

基于自注意力的自回归迁移学习模型和 SMAP 数据的次季节根区土壤水分预测

张喜皓、许磊、陈能成

中国地质大学（武汉）国家地理信息系统工程技术研究中心

摘要：根区土壤水分（RZSM）是农业规划、灌溉管理和植被生长的关键水文变量。SMAP L4 数据将基于卫星的亮温观测数据同化到地表模型中，在 RZSM 估计中具有重要价值。基于 SMAP L4 的精确次季节 RZSM 预测对农业管理和干旱评估具有重要意义。当前基于深度学习的 RZSM 预测模型在长期预测中往往存在误差累积的问题，并且 SMAP L4 数据中有限的 RZSM 样本可能导致模型泛化不足。为了解决这些问题，本研究提出了一种基于多头自注意力的自回归迁移学习模型（MAATL）用于次季节 RZSM 预测，该模型可以有效地减少误差积累，克服样本不足的问题。并且，对所提出的 MAATL 模型在美国大陆上进行了 1 至 60 天的 RZSM 预测评估，并与基础模型长短期记忆模型（LSTM）和消融模型进行比较。结果表明，与 LSTM 相比 MAATL 模型的准确度有了显著提高，平均相关系数（PCC）提高了 18.26%，均方根误差（RMSE）降低了 42.55%。在空间上，MAATL 模型在次季节 RZSM 预测中的 PCC 和 RMSE 分别提高了 87.84%和 94.97%。此外，本研究使用 67 个原位土壤水分站点数据对各模型预测结果进行验证。结果表明，与全球预测系统（GFS）和 LSTM 模型相比，所提出的 MAATL 模型显示出更高的准确性，MAATL 模型的平均 PCC 分别比 GFS 和 LSTM 提高了 16.02%和 15.08%。这些结果表明，在次季节 RZSM 预测中，所提出的 MAATL 模型时空性能得到了较大的提升，在农业规划和干旱预防方面具有巨大潜力。

关键词：根区土壤水分预测，SMAP L4，多头自注意力，自回归，迁移学习