

Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: TADAF - Tecniche Avanzate di elaborazione Dati satellitari per Applicazioni Forestali

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:
INFRASTRUTTURE E TRASPORTI

Responsabile scientifico: Mattia Giovanni Crespi

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 12

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso KTH Stockholm

Azienda: GMATICS srl

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE con delibera del 22.09.2021

Progetto di ricerca:

La "New EU Forest Strategy for 2030", recentemente pubblicata dalla Commissione Europea, evidenzia che le foreste europee sono sottoposte a pressioni crescenti, in parte a causa di processi naturali, ma anche a causa dell'aumento dell'attività antropiche. Sebbene l'area coperta dalle foreste sia cresciuta in Europa negli ultimi decenni grazie a processi naturali, al rimboschimento, alla gestione sostenibile e al ripristino attivo, lo stato di conservazione delle foreste deve essere costantemente monitorato e possibilmente migliorato. Il cambiamento climatico ha portato alla luce vulnerabilità precedentemente nascoste aggravando altri fattori distruttivi, come parassiti, inquinamento e malattie, e influenza negativamente i regimi degli incendi boschivi e la perdita di copertura arborea dovuta a eventi meteorologici estremi (tempeste di vento, siccità e loro conseguenze); la portata e intensità di tali fenomeni prevedibilmente aumenterà nella UE nei prossimi anni.

Il telerilevamento da satellite può rappresentare uno strumento molto efficace per tenere sotto controllo vaste aree boschive a livello europeo e anche mondiale. Nuovi satelliti con risoluzione spettrale più elevata (come la missione iperspettrale PRISMA dell'Agenzia Spaziale Italiana), con frequenza di acquisizione più elevata (come Planet di PlanetLabs, a livello giornaliero, e Sentinel-2 dell'ESA-Agenzia Spaziale Europea, bisettimanale), con sensori radar ad apertura sintetica in banda L (come SAOCOM della CONAE-Agenzia Spaziale Argentina e dell'ASI-Agenzia Spaziale Italiana, più ALOS-2 della JAXA-Japan Aerospace Exploration Agency), consentono funzionalità avanzate di mappatura e monitoraggio che possono essere sfruttate adottando algoritmi di elaborazione di Osservazione della Terra (OT) potenziati da tecniche di Intelligenza Artificiale (IA), con lo scopo di elaborare automaticamente grandi moli di dati satellitari su vaste aree geografiche.

Il progetto di dottorato è mirato a far acquisire allo studente:

- la conoscenza di nuove missioni satellitari dotate di diverse tecnologie di rilevamento,
- la conoscenza di algoritmi per elaborazione di dati satellitari già in uso e, soprattutto, innovativi basati su modelli di IA
- la conoscenza di un ampio ventaglio di tecniche di IA, supervisionate e non-supervisionate, in particolare quelle utilizzabili per l'elaborazione di lunghe serie temporali di immagini satellitari multi-banda;
- la capacità di sviluppo di workflow specializzati nell'analisi, mappatura e monitoraggio delle foreste in diversi contesti (montagna, pianura e aree costiere)
- la capacità di realizzare specifici casi pilota di interesse per Pubbliche Amministrazioni (centrali e locali) e per l'industria del legno, in relazione alla valutazione della consistenza forestale, alla pianificazione degli interventi e dei

controlli, alla tempestiva identificazione di “disturbi” forestali, dovuti a cause antropiche (tagli per sfruttamento industriale) o naturali (incendi, malattie ed eventi meteo estremi).

Nell'ambito del progetto di dottorato, lo studente avrà altresì modo di acquisire competenze specialistiche su:

- Sistemi Informativi Geografici, in particolare quelli basati su software open, e database innovativi del tipo “data-cube”, che consentono un accesso rapido ed efficiente a grandi moli di dati a più dimensioni e la condivisione dei dati all'interno di un team di lavoro;
- nuove piattaforme IT per la realizzazione di workflow di elaborazione automatizzati machine-to-machine e infrastrutture/servizi cloud, che sempre più adottati dagli operatori satellitari per la gestione ed elaborazione online delle grandi moli di dati satellitari.

Il progetto di dottorato sarà realizzato in collaborazione con la start-up innovativa GMATICS, nata dall'incubazione presso il Business Incubation Centre dell'Agenzia Spaziale Europea gestito da Lazio Innova, che ha sviluppato diverse tecniche di IA per l'elaborazione dei dati OT e di dati geo-spaziali. GMATICS ha recentemente realizzato, su finanziamento dell'ESA, un progetto per la stima della biomassa forestale tramite IA, ed è interessata a sviluppare ulteriormente le sue capacità nelle applicazioni innovative di OT per il settore forestale e alla futura assunzione dello studente di dottorato per la futura crescita del suo team. GMATICS metterà a disposizione il suo archivio di dati satellitari, i suoi software per l'accesso e l'elaborazione dei dati satellitari nonché le sue capacità di calcolo, che includono diversi server e una GPU NVIDIA Tesla V100 con memoria online di 200 TB.

Il progetto avrà impatti diretti in ambito scientifico (metodologia innovativa) e a livello di governance (coinvolgimento di stakeholder e decisori politici a livello di amministrazioni locali); tali impatti sono direttamente collegati a diversi Sustainable Development Goals (SDG) delle Nazioni Unite ((11) Sustainable Cities and Communities, (13) Climate Action, (15) Life On Land).

Titolo del progetto (inglese): Advanced techniques for Earth Observation data processing to forestry applications

Progetto di ricerca (inglese):

It is well-known that climate change is causing a progressive increase in extreme weather events (intense rainfall, hurricanes, heat waves, wind storms), which can have very significant impacts (floods, landslides and land subsidence, fires, deforestation) on urbanized areas, on infrastructures and, in general, on the territory. In order to mitigate the effects of these events and increase the resilience of the affected areas, it is necessary to set up proper real-time forecasting and monitoring systems. These systems are already available in some areas, but they are susceptible to gradual adaptation in order to improve their effectiveness, in light of the current technological and methodological availability.

This project aims to propose and test the possible contribution offered to such systems by an infrastructure consisting of a permanent network, even potentially dense, of low-cost IoT (Internet of Things) sensors capable of acquiring GNSS (Global Navigation Satellite Systems), accelerometric data and environmental parameters (temperature, atmospheric pressure, relative humidity).

These data, thanks to the development of appropriate analysis and integration methodologies, are potentially able to allow a double long-term (in near real time) and short-term (in real time) monitoring, aimed both at identifying three-dimensional displacements and to the variation of the water vapor content of the troposphere.

It is well known that GNSS data, processed with consolidated techniques (PPP - Precise Point Positioning) and innovative (VADASE - variometric approach developed at the Geodesy and Geomatics Area of DICEA, Sapienza University of Rome), and integrated with accelerometric data, first of all, allow to carry out traditional geomatic monitoring, aimed at identifying slow (long-term monitoring) and fast (short-term monitoring) potentially dangerous displacements of buildings, infrastructures and land, due, for example, to landslides or subsidence that can be triggered by extreme weather events.

The same GNSS data, again elaborated with consolidated techniques but currently used only for scientific applications (PPP), allow to estimate the tropospheric water vapor content, but only in near real time (generally with

latencies of 60 minutes) and under hypotheses that sounds too coarse considering the presently GNSS multiconstellation data availability.

We aim to define, implement and evaluate an innovative methodology (based on the variometric approach) to monitor in real time the tropospheric water vapor content and its variation over time, and to significantly contribute to the improvement of weather forecasts, also at a local scale with networks permanent GNSS sufficiently dense (maximum interdistances among GNSS sensors of the order of 1 km), through assimilation into dedicated weather forecasting models. The methodology can then be integrated into a prototype service for dual geomatic-tropospheric monitoring. It should be emphasized that dense networks, thanks to the involvement of appropriate stakeholders, can, for example, be easily installed in an urban environment, equipping all public buildings (and possibly also involving private buildings) with one or even more sensors (thanks to the very cost contained within a few thousand Euros), with the dual advantage of buildings geomatic monitoring and of significant contribution to the weather forecasts on the urban area. Similarly, they can be installed along infrastructures or in areas of key importance.

The project will have direct impacts in the scientific (innovative methodology), technological (pilot service) and governance level (involvement of stakeholders and policy makers at the level of local administrations); these impacts are directly linked to various United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) ((9) Industry, Innovation and Infrastructure, (11) Sustainable Cities and Communities, (13) Climate Action, (15) Life On Land).