

Borsa di Studio finanziata da fondi PNRR ex D.M. 117 del 02/03/2023 e da MEE0

**Missione 4,
componente 1,
linea di
investimento 3.3**

Dottorati innovativi che rispondono ai fabbisogni di innovazione delle imprese

Tematica di Ricerca

Elaborazione di immagini satellitari mediante tecniche HPC e Deep Learning

English version

HPC and Deep Learning methodologies for processing satellite images

Dottorato di Ricerca

ITALIANO: **Fisica**
ENGLISH: **Physics**

Tipologia di Impresa e mesi frequenza obbligatoria (se previsto)

MEE0 S.r.l.

AMBITO DELL'IMPRESA: MEE0 opera nel settore dell'elaborazione di dati ambientali e geospaziali dal 2004, e dal 2006 è partner industriale dell'Agenzia Spaziale Europea per lo sviluppo di algoritmi e applicazioni per l'elaborazione e l'utilizzo di immagini satellitari sia di tipo ottico che di tipo radar. In termini di attività di ricerca e sviluppo MEE0 si occupa di progettare e sviluppare nuovi algoritmi per l'estrazione di informazioni geospaziali anche basati sull'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale sia per l'ottimizzazione dei processi sia per la generazione di nuovi contenuti informativi. MEE0 sviluppa piattaforme digitali per l'accesso, la visualizzazione e l'elaborazione di dati geospaziali da osservazione della terra e da modellistica numerica. MEE0 inoltre genera prodotti informativi geospaziali per diversi settori socio-economici come l'agricoltura, la difesa del territorio, l'emergenza climatica, la sicurezza ambientale e climatica ed i beni culturali. MEE0 ha sviluppato un proprio algoritmo di Machine Learning per la Super Resolution di immagini satellitari.

Mesi svolti in azienda: 12 mesi.

English version MEE0

S.r.l.

Domain of Business: MEE0 operates in the industrial sector of geospatial and environmental data processing since 2004 and since 2006 MEE0 has been supporting European Space Agency (ESA) as industrial partner for the design and development of algorithms and applications for Earth Observation data processing and data exploitation from both Optical and Radar Satellite sensors. About Research and Development activities, MEE0 is strongly committed in design and development of new algorithms for EO based information products also based on AI techniques for processing optimization and for new geospatial information products generation. MEE0 has been developing digital platforms for Earth Observation, numerical models and geospatial data access, visualization and exploitation. The data spaces implemented by MEE0 support the distribution of geospatial information products for different economic sectors like agriculture, soil protection, climate emergency, environmental protection and cultural and natural heritage. In the framework of internal R&D activities MEE0 has developed and implemented its own Machine Learning algorithm for Super Resolution of EO optical imagery.

Months planned at the company: 12 months.

Mesi frequenza obbligatoria all'estero

Mesi 6 presso SISTEMA GmbH

Month planned at SISTEMA GmbH: 6 months

Obiettivi generali della ricerca

L'obiettivo generale del progetto è lo sviluppo di algoritmi di machine learning mediante tecniche High Performance Computing (HPC) e Deep Learning (DL) per applicazioni di super-risoluzione di immagini satellitari, estrazione di informazioni geospaziali, ottimizzazione e miglioramento di prodotti di modellistica numerica previsionale. Tale tematica rappresenta la sfida del momento nell'ambito del cambiamento climatico, dell'Osservazione della Terra, della modellistica meteorologica e climatica, nella lotta ai cambiamenti climatici e nella mitigazione dei rischi legati al riscaldamento globale. Dal punto di vista tecnologico, l'adozione dell'intelligenza artificiale nell'elaborazione di grandi quantità di dati ambientali e geospaziali può considerarsi agli albori dal punto di vista delle novità sulle tecniche utilizzate e sulle prospettive ancora da esplorare. Inoltre, questa attività è indissolubilmente legata al progresso tecnologico del supercalcolo che è chiamato ad evolversi per sostenere le crescenti necessità di elaborare rapidamente enormi quantità di dati. Dal punto di vista delle necessità e dei requisiti correlati a questo progetto di ricerca, è necessario menzionare la disponibilità di piattaforme per l'accesso a grandi quantità di dati satellitari nonché a risorse di calcolo adeguate a supportare i processi di ricerca e sviluppo sperimentale. MEOO dispone delle infrastrutture digitali per l'accesso ai dati nonché di una propria data facility che può essere utilizzata per attività di sviluppo. Tuttavia, sarà sicuramente necessario integrare queste risorse con infrastrutture di calcolo HPC all'avanguardia, in particolar modo sistemi multi-GPU, come quelle che possono essere messe a disposizione dall'Università di Ferrara, dall'INFN e dal CINECA con cui l'azienda ha già in corso diversi progetti di ricerca. All'interno del progetto di ricerca, l'azienda MEOO fornirà i requisiti tecnico-scientifici nonché le sfide da intraprendere in termini di nuovi algoritmi di analisi da sviluppare e ambiti specifici di sviluppo e test che potranno andare dall'analisi di immagini ad alta risoluzione per l'estrazione di layer informativi territoriali al miglioramento di dati di qualità dell'aria dalla combinazione di misurazione da satellite e di modellistica della dispersione degli inquinanti. MEOO, inoltre, ospiterà il dottorando presso le proprie infrastrutture consentendo la collaborazione con i proprio esperti di Osservazione della Terra a supporto delle attività di ricerca.

English version

The broad objective of the project is the development of machine learning algorithms using High Performance Computing (HPC) and Deep Learning (DL) techniques for applications of super-resolution of satellite images, extraction of geospatial information, optimization and improvement of predictive numerical modeling. This issue represents the current challenge in the field of climate change, Earth Observation, meteorological and climate modeling, in the fight against climate change and in the mitigation of risks associated with global warming. From a technological point of view, the adoption of artificial intelligence in the processing of large quantities of environmental and geospatial data can be considered in its infancy from the point of view of the novelties on the techniques used and on the prospects still to be explored. Furthermore, this activity is inextricably linked to the technological progress of supercomputing which is called upon to evolve to support the growing need to rapidly process enormous amounts of data. From the point of view of the needs and requirements related to this research project, it is necessary to mention the availability of platforms for accessing large quantities of satellite data as well as adequate computing resources to support research and experimental development processes. MEOO has the digital infrastructure for data access as well as its own data facility which can be used for development activities. However, it will certainly be necessary to integrate these resources with state-of-the-art HPC computing infrastructures, especially multi-GPU systems, such as those that can be made available by the University of Ferrara, INFN and CINECA with which the company already has several research projects underway. Within

the research project, the MEEO company will provide the technical-scientific requirements as well as the challenges to be undertaken in terms of new analysis algorithms to be developed and specific areas of development and testing which may range from the analysis of high resolution images for the extraction of territorial information layers to the improvement of air quality data from the combination of satellite measurement and modeling of the dispersion of pollutants. MEEO will also host the PhD student, allowing for collaboration with Earth Observation experts to support these research activities.

Impatto in relazione a uno o più dei seguenti fattori: (i) miglioramento della sostenibilità ambientale; (ii) accelerazione di processi di trasformazione digitale; (iii) promozione dell'inclusione sociale

Il progetto si inquadra nell'ambito della missione "Dottorati innovativi che rispondono ai fabbisogni di innovazione delle imprese" del PNRR con l'obiettivo di accelerare ed innovare i processi nell'ambito della Space Economy per l'elaborazione di dati di osservazione della Terra con tecnologie di machine-learning e high-performance computing allo stato dell'arte. Gli obiettivi del progetto sono estremamente interessanti per quanto riguarda sia le tematiche verticali di applicazioni di tecniche di intelligenza artificiale ai dati satellitari e, più in generale, ai dati geospaziali, sia per quanto riguarda le tematiche orizzontali di sviluppo di applicazioni di big data su infrastrutture di supercalcolo. Entrambi i domini interessati da questo progetto fanno parte delle sfide globali intraprese di recente per i processi di digitalizzazione, e la realizzazione di progetti digital twin innovativi per il sostegno delle politiche di sostenibilità ambientale.

English version

The project is part of the mission "Innovative doctorates that respond to the innovation needs of companies" of the PNRR with the aim of accelerating and innovating processes in the Space Economy for the processing of Earth observation data with state-of-the-art machine-learning and high-performance computing technologies. The objectives of the project are extremely interesting as regards both the vertical issues of applications of artificial intelligence techniques to satellite data and, more generally, to geo spatial data, and as well the horizontal issues of the development of big data applications on infrastructures of supercomputing. Both domains involved in this project are part of the global challenges recently undertaken for digitization processes, and the implementation of innovative digital twin projects to support environmental sustainability policies.