

基于 Landsat 影像的湖泊水面动态变化监测

高 凯, 冯国海, 赵攀停

(商丘工学院, 河南 商丘 476600)

摘 要 湖泊是生态系统监测不可或缺的部分, 本文以鄱阳湖为研究对象, 基于 2005 年和 2018 年两期的 Landsat 遥感影像, 对鄱阳湖的遥感影像经过监督分类后, 选择最小距离法、神经网络法、最大似然法与支持向量机四种不同分类器执行监督, 并对水体提取结果进行精度分析。同时利用转移矩阵说明 2005 年到 2018 年鄱阳湖水体面积变化。结果表明: (1) 总体精度与 Kappa 系数的提升是同步的, 二者增长趋势与程度较为近似; 其中支持向量机的方法精度最高, 更加适合对城市遥感影像的分类工作, 但是运算时间会过长。(2) 从 2005 年到 2018 年, 水域有所增加, 居民地面积和裸地数据也发生了显著增长, 而植被区域面积明显减少。

关键词 鄱阳湖; 监督分类; 支持向量机

中图分类号: X87

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0007-03

由于气候变化对湖泊的影响十分明显, 湖泊的水质等变化常常能客观真实地反映其所在流域的气候变化和人类活动特点, 是了解全球气候的变化信息的重要表现个体^[1]。鄱阳湖位于江西省境内北部, 面积约占有长江流域面积的 9%^[2]。流域约占江西省面积的百分之九十以上, 是我国最大的淡水湖, 对鄱阳湖的水面动态监测具有十分重要的意义。遥感技术近些年得到了快速的发展, 由于其范围广、重访周期短等特点, 与传统的地表监测方式相比有着明显的优势^[3], 故被广泛应用于土地利用变化监测上。考虑到鄱阳湖流域面积较大, 将遥感技术应用于鄱阳湖水体面积的监测将会为鄱阳湖的湖泊水体的动态变化监测提供极大的便利。Moller^[4]、Frazier^[5]等人提出设定 TM 波段阈值来提取水体, 但是容易忽略水体过渡的区域, 无法获取水体的细节。McFeeters^[6]提出的归一化差异水指数 (NDWI) 是基于将卫星数据的近红外波段和绿波段进行归一化比值来对水体信息进行提取的, 这种方法有效地抑制了植被的信息。徐涵秋^[7]通过修改该式的波长组合, 发展出了改进的归一化差异水体指数 (MNDWI), 该方法有效地消除了建筑物的干扰。学者丁凤^[8]又提出了新型水体指数 (NWI), 通过实验验证, 对不同类型的水体提取可以具有较高的精度。在水体监测相关上, 学者 Tulbure^[9]和学者 Carroll^[10]利用 Landsat 的 30 米分辨率影像分别对澳洲南部流域水面积和北美地表水做了监测变化。学者 Hui^[11]等基于多时相的 Landsat 影像

对鄱阳湖的水面时空变化进行了建模分析, 学者孙静雯^[12]等以 Landsat 9 遥感影像为数据源, 采用阈值法、分类器法和缨帽变换法提取鄱阳湖水体信息, 并采用人机交互的方式分析出了不同水体提取方法的优势及不足。

本文选取鄱阳湖 2005 年、2018 年两期 Landsat 影像, 获取时间为每年的 6~8 月, 因为此时处于夏季, 鄱阳湖水位明显, 易于提取, 且获取影像的研究区无云覆盖。利用 ENVI 软件对两期影像进行影像处理并进行分析, 以期了解鄱阳湖水面动态变化监测。

1 研究内容

1.1 遥感图像选择与预处理

Landsat8 卫星于 2013 年 2 月发射, 搭载了 OLI 和 TIRS 两个传感器, OLI 有 9 个光谱波段, 包括 1 个全色波段和 8 个多光谱波段。鄱阳湖所处的位置属于多云多雨地区, 选取云量较小的影像将有助于后期的图像处理, 同时可以选择不同年份相近日期的影像, 还可以提高对比性。在获取遥感图像后, 第一步是对遥感图像的预处理, 遥感图像处理技术本质上可以理解为是基于像素级别的光谱、纹理和上下文环境等特征设计的处理算法。虽然在数据处理的过程中针对不同的区域及数据类型有着不一样的要求, 但是目前的算法已经相当成熟。本文的遥感数据的预处理主要是在 ENVI5.3 这个遥感图像处理平台上完成的。

★基金项目: 基于无人机的豫东黄泛区商丘古城防洪减灾虚拟仿真系统研究, 商丘工学院校级教改项目(2021JGXM05)。

表1 土地利用分类体系表

编号	名称	含义
1	水体	包括陆地范围自然的水域和水利设施用地
2	居民地	指分布的居民点
3	裸地	包括还未利用的土地和难利用的土地
4	植被	指生长灌木、乔木、竹类植被等用地

1.2 鄱阳湖水域面积提取

在 ENVI 的遥感图像处理中, 地物识别与提取最常用的方法是监督分类与非监督分类, 其中监督分类则是需要先根据自己已有的经验知识对研究区的遥感影像进行目视解译和样本训练, 然后选择合适的分类器进行后续自动分类, 这些都是基于概率统计理论的基础上的。如表 1 所示是本文选取的类别主要分水体、居民地、裸地、水体四类。目前基于传统统计分析学的监督分类后续处理在 ENVI5.3 内嵌的常见的包括最小距离、马氏距离、最大似然、神经网络、支持向量机等。



图1 NDWI 水体提取

而归一化水体指数在水体信息、水域面积的提取中是最为常见的一种方法。本文对研究区地图经 NDWI 计算后, 新建感兴趣区调整合适的阈值实现水陆分离。具体步骤为首先将阈值设置为 0, 提取像元值为 $-1 \sim 0$ 范围内的像元, 这种方法可以有效提取面积较大的湖区和流域面积较大的水体。但对于水体与陆地交接处, 尤其是泥沙含量较多的水体、面积较小的坑洼和那些细小的河道的水体提取效果不好。但经过实验, 选择

阈值为 0.15 时, 可以最为准确地将水体和非水体区分开, 提取水体的效果最佳^[13]。如图 1 所示是本文对鄱阳湖水体提取的结果。

1.3 水域提取结果与提取方法

总体分类精度的计算方式是等于被正确分类的像元总和除以总像元数, Kappa 系数则是通过把所有真实参考的像元总数 (N) 乘以混淆矩阵对角线 (XKK) 的和, 再减去某一类中真实参考像元数与该类中被分类像元总数之积之后, 再除以像元总数的平方减去某一类中真实参考像元总数与该类中被分类像元总数之积对所有类别求和的结果。

本文对鄱阳湖的 2018 年遥感影像经过监督分类后, 选择最大似然法、神经网络法、最小距离法、支持向量机四种不同分类器执行监督并对结果进行精度分析, 得表 2。

通过表 2 可知, 最小距离法、神经网络法、最大似然法与支持向量机所得遥感影像分类结果的总体精度分别为 62.24%、69.24%、95.20% 与 95.55%, Kappa 系数则分别为 0.3466、0.9054、0.9039 与 0.9081。由整体观之, 总体精度与 Kappa 系数的提升是同步的, 二者增长趋势与程度较为近似。四种方法中, 最小距离法所得结果精度最低, 支持向量机方法所得结果精度最高。其中, 最小距离法精度明显低于其余三者, 其总体精度仅为 62.24%, Kappa 系数仅 0.3466, 而其它方法总体精度均可达 90% 以上, Kappa 系数也均可达 0.90 以上。支持向量机方法精度水平非常高, 总体精度甚至可达 95% 以上, Kappa 系数也可达 0.9 以上, 说明这一方法较之其他更加适合对城市遥感影像的分类工作。

由四种方法的参数设定与操作时长来看, 最小距离法与最大似然法在方法执行的简单程度与效率方面, 较之支持向量机方法更具有优势; 支持向量机方法需要调整的参数整体较多, 且分类时长显著大于前两种方法。当然这也是四种分类方法在数学运算的复杂程

表 2 不同遥感影像分类方法所得结果精度分析

精度衡量指标	最小距离法	神经网络法	最大似然法	支持向量机
总体精度	62.24%	69.24%	95.20%	95.55%
Kappa 系数	0.3466	0.9054	0.9039	0.9081

表 3 2005 年与 2018 年鄱阳湖地物面积像素统计

编号	名称	2005 年 (像素统计)	2018 年 (像素统计)
1	水体	2496833	6041259
2	居民地	2609364	4485051
3	裸地	7055545	7633804
4	植被	12742647	3029247

度方面具有显著差异导致的。

根据前面文结果,本文采用支持向量机的监督分类并进行水体提取,并进行面积统计。得到 2005 年到 2018 年土地利用变化量如表 3。

根据表 3 可知:从 2005 年到 2018 年,所选鄱阳湖及周边的水域面积大小时空变化呈现上升趋势,从 2005 年到 2018 年水域有所增加,居民地面积和裸地数据也发生了显著增长,而植被区域明显减少。

2 结语

遥感动态变化监测是指在不同时间或不同条件下获取的同一地区的遥感图像中,识别和量化地物类型的变化、空间分布状况和变化量,以定性与定量的形式来描述研究区域变化前后的地物类型及其变化趋势。本文以鄱阳湖为研究对象,选择 2005 和 2018 年 landsat8 遥感影像进行研究。结果表明,利用监督分类并选取支持向量机的方法可以有效提取鄱阳湖水体面积,并且从 2005 年到 2018 年相应月份鄱阳湖的水体面积有所增加。居民地面积和裸地数据也发生了显著增长,而植被区域的面积明显减少。

参考文献:

[1] 马荣华,杨桂山,段洪涛,等.中国湖泊的数量、面积与空间分布[J].中国科学:地球科学,2011,41(03):394-401.
 [2] 周志鹏.鄱阳湖湿地生态服务功能价值评估[D].南昌:江西财经大学,2018.
 [3] 吴阳,吴雯雯,田洪春,等.基于遥感技术的湖泊水域面积监测——以杞麓湖为例[J].低碳世界,2019,09(08):97-98.

[4] B.L.M.Jensen.Knowledge-based classification of an urban area using texture and context information in Landsat-TM imagery[J].Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,1990(56):475-479.
 [5] P.S.Frazier,K.J.Page.Water body detection and delineation with Landsat TM data [J].Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,2000,66(12):1461-1468.
 [6] S.K.McFeeters.The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features[J].International Journal of Remote Sensing,1996,17(07):1425-1432.
 [7] 徐涵秋.利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J].遥感学报,2005,09(05):589-595.
 [8] 丁凤.基于新型水体指数(NWI)进行水体信息提取的实验研究[J].测绘科学,2009,34(04):155-157.
 [9] M.G.Tulbure,M.Broich,S.V.Stehman,et al.Surface water extent dynamics from three decades of seasonally continuous Landsat time series at subcontinental scale in a semi-arid region[J].Remote Sensing of ENVironment,2016(178):142-157.
 [10] M.Carroll,M.Wooten,C.DiMiceli,et al.Quantifying Surface Water Dynamics at 30 Meter Spatial Resolution in the North American HighNorthern Latitudes 1991-2011[J].Remote Sensing,2016(08):622-635.
 [11] F.M.Hui,B.Xu,H.Huang,et al.Modeling spatial-temporal change of Poyang Lake using multi-temporal Landsat imagery[J].International Journal of Remote Sensing,2008,29(20):5767-5784.
 [12] 孙静雯,方捷,李小红,等.基于 Landsat 9 影像的水体提取方法研究[C]//江苏省测绘地理信息学会.江苏省测绘地理信息学会 2022 年学术年会论文集,2022.
 [13] 彭彦霖,吴风华.鄱阳湖流域植被覆盖与水域面积遥感监测方法研究[J].华北理工大学学报(自然科学版),2022,44(02):35-44.