

题目：整合多源 RS 数据以检测和监测大型快速滑坡，并利用人工智能保护文化遗产

摘要：围绕大型滑坡这一自然灾害开展持续监测，对于最大限度地减少现实风险和预防未来风险至关重要。项目应用不同地球观测 (EO) 数据并将其集成到各种方法中，以识别和监测不同时空尺度的滑坡现象。金沙江上游地区地形陡峭，结构破碎，滑坡灾害频繁。采用分布式散射体合成孔径雷达干涉法 (DS-InSAR) 对沃达滑坡区进行了监测和分析。在该研究中，106 景 Sentinel-1A 升轨影像和 102 景 Sentinel-1A 降轨影像覆盖了近 5 年的时段（分别为从 2014 年 11 月 5 日至 2019 年 9 月 4 日和从 2014 年 10 月 31 日至 2019 年 9 月 11 日）。滑坡的二维变形显示，垂向的最大地表变形率约为 -80 mm/yr，东西方向的最大地表变形率约为 118 mm/yr。根据重标极差法 (R/S) 分析，Hurst 指数表明变形趋势具有延续性。

项目还使用时间序列 Sentinel-1 影像对巴基斯坦吉尔吉特地区进行了分析，时间跨度约为一年 (2019-2020)。通过监测结果发现了该区域的几个变形区域。开发了一个三维展示原型平台，可以可视化典型活动滑坡的变形结果，从而可以识别 3 个具有潜在风险的滑坡。

在地球观测数据中使用人工智能技术，开发/优化数据处理和分析方法，也是项目主要目标之一。在这方面，利用合成孔径雷达差分干涉技术 (DInSAR) 获得了存在沉陷现象的矿区多时差干涉相图。将机器学习 FCN-8s、PSPNet Deeplabv3 和 U-Net 模型应用于 DInSAR 数据以提取采矿沉陷。结果表明，U-Net 模型具有较高的检测精度，运行时间短。为了提高采矿沉陷的语义分割和提取精度，在传统的 U-Net 模型中引入了有效通道注意力 (ECA) 模块进行训练。

项目还测试了使用视觉变换 (ViT) 技术检测地震条纹。在我们的方法中，我们使用了由来自 LicSAR 数据集的 5110 个干涉图组成的数据集，这些干涉图用于应用深度学习技术来识别地震对应的干涉相位模式。F1 分数和 AUC 两种指标都清楚地表明，ViT 优于 VGG19 方法。应用 F1 分数作为指标时，两种方法的取值分别为 0.88 和 0.69，应用 AUC 作为指标时，两种方法的取值分别为 0.97 和 0.86。然而，该方法的主要缺点在于检测重叠区块中的假阴性。有时，该模型将具有变形条纹的区块识别为“无变形”区块，但对相同干涉图的重叠区块识别时，结果有所不同。将方法应用于整个干涉图，可得出结论，两种模型的结果都更高，在重叠区块中改善了一些假阴性。但 ViT 仍然是性能更好的模型，精度等于 (1.0)，召回率和 F1 分数显著提高。可以认为，与卷积神经网络相比，本文提出的用于检测 SAR 干涉图中条纹模型取得了更好的结果。通过这种方式，我们更接近于获得可以创建实用产品的研究成果，这些产品可能有助于在地震场景中提供更快的响应。

更快速有效地监测具有重大遗产和历史价值的建筑也是项目主要目标之一。然而，只有使用人工智能技术才能处理这一应用将产生的大量数据。位于葡萄牙北部的 Vilariça 山谷被一条活动断层穿过，3 座建筑（葡萄牙的 Torre de Moncorvo 教堂、Freixo de EspadaáCinta 教堂和 Foz Côa 教堂）被用作测试场地。已经处理了 1000 多景 Sentinel-1、ERS 和 Envisat 影像，在这些建筑物所处的村庄范围内提供了数千个具有监测信息的点。然而，只有几个点是直接落在建筑物上及其附近。为了增加在建筑物上及其附近点的密度，在欧空局的支持下，提交了 25 景 PAZ 影像的时间序列成像计划。在不久的将来，将应用人工智能技术将时间序列监测结果与现场传感器和激光雷达的观测数据加以集成。