A study of short-term wind speed prediction in complex terrain at small sample times

小样本复杂地形中的短期风速预测研究

汇报人: 张颖





研 究 背 景



中国风力、水力发电行业主要集中在地形复杂的区域,风速预报难度较大

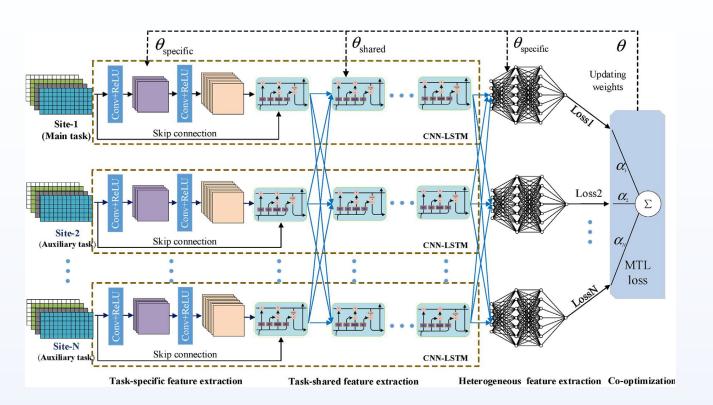


复杂地形的研究很少且是一个世界难题,复杂地形上的风流很难准确建模, 提高预测精度仍然是一个挑战,因此开展复杂地形风速研究非常有必要



开展大型水利工程短期气象预警研究,提高资料数据不足的复杂地形气象预报预警能力,为工程施工及人员安全、工程质量安全、风险管理和成本控制提供技术保障,具有重要的现实意义

MS-CDL模型

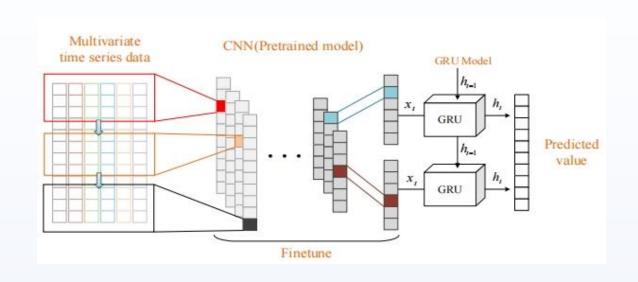


端到端学习的MS-CDL模型来提取风速数据序列的时空特征,大大降低了超短期风速预测的计算成本。

使用CNN模型捕获空间信息,使用LSTM模型存储时间序列数据,并将它们联合起来,构建适合复杂地形下风速预测模型。

通过与传统单任务预测模型在观测数据上的对比试验, 检验了MS-CDL模型在四季预测和多维度多步预测中的性 能。

CNN-GRU网络混合模型



由于复杂地形常常存在资料数据稀缺(小样本)的关键问题,引入了迁移学习的建模策略,提出了一种基于迁移学习的CNN和GRU相结合的风速预测模型。



研究内容

解决复杂地区样本数据量不 数据预报方法的改进 足的问题 +-= ×÷ 解决风速的时空相关性受诸 多因素影响的问题

研究内容

解决复杂地区样本数据量不足的问题是一个重要课题,特别是在环境科学、地球科学、气象学等领域。复杂地区通常指具有复杂地形地貌、多变气候环境以及人口分布不均等特点的地区,在这些地区,,样本数据的获取常常面临诸多困难,导致数据量不足成为影响研究进展的重要因素。解决复杂地区样本数据量不足的问题需要综合运用多种策略和方法,并结合现代数据处理和分析技术,以充分利用现有资源,提高数据的利用效率和数据的质量。



风速的时空相关性受到多种因素的影响,如地域、季节、复杂地区气压差和温度差等。时空相关性建模可以更好地捕捉到这些复杂地形的影响,及时应对复杂地形给预报带来的影响;同时它也可以帮助捕捉风速在不同季节、不同时间段表现出的不同规律,并据此进行预测;由于不同地点之间的风速可能存在相关性,即一个地点的风速变化可能会影响周围地区的风速;时空相关性建模可以考虑这种空间相关性,提高预测的准确性。



将深度学习与数值预报方法进行耦合。将特征学习与物理模型相结合,深度学习模型可以学习数据中的复杂特征,与数值预报模型结合,可以提供更加精确和全面的特征表示,增强预报模型的能力。另外,深度学习模型可以用于估计数值预报模型的不确定性,提供更加全面的预测结果。深度学习模型相对于数值预报模型更加灵活,可以根据具体问题的需要进行调整和改进,从而提高模型的适应性和准确性。

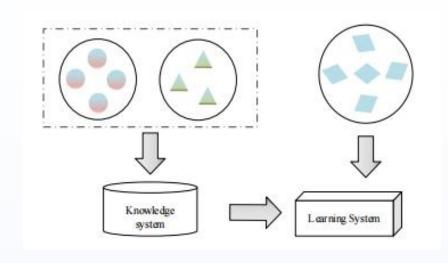


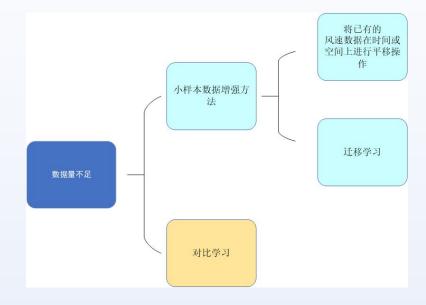
小样本数据增强和对比学习

解决复杂地区样本数据量不足的问题

小样本数据增强利用已有的风速数据样本进行迁移学习,将预训练好的模型参数应用于新的风速预测任务中,通过微调或特征提取的方式适应新任务的数据集。这可以有效地利用已有数据样本的信息,提高模型的泛化能力和性能

对比学习通过数据样本自身的增强后来提高小样本数据的模型效果





时空相关性建模

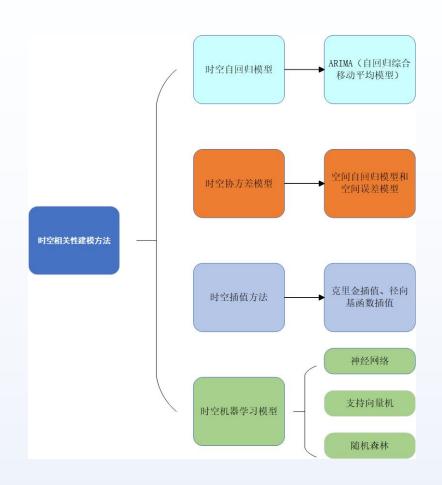
解决风速的时空相关性受诸多因素影响的问题

时空自回归模型

时空协方差模型

时空插值法

时空机器学习模型



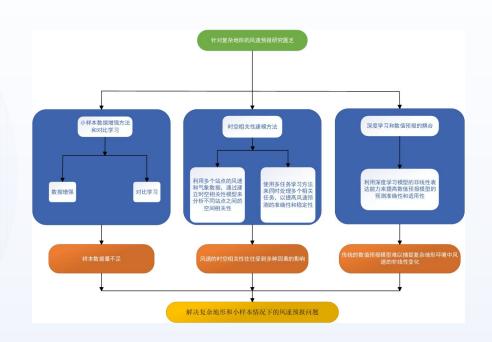
深度学习与数值预报耦合

改进数据预报方法

深度学习与数值预报进行耦合,利用深度学习模型的非线性表达能力来 提高数值预报模型的预测准确性和适用性。

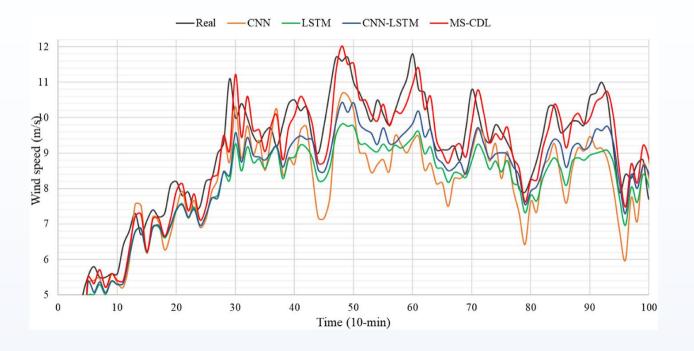
深度学习模型,从数值预报模型输出的风场数据中提取特征,作为深度学习模型的输入特征。将深度学习提取的特征与数值预报模型输入的特征进行融合,采用注意力机制来动态地融合两种特征,以提高预测的准确性和稳定性。

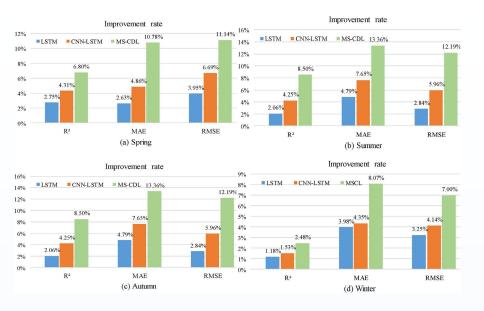
深度学习的数据增强技术,如图像翻转、旋转、缩放等,增加数值预报模型的训练数据量和多样性。采用模型融合技术,如模型堆叠、融合、投票等方法,将深度学习模型和数值预报模型的预测结果进行组合。



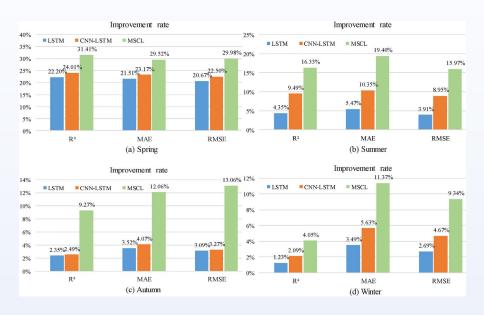


CNN, LSTM, CNN-LSTM, MS-CDL四种模型 在秋季测试集上的放大显示比较





模型T+5时间范围的四季性能指标变化



模型T+10时间范围的四季性能指标变化

