

HJ-1 星多光谱影像火烧迹地信息提取研究 ——以百色市为例

贾德伟^①, 钟仕全^②

(^① 资源与环境科学学院, 广西师范学院, 南宁 573001; ^② 广西区气象减灾研究所, 南宁 530022)

摘要:为识别火烧迹地等地类,以广西百色市为研究区,采用 HJ-1 星多光谱影像数据近红外波段光谱值、林火发生前后两时相各自 NDVI 值以及 NDVI 变化值,基于先验知识和统计分析构建决策树分类模型,通过与传统最大似然分类提取结果的比较分析,表明基于多特征的决策树模型能够有效地对 HJ-1 星多光谱遥感数据进行火烧迹地等地类提取,在研究区并具有良好的推广性。

关键词: 百色市; 决策树; 火烧迹地; HJ-1 星; NDVI

doi: 10.3969/j.issn.1000-3177.2011.04.017

中图分类号: TP751 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3177(2011)116-0085-05

Study on Information Extraction of Fire Scars Based on Multi-spectral Image of HJ-1 Satellite: A Case Study of Baise City

JIA De-wei^①, ZHONG Shi-quan^②

(^① School of Resources and Environment Sciences, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001;

^② Guangxi Meteorological Disaster Mitigation Institute, Nanning 530022)

Abstract: In order to extract the fire scars information from HJ-1 satellite multispectral image data, with Baise city as the study area, the four features, i.e. the spectral value of near-infrared band, NDVI of bi-temporal HJ-1 image before and after forest fire, and the changed values both of them, were extracted and used for the classification of the fire scars. On the basis of experiments, the decision tree model was designed based on prior knowledge and statistical analysis. A comparison of the classification results with the results of Maximum Likelihood Classifier shows that the decision tree, which uses multiple features, is higher and more effective in forest fire classification from HJ-1 satellite image.

Key words: Baise city; decision tree; fire scars; HJ-1 satellite; NDVI

1 引言

林火作为一种自然灾害,它的发生造成林地减少、生态环境破坏等,为了减少林火的危害程度,快速准确地找到火点位置、过火面积及火情动态情况是亟待解决的问题。传统过火面积监测方法有航空地图勾绘法、航空目测法和地面调查法,这3种方法至今仍为火灾监测业务中常用的方法^[1]。

卫星遥感以其广视域、多波段、多时相和快速的

特点,已成为目前林火监测和信息提取的主要技术。目前,大部分学者主要基于 NOAA/AVHRR 影像^[1~2]、EOS/MODIS 影像^[3~4]和 AATSR 影像^[5],采用牛顿迭代法、查找表法^[6]、遗传算法^[7]等进行林火监测和检测识别研究,但是受空间分辨率限制,以上研究数据在小面积火烧迹地的信息提取不太准确。随着环境与灾害监测预报小卫星星座的(以下简称 HJ-1 星)发射成功,HJ-1 星影像数据已在环境、减灾和生态等领域等到应用^[8~9]。2009 年至

收稿日期:2010-05-26 修订日期:2010-07-19

基金项目:广西科学研究与技术开发计划项目(桂科攻0816006)。

作者简介:贾德伟(1984-),男,硕士生,主要研究遥感图像处理与应用。

E-mail: jiadewei118@163.com

2010年,百色市持续干旱,造成林火频繁发生,本文基于HJ-1星多光谱影像数据,通过把林火区发生前后的NDVI变化值以及HJ-1星的第四波段作为特征值,进行林区火烧基地信息提取,具有理论创新和实践意义。

2 研究区光谱特征分析

2.1 研究区与研究数据

研究区选择广西百色市,地理范围为104°30′~107°55′E,21°51′~25°05′N。地势呈西北高东南低,西部及北部属云贵高原中低山地地形,东部及南部为低山、丘陵地形,属于典型的山区,山区约占总面积的95.4%,丘陵、平原仅占4.6%,如图1所示。

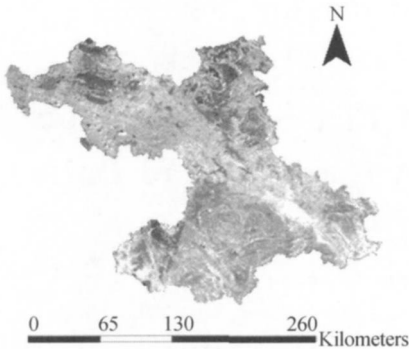


图1 研究区2010年3月HJ-1星影像示意图

根据研究区实际情况及本文研究内容,将研究区地物分为植被、水体、火烧迹地、阴影及其他类5大类。植被包括森林、农作物、城市绿地、园地等绿色植被分布区;水体包括河流、湖泊和人工水库等;火烧迹地为林区火灾过后迹地;阴影为山体阴影;其他类包括裸地和无利用土地,同时城市区和道路等人工建筑物也归为此类。研究数据为HJ-1星CCD多光谱影像,2009年10月5日和6日两景数据作为百色市森林正常生长期影像数据,轨道号分别为:6/88和10/87;2010年3月1日、2日和3日的的数据作为百色市林火过后影像,轨道号分别为:10/87、7/88和10/88;试验辅助数据有2008年配准后的广西区TM影像和百色市行政区域边界矢量图,前者作为HJ-1星多光谱影像几何精校正的基准图像,后者作为感兴趣区裁剪出百色市研究区域。

2.2 数据处理及光谱特征分析

HJ-1星CCD多光谱影像有4个波段,第一波段为0.43μm~0.52μm、第二波段为0.52μm~0.60μm、第三波段为0.63μm~0.69μm、第四波段为0.76μm~

0.90μm,分辨率为30m。CCD多光谱影像原数据值为DN值,基于IDL编写定标处理程序,将DN值转换为表观反射率值,然后对影像数据进行几何精校正,每景误差在1个像元内,选择双线性内插重采样。最后镶嵌影像,并利用百色市矢量图裁减出各时相研究区影像。

本文主要考虑火烧迹地信息,所以以2010年3月林火发生后的HJ-1星CCD多光谱影像为主分类数据,从该影像数据中,分别提取各主要地物感兴趣区,得出主要地物光谱特征信息(图2),图中的反射率拉伸系数为1000。

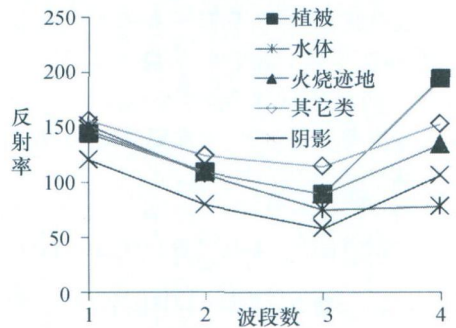


图2 HJ-1星影像中主要地类光谱特征

由于各个地类在HJ-1星影像前3个波段值中均呈现不规则分布(见图2),因此不能完全区分各地类,而各地类在近红外波段(HJ-1星第四波段)的值的差异性较大,且呈现以下趋势:植被>其他类>火烧迹地>阴影>水体。利用此波段值,可以辅助以下决策树分类。于是对该影像选择不同地类样本点,统计各典型地类的HJ-1星第四波段值,如表1。

归一化植被指数NDVI由rouse等1973年提出,它对植被的响应能力较强,是目前使用最广的植被指数之一,公式为:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (1)$$

式中,NIR表示近红外波段像元值,R表示对应像元红波段值^[10]。林火发生前后,着火区NDVI值会发生较大的变化。林火前,着火区植被覆盖度高,NDVI值表现为植被特性,为正值较大值;而林火发生后,由于植被燃烧殆尽,着火区变为裸地或者其他NDVI值接近裸地的其他地类。根据林火发生前后的NDVI值变化,反复试验阈值,完全可以提取研究区火烧迹地信息。按照各地类感兴趣区,分别统计2009年10月和2010年3月研究区各地类NDVI值,并分别计算两时相NDVI变化值,结果见表1。

表1 HJ-1 星影像各地类特征波段值

	HJ-1 星第四波段值			2009 年 10 月 NDVI			2010 年 3 月 NDVI			NDVI 变化值		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
植被	171	212	89.91	0.629	0.788	0.713	0.359	0.527	0.433	0.161	0.362	0.277
火烧迹地	104	158	129.9	0.343	0.793	0.705	0.079	0.254	0.191	0.378	0.622	0.516
水体	77	134	96.53	-0.28	0.541	0.123	0.013	0.217	0.117	-0.45	0.338	0.005
阴影	99	131	112.2	0.509	0.864	0.723	0.215	0.474	0.325	0.213	0.518	0.399
其他类	138	164	150.9	-0.14	0.343	0.069	0.072	0.184	0.120	-0.26	0.264	-0.05

注: Min、Max、Mean 分别表示感兴趣区的波段最小值、最大值和均值。

由表1得出,研究区植被显著特征是2010年3月NDVI值高于其他地类,利用NDVI最小值可以与非植被地类区分,但是会混入阴影,而两地类在HJ-1星第四波段的值差异较大;火烧迹地的特征是两时相的NDVI值变化最大,利用NDVI变化值作为阈值可提取火烧迹地信息,但也会混入阴影,而二者在HJ-1星第四波段的值也有明显差异,利用其值分布在不同范围的特性可区分二者;水体的显著特征是2010年3月的NDVI值小于0.22,并且其HJ-1星第四波段值小于135;阴影和其他类,二者区别在于阴影的NDVI变化值大于0.21,并且阴影HJ-1星第四波段值的最大值小于其他类的最小值,因此二者也可以完全区分。

3 火烧迹地信息提取方法

本文尝试使用基于知识的决策树分类方法,该方法基于遥感影像数据及其他空间数据,通过专家经验总结、数学统计和归纳方法等,获得分类规则并进行遥感分类。它由一系列二叉决策树构成,用于将像元归属到相应类中。其中,每个分叉点代表一个决策判断条件,每个分叉点下有两个子节点,分别代表满足和不满足条件的类别^[1]。该方法具有灵活、直观和运算效率高等特点,分类过程也符合人的认知过程,同时可利用多源数据。基于此,该方法已广泛应用于遥感图像分类和专题信息提取等领域。

3.1 决策树判别规则建立

在决策树提取信息时,按照先易后难、分类后不予考虑的原则,通过分析图2和表1,得出按照植被、火烧迹地、水体、阴影和其他类的先后顺序提取各地类。同时,为了精准提取火烧迹地信息,参照表格特征波段的Min和Max值,在选择有限的各地类训练感兴趣区并反复试验决策树分类结果下,最后得出的各特征波段阈值与表1统计结果会有较小差别。

为了便于描述火烧迹地信息判别规则,若不特殊说明,都按照以下格式简写:2009年10月与2010

年3月NDVI值的变化波段简写为b1;2009年10月NDVI波段简写为b2;2010年3月NDVI波段简写为b3;2010年3月影像数据HJ-1星第四波段简写为b4。根据光谱特征分析结果,得出如图3的研究区火烧迹地信息提取的决策树判别规则流程图,自然语言描述如下:首先把2010年3月影像中背景和研究区区分开来,利用规则 $b_4 = 0$,剔除研究区背景数据;然后利用2010年3月影像的NDVI阈值提取植被,经过反复试验确定为 $b_3 \geq 0.35$,但是会混入阴影,辅助利用 $b_4 \geq 165$ 条件彻底剔除阴影;其次提取火烧迹地,条件为 $b_1 \geq 0.37$,提取结果会混入阴影,于是利用 $b_3 \leq 0.26$,但还是不能完全剔除阴影,最后利用HJ-1星第四波段之值统计结果,反复试验,选择 $120 \leq b_4 \leq 165$;紧接着提取水体,利用 $b_1 \leq 0.34$,但结果会混入阴影和其他类,再利用 $b_3 \leq 0.22$ 来剔除阴影,同时利用 $b_4 \leq 135$ 来剔除其他类,从而提取水体信息;最后剩下阴影和未分类,首先利用 $b_2 \geq 0.50$ 来剔除其他类,但剔除不净,再利用 $b_4 \leq 135$ 来彻底剔除其他类。基于以上理论方法,从而研究区各地类信息均得到提取。

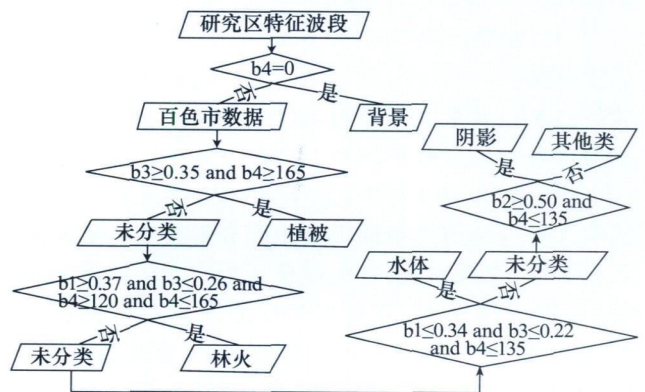


图3 研究区火烧迹地信息提取决策树判别规则

3.2 决策树规则设计与实现

依据上述建立的判别规则,基于各时相NDVI值、两时相NDVI变化值和HJ-1星第四波段建立

决策树, 转化为 ENVI 软件识别的决策树语言为:

```
If b4 eq 0 then 背景
else if b3 ge 0.35 and b4 ge 165 then 植被
else if b1 ge 0.37 and b3 le 0.26 and b4 ge 120
and b4 le 165 then 火烧迹地
else if b1 le 0.34 and b3 le 0.22 and b4 le 135
then 水体
else if b2 ge 0.50 and b4 le 135 then 阴影
else 其他类。
```

最后通过 ENVI 4.7 实现上述建立的决策树模型, 从而提取研究区的 5 种地类, 并进行分类后处理操作, 如合并类、筛选类和类集聚等, 得到基于 NDVI 变化决策树的各地类信息分类图 4。

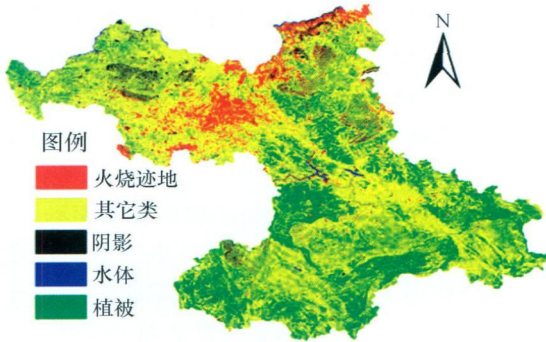


图 4 决策树分类结果

4 分类结果与精度检验

为了验证精度, 首先对上述决策树信息提取用到的数据进行最大似然分类, 最后也对最大似然分类提取的地物进行分类后处理操作, 得到最大似然分类结果图, 如图 5。根据决策树和最大似然分类后的地类比例数, 选择各地类随机像元, 分别为植被 1178 个、火烧迹地 733 个、阴影 865 个、水体 430 个以及其他类 1316 个, 最后利用这些随机像元点对决策树分类以及最大似然分类进行混淆矩阵计算, 分别得出各自精度结果如表 2 和表 3。

由表 2 和表 3 得出, 基于 NDVI 的决策树模型提取火烧迹地信息精度优于相同分类数据的最大似然分类法, 表现在: 前者火烧迹地生产者精度高于后者 15.28 个百分点, 只有少部分误分于水体、阴影和其他类; 错分为火烧迹地的地类依次为其他类、阴影、水体和植被, 有 76 个错分像元, 错分为火烧迹地的像元个数由大到小依次为: 其他类 48 个, 阴影类 17 个, 水体类 11 个; 前者总体精度高于后者 3.4 个百分点, kappa 系数提高了 0.0319。但是, 最大似然分类结果的生产精度在植被、水体和阴影地类中都

高于前者, 分别高于前者分类模型 9.71、0.39 和 4.63 个百分点, 这表明最大似然分类在该研究区的植被、水体和阴影地类的分类提取中有一定优势; 后者分类中, 有 82 个非火烧迹地的像元错分为火烧迹地, 错分像元个数由大到小依次为其他类 47 个、阴影 14 个、植被 12 个和水体 9 个, 很明显覆盖率较低植被部分被分为了火烧迹地, 这样最大似然分类法就产生了比决策树提取方法的精度低的结果。

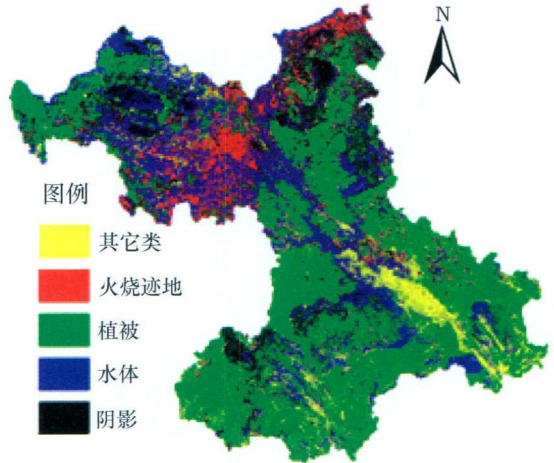


图 5 最大似然分类结果

表 2 决策树分类精度统计

	其他类	植被	火烧迹地	水体	阴影
其他类	1247	185	15	30	68
植被	15	993	0	0	0
火烧迹地	48	0	679	11	17
水体	6	0	20	383	23
阴影	0	0	19	6	757
总体	1316	1178	733	430	865
生产者精度	94.76%	84.3%	92.63%	89.07%	87.51%
总体精度 = (4059/4522) 89.76%, kappa 系数 = 0.8676					

表 3 最大似然分类精度统计

	其他类	植被	水体	火烧迹地	阴影
其他类	1010	23	5	0	34
植被	25	1131	0	0	3
水体	29	11	400	70	17
火烧迹地	47	12	9	567	14
阴影	205	1	16	96	797
总体	1316	1178	430	733	865
生产者精度	76.75%	96.01%	93.02%	77.35%	92.14%
总体精度 = (3905/4522) 86.36%, kappa 系数 = 0.8257					

5 结束语

基于决策树模型的火烧迹地信息遥感提取和分类符合计算机自动分类的趋势。在决策树中能采用多源数据,充分利用各特征波段值的差异性变化提取火烧迹地信息,分类结果中,决策树模型的火烧迹地生产者精度高于最大似然分类 15.28 个百分点,总体精度也提高了 3.4 个百分点。

决策树分类应用较为简单,从树根出发分支追溯到树叶,二叉树是一个逐级排除和层层筛选

各种地物类型的过程,能够快速用于特定地类的提取^[12]。

决策树模型的特征变量及其阈值是通过分析训练样本后决定的。影像预处理质量的好坏,都会对决策树分类结果造成影响。同时,决策树学习过程中无法识别样点数据中的误差(噪声)。所以,决策树分类前,要大量且全面地选择各地类样本,反复试验分类来确定分类阈值,显然有点麻烦。下一步工作重点将是在保证其他分类精度高的情况下寻找更好的火烧迹地信息提取方法。

参考文献

- [1] 易浩若,纪平.森林过火面积的感测算方法[J].遥感技术与应用,1998,2(13):10-14.
- [2] Flasse S P, Ceceato P. A contextual algorithm for AVHRR fire detection[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(2): 41-42.
- [3] Giglio L. An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS [J]. Remote Sensing of Environment, 2003(87): 273-282.
- [4] 许东蓓,梁芸,蒲肃,等. EOS/MODIS 遥感监测在甘肃迭部重大森林火灾中的应用[J]. 林业科学, 2007, 2(43): 124-126.
- [5] 覃先林,张子辉,李增元,等. 基于 AATSR 数据的东北林火识别方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2007, 4(22): 479-484.
- [6] 刘诚,李亚军,赵长海,等. 气象卫星亚像元火点面积和亮温估算方法[J]. 应用气象学报, 2004, 15(3): 274-280.
- [7] 张顺谦,郭海燕,卿清涛. 利用遥感监测亚像元分解遗传算法估算森林火灾面积[J]. 中国农业气象, 2007, 28(2): 198-200.
- [8] 卢雁,王丽霞. HJ-1 多光谱数据在辽东湾生态环境遥感评价研究中的应用[J]. 环境保护与循环经济, 2009, 10(29): 45-47.
- [9] 李传荣,贾媛媛,胡坚,等. HJ-1 光学卫星遥感应用前景分析[J]. 国土资源遥感, 2008(3): 1-3.
- [10] 朱满,胡光宇,于之峰. 基于融合 NDVI 和 EVI 时间序列的遥感影像分类研究[J]. 遥感信息, 2009(5): 44-46.
- [11] 苏红军,杜培军,盛业华. 高光谱遥感数据光谱特征提取算法与分类研究[J]. 计算机应用研究, 2008, 2(25): 390-394.
- [12] Mahesh Pal, Paul M Mather. An assessment of the effectiveness of decision tree methods for land cover classification [J]. Remote Sensing of Environment, 2003(86): 554-565.

(上接第 84 页)

±3.1mm, 总体误差较小,但个别点点位误差较大; X 方向的中误差最小,为 ±1.4mm; Y 方向的中误差最大,为 ±2.1mm; 点 11 的点位中误差最大,为 ±5.0mm, 因为该点处在像片的边缘处; 离像主点愈远即径向距离愈大的点,点位中误差愈大。20 个标识点的 3 个方向误差值及整体误差分布正常,因此该相机检校方法能满足常规量测精度要求。

若像片像素分辨率能提高到千万像素以上,标识点材料由纸质改为高反射定向材料,三维控制场移到光照环境更稳定的室内,控制点坐标精度进一

步提高,则待测的点位误差可以更小,能达到 1mm 以下的精度。

6 结束语

结合 PhotoModeler Scanner, 确定野外检校趋于稳定的像片数量和控制标识点数量,便可快速实施相机的野外检校。实验表明,像片数量 5 张以上、标识点数量大于 25 个时,相机的野外检校趋于稳定。通过对尼康 D70S 相机的检校成果分析,说明该检校方法稳定可靠,精度较高,可应用于日常的近景摄影测量工作。

参考文献

- [1] 冯文灏. 近景摄影测量—物体外形与运动状态的摄影法标定[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002.
- [2] 程效军,胡敏捷. 数字相机畸变差的检测[J]. 测绘学报, 2002, 31(增刊).
- [3] 冯文灏. 关于近景摄影机检校的几个问题[J]. 测绘通报, 2000(10).
- [4] 崔红霞,孙杰,林宗坚. 非量测数码相机的畸变差检测研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(1).
- [5] 冯文灏,商浩亮,侯文广. 影像的数字畸变模型[J]. 武汉大学学报信息科学版, 2006, 31(2).
- [6] 王冬,冯文灏,卢秀山. 基于多片空间后方交会的 CCD 相机检校[J]. 测绘科学, 2006(4): 20.