

2019~2023湛江英罗湾红树林的分布变化

何文昌¹, 刘大召^{1,2*}

¹广东海洋大学电子与信息工程学院, 广东 湛江

²广东省海洋遥感与信息技术工程技术中心, 广东 湛江

收稿日期: 2024年6月12日; 录用日期: 2024年8月15日; 发布日期: 2024年8月27日

摘要

本研究旨在利用2019年至2023年间多时段的Landsat-8卫星遥感数据, 分析英罗湾红树林面积的变化趋势。研究结果表明, 2019年、2021年和2023年红树林的面积分别为781.56 ha、810.27 ha和845.37 ha。在这四年间, 英罗湾的红树林面积呈现显著增长趋势, 总面积增加了63.81 ha, 增长率达到8.16%, 年增长率为1.98%。这一发现不仅揭示了红树林生态系统的动态变化, 而且为制定有效的生态保护和恢复策略提供了科学依据。

关键词

英罗湾, 随机森林分类, 红树林面积变化, Landsat-8卫星

The Distribution Changes of Mangrove Forests in Yingluo Bay, Zhanjiang from 2019 to 2023

Wenchang He¹, Dazhao Liu^{1,2*}

¹College of Electronics and Information Engineering, Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong

²Guangdong Marine Remote Sensing and Information Technology Engineering Technology Center, Zhanjiang Guangdong

Received: Jun. 12th, 2024; accepted: Aug. 15th, 2024; published: Aug. 27th, 2024

Abstract

This study aims to analyze the changing trends in the mangrove area of Yingluo Bay by utilizing

*通讯作者。

文章引用: 何文昌, 刘大召. 2019~2023 湛江英罗湾红树林的分布变化[J]. 海洋科学前沿, 2024, 11(3): 111-116.

DOI: 10.12677/ams.2024.113011

multi-temporal Landsat-8 satellite remote sensing data from 2019 to 2023. The results show that the mangrove area in 2019, 2021, and 2023 was 781.56 ha, 810.27 ha, and 845.37 ha, respectively. Over these four years, the mangrove area in Yingluo Bay exhibited a significant growth trend, with a total increase of 63.81 ha, representing a growth rate of 8.16% and an annual growth rate of 1.98%. This finding not only reveals the dynamic changes in mangrove ecosystems but also provides scientific evidence for the development of effective ecological protection and restoration strategies.

Keywords

Yingluo Bay, Random Forest Classification, Mangrove Area Change, Landsat-8 Satellite

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

20 世纪 50 年代我国建立第一个国家自然保护区是为了保护南亚热带季雨林而建的, 是位于广东的鼎湖山自然保护区[1]。红树林(Mangrove)是生长在热带、亚热带海岸潮间带, 由红树植物为主体的常绿乔木或灌木组成的湿地木本植物群落, 在净化海水、防风消浪、固碳储碳、维护生物多样性等方面发挥着重要作用[2]。根据统计, 解放初期粤西的红树林约有 1.45 万 ha, 自成独特的红树林生态系统, 当时就有“海底森林”之美称[3]。毛丽君使用景观格局指数的方法通过将 1977 年和 2005 年的遥感数据分类结果图像相减, 分别生成高桥和营仔红树林保护区近 30 年间红树林湿地的变化图像, 统计出在此期间高桥区红树林损失面积为 63.81 ha, 造林面积约为 276.93 ha [4]。随着遥感技术的飞速发展, 红树林的研究多了卫星遥感、航片 GPS、地理信息系统等高新技术与方法被运用于对红树林的研究和保护中去[5]。雷达数据相较于光学遥感数据在精度、穿透性、作业效率、约束条件、多平台适应性和数据丰富性等方面具有明显优势[6]。王武霞采用面向对象的方法, 对南海沿岸的红树林进行了深入研究, 从而得出了其面积整体呈现减少趋势且减少速率正在加快的结论[7]。吴培强等人发现自 1990 年至 2008 年, 广东省的红树林面积呈现出显著的增长趋势, 总共增加了 1860.1 ha, 增长率高达 24.05% [8]。韩淑梅通过景观斑块面积和数量的变化反映景观格局的变化, 1996 至 2007 年, 东寨港的红树林湿地景观类型面积和景观构成比例呈现不同程度的变化, 1988 至 1996 年间, 东寨港红树林湿地面积由 1675.91 ha 增加为 1771.55 ha, 1996 至 2007 年间红树林湿地面积又减少到 1744.53 ha [9]。

通过多时像的遥感数据, 可以对红树林生态系统的变化进行趋势分析。这有助于揭示红树林变化的内在规律和驱动机制, 为制定长期有效的保护和管理策略提供科学依据。

2. 研究区域

英罗湾位于北部湾廉江市龙头沙海域, 其具体的地理位置介于东经 109°44'~109°48', 北纬 21°28'~21°34'。英罗湾是广东省著名的湿地生态环境之一, 沿岸有丰富的红树林资源和大陆连片面积最大的国家级高桥红树林保护区。研究区内红树林分为三部分: 东侧为高桥国家红树林保护区被称为湛江红树林, 如图 1 所示, 呈连片状分布; 西侧为山口国家红树林保护区, 英罗港红树林区下称山口红树林, 如图 1 所示, 沿岸呈条带状分布, 还有在养殖池和滩涂周边呈散星点状分布的红树林。

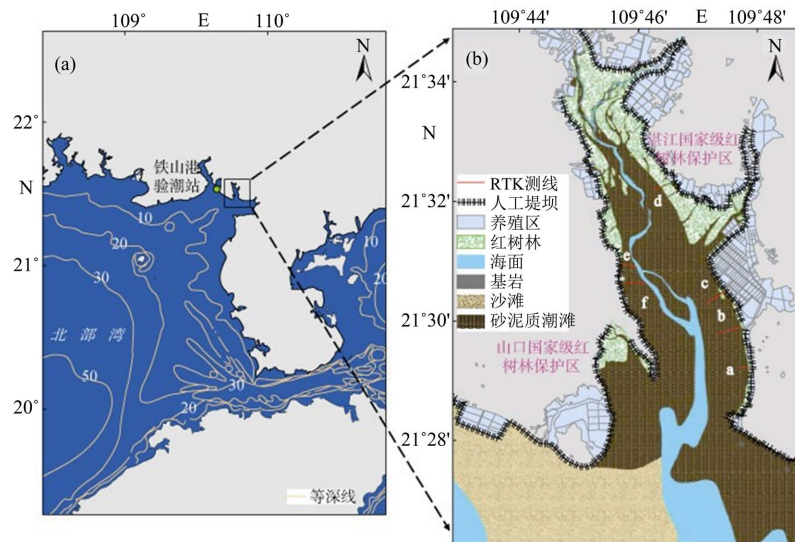


Figure 1. Research region
图 1. 研究区域

3. 研究内容和技术路线

本研究以英罗湾红树林为研究对象, 采用了如下的技术路线来深入分析其时空分布变化及其原因。首先, 从地理空间数据云平台精心选取了时间跨度接近五年的无云或低云量 Landsat-8 卫星数据。接下来, 利用 ENVI 软件, 对获取的遥感影像进行了预处理, 以消除潜在的数据噪声和干扰。在预处理的基础上, 引入了随机森林分类算法, 这是一种高效且准确的机器学习技术, 用于对影像中的红树林进行精确分类。完成分类后, 利用 Arcmap10.8 软件生成了混淆矩阵, 对分类结果进行了严格的精度验证。最后, 借助 Arcmap10.8 制作了遥感专题图, 通过可视化手段直观地展示了英罗湾红树林的面积变化和地物转移情况, 为制定有效的生态保护和管理策略提供了科学依据。具体的研究技术路线如图 2 所示。

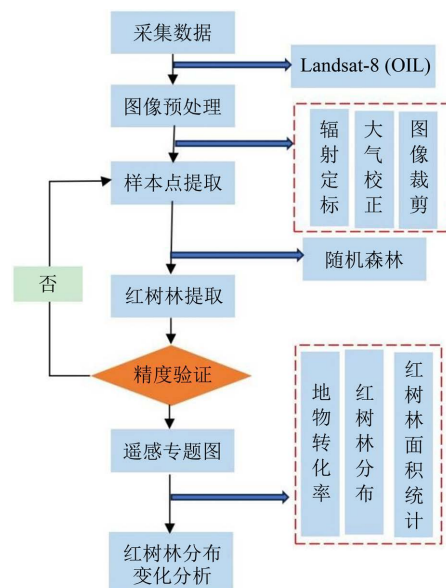


Figure 2. The technical route
图 2. 技术路线

4. 随机森林法处理影像与红树林面积提取

随机森林是一种基于集成学习思想的算法, 它采用了自举法的方式。通过构建多个独立的决策树并进行训练, 然后将这些决策树的预测结果进行组合, 通过投票或取平均值的方法, 从而形成一个模拟模型。这种集成方法使得随机森林具有较高的预测精度, 同时也展现出了出色的泛化能力, 能够处理复杂的数据集并避免过拟合。

4.1. 构建随机森林模型与样本提取

首先导入预处理好的数据, 对数据每个类别进行标签, 包括红树林、滩涂、建筑用地、水体和其他植被, 加上其他植被是为了将红树林与其他植被进行区分。将影像波段调成 5、4、3 波段假彩色, 以便进行对地物地目视标签。从图像中提取出对应光谱特征的像元, 目视手动提取训练样本。将选取的五个类别的样本, 进行分类后构建模型, 分类后的影像与原影像进行对比, 对样本数量和特征加以调整。训练样本如图 3(a)所示。

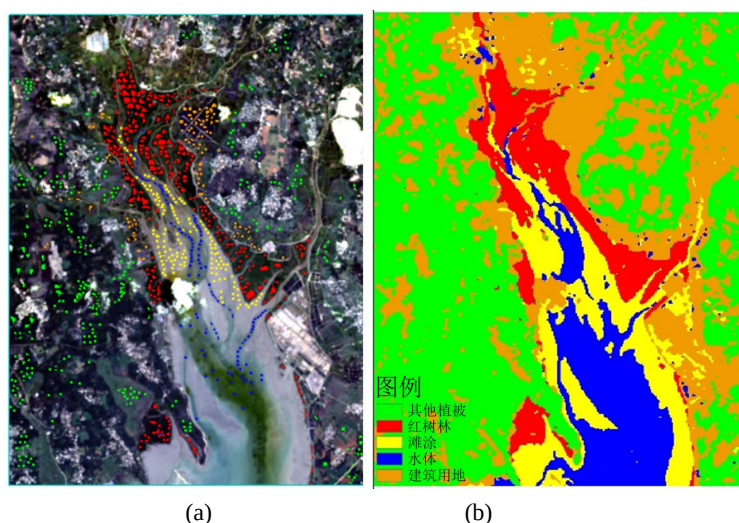


Figure 3. Training samples and classification results of the study area
图 3. 研究区训练样本及分类结果

4.2. 生成随机森林模型

将五种不同的训练样本导入裁剪后的图像中, 进行模型训练, 可以得到研究区域的分类结果。为了使分类得到的结果得以更为广泛的应用, 往往还需要对其加以进一步处理, 即分类后处理。分类后由于处在误差, 图中存在大大小小的散落像元点, 需要对图像进行小斑块处理, 处理后图中散落的像元点就使得分类后图像变得平滑, 如下图 3(b)所示。图中红色代表红树林, 黄色代表滩涂, 绿色代表其他植被, 蓝色代表水体, 棕色代表建筑用地。

5. 精度评定与结果分析

5.1. 精度评定

将手动绘制的、作为精度评定依据的 ROI 文件导入 ENVI 中, 得到分类的总体精度与 Kappa 系数, 并且将数据导出处理后生成所需的表格。

Kappa 系数是一种利用多元统计技术的评估方法, 它全面考虑了误差矩阵中的各项要素, 旨在准确

量化两幅图之间的一致性或精确匹配程度。具体来说，Kappa 系数的计算公式能够为我们提供一个量化指标，帮助我们了解两幅图在多大程度上是吻合的。其公式为：

$$K_{hat} = \frac{P \sum_{i=1}^n P_i - \sum_{i=1}^n (P_{i+} P_{+i})}{P^2 - \sum_{i=1}^n (P_{i+} P_{+i})} \tag{1}$$

在进行图像分类后的精度验证时，采用混淆矩阵对分类结果的准确性进行评估。对总体精度，Kappa 系数，用户精度等，进行了解和总结。针对 2021 年随机森林算法处理后的数据，进行混淆矩阵作来进行主要的精度评价，可得 2021 年的总体精度是 99.47%，Kappa 系数是 0.99，再对混淆矩阵进行计算，得到所需的分类精度。如表 1 分类精度汇总所示。

Table 1. Summary of classification accuracy
表 1. 分类精度汇总

分类类型	生产者精度	用户精度
红树林	99.70%	99.60%
水体	99.30%	98.80%
滩涂	99.10%	1
其他植被	99.40%	99.40%
建筑用地	99.70%	98.70%

5.2. 结果分析

通过像元计算面积可得 2023 年红树林的面积为 845.37 ha，2021 年红树林的面积 810.27 ha，2019 年红树林的面积为 781.56 ha。由图 4 可以看出英罗湾红树林主要集中在高桥红树林保护区和山口红树林保护区，呈较大连片分布以及英罗湾沿岸呈散星分布的点状红树林。

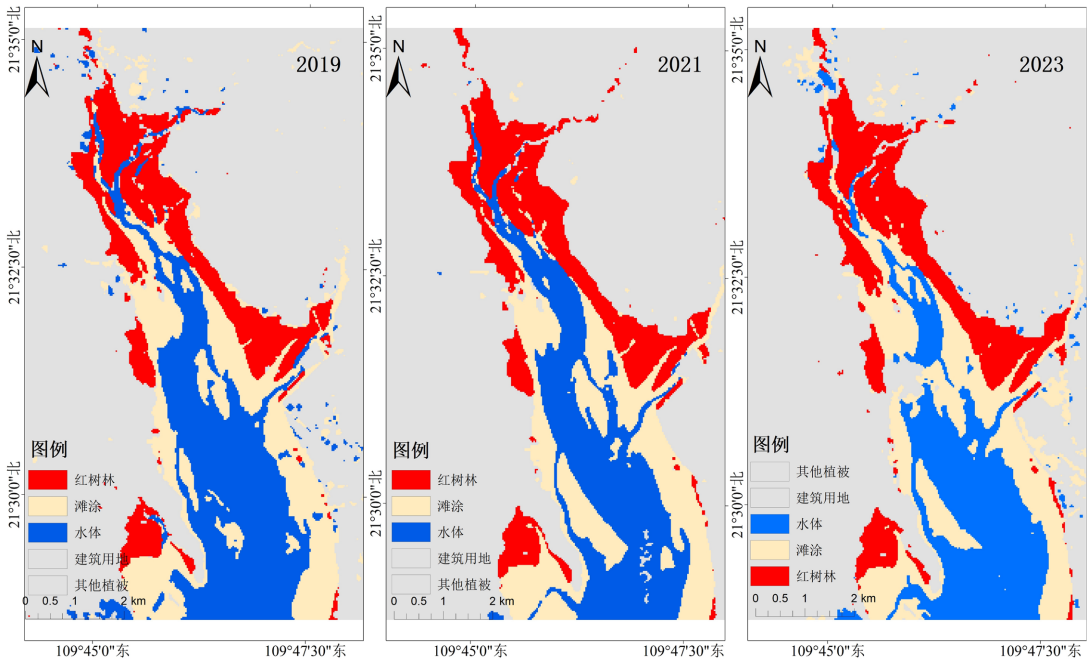


Figure 4. Distribution map of mangrove forests in Yingluo Bay in 2019, 2021, and 2023
图 4. 2019、2021 和 2023 年英罗湾红树林分布图

通过对比 2019、2021、2023 年这 3 年间处理后的遥感影像进行计算和分析得到 2019 年到 2023 年英罗湾红树林面积的分布变化。英罗湾红树林 2019 年的面积为 781.56 ha, 2021 年的面积为 810.27 ha, 在这两年间, 英罗湾红树林呈增长变化趋势, 总共增长了 28.71 ha, 增长率为 3.67%, 每年增长率为 1.82%。2021 年的面积为 810.27 ha, 2023 年英罗湾的面积 845.37 ha, 在此两年间, 英罗湾红树林也呈增长变化趋势, 总共增长了 35.1 ha, 增长率为 4.33%, 每年增长率为 2.14%。总而言之, 自 2019 年至 2023 年英罗湾红树林呈增长变化趋势, 4 年间英罗湾的红树林共增长了 63.81 ha, 增长率为 8.16%, 年增长率为 1.98%。

6. 研究结论

本文建立在多时像的 Landsat-8 卫星的遥感数据基础上对英罗湾红树林 2019 年、2021 年和 2023 年三年的红树林分布及变化进行分析。主要结论如下:

1) 英罗湾红树林主要集中在高桥红树林保护区和山口红树林保护区, 呈较大连片分布以及英罗湾沿岸呈散星分布的点状红树林。

2) 2019 年红树林的面积为 781.56 ha, 2021 年红树林的面积为 810.27 ha, 2023 年红树林的面积为 845.37 ha。总体上看, 从 2019 年至 2023 年红树林呈增长趋势, 增长总面积为 63.81 ha, 年增长率为 1.98%, 增长速率缓慢。

参考文献

- [1] 梁智. 鼎湖山水资源保护研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2009.
- [2] 段晓男, 王效科, 尹驶, 等. 湿地生态系统固碳潜力研究进展[J]. 生态环境, 2006, 15(5): 1091-1095.
- [3] 孟佩. 广东湛江红树林国家级自然保护区功能区调整与评价研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南林业科技大学, 2015.
- [4] 毛丽君. 基于遥感的广东湛江红树林湿地动态变化研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2011.
- [5] 李伟, 崔丽娟, 张曼胤, 等. 基于 3S 技术的中国红树林湿地监测研究概述[J]. 湿地科学与管理, 2008(2): 60-64.
- [6] 肖伟山, 汪小钦, 凌飞龙. ALOSPALSAR 数据在漳江口红树林提取中的应用[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(1): 91-96.
- [7] 王武霞. 南海沿岸红树林 30 年时空变化分析[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州交通大学, 2018.
- [8] 吴培强, 马毅, 李晓敏, 等. 广东省红树林资源变化遥感监测[J]. 海洋学研究, 2011, 29(4): 16-24.
- [9] 韩淑梅. 海南东寨港红树林景观格局动态及其驱动力研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2012.