

高分辨率植被物候遥感提取及其在中国北部平原应用

张王宽、孙永华

首都师范大学

摘要: 研究背景: 植被物候研究对于理解气候变化、维护生态系统健康以及促进农业生产具有显著意义, 为制定可持续发展策略、资源管理以及环境保护提供了科学依据。高空间分辨率植被物候有利于从更优空间尺度上正确地揭示植被物候变化规律, 对于监测植被生长状况、生态环境管理等具有重要的研究意义。然而, 目前难以直接通过野外数据在景观到区域尺度上量化物候现象, 而采用卫星遥感数据进行植被物候特征提取往往受到遥感卫星传感器自身局限性和云、雨雪等天气条件的制约, 难以获取完整的高时间和高空间分辨率遥感时间序列, 这使得长时序、高空间分辨率的遥感植被物候特征提取存在挑战。因此, 进行高时空分辨率遥感时间序列重建研究, 并在此基础上实现高空间分辨率植被物候特征提取是十分必要的。 研究方法: 依托 Google Earth Engine (GEE) 平台, 提出一种高时空 NDVI 重建算法 (An automated algorithm for reconstructing high spatio-temporal resolution NDVI, HSTR-NDVI), 重建时间分辨率为 8 天, 空间分辨率为 30m 的 NDVI 时间序列。同时, 提出一种适用于提取多生长季植被物候特征的多层次动态阈值法, 通过分析不同区域的植被生长曲线特征, 分层识别单生长季和多生长季植被, 结合地面观测数据和地区轮种模式计算不同植被的物候参数阈值, 提取多生长季植被物候参数。 创新点: 1.HSTR-NDVI 通过机器学习模型耦合多源特征数据有效解决了 NDVI 时间序中的缺失值, 并且结合时间滤波的方法进一步提高了重建时间序列的精度。同时, 该方法可以在 GEE 上实现, 使其能够高效地重建高时空 NDVI 时间序列, 解决了传统方法在处理高时空 NDVI 时间序列的计算和储存问题。2.多层次动态阈值法通过利用植被生长变化过程中的 NDVI 时间序列的曲线特征, 提取植被的不同生长季, 使得多生长季植被在不同生长季的关键物候特征能够被准确识别, 为多生长季植被遥感物候特征提取提供了新的研究思路。 主要结论: 1.HSTR-NDVI 采用机器学习模型, 通过耦合多源数据特征, 有效解决了 NDVI 时间序列中的数据缺失问题。实验结果表明, 预测 NDVI 与真实 NDVI 之间的达到了 0.9。HSTR-NDVI 的空间重建效果和时间重建效果均优于 STARFM 和 Fit-FC。HSTR-NDVI 不仅能够还原不同植被类型区域的 NDVI 空间细节, 而且当 NDVI 时间序列中存在大量观测值缺失时, 仍然能够准确重建植被生长曲线, 保留时序变化特征, 重建结果的 RMSE 和 MAE 均集中在 0.02-0.04 之间。2.多层次动态阈值法适用于跨地域提取多生长季植被的物候特征。算法通过二次差分法能够准确识别植被的生长季, 同时通过植被曲线特征分析进一步剔除非植被像元, 使得多生长季节植被物候特征能够被准确识别。其中, 三个实验区植被生长季提取总体精度分别为: 地点 b (95%) > 地点 a (94%) > 地点 c (86%); 三个实验区植被物候特征提取精度分别为: 植被 SOS 与实际值之间的绝对偏差为地点 a (6.3 天) < 地点 b (7.2 天) < 地点 c (8.3 天); 植被 EOS 与实际值之间的绝对偏差为地点 a (7.6 天) < 地点 b (7.8 天) < 地点 c (8.6 天)。总体而言, 北方地区植被物候特征提取精度比南方地区提取精度较高。

关键词: 植被物候; 遥感时间序列重建; 气候变化; Google Earth Engine; 机器学习