

应用 OB-HMAD 算法与光谱特性的遥感图像动态变化检测

刘 琤

(武夷山市自然资源局,福建 南平 354300)

[摘 要]在对图像动态变化情况进行检测的过程中,对原始图像的分割精度较低,导致检测结果存在较大误差。为此,应用 OB-HMAD 算法与光谱特性,进行自然资源遥感图像动态变化检测。在计算了影像各波段的光谱异质性和形状异质性特征值参量后,结合各波段对应的权重系数,考虑自然资源遥感图像的光谱异质性和形状紧凑度、形状平滑度,利用 OB-HMAD 算法对自然资源遥感图像进行多尺度分割处理。在图像动态变化检测阶段,根据自然资源遥感图像变化与光谱特征参数之间的关系,计算了各分割图像的曲率参数,通过计算曲率参数之差完成对目标图像参数动态变化的计算。实验结果表明,该方法应用下,图像 NDVI、RVI 和 SAVI 变化量的检测结果与实际值的误差分别仅为 0.000 9,0.005 7 和 0.004 8。以上数据证明该方法完成了遥感图像动态变化检测,且检测效果较佳。

[关键词]OB-HMAD 算法;光谱特性;自然资源遥感图像;动态变化;光谱异质性;形状异质性

[中图分类号]TP7 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2023)02-173-04

1 引言

自然资源指的是存在于自然环境中,被人们认为有经济、社会和环境用途的各种物质和能量。通常包括土地、水、空气、能源、矿产、森林、动植物等自然要素和资源。这些资源是人们生产、生活和发展不可或缺的物质基础,对于社会、经济、环境的可持续发展有着重要的作用。对自然资源进行合理分类是研究自然资源动态变化的重要基础。一般情况下,在划分资源时,不仅要考虑划分结果的准确性,还要确保划分依据的合理性。在此基础上,进一步保证自然资源动态变化分析监测结果的可靠性。在光谱特性的支撑下,自然资源数据信息可以更加完整、准确地以遥感图像的形式展现(陈晓江,2022,沈昕颖等,2022,韦嫦等,2022),同时,图像处理技术也为检测自然资源的动态变化提供了可靠基础(张伟冰等,2022)。OB-HMAD(object based - hybrid MAD)算法是在 MAD 算法(multivariate

alternative detection,多变量变化检测算法)基础上的一种演变,作为一种半自动阈值选取算法(袁盼丽等,2021),其可以从多通道实现对影像的进一步分析。将该算法应用到遥感图像的分析研究之中,具有良好的实际应用价值(贾伟等,2021)。

为此,本文应用了一种应用 OB-HMAD 算法与光谱特性的遥感图像动态变化检测,并通过对比测试的方式分析验证了设计检测方法的实际应用效果。借助本文的设计与研究,也希望能够为相关自然资源发展情况的准确分析,以及相关资源管理方案的制定,管理措施的实施提供有价值的帮助。

2 遥感图像动态变化检测方法

2.1 OB-HMAD 算法

为了实现对自然资源遥感图像动态变化的高精度全面检测,需要结合面向对象影像分析理论对自然资源遥感图像进行合理分割(王晓强,

2021),但是需要注意的是,影像分割技术是影像对象构建的主要依靠。针对此,本文采用 OB-HMAD 算法对自然资源遥感图像进行多尺度分割处理(吕永磊等,2021)。

2.2 图像分割处理

在具体的分割过程中,本文首先以图像的波段为基础单元,计算了各波段对应的光谱异质性特征参量以及形状异质性特征参量,结合各波段对应的权重系数,综合计算图像所有波段的加权值。在对加权值进行重复迭代计算的过程中,会存在某一参数值,使得图像的光谱和形状综合加权值高于指定阈值参数(崔名赫等,2021),此时即为自然资源遥感图像多尺度分割的最终结果。在计算过程中,对于任意图像波段 i 而言,以光谱异质性和形状异质性为基础的图像异质性特征计算方式可以表示为:

$$f_i = w_i h_c + (1 + w_i) h_s \tag{1}$$

$$h_s = w_m h_m + (1 + w_m) h_a \tag{2}$$

其中, f_i 表示自然资源遥感图像的异质性特征参量 (SHENBAGARAJ, et al, 2021; YING LI, et al, 2021, GAZI, MD. , et al, 2021), h_s 表示自然资源遥感图像的形状异质性 (HOU, XUAN, et al, 2021; GELLA, GETACHEW WORKINEH, et al, 2021; YANG LIJUN, et al, 2021), w_i 表示波段 i 的光谱异质性的权重系数, h_c 表示自然资源遥感图像的光谱异质性, w_m 表示波段 i 的形状异质性的权重系数, h_m 表示形状紧凑度, h_a 表示形状平滑度。

通过这样的方式,借助 OB-HMAD 算法实现对自然资源遥感图像的分割处理,为后续的图像动态变化信息提取提供可靠的基础和保障。

2.3 分析

在上述基础上,完成对自然资源遥感图像的分割处理后,本文借助光谱特性对图像的动态变化进行检测。一般情况下,受遥感图像属性特征的影响,难以直接对图像中的具体信息进行提取,针对此,本文利用遥感图像的曲率数据的变化情况,对其进行进一步分析。在对原始的自然资源遥感图像进行 OB-HMAD 处理后,图像原始的多时相影像特征将被变换差异影像特征,并表现出明显的信息集中性变化趋势。以此为基础,本文根据影像层中自然资源遥感图像在光谱特征上表

现出的正态分布属性,对图像中的数据进行提取。

一般情况下,自然资源遥感图像变化可能性越低的区域对应的光谱特征参数越接近中间峰值,相反地,自然资源遥感图像变化可能性越高的区域对应光谱特征参数越远离峰值两端。结合这一特点,合理的阈值分割成为了准确获取自然资源遥感图像动态变化的关键。本文采用光谱特性中具有较强适应能力的直方图曲率分析方法,对阈值函数 $f(i)$ 进行设置。在具体的计算过程中,本文充分结合了微积分理论,考虑了曲率与曲线发生跨越式突变可能性大小之间的关系,首先计算了分割图像的曲率参数 k ,具体的计算方式可以表达为:

$$k = \frac{f(i+2) + f(i) - 2f(i+1)}{(1 + (f(i+1) - f(i)))} \tag{3}$$

借助式(3),实现对分割图像曲率参数的计算。当同类分割图像的曲率增大时,则表示其对应的峰值也增大;当同类分割图像的曲率减小时,则表示其对应的峰值也减小。对应自然资源遥感图像参数的动态变化程度即为对分割图像曲率参数的变化幅度。

通过这样的方式,实现对自然资源遥感图像动态变化情况的准确检测。

3 测试与分析

3.1 测试区概况

本文以某省临汾市的县级自然资源分布区为基础。对测试区域所处位置进行分析,其位于主干山脉的西南方向,对应区域的土地总面积为 11 500 km²。对测试区域的经纬度坐标信息进行统计,为北纬 36°12'38"~36°39'39",东经 111°22'61"~113°15'92"。

在对本文设计的应用 OB-HMAD 算法与光谱特性的遥感图像动态变化检测实际应用效果进行测试阶段,为了保障测试结果的可靠性,分别设置了不同的检测方法作为测试的对照组。其中,对照组采用的检测方法分别为应用倾斜摄影技术的检测方法,以及应用深度学习的检测方法。在此基础上,对于测试数据的准备。

在此基础上,对测试区域的基础气候信息进行统计,得到的数据结果如表 1 所示。

表 1 测试区域基础信息统计表

Table 1 Basic Information Statistics of the testing areas

编号	参数	信息
1	林区类型	暖温带落叶阔叶林
2	气候类型	半干旱大陆性季风气候
3	地势	东高西低
4	平均海拔	1 376 m
5	降水时间	主要集中在夏末初秋
6	年平均降水量	583.1 mm
7	年平均气温	10℃~12.0℃
8	最高气温	40℃
9	最低气温	-25.6℃
10	无霜期	170~175 d
11	霜冻时间	24~28 d
12	平均风速	2.6 m/s
13	年日照时长	2 600 h
14	年太阳辐射量	1 300 kcal/cm ²

结合表 1 中的数据信息可以看出,测试区域的基础气候环境条件完全可以满足林木生长。对测试区域境内的地貌分布情况进行分析,以某村为界线,主要可以分为 2 个主要的地貌类型,分别为自然植被稀少、水土流失相对严重的西部区域,其呈现出了较为明显的黄土侵蚀地貌特征;另一类为水源源头对应的东部区域,其呈现出自然植被生长茂盛,落叶灌丛和温带性草原灌丛密生的特征。在此基础上,以 12 个月为周期,时相为一月一次,采集测试区域的遥感影像数据信息,得到的结果如图 1 所示。

在图 1 中,1(a)和 1(b)分别表示时间差为 12 个月的测试区域的遥感影像数据信息,将其作为测试数据,分别采用三种方法对图像的变化情况进行分析。

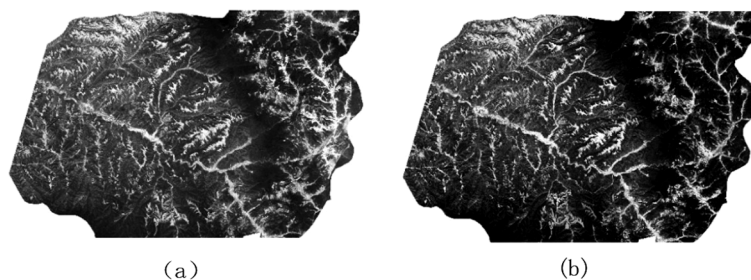


图 1 测试区域遥感影像数据信息

Fig. 1 Remote sensing image data information of the testing area

在对不同方法的检测结果进行分析的过程中,本文共设置了 3 个评价指标,其中,NDVI(Normalized Vegetation Index,归一化植被指数)表示测试区域的植被覆盖情况,RVI(Ratio Vegetation Index,比值植被指数)表示测试区域植被的覆盖比例,SAVI(Soil-Adjusted Vegetation Index,土壤调整植被指数)表示测试区域土壤的分类情况。作为评价指标,分别对三种方法的检测结果进行分析,具体统计得到的测试结果如表 2、表 3 所示。

3.2 本方法检测结果

表 2 不同方法检测结果对比表

Table 2 Comparison of test results by different methods

	评价指标	实际值	本文设计方法
(a)	NDVI	0.425 1	0.431 2
	RVI	-0.156 9	-0.149 6
	SAVI	0.569 3	0.562 2
(b)	NDVI	0.462 6	0.469 6
	RVI	-0.096 1	-0.094 5
	SAVI	0.630 3	0.628 0

3.3 其它方法检测结果

表 3 不同方法检测结果对比表

Table 3 Comparison of test results by different methods

	评价指标	实际值	应用倾斜摄影技术的检测方法	应用深度学习的检测方法
(a)	NDVI	0.425 1	0.462 9	0.412 2
	RVI	-0.156 9	-0.202 7	-0.163 9
	SAVI	0.569 3	0.502 4	0.547 8
(b)	NDVI	0.462 6	0.501 2	0.451 0
	RVI	-0.096 1	-0.026 9	-0.121 5
	SAVI	0.630 3	0.613 0	0.623 0

3.4 结果分析

结合表 2、表 3 中的数据信息可以看出,在三种测试方法中,对于自然资源遥感图像参数信息变化情况的检测结果存在较为明显的差异。应用倾斜摄影技术的检测方法对于图像 NDVI 变化情

况的检测结果较为准确,实际变化量为 0.037 5,应用倾斜摄影技术的检测方法检测结果的变化量为 0.038 3,但是对 RVI 和 SAVI 变化情况的检测结果存在较大偏差,二者的设计变化量分别为 0.060 8 和 0.061,应用倾斜摄影技术的检测方法的检测结果的变化量分别为 0.175 8 和 0.110 6。在应用深度学习的检测方法的检测结果中,对于 NDVI 和 RVI 变化量的检测结果与实际变化情况的一致性较高,但是对于 SAVI 变化情况的检测结果存在较大误差,具体结果为 0.075 2,对应的差值达到了 0.014 2。

相比之下,在本文设计方法的测试结果中,对于 NDVI、RVI 和 SAVI 变化量的检测结果均与实际变化量具有较高的一致性,具体的检测结果分别为 0.038 4,0.055 1 和 0.065 8,与实际结果的偏差分别为 0.000 9,0.005 7 和 0.004 8。综合上述的测试结果和分析可以得出结论,本文设计的应用 OB-HMAD 算法与光谱特性的遥感图像动态变化检测方法可以实现对图像变化情况的准确获取,具有良好的检测效果。

4 结束语

由于原始图像的分割精度较低,遥感图像动态变化程度检测结果与实际情况误差较大的,为了最大限度了解自然资源的发展情况,结合实际需求采取科学有效的管控措施,本文应用 OB-HMAD 算法与光谱特性,进行自然资源遥感图像动态变化检测方法研究,结合自然资源遥感图像的属性特征,利用 OB-HMAD 算法对图像进行细化分析,准确计算得到图像的动态变化情况。通过本文的研究与设计,为自然资源发展趋势的预测和判断提供了扎实的数据依据,在实际的应用过程中也表现出了良好的作用和价值。

[参考文献]

陈晓江,王成宏. 2022. 基于无人机航测的区域土地覆盖动态变化特征提取方法[J]. 经纬天地, (05):32-34.
 崔名赫,潘军,蒋立军,等. 2021. 水体动态变化信息遥感监测方法

研究:以秦皇岛桃林口水库为例[J]. 世界地质,40(02):445-452.
 贾伟,王静爱,史培军,等. 2021. 青藏高原冰雪消融区岩漠动态变化遥感监测研究现状与展望[J]. 地球信息科学学报,23(10):1715-1727.
 吕永磊,普布顿珠,旦增,等. 2021. 基于主被动协同遥感的西藏林芝市林地动态变化检测[J]. 林业科技通讯, (05):27-31.
 沈昕颖,杨红,王春峰,等. 2022. 基于遥感图像的 1990—2020 年盐城海岸带湿地景观时空动态变化[J]. 上海海洋大学学报,31(04):972-983.
 王晓强. 2021. 基于高分辨率遥感影像的厦门市森林资源动态监测与管理方法研究[J]. 测绘与空间地理信息,44(12):94-97.
 韦婧,付波霖,覃娇玲,等. 2022. 基于多时相 Sentinel-1A 的沼泽湿地水面时空动态变化监测[J]. 自然资源遥感,34(02):251-260.
 袁盼丽,汪传建,赵庆展,等. 2021. 基于深度学习的寒旱区多时序影像土地利用及变化监测——以新疆莫索湾垦区为例[J]. 干旱区地理,44(06):1717-1728.
 张伟冰,庞宇,陆汝成. 2022. 基于倾斜摄影技术的煤矿地区土地利用动态变化预测系统[J]. 能源与环保,44(05):56-61+67.
 HOU XUAN, BAI YUNPENG, LI, YING, et al. 2021. High-resolution triplet network with dynamic multiscale feature for change detection on satellite images[J]. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing,177(Jul.):103-115.
 SHENBAGARAJ, N., SENTHIL KUMAR, K., RASHEED, A. MOHAMED, et al. 2021. Mapping and Electronic Publishing of Shoreline Changes using UAV Remote Sensing and GIS [J]. Journal of the Indian Society of Remote Sensing,49(8):1769-1777.
 GAZI, MD. YOUSUF, RAHMAN, MD. ZILLUR, UDDIN, MD. MAHIN, et al. 2021. Spatio-temporal dynamic land cover changes and their impacts on the urban thermal environment in the Chittagong metropolitan area, Bangladesh [J]. GeoJournal,86(5):2119-2134.
 GELLA, GETACHEW WORKINEH, BIJKER, WIETSKE, BELGIU, MARIANA. 2021. Mapping crop types in complex farming areas using SAR imagery with dynamic time warping [J]. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing,175(May):171-183.
 YANG LJUN, XIAO YAO, JIE JIANG, et al., 2021. Remote Sensing Method for Extracting Topographic Information on Tidal Flats Using Spatial Distribution Features [J]. Marine geodesy44(5):408-431.
 YING LI, GUOLONG SHI. 2021. Monitoring and Mathematical Model Analysis of Dynamic Changes in Land Resources Based on SAR Sensor Image [J]. 2021 (Pt. 6):1661825-1-1661825-12.

(下转第 172 页)

on historical images, using mining rights, mining products smelting land and other data. According to the texture, tone and other features of the image and related data from multiple directions, remote sensing interpretation markers covering mining area (stopes, transit sites, solid waste, mine construction), rehabilitation and percolating fluid have been established. Information on land occupation and destruction caused by mining and smelting of mineral products was extracted and studied. It provides corresponding technical support for the research and work of remote sensing monitoring of mines, supervision of mining products smelting enterprises, soil pollution investigation and residual solid waste investigation and treatment.

[**Key Words**] Historical image; Xingren area; Mining and smelting of mineral products; Land occupation and destruction; Extraction study

(上接第 176 页)

Dynamic Change Detection of Remote Sensing Images by Using OB-HMAD Algorithm and Spectral Characteristics

LIU Cheng

(Wuyishan City Bureau of Natural Resources, Nanping 354300, Fujian, China)

[**Abstract**] In the process of detecting dynamic changes in images, the low segmentation accuracy of the original image, there are significant errors in the detection results. Therefore, the OB-HMAD algorithm and spectral characteristics are applied to detect dynamic changes in natural resource remote sensing images. After calculating the spectral heterogeneity and shape heterogeneity feature parameters of each band of the image, combined with the corresponding weight coefficients of each band, considering the spectral heterogeneity, shape compactness, and shape smoothness of natural resource remote sensing images, the OB-HMAD algorithm is used for multi-scale segmentation of natural resource remote sensing images. In the stage of image dynamic change detection, the curvature parameters of each segmented image are calculated based on the relationship between the changes in natural resource remote sensing images and spectral feature parameters. The calculation of the dynamic changes in the target image parameters is completed by calculating the difference between the curvature parameters. The experimental results show that under the application of this method, the errors between the detection results of NDVI, RVI, and SAVI changes in images and the actual values are only 0.0009, 0.0057 and 0.0048 respectively. The above data proved that it completed the detection of dynamic changes in remote sensing images and achieved good detection results.

[**Key Words**] OB-HMAD algorithm; Spectral characteristic; Remote sensing images of natural resources; Dynamic change; Spectral heterogeneity; Shape heterogeneity