

由于柑橘果园具有较为突出的几何纹理特征,对多波段地表反射率数据进行主成分分析(Principal Components Analysis,PCA)<sup>[22]</sup>,以第一主成分(PC1)计算灰度共生矩阵(Grey-Level Co-Occurrence Matrix GLCM)<sup>[23]</sup>,得到均值(mean)、方差(variance)、协同性(homogeneity)、对比度(contrast)、相异性(dissimilarity)、信息熵(entropy)、2阶矩(second moment)和相关性(correlation)共8类纹理特征.构建包含有多光谱地表反射率、光谱指数、纹理特征与地形坡度特征4部分的分类特征集.

2.2.2 分类体系构建 根据研究区特点和本文主要研究目标,将研究区划分为裸地、柑橘果园、耕地、林地、城镇建设用地与水域等6种地物类型.其中柑橘果园为主要识别对象;研究区林地覆盖率高、覆盖面积大;耕地的植被指数季节特征明显,裸地、建设用地、水体等地物光谱特征显著.同时,通过池浸法和堆浸法开采的稀土矿山在影像表现为大面积地表裸露区<sup>[24]</sup>,与处于植被恢复状态的尾矿均表现出与裸地相似的特点,因此将矿区、待建设用地与植被覆盖较低区域统一划分为裸地.

2.2.3 训练样本和验证样本收集 根据柑橘果园在高分辨率卫星影像上呈现出的特征,通过Google Earth平台目视识别收集柑橘果园的训练样本和检验样本,包含有2016年11月实地收集56个柑橘果园样本;其他地物样本也主要通过Google Earth平台目视识别获取.使用随机森林分类算法的分类结果的精度会随训练样本数量的增加而呈上升趋势<sup>[15]</sup>.为获得较好分类结果,按各地物间面积占比关系,收集得到最终训练样本集与验证样本集(见表2).

2.2.4 随机森林算法 随机森林方法(Random Forest,RF)是一种包含多个决策树(Classification

And Regression Tree,CART)的机器学习算法<sup>[25]</sup>.随机森林首先通过自举重采样方法(bootstrap)对输入的数据进行采样,从原始训练样本集中有放回的重随机抽取N个样本生成新的训练样本集合,在这一过程中,一部分相同的样本可能被选取多次,另一部分样本可能不被选取.大约有2/3的样本作为袋内数据,1/3的样本作为袋外数据(out-of-bag,OOB),袋外数据被用来计算袋外误差(OOB error)对运行进行评价.然后根据样本集生成若干独立CART决策树,通过用户定义的特征数量(mtry),随机选择特征分裂节点,从而构成数量为用户所定义的待生成树数目(ntree)的森林.最终的分类决策通过算术平均计算所有树产生各种类别的概率,由每棵树的分类结果通过投票得到<sup>[14 26]</sup>.随机森林算法可以通过多种语言软件平台实现运行,本文使用EnMAP-Box的imageRF模块实现分类<sup>[27]</sup>.通过多次尝试,最终将待生成决策树数目(ntree)设置为500,分裂节点数(mtry)设置为全部特征平方根进行分类.

表2 训练样本与验证样本数目

地物类型	裸地	柑橘果园	耕地	林地	城镇	水域
训练样本	1 025	3 511	3 046	11 598	2 204	1 473
验证样本	216	755	666	2 215	619	410

3 结果与讨论

3.1 主要地物分类特征的差异及其重要性

根据训练样本数据及统计得到研究区春秋季节主要地物光谱特征曲线(见图2).春季,各地物光谱特征差异主要体现在可见光b2~b4波段以及短波红外b6波段,柑橘果园与耕地在b5、b7波段相似性较高,与水域在b1、b2、b4波段相似性较高;秋季,各地物光谱特征差异同样主要体现在在可见光b2~b4波段以及短波红外b6波段,柑橘果园与耕地在b5~b7波段相似性较高,与水域在b1、b2、b4波段相似性较高.

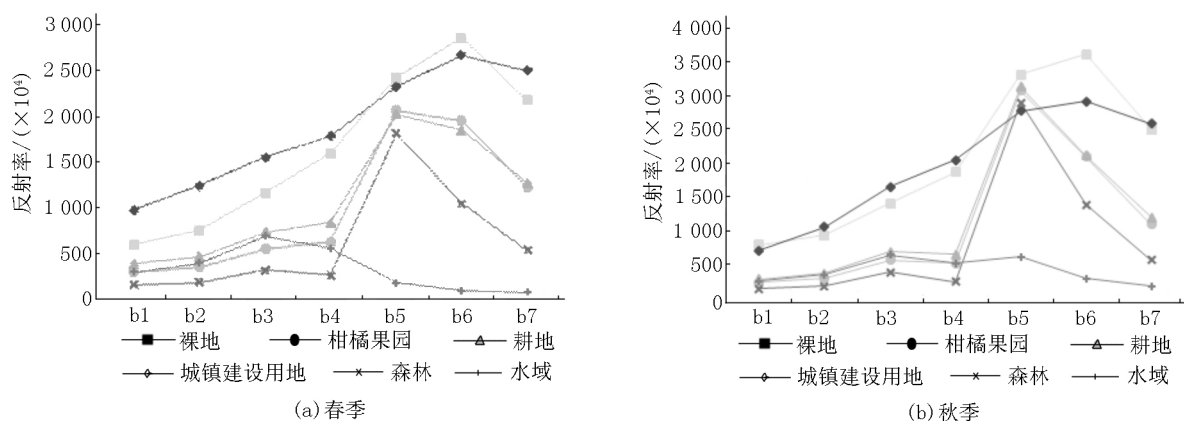


图2 主要地物光谱特征图

图3为研究区主要地物春秋两季节NDVI与NDMI。在图3(a)中,春季,裸地与城镇建设用地NDVI值较为相近,其它地物间差异较显著;秋季,裸地与城镇建设用地NDVI值较为相近,柑橘果园

与耕地差异降低,其他地物差异较显著;在图3(b)中,春秋两季,裸地与城镇建设用地、柑橘果园与耕地NDMI值相近,其他地物间NDMI值差异显著。

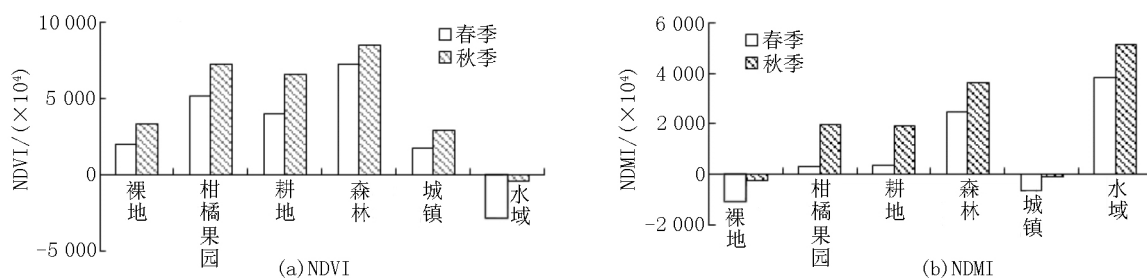


图3 主要土地利用类型的NDVI与NDMI

对参与随机森林分类的特征变量进行重要性排序,能够直观了解各个特征对分类的影响程度,便于构建一个能够达到最佳分类效果的精简特征集。通过EnMap提供的特征变量重要性分析工具分别得到参与春、秋影像分类的各分类特征的归一化变量重要性(Normalized Variable Importance)。在图4中,“\_sr”为对应波段地表反射率,“texture\_”为纹理特征,由图4可知,对春季影像分类贡献位列前10的

特征变量依次为DEM、Slope、NDVI、b6\_sr、Aspect、texture\_Variacn、b5\_sr、texture\_Mean、b3\_sr、b7\_sr,秋季依次为DEM、Slope、b3\_sr、b7\_sr、texture\_Mean、b6\_sr、b5\_sr、NDVI、NDMI、b4\_sr。其中,DEM、Slope、NDVI、b3\_sr、b5\_sr、b6\_sr、b7\_sr、texture\_Mean对于分类结果的贡献较为稳定,反映出柑橘果园分布与地形因子具有一定相关性。

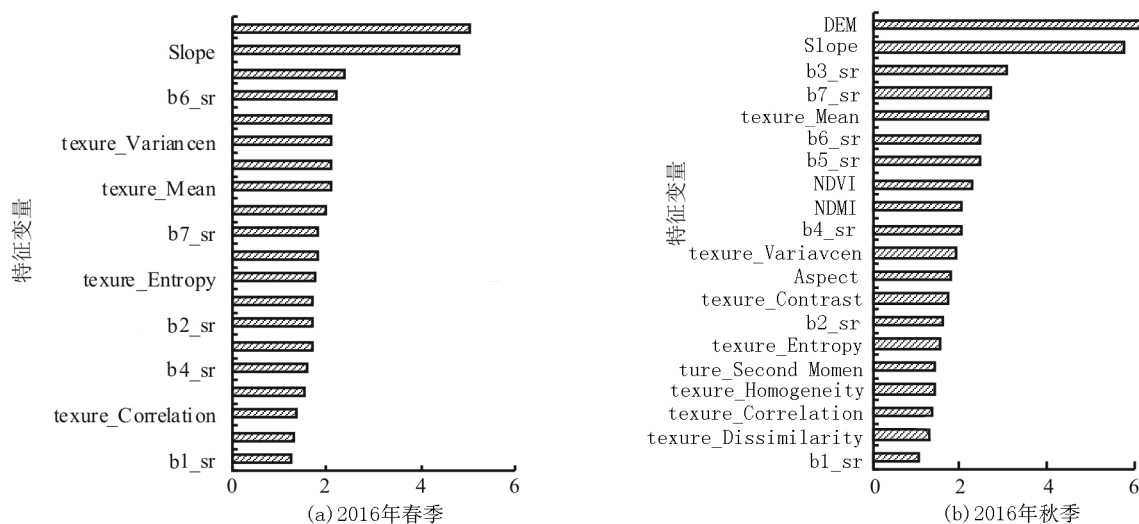


图4 春秋两季影像分类特征变量重要性

3.2 分类精度评价

使用独立验证样本建立混淆矩阵对 2016 年春秋季的分类结果分别进行精度评价,评价结果对比如表 3 所示. 春季影像分类结果的整体精度 (Overall Accuracy ,OA) 为 91. 12% ,Kappa 系数为 0. 88 ,各主要地物用户精度 (User Accuracy ,UA) 与生产精度 (Producer Accuracy ,PA) 均大于 75% . 秋季影像分类结果的整体精度 (OA) 为 88. 35% ,Kappa 系数为 0. 84 ,各主要地物用户精度 (UA) 大于

70% ,生产精度 (PA) 除裸地外均大于 75% . 在受云雨影响缺少多时相影像的条件下 ,使用同年份春季影像分类所得结果明显优于秋季影像分类所得结果 特别是春季分类结果中柑橘果园、裸地、耕地的漏分误差 (Errors of Omission ,EO) 明显低于秋季分类结果 因此 ,春季可以作为研究区柑橘果园提取的季节窗口. 柑橘果园的错分情况主要出现在研究区东北部植被覆盖度较低的丘陵地区. 春季分类结果示于图 5 (a) .

表 3 春秋两季影像柑橘果园分类精度对比

分类结果	春季						秋季					
	用户精度	生产精度	错分误差	漏分误差	整体精度	Kappa	用户精度	生产精度	错分误差	漏分误差	整体精度	Kappa
裸地	80. 97	75. 97	19. 03	24. 03	91. 12	0. 88	82. 79	57. 61	17. 21	42. 39	88. 35	0. 84
柑橘果园	78. 09	78. 30	21. 91	21. 70			70. 91	75. 73	29. 09	24. 27		
耕地	81. 48	91. 28	18. 52	8. 72			78. 14	86. 14	21. 86	13. 86		
林地	97. 32	96. 77	2. 68	3. 23			96. 19	95. 94	3. 81	4. 06		
城镇	95. 84	89. 34	4. 16	10. 66			89. 82	89. 68	10. 18	10. 32		
水域	98. 75	96. 82	1. 25	3. 18			98. 21	93. 87	1. 79	6. 13		

根据春季分类特征重要性排序 ,选取前 10 种特征重新构建分类特征集 ,再次对春季影像进行分类. 使用降低特征维度后的特征集分类所得结果整体精度 (OA) 为 90. 88% ,Kappa 系数为 0. 87. 利用随机森林分类算法 ,选取影响分类结果的主要特征构建

分类特征集 ,降低运算时间提高分类效率的同时仍可保证较高的分类精度.

3.3 柑橘果园空间分布

根据分类结果 (见图 5 (a)) 统计得到 ,赣南地区柑橘种植面积约为 1794. 26km<sup>2</sup> ,2013 年统计结

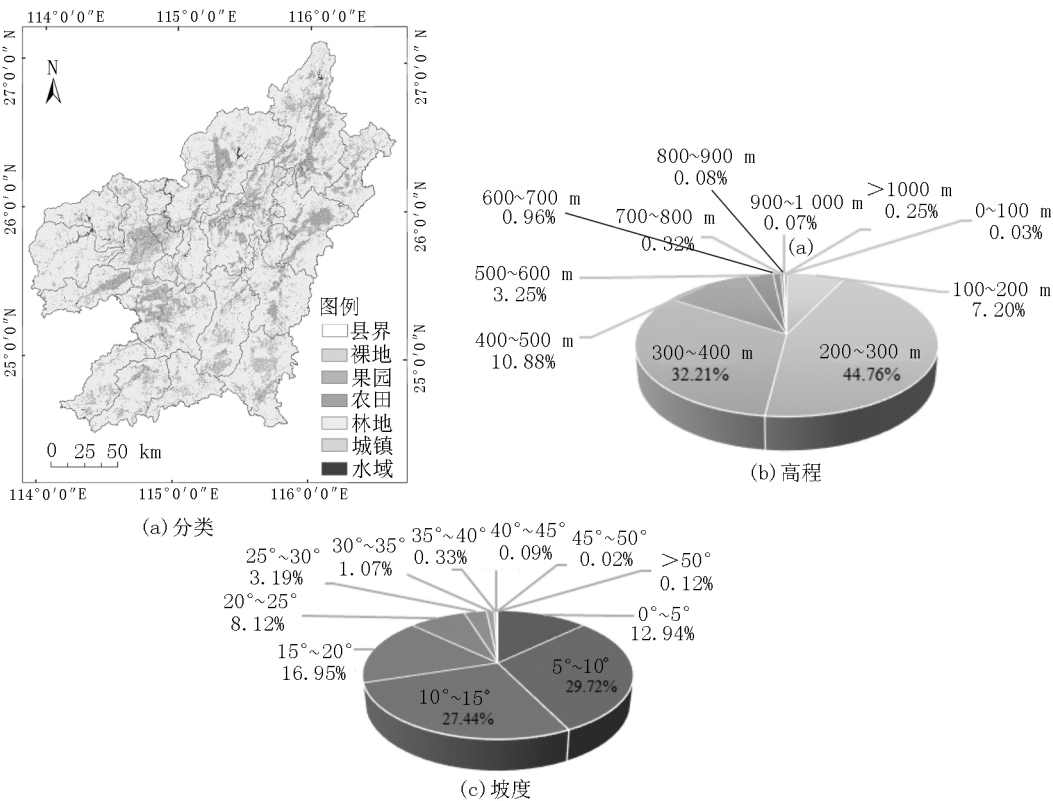


图 5 赣南柑橘果园空间分布格局

果为  $1\,658.07\text{ km}^2$  [28], 种植面积前 10 的县市(区)分别为寻乌、信丰、安远、定南、宁都、龙南、全南、石城、会昌、瑞金, 占柑橘果园总面积约 60.05%。地形分析统计结果表明, 近 88% 柑橘果园分布在 200~500 m 高程带内(见图 5(b)), 近 95% 的柑橘果园分布在坡度  $< 25^\circ$  的区域内(见图 5(c))。国务院出台的《关于进一步完善退耕还林政策措施的若干意见》中明确规定:坡度在  $25^\circ$  以上的坡耕地(含梯田)原则上应进行退耕还林。研究区约 5% 的柑橘果园分布于坡度  $> 25^\circ$  的区域内, 存在一定比例的高海拔、陡坡度种植现象。寻乌、信丰、安远 3 县的柑橘果园具有连片化、规模化的空间分布特征, 形成较为单一的农业景观格局。

## 4 结论

为了解赣南地区柑橘种植规模与分布现状, 本文针对柑橘果园分布离散程度大、多时相低云量数据较少以及植物区分过程中存在的异物同谱等问题, 使用 2016 年春秋两季 Landsat-8 卫星影像, 应用随机森林分类算法, 综合多种分类特征进行分类得到 2016 年赣南地区柑橘果园分布信息, 并得到如下认识:

1) 在缺少多时相数据的情况下, 使用春季影像结合随机森林分类算法的分类效果优于秋季;

2) 综合多种分类特征的随机森林分类算法对柑橘果园的遥感识别具有较高精度;

3) 选取影响分类结果的主要特征构建分类特征集并参与随机森林分类, 降低运算时间提高分类效率的同时仍可保证较高的分类精度;

4) 赣南柑橘种植面积为  $1\,794.26\text{ km}^2$ , 果园主要分布于高程 200~500 m、坡度  $< 25^\circ$  的范围内, 但也存在一定比例的高海拔、陡坡种植现象, 寻乌、信丰、安远等 3 县的柑橘果园具有连片化、规模化的空间分布特征, 具有较为单一的农业景观格局。

## 5 参考文献

- [1] 徐艳霞. 地方特色农业产业化发展问题研究 [J]. 全国商情, 2016(22): 50-51.
- [2] 李文华, 刘某承, 闵庆文. 中国生态农业的发展与展望 [J]. 资源科学, 2010, 32(6): 1015-1021.
- [3] Yuan Huili, Luo Juhua, Ma Ronghua. Mapping orchards on plain terrains using multi-temporal medium-resolution satellite imagery [J]. Applied Engineering in Agriculture, 2015, 31(3): 351-362.
- [4] Reis S, Taşdemir K. Identification of hazelnut fields using spectral and Gabor textural features [J]. Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2011, 66(5): 652-661.
- [5] Wang Hong, Zhao Yu, Pu Ruiliang, et al. Mapping Robinia Pseudoacacia forest health conditions by using combined spectral, spatial, and textural information extracted from IKONOS imagery and random forest classifier [J]. Remote Sensing, 2015, 7(7): 9020-9044.
- [6] Ma Lei, Cheng Liang, Han Wenquan, et al. Cultivated land information extraction from high-resolution unmanned aerial vehicle imagery data [J]. Journal of Applied Remote Sensing, 2014, 8: 1-25.
- [7] 梁守真, 陈劲松, 吴炳方, 等. 应用面向对象的决策树模型提取橡胶林信息 [J]. 遥感学报, 2015, 19(3): 485-494.
- [8] Otukey J R, Blaschke T, Woldai T, et al. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2010, 12(1): 27-31.
- [9] Chakraborty A, Sachdeva K, Joshi P K. Mapping long-term land use and land cover change in the central Himalayan region using a tree-based ensemble classification approach [J]. Applied Geography, 2016, 74: 136-150.
- [10] 张安定, 彭笃明, 李德一, 等. 基于 TM 影像的果园空间信息提取技术研究 [J]. 测绘科学, 2007, 32(5): 121-123.
- [11] 于新洋, 张安定, 侯西勇. 胶东半岛果园 TM 影像信息的提取决策树方法 [J]. 测绘科学, 2012, 37(4): 57-60.
- [12] 罗卫, 况润元. 利用环境卫星影像的东江源地区果园信息提取 [J]. 测绘科学, 2014, 39(8): 135-139.
- [13] Diao Chunyuan, Wang Le. Incorporating plant phenological trajectory in exotic saltcedar detection with monthly time series of Landsat imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2016, 182: 60-71.
- [14] Belgiu M, Drăguț L. Random forest in remote sensing: a review of applications and future directions [J]. Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2016, 114: 24-31.
- [15] Tatsumi K, Yamashiki Y, Torres M A C, et al. Crop classification of upland fields using random forest of time-series Landsat 7 ETM+ data [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2015, 115: 171-179.
- [16] 顾海燕, 闫利, 李海涛, 等. 基于随机森林的地理要素面向对象自动解译方法 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2016, 41(2): 228-234.

- [17] 孙永明,叶川,王学雄,等. 赣南脐橙果园水土流失现状调查分析 [J]. 水土保持研究, 2014, 21(2): 67-71.
- [18] Rouse J W. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation [M]. College Station: Texas A M University, 1974.
- [19] Liu Huiqing, Huete A. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1995, 33(2): 457-465.
- [20] Wilson E H, Sader S A. Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery [J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 80(3): 385-396.
- [21] Gao B C. NDWI: a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space [J]. Remote Sensing of Environment, 1996, 58(3): 257-266.
- [22] Henebry G M, Rieck D R. Applying principal components analysis to image time series: effects on scene segmentation and spatial structure [J]. Remote Sensing for a Sustainable Future, 1996, 1(1): 448-450.
- [23] Haralick R M, Shanmugam K, Dinstein I H. Texture features for image classification [J]. IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, 1973, 3(6): 610-621.
- [24] 彭燕, 何国金, 张兆明, 等. 赣南稀土矿开发区生态环境遥感动态监测与评估 [J]. 生态学报, 2016, 36(6): 1676-1685.
- [25] Breiman L. Random forests [J]. Machine Learning, 2001, 45(1): 5-32.
- [26] 马玥, 姜琦刚, 孟治国, 等. 基于随机森林算法的农耕地土地利用分类研究 [J]. 农业机械学报, 2016, 47(1): 297-303.
- [27] Waske B, Sebastian V D L, Oldenburg C, et al. Image RF—A user-oriented implementation for remote sensing image analysis with Random Forests [J]. Environmental Modelling and Software, 2012, 35: 192-193.
- [28] 李自茂, 钟八莲, 孙剑斌. 赣南脐橙产业发展报告 (2013) [M]. 北京: 经济管理出版社, 2014.

## The Detection of Citrus Orchards in Southern Jiangxi Province with Landsat Images Using Random Forest Classifier

XU Hanzeyu<sup>1</sup>, LIU Chong<sup>2</sup>, QI Shuhua<sup>1, 2, 3\*</sup>, ZHAO Guoshuai<sup>4</sup>

(1. School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China; 2. Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China; 3. Jiangxi Provincial Key Laboratory of Poyang Lake Comprehensive Management and Resources Exploitation, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China; 4. Forest Inventory and Planning Institute of Fujian Province, Fuzhou Fujian 350003, China)

**Abstract:** Several Landsat OLI images acquired in spring and autumn are selected to map citrus orchards distribution. Random Forest (RF) classifier is utilized to implement a supervised classification on the dataset including multi-spectral reflectance, vegetation and moisture indices, texture information and topographic features. The results show that classification with spring image is successful with an overall accuracy (OA) of 91.12% and a Kappa statistic of 0.88. And it is superior to that with autumn images. RF is highly suitable for the identification and classification of citrus orchards. And classification with an optimal subset of discrimination features is also acceptable with a high accuracy. The area of citrus orchards is about 1 794.26 km<sup>2</sup> and a certain proportion of citrus orchards is cultivated on steep slopes. The landscape characteristics of citrus orchards in some counties such as Xunwu, Xinfeng and Anyuan became single, continuous and massive.

**Key words:** remote sensing; classifier; random forest; Gannan; citrus orchard

(责任编辑: 曾剑锋)