

Integrating Multisource Data for Precision Fine-Scale Monitoring of Climate-Induced Floods and Droughts

Project ID. 95445

郭炜炜¹, Mihai Datcu², 张增辉³, Ion Grujdin²

1: Tongji University, China; 2: University Politehnica Bucharest UPB, Romania;

3: Shanghai Jiaotong University, China

本项目旨在利用多源 ESA 与中国地球观测数据，构建一种基于人工智能的整体性框架，实现对极端气候事件的精细化监测与预测。主要目标包括：1) 开展中国—ESA 地球观测任务协同分析；2) 构建洪涝与干旱监测联合基准数据集；3) 建立面向多源、多时相地球观测数据的多模态模型，用于气候相关信息提取；4) 发展基于人工智能的洪涝与干旱预测模型。

当前，基于地球观测数据的极端气候事件监测与预测仍面临三方面主要挑战。首先，不同地球观测任务在成像机理、空间分辨率、重访周期、观测几何和数据可用性方面存在显著差异。其次，灾害监测不仅需要图像分割、变化检测和时间序列预测，还需要从遥感观测中提取具有物理意义和决策价值的灾害变量。第三，纯数据驱动模型在跨区域、跨传感器以及突发灾害场景中，容易受到样本不足、域偏移、观测缺失和不确定性传播等问题的影响。因此，有必要引入知识约束、物理先验、证据追踪和不确定性表征机制，以提升灾害智能系统的可解释性、泛化能力和业务可靠性。

为应对上述挑战，本项目拟构建一个以任务为中心的混合智能框架，并围绕“任务需求—灾害变量—观测能力—模型方法”组织地球观测数据资源。该框架将融合知识图谱、灾害本体、神经符号人工智能、物理变量建模、语义约束、证据来源和不确定性表征，支撑极端气候事件全生命周期中的快速识别、连续监测、风险推理、影响评估和结果验证。

联合团队已在多源遥感配准、多模态融合和无监督学习方面开展了相关研究。其中，Grid-Reg 方法通过无检测器的网格化特征学习与匹配，提高了大尺度 SAR—光学图像配准在复杂场景下的鲁棒性，为本项目中的地球观测数据空

间对齐、跨模态信息融合和灾害变化分析提供了技术支撑。

总体而言，本项目将推动极端气候事件遥感分析从“数据驱动的单任务识别”向“任务导向的多源协同智能推理”转变，为未来 ESA 及中欧地球观测数据在灾害智能、风险治理和气候适应中的应用提供方法支撑与技术参考。