

## 使用Sentinel-1的时间序列进行土壤水分遥感

农业系统是全球范围内淡水资源的主要消费者，消耗了总可用水量的60%至90%。虽然对农产品的需求不断增长，以及由此产生的生产集约化将增加对现有淡水资源的依赖，但由于气候变化的影响加剧，这一部门将变得更加脆弱。对土壤水分的详细了解可以帮助缓解这些影响。然而，用于区域和地方监测的高分辨率（空间和时间）地表土壤水分数据（低至精确耕作水平）仍然难以获得。通过使用目前和未来的合成孔径雷达（SAR）卫星任务（如哨兵-1、ALOS-2、NISAR、ROSE-L），可以填补这一知识空白。合成孔径雷达观测适用于区域性和地方性的土壤水分估计，但具有全球范围。虽然不断提高的分辨率和合成孔径雷达记录的总数将有助于改善一般的估计，但另一方面，计算成本和本地内存容量成为处理大量数据的限制性因素。在这里，基于云的按需处理服务是克服这一挑战的方法之一。这一点特别有意思，因为大多数受影响严重的地区获得的计算资源有限。

基于Balenzano等人2011年的阿尔法近似方法，我们开发了一个自动工作流程，利用时间和空间上的高分辨率Sentinel-1时间序列估计土壤湿度。该工作流程建立在云处理平台谷歌地球引擎（GEE）内，为全球个别时间段和感兴趣地区的土壤水分的按需计算提供了快速和适用的方法。该算法在Rur流域（德国）进行了测试和验证；该流域面积为2354平方公里，包括农业种植结构和拓扑结构的巨大多样性。从2018年1月到2020年12月，共有711个独立的哨兵-1A和哨兵-1B双极化（VV+VH）场景，采用干涉测量宽幅模式（IW）和地面范围探测高分辨率（GRDH）格式，用于分析。使用所有可用的轨道（包括上升轨道和下降轨道），可以实现一到两天的时间分辨率，空间分辨率为200米。工作流程包括多个步骤：去斑、入射角归一化、植被去势和低通过滤。结果在八个宇宙射线中子站（CRNS）中得到了验证。总的来说，该方法的无偏RMSE（uRMSE）为5.84%， $R^2$ 为0.46。从单个月份来看，4月和10月的相关性最高， $R^2$ 值在0.65至0.7之间，而7月和1月的相关性最低， $R^2$ 值在0.15至0.2之间。从单个土地使用情况来看，该方法对牧场取得了最好的结果，其uRMSE为0.42， $R^2$ 值为0.63。