

# SUPERCALCOLO, IA E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PUÒ ESSERE USATA SIA PER MIGLIORARE L'EFFICIENZA E LA SOSTENIBILITÀ DELLE CITTÀ SIA PER SALVAGUARDARE L'AMBIENTE NATURALE. CINECA COLLABORA AI PROGETTI ARBÖRIA, SUL VERDE URBANO, E WEATHER4ENERGY, CHE STUDIA GLI IMPATTI DEI FENOMENI METEOROLOGICI SULLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA.

**N**egli ultimi anni, l'intelligenza artificiale (Ia) ha dimostrato un enorme potenziale in una moltitudine di settori, tra i quali uno dei più promettenti è sicuramente quello della gestione dell'ambiente naturale e urbano. Grazie alla capacità di analizzare grandi quantità di dati in tempo reale, l'Ia può diventare uno strumento fondamentale per prevenire disastri ambientali, monitorare il cambiamento climatico e ottimizzare l'utilizzo delle risorse naturali [1]. Una delle applicazioni dell'intelligenza artificiale in questo ambito è la creazione di *digital twin* delle città, modelli virtuali che riproducono fedelmente lo sviluppo e le dinamiche urbane, con un approccio che sta rivoluzionando il modo in cui monitoriamo e gestiamo lo spazio pubblico [2]. Oltre a permettere di tenere traccia delle modifiche strutturali, facilitando una gestione più sostenibile delle città, i gemelli digitali aiutano anche i decisori a prevedere l'effetto delle possibili scelte, fornendo simulazioni reali degli impatti delle modifiche proposte. In campo ambientale, l'Ia può predire con grande precisione eventi come frane, inondazioni e incendi, permettendo così di intervenire tempestivamente e prevenire danni ingenti [3]. Monitorando l'utilizzo delle risorse, come l'acqua e l'energia, l'Ia può ottimizzare i consumi, riducendo sprechi e contribuendo alla sostenibilità a lungo termine. Allo stesso tempo, grazie agli algoritmi specifici, si possono analizzare immagini satellitari o da droni per rilevare cambiamenti nel territorio, come deforestazioni illegali, espansioni urbane incontrollate e altre attività umane che possono compromettere l'equilibrio ambientale. In questo contesto, Cineca ha in corso diverse collaborazioni e partecipa a diversi progetti che, combinando innovazione tecnologica e potenza di calcolo, stanno dimostrando l'importanza dell'impiego dell'intelligenza artificiale per migliorare il modo in cui viviamo e gestiamo le

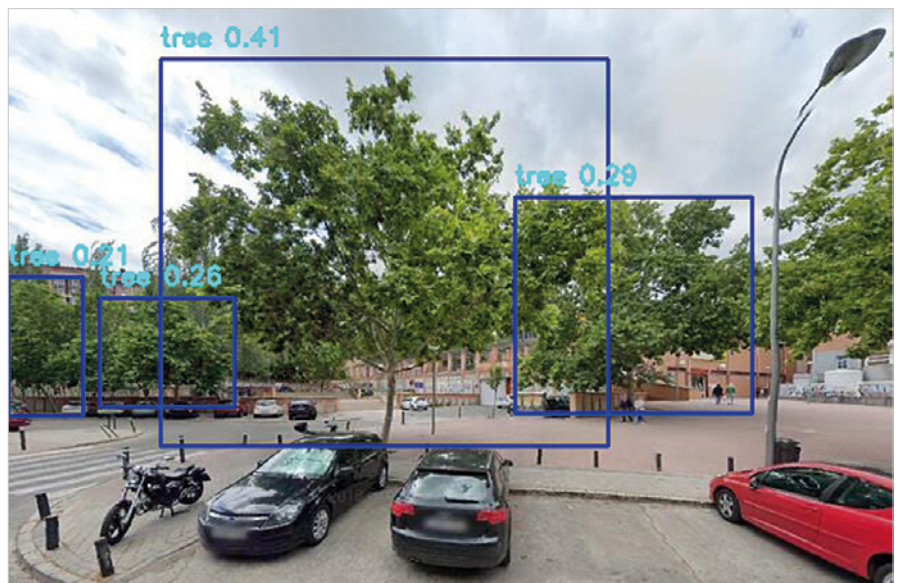


FIG. 1 IMMAGINE SCARICATA DA GOOGLE STREET VIEW E PROCESSATA ALL'INTERNO DEL PROGETTO ARBÖRIA. Gli algoritmi utilizzati permettono un'identificazione automatica degli alberi presenti nell'immagine. I riquadri blu rappresentano i limiti spaziali identificati dall'algoritmo, mentre le scritte azzurre riportano l'oggetto identificato (in questo caso alberi) e la probabilità espressa in decimali che questi oggetti siano effettivamente quelli richiesti in fase di definizione dell'algoritmo.

nostre città e l'ambiente che le circonda. Tra questi rientrano in particolare due progetti. Il primo è Arböria, dove il focus è il verde urbano e che ha visto la sua conclusione alla fine del 2023; il secondo è Weather4Energy, progetto nazionale che vede impegnati diversi partner e il cui scopo è quello di studiare gli impatti che i fenomeni meteorologici possono avere sulla produzione di energia elettrica da fonti sostenibili e su infrastrutture chiave come autostrade e rete elettrica.

Il progetto Arböria, esperimento spagnolo proposto da Föra - *Forest technologies*, sviluppato in collaborazione con Cineca e Ceader e finanziato grazie al progetto europeo Euhubs4data, si propone di migliorare la gestione delle aree verdi urbane utilizzando dati aperti e tecnologie avanzate. Lo scopo principale è quello di identificare e localizzare gli alberi in ambiente urbano tramite l'uso di dati Lidar, immagini aeree a colori Rgb e infrarossi e Google street view. L'obiettivo finale è ottenere una classificazione e una

mappatura delle specie arboree, il tutto cercando di automatizzare il più possibile l'intero processo. La mappatura degli alberi presenti in contesti urbani viene svolta utilizzando osservazioni Lidar [4], le quali misurano la distanza dagli oggetti attraverso impulsi laser e generano una nuvola di punti con coordinate tridimensionali. Le immagini aeree e a livello stradale, come quelle di Google street view [5], sono invece utilizzate per migliorare la precisione della localizzazione degli alberi (figura 1). Infine, immagini multispettrali, come quelle all'infrarosso, sono impiegate per classificare la vegetazione e integrare le informazioni raccolte. Questi dati vengono elaborati attraverso algoritmi di *computer vision* e *deep learning*, come le reti neurali convoluzionali [6], allo scopo di automatizzare la rilevazione e l'estrazione delle metriche valutative. I risultati del progetto evidenziano l'efficacia di queste tecnologie nel mappare e classificare gli alberi urbani, come dimostrato anche da un esperimento

condotto sulla città spagnola di Pamplona che ha ridotto del 7,24% le false rilevazioni nella mappatura, migliorando quindi la precisione di rilevazione degli alberi. Inoltre, per quanto riguarda la classificazione delle specie, nell'ambito del progetto è stato creato un dataset di oltre 22.000 immagini utilizzato per allenare un modello di intelligenza artificiale in grado di identificare automaticamente diverse specie arboree [4].

In conclusione, Arböria rappresenta una soluzione efficace automatizzata per l'inventario degli alberi in contesti urbani, capace di fornire dati accurati e aggiornati in modo efficiente. Sono già allo studio possibili estensioni di questo progetto, con l'obiettivo di migliorare ulteriormente la precisione e la capacità di classificazione degli alberi, permettendo quindi un risparmio economico e fornendo un utile supporto alle amministrazioni che si troveranno a dover programmare la gestione del verde pubblico in un prossimo futuro.

Weather4Energy (al quale collaborano Autostrade, Cnr, Cineca, Enea, Eni, Engineering, Ifab, Illumia, Politecnico di Bari, Terna e Università di Firenze) nasce dalla necessità di affrontare le sfide poste dalla crescente dipendenza dell'Italia dalle energie rinnovabili, come l'energia solare, eolica e idroelettrica, che rappresentano circa il 40% della capacità installata complessivamente nel Paese. Queste fonti di energia sono intrinsecamente volatili, poiché dipendono dalle condizioni meteorologiche a breve e lungo termine, e ciò ha un impatto significativo sull'infrastruttura energetica.

Gli obiettivi del progetto sono duplici: da un lato, migliorare la capacità di previsione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili; dall'altro, simulare i rischi futuri per l'infrastruttura autostradale e per la catena di approvvigionamento energetico a causa del cambiamento climatico e dei fenomeni estremi a esso collegati.

Le tecnologie chiave utilizzate sono molteplici e includono approcci propri delle scienze meteorologiche e nuovi approcci legati allo sviluppo dell'intelligenza artificiale. In particolare, dal punto di vista della modellazione meteorologica si stanno usando modelli di previsione numerica, come il modello Cosmo [8] e il modello Moloch [9], che forniscono previsioni a breve termine con una risoluzione spaziale fino a 1,5 km (figura 2).

Successivamente, le previsioni di questi modelli vengono combinate con modelli climatici a lungo termine per proiettare

scenari di rischio idrogeologico e impatti sulle infrastrutture sotto analisi. Uno degli elementi più innovativi del progetto è l'uso di tecniche di *machine learning* e intelligenza artificiale per migliorare la precisione delle previsioni meteorologiche a breve termine e poter quindi avere un risultato migliore quando si usano queste previsioni come input per modelli a più ampio respiro temporale.

A oggi il progetto è a metà della sua vita, ma i primi risultati mostrano chiaramente come gli approcci innovativi che sono in fase di sviluppo in questo progetto consentono di avere previsioni più dettagliate e accurate, aspetti che permetteranno una migliore gestione delle infrastrutture chiave interessate e che consentiranno anche di contrastare alcuni degli effetti che il cambiamento climatico avrà su queste infrastrutture.

L'intelligenza artificiale sta rapidamente diventando un alleato fondamentale nella lotta contro i cambiamenti climatici e nella gestione delle risorse urbane e ambientali. I progetti in corso stanno già dimostrando come l'ia possa essere impiegata non solo per migliorare l'efficienza e la sostenibilità delle città, ma anche per salvaguardare l'ambiente naturale. Man mano che queste tecnologie evolvono, il loro impatto positivo sull'ambiente e sulle nostre vite è via via sempre più evidente, segnando un passo importante verso un futuro più sostenibile.

#### Matteo Angelinelli

Hpc data engineer, Data management and analytics Hpc, Cineca

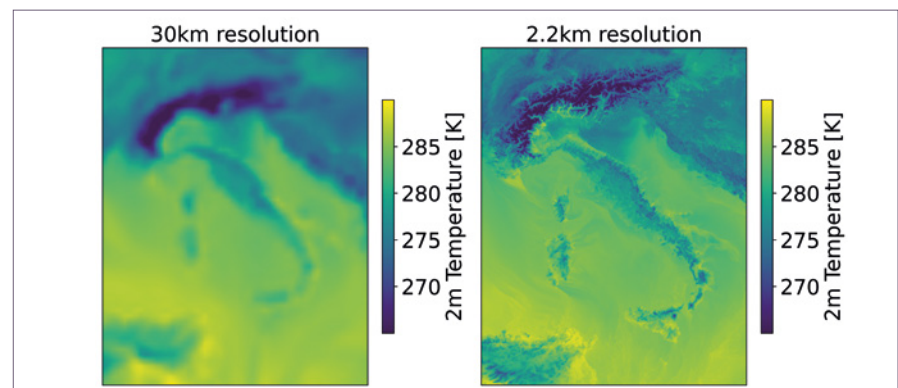


FIG. 2 IMMAGINE PRODOTTA ALL'INTERNO DEL PROGETTO WEATHER4ENERGY

Previsioni meteorologiche per lo stesso istante temporale per la temperatura a 2 m da suolo (variabile standard delle analisi meteorologiche ed espressa in gradi Kelvin) ottenute con un modello globale la cui risoluzione è 30 km per ogni pixel a sinistra e la stessa grandezza ottenuta con il modello Cosmo la cui risoluzione spaziale è 2,2 km a destra.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Rapinel S., Hubert-Moy L., Clément B., "Special Issue on earth observation for habitat mapping and biodiversity monitoring", 2015, *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 37, 56.
- [2] "Bologna avrà un gemello digitale", sito web del Comune di Bologna, [www.comune.bologna.it/notizie/gemello-digitale](http://www.comune.bologna.it/notizie/gemello-digitale)
- [3] Nasa and Ibm openly release geospatial AI foundation model for Nasa Earth observation data, sito web di Earth Data - Nasa, [www.earthdata.nasa.gov/news/impact-ibm-hls-foundation-model](http://www.earthdata.nasa.gov/news/impact-ibm-hls-foundation-model)
- [4] Calvert J.G., *Pure and applied chemistry*, 1990, 62, 2167.
- [5] Angelov D., Dulong C., Filip D. et al., 2010, "Google Street View: Capturing the world at street level", *Ieee - Computer*, 2010, 43, 32.
- [6] Albawi S., Mohammed T. A., Al-Zawi S., "Understanding of a convolutional neural network", in *2017 International conference on engineering and technology (Icet) - Ieee*, 2017, 1-6.
- [7] Angelinelli M., Barrer C., García Pascual B., Pedrazzi G., "Arböria: An open-data-based urban tree inventory tree solution improved by AI optimization", 2024, in prep.
- [8] Cosmo 2l model setup, Arpa, 2020, <https://www.cosmo-model.org/content/tasks/operational/cosmo/arpa-simc/default.htm>
- [9] Mariani S., Casaioli M., Coraci E., Malguzzi P., "A new high-resolution Bolam-Moloch suite for the Simm forecasting system: assessment over two HyMeX intense observation periods", 2015, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15, 1-24, <https://doi.org/10.5194/nhess-15-1-2015>