

多源数据融合支持气候性洪涝与干旱的精准精细监测

ID. 95445

郭炜炜<sup>1</sup>, 张增辉<sup>2</sup>, Mihai Datcu<sup>3</sup>, Madalina Ciuca<sup>3</sup>

1 同济大学 2 上海交通大学 3 罗马尼亚布加勒斯特理工大学

本项目聚焦人工智能（AI）驱动的极端气候事件监测与预测方法，旨在提升洪涝与干旱等极端气候灾害的应对能力，并为气候适应策略提供依据。主要研究目标和内容包括：a) 开展中欧地球观测（EO）数据的协同分析；b) 构建洪涝与干旱联合监测基准数据集；c) 建立多模态 EO 基础模型以实现多源时序数据的气候相关信息提取；d) 开发基于 AI 的洪旱预测算法。

气候变化正改变大气动力学与地球水循环，导致现有气候模式加剧与水相关的极端事件频发，“湿区更湿、干区更干”趋势日益显著。多传感器数据融合至关重要。本研究将利用 EO 大数据的多平台感知与广域时空覆盖优势，结合多模态地球物理与环境测量数据，开展人工智能（AI）驱动的多源数据极端气候事件监测与预测的研究。

当前多模态遥感仍面临模态差异（如领域鸿沟、时空分辨率不一致）的挑战。尽管多数遥感 AI 方法依赖数据密集型监督算法以获得高精度，但其可解释性不足。语义标注数据集（尤其是大规模卫星时序影像及其地面真值稀缺场景）的构建成本高昂。此外，地球系统模型的空间尺度（数千公里）和时间尺度（数十年）与人类活动所需适应措施（空间：10 米-1 公里；时间：天/月级）存在显著差异。项目联合团队目前已开展相关研究涉及多源时序分析、多源数据融合及主动学习标注优化等，具体包括：

- 文献[1]提出基于记忆机制的多模态变化检测（MMCD）方法，将差异图像视作视频帧处理。通过融合历史光学影像与当前 SAR 数据提升变化检测精度，并引入差异图增强模块抑制跨模态不一致导致的误检。
- Diff-MRCD 方法[2]采用扩散模型框架直接通过逆向去噪生成变化图，其特征对齐模块通过保持细节与语义一致性，有效处理分辨率差异输

入。

- 文献[3]系统综述了遥感领域中深度学习与主动学习的结合，论证该范式在标注约束下优化训练数据的潜力。
- 文献[4]提出 Sentinel-1 SAR 时序分析框架，结合专家知识增强分类器与无监督 LDA 方法，在真值数据有限条件下实现时空动态特征挖掘和时序变化图可视化分析。

[1] L. Zhang, Z. Zhang, J. Wu, W. Guo, T. Zhang and W. Yu, "MMCD: Memory-Based Multimodal Change Detection," ICASSP 2025 - 2025 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Hyderabad, India, 2025, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICASSP49660.2025.10889397.

[2] L. Zhang, Z. Zhang, S. Zhao and W. Yu, "Diff-MRCD: Diffusion-Based Multi-Resolution Change Detection for Remote Sensing Imagery," IGARSS 2025 - 2025 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, accepted.

[3] O. Ghizatlou, M. Datcu, A. Focsa, M. Heredia Conde and S. L. Ullo, "A Review and a Perspective of Deep Active Learning for Remote Sensing Image Analysis: Enhanced adaptation to user conjecture," in IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, vol. 12, no. 3, pp. 125-148, Sept. 2024, doi: 10.1109/MGRS.2024.3403423.

[4] C. Karmakar, C. O. Dumitru, N. Hughes and M. Datcu, "A Visualization Framework for Unsupervised Analysis of Latent Structures in SAR Image Time Series," in IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 16, pp. 5355-5373, 2023, doi: 10.1109/JSTARS.2023.3273122.