

基于新合成孔径雷达干涉测量技术的自然与人为因素导致的灾害分析研究

赵卿^{1,2,3}, Antonio Pepe⁴, 李想^{1,2,3}, 姚远志^{1,2,3}, 胡国华^{1,2,3}, 张逸飞^{1,2,3}, 郑涛涛^{1,2,3}, 周磊^{1,2,3}, Fabiana Calò, 杨天亮^{5,6}, Virginia Zamparelli⁴, Simona Verde⁴, and Pietro Mastro⁴

1. 华东师范大学教育部地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200062;
2. 华东师范大学地理科学学院, 上海 200241;
3. 超大城市自然资源时空大数据分析应用重点实验室, 上海 200241;
4. 意大利国家研究委员会(CNR)电磁环境感应研究所(IREA)
5. 国土资源部地面沉降监测与防治重点实验室, 上海 200072;
6. 上海市地质调查院, 上海 200072;

在全球气候变化和城市快速扩张的背景下, 自然和人类活动的日益加剧导致全球范围内出现多种地质灾害频发。这些灾害包括地震、火山喷发、滑坡、城市沉降、洪水、海啸、干旱和森林火灾等。为了在从全球到区域的不同尺度上应对灾害威胁, 急需先进、高效精确的监测手段和技术。基于卫星的合成孔径雷达(SAR)遥感从根本上改变了对地球环境和地质灾害的监测, 为灾害响应提供了有关洪水、地表形变和风险暴露的高分辨率数据。多种多时相干涉合成孔径雷达(MT-InSAR)技术[1]-[3]目前已被开发并成功应用于此。而为了减轻 DInSAR 干涉图中的噪声影响, 目前已有较多噪声滤波方法, 但大多数方法都是在单个干涉图上独立工作的。基于此, 许多新的方法进行了改进和扩展包括了时空信息[4], [5], [6]。

本研究展示了最新的 MT-InSAR 技术和 Sentinel-1 SAR 数据及其最新应用进展。实验区域包括活跃的“Campi Flegrei”火山口(意大利)、2023年2月6日遭受7.9级地震的土耳其-叙利亚地区, 以及越南河内市。这些实验展现新的雷达干涉测量技术的最新发展和应用。在此类强烈地震/火山活动区域, 为获取三维形变场, 大多研究都集中于相位解缠、配准、Burst 重叠区干涉测量以及大成像刈数据集处理上。而在城市方面的应用, 重点分析了越南红河三角洲(RRD)地区(越南最重要的经济区之一)及其首都河内市的区域沉降。在本研究中, 通过利用干涉 SAR 技术并结合多轨道 SAR 数据(包括欧洲 Copernicus Sentinel-1 和 TerraSAR-X 卫星的观测), 对该地区 2017 年至 2024 年期间的地表变形进行了分析, 生成并解译了垂直和水平方向的二维形变图和地表形变时间序列。结果表明, 红河三角洲内的河内市、海阳市和南定市等大城市均受到了明显的地面沉降影响。总体而言, 本研究分析展示了 MT-InSAR 技术最新的发展和应用, 并分析了人口、土地利用/覆盖变化、建成区分布、过度开采地下水、地质条件以及地面沉降之间的关系。

参考文献

1. D. Massonnet e K. L. Feigl, «Radar interferometry and its application to changes in the Earth's surface», *Reviews of Geophysics*, vol. 36, n. 4, pp. 441–500, 1998, doi: 10.1029/97RG03139.
2. A. K. Gabriel, R. M. Goldstein, e H. A. Zebker, «Mapping small elevation changes over large areas: Differential radar interferometry», *J. Geophys. Res.*, vol. 94, n. B7, pp. 9183–9191, lug. 1989, doi: 10.1029/JB094iB07p09183.
3. Hansen, M.C.; Loveland, T.R. A Review of Large Area Monitoring of Land Cover Change Using Landsat Data. *Remote Sens. Environ.* 2012, 122, 66-74.
4. P. Berardino, G. Fornaro, R. Lanari, and E. Sansosti, «A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms», *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 40, n. 11, pp. 2375–2383, nov. 2002, doi: 10.1109/TGRS.2002.803792.
5. A. Ferretti, C. Prati, e F. Rocca, «Permanent scatterers in SAR interferometry», *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 39, fasc. 1, pp. 8–20, gen. 2001, doi: 10.1109/36.898661.
6. C. Colesanti, A. Ferretti, C. Prati, e F. Rocca, «Monitoring landslides and tectonic motions with the Permanent Scatterers Technique», *Engineering Geology*, vol. 68, n. 1, pp. 3–14, feb. 2003, doi: 10.1016/S0013-7952(02)00195-3.