

Interferometria SAR con sensori satellitari e basati a terra: strategie per la fusione di dati e la stima dei vettori di spostamento

Andrea Di Pasquale^(a), Giovanni Nico^(b)

^(a) DIAN srl, Z.I. La Martella, III Trav. G.B. Pirelli sn, 75100 Matera, e-mail: info@dianalysis.eu

^(b) Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Applicazioni del Calcolo, Via Amendola 122/I, 70126 Bari, e-mail: g.nico@ba.iac.cnr.it

Abstract esteso

La tecnica dell'interferometria SAR (*Synthetic Aperture Radar*) con sensori satellitari e basati a terra è una tecnica ormai matura applicata al monitoraggio di fenomeni geologici frane (Leva et al., 2003)(Oliveria et al., 2015)(Nico et al., 2015), subsidenze (Catalao et al., 2015), bradisismo (Lundgren et al., 2001), attività vulcanica (Lanari et al., 1998). La tecnica fornisce misure precise della componente LOS (*Line-of-sight*) del vettore spostamento. Tuttavia, in alcuni casi, come nella modellazione del fenomeno o semplicemente quando non si ha alcuna conoscenza della distribuzione spaziale degli spostamenti, è importante conoscere il vettore spostamento e non solo la sua proiezione nella direzione di vista del sensore SAR. L'uso dei soli dati satellitari, acquisiti lungo orbite polari ascendenti e discendenti permette di fornire una soluzione a tale problema solo nel caso di spostamenti del terreno prevalentemente verticali, come nel caso di subsidenze. Il monitoraggio di frane, caratterizzate da un vettore spostamento dipendente dalle caratteristiche morfologiche del terreno (pendenza e orientazione del versante in frana) e del movimento franoso (superficiale o profondo) richiede una maggiore diversità delle geometrie di osservazione. Sinora, il maggior vantaggio dell'interferometria SAR con sensori radar basati a terra è stata la possibilità di osservare frane non osservabili da satellite a causa della loro orientazione relativa rispetto alla direzione di osservazione del satellite, frane con una accentuata cinematica, caratterizzati da velocità di spostamento nella fase di maggior movimento non osservabili dalle missioni SAR aventi tempi di rivisitazione di 35 giorni come nel caso del sensore EnviSAT/ASAR dell'Agenzia Spaziale Europea. Un ulteriore vantaggio del sensore SAR interferometrico basato a terra che lo portava ad essere preferito al dato satellitare nel monitoraggio di frane è la maggiore accuratezza delle sue misure di spostamento, pari a una frazione del millimetro. La ragione di ciò è legata al suo funzionamento in banda Ku (lunghezza d'onda di 18 mm) a differenza delle più usati sensori SAR satellitari che operano nelle bande C (lunghezza d'onda di circa 5 mm) e X (lunghezza d'onda di circa 3 cm). La completa operatività della nuova missione Sentinel-1A&B dell'Agenzia Spaziale Europea consente l'accesso gratuito a immagini SAR in banda C con tempi di rivisitazione della stessa regione di soli 6 giorni. Questa caratteristica riduce le differenze tra

sensori SAR satellitari e basati a terra in termini di tempi di rivisitazione e apre nuove prospettive nel monitoraggio di frane dalla cinematica accentuata, anche in condizioni di allerta, ma non di emergenza dove la capacità di fornire informazioni in tempo reale aggiornate ogni 5 minuti rende il sensore radar basato a terra uno strumento più efficace rispetto ai sensori SAR satellitari. In particolare, l'uso integrato dei dati SAR acquisiti da orbite ascendenti e discendenti di Sentinel-1A&B e da almeno una postazione radar basato a terra fornisce misure delle proiezioni LOS del vettore spostamento lungo tre direzioni differenti, con sufficiente diversità nella geometria di osservazione. Un punto essenziale per tale applicazioni è l'installazione del sensore radar basato a terra in configurazione con massima distanza di osservazione superiore a 2 km in modo da acquisire dati su una porzione di territorio sufficientemente estesa, e osservabile da satellite, in modo da consentire l'associazione dei nodi delle maglie di geolocalizzazione delle immagini SAR satellitari e basate a terra contigui. L'associazione di tali punti consente di individuare i nodi di una nuova griglia sulla quale è fornita la stima del vettore di spostamento.

Riferimenti bibliografici

Catalao J., Nico G., Lollino P., Conde V., Lorusso G., Silva C. (2016), "Integration of InSAR analysis and numerical modelling for the assessment of ground subsidence in the city of Lisbon, Portugal", *IEEE Journal of Selected Topics in Earth Observations and Remote Sensing*, 9, 4, 1663–1673

Oliveira S.C., Zezere J.L., Catalao J., Nico G. (2015), "The contribution of PSInSAR interferometry to landslide hazard in weak rock-dominated areas", *Landslides*, 12, 4, 703–719

Lundgren, P., Usai, S., Sansosti, E., Lanari, R., Tesauro, M., Fornaro, G., Berardino, P. (2001), "Modeling surface deformation observed with synthetic aperture radar interferometry at Campi Flegrei caldera", *Journal of Geophysical Research*, 106, B9, 19355–19366

Lanari, R., Lundgren, P., Sansosti, E. (1998), "Dynamic deformation of Etna volcano observed by satellite radar interferometry", *Geophysical Research Letters*, 25, 10, 1541–1544

Leva D., Nico G., Tarchi D., Fortuny J., Sieber A.J. (2003), "Temporal analysis of a landslide by means of a ground-based SAR interferometer", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41, 4, 745–752

Nico, G., Borrelli, L., Di Pasquale, A., Antronico, L., Gullà, G. (2015), "Monitoring of an ancient landslide phenomenon by GBSAR technique in the Maierato town (Calabria, Italy)", *Engineering Geology for Society and Territory*, 2, 129-133