

# IL SUPERCALCOLATORE PRE-EXASCALE LEONARDO: CONTRIBUTI AL MONDO DEL PATRIMONIO CULTURALE

di Antonella Guidazzoli, Maria Chiara Liguori



Fig. 1 - Il Ministro dell'Università e della Ricerca Anna Maria Bernini inaugura il supercomputer Leonardo alla presenza del Presidente Sergio Mattarella.

Il nuovo supercalcolatore pre-exascale Leonardo, recentemente inaugurato presso il Tecnopolo di Bologna, è un potente strumento al servizio della ricerca e anche delle applicazioni per i Beni Culturali. Molte sono le opportunità che rende disponibili, tra Big Data ed Intelligenza Artificiale.

## LEONARDO A SOSTEGNO DELLA RICERCA

Nel novembre 2022 è stato ufficialmente inaugurato il supercalcolatore pre-exascale Leonardo presso gli spazi Cineca del Tecnopolo di Bologna [1, 2]. Leonardo, che si è classificato al 4° posto nella Top500 mondiale [3] per potenza di calcolo, ha l'obiettivo di fornire al mondo della ricerca risorse di calcolo sempre più

performanti [4]. Tra i possibili campi di applicazione ci sono l'osservazione del cosmo, la scienza dei materiali, i gemelli digitali (digital twin) di realtà estremamente complesse, la mitigazione e la gestione dei rischi in ambito meteo-climatico, la lotta contro pandemie ed epidemie, solo per citarne alcuni. Lo spazio del Tecnopolo si sta rapidamente sviluppando come un grande hub per i Big Data, l'Intelligenza Artificiale, l'innovazione e il calcolo quantistico. Insieme ad Ecmwf - il Centro di supercalcolo del Centro europeo di previsioni meteorologiche a medio termine -, all'Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia (Arpae) e alla neocostituita Agenzia Italia meteo, che troveranno anch'essi presto posto al Tecnopolo, si realizzerà, per esempio, un vero e proprio polo europeo per la meteorologia e la climatologia. Tuttavia, i contesti di ricerca prettamente scientifici non saranno gli unici a beneficiare delle capacità di calcolo di Leonardo. I campi di applicazione potenziali includono anche le discipline umanistiche, e in questo contesto, anche i Beni Culturali.

## IL SUPERCALCOLO PER I BENI CULTURALI

Ci sono due campi in particolare in cui il supercalcolatore Leonardo può offrire contributi significativi: l'analisi e la gestione di Big Data e l'addestramento di reti di intelligenza artificiale, nonché la loro applicazione a grandi moli di dati.

Cineca ha già utilizzato il supercalcolo in progetti come I-Media-cities [5], che ha raccolto risorse audiovisive dedicate al contesto urbano provenienti da nove archivi europei. Gli algoritmi di intelligenza artificiale sono stati utilizzati per intervenire sul materiale audiovisivo, individuando automaticamente gli shot dei video, tagliandoli e metadandoli con l'uso di sistemi di object detection. Una volta caricati i contenuti audiovisivi sulla piattaforma, il workflow procede a fare girare gli algoritmi, forniti da Fraunhofer, e che, nel caso dell'*object detection*, possono riconoscere e taggare 78 tipologie di oggetti differenti, dal cavallo alla bicicletta, dalla sedia alla borsa. Il processo di arricchimento si è svolto in parallelo con quello messo in campo dai ricercatori. Ciascuna cineteca si è infatti collegata ad un istituto di ricerca incaricato di svolgere questa attività di metadattazione sui propri contenuti. Al momento la piattaforma registra 729.462 tag automatici e 32.760 tag manuali. L'arricchimento dei metadati, applicati al singolo shot, agevola notevolmente la successiva attività dei ricercatori che, per esempio, potrebbe-

ro desiderare di individuare specifici elementi iconografici utili alle loro ricerche, evitando però le lunghe ore di consultazione di contenuti audiovisivi. In I-Media-Cities i tag aggiunti dagli algoritmi sono esplicitamente presentati come automatici, in modo che il fruitore sia consapevole che per quell'elemento ci possa essere un certo margine di errore [6; 7]. La trasparenza, per quel che riguarda l'intelligenza artificiale, è una condizione imprescindibile dato che la grande massa di elaborato, rapidamente fornita in maniera automatica, anche quando non è validata da un ricercatore successivamente, supplisce ai possibili errori prodotti, ed è indispensabile essere consapevoli dei limiti nel processo di arricchimento. Con l'intelligenza artificiale "trasparente" si può creare fiducia nei sistemi di AI e garantire che vengano utilizzati in modo eti-

co, equo ed efficace.

La piattaforma I-Media-Cities, giudicata come market ready dallo European Innovation Radar, è già stata applicata ad un altro progetto, ovvero DARE (Digital Environment for Collaborative Alliances to Regenerate Urban Ecosystem in middle-sized cities) [8], senza però l'inserimento degli algoritmi di AI. Tuttavia, la flessibilità della piattaforma, disponibile in formato open [9], consente l'inserimento di qualsiasi algoritmo adatto all'analisi di audiovisivi, aspetto che sarà testato in un progetto di prossima realizzazione. L'attività di processamento dei dati mediante gli algoritmi ritenuti più opportuni, ed in breve tempo, è proprio ciò che rende indispensabile il supporto dell'HPC per progetti come questo.

L'addestramento di reti neurali è un altro settore estremamente utile e promettente per

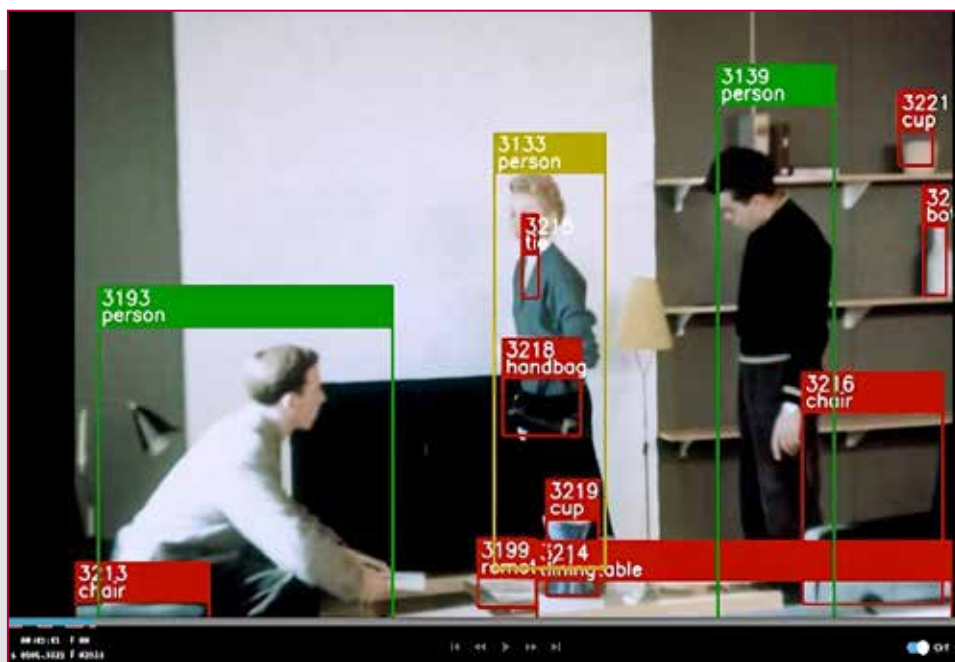


Fig. 2 - Processo di object detection. I riquadri presentano una colorazione diversa tanto maggiore è il grado di confidenza dell'algoritmo nel riconoscere correttamente l'elemento.

il mondo dei Beni Culturali. Il tagging automatico di risorse digitali audiovisive, come per il progetto I-Media-Cities, si basa come detto sul procedimento di object detection, ovvero il riconoscimento dei contenuti che saranno poi taggati, consentendone un facile recupero. Gli algoritmi, per poter individuare e riconoscere gli oggetti, devono essere allenati: ovvero devono essere sottoposti a dataset molto voluminosi con esempi di ciò che si desidera venga poi riconosciuto automaticamente dall'algoritmo.

Attualmente le reti sono allenate prevalentemente su contenuti della contemporaneità. Ciò è inevitabile, dato che per allenare una rete e riuscire a conseguire un alto livello di efficacia è indispensabile fornire un dataset estremamente ampio. La stragrande maggioranza di queste reti è stata perciò allenata a partire da materiale reperibile liberamente in rete, vale a dire im-

magini e video relativamente recenti. Ciò ha comportato, di conseguenza, il fatto di riuscire a riconoscere facilmente se un semaforo o un'automobile sono contenuti in un'immagine. Tuttavia, il patrimonio dei Beni Culturali non si ferma agli ultimi trenta o quarant'anni, rendendo quindi di difficile utilizzo le reti già addestrate disponibili. Una rete addestrata a partire da un dataset contemporaneo, se applicata ad un'opera d'arte sacra del '400, non riconoscerà, per esempio, la presenza di tavole bibliche nelle mani di un santo ma, anzi, le taggherà probabilmente riconoscendole come uno smartphone. Da ciò deriva l'importanza di allenare nuove reti adatte a contenuti che siano più significativi per la successiva analisi delle varie risorse del patrimonio dei Beni Culturali.

In un contesto caratterizzato da uno spostamento verso quello che potremmo chiamare cyberspazio, con i suoi me-

taversi, anche per i Beni Culturali - si pensi per esempio ad applicazioni come Occupy White Walls [10] - le risorse di supercalcolo e i framework XR (Extended Reality) possono cooperare in diversi modi per migliorare l'esperienza e le capacità delle applicazioni XR.

Innanzitutto, le risorse di supercalcolo possono essere utilizzate per fornire la potenza di elaborazione necessaria per eseguire simulazioni e modelli complessi in tempo reale all'interno di ambienti XR, consentendo un rendering più rapido e accurato di scene e interazioni dinamiche, creando, conseguentemente, la creazione di ambienti e interazioni più realistici e dettagliati. Inoltre, le applicazioni XR richiedono spesso l'elaborazione di grandi quantità di dati e le risorse di supercalcolo possono aiutare a gestire questi dati in modo efficiente ed efficace. Queste possono essere utilizzate anche a sostegno della creazione di ambienti virtuali collaborativi, consentendo a più utenti di interagire all'interno dello stesso ambiente XR.

Collaborando, le risorse di supercalcolo e i framework XR possono creare esperienze XR potenti e coinvolgenti prima inimmaginabili.

## CONCLUSIONI

Per massimizzare i benefici del supercalcolo per il settore del patrimonio culturale, è sempre più importante coinvolgere una vasta gamma di parti interessate. Non solo esperti nei campi dell'intelli-



Fig. 3 - Workshop "AI e Beni Culturali. Tra ricerca e creatività" tenutosi presso Cineca nell'ambito della Notte Europea dei Ricercatori. La storica dell'arte Rebecca Pedrazzi interviene sul tema AI e creatività.

genza artificiale e dell'informatica, ma anche curatori, storici e altri professionisti con una profonda conoscenza del patrimonio culturale oggetto di studio. Inoltre, è necessario sviluppare nuovi metodi per l'elaborazione e l'analisi delle grandi quantità di dati generati da questi sistemi. Ciò potrebbe includere lo sviluppo di nuovi algoritmi specificamente progettati per le applicazioni del patrimonio culturale o l'incorporazione di metodi e competenze tradizionali nel processo di analisi. Un'altra considerazione importante è come garantire che i risultati di queste analisi siano comunicati in modo efficace e tradotti in azioni. Ciò potrebbe comportare lo sviluppo di nuovi metodi di visualizzazione dei dati generati dai supercomputer o la collaborazione con musei e altre istituzioni culturali per sviluppare nuove mostre e materiali didattici che aiutino a rendere comprensibili queste scoperte. Una prospettiva che si sta facendo sempre più strada per raggiungere questi obiettivi è l'inserimento degli artisti e della loro capacità interpretativa nel trattamento e nella comunicazione di dati scientifici e di ricerca. Progetti europei come GRIN - Art-driven innovation for digital and green transition in European Regions - mirano espressamente ad inserire gli artisti nel loop comunicativo, favorendone la collaborazione con team scientifici. Anche esperienze come la Notte Europea dei Ricercatori, anch'essa finanziata a livello comunitario, si stanno rive-

lando sempre più una risorsa fondamentale nell'attività divulgativa e nell'impegno per aiutare le persone a familiarizzare con temi complessi come, per esempio, l'intelligenza artificiale.

A tale proposito, VisitLab Cineca ha avviato una serie di eventi bi-annuali dedicati proprio alle sinergie possibili tra AI e Beni Culturali, intesi in senso ampio. Il 20 gennaio scorso si è tenuto il primo workshop dal tema "AI e Beni Culturali". Tra ricerca e creatività - di cui è disponibile la registrazione video [11] - a cui

farà seguito il secondo appuntamento dell'anno a settembre.

In un settore così in fermento, l'arrivo di Leonardo non poteva che essere il benvenuto.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Sito supercomputer Leonardo: <https://leonardo-supercomputer.cineca.eu>
- [2] Inaugurazione supercomputer Leonardo: <https://www.cineca.it/temi-caldi/inaugurazione-presidente-mattarella>
- [3] Top 500: <https://www.top500.org/lists/top500/2022/11/>
- [4] F. Ubertini, L'intelligenza non è artificiale. Il supercalcolatore di Bologna. Una risorsa per l'Italia, in *Limes*, Dicembre 2022, pp. 153-158.
- [5] I-Media-Cities: [www.imediacities.eu](http://www.imediacities.eu)
- [6] S. Caraceni et al., "I-media-cities, a searchable platform on moving images with automatic and manual annotations," 2017 23rd International Conference on Virtual System & Multimedia (VSMM), Dublin, Ireland, 2017, pp. 1-8, doi: 10.1109/VSM.2017.8346274.
- [7] Teresa-M. Sala, Mariona Bruzzo (eds.), *I-Media-Cities Innovative e-Environment for Research on Cities and the Media*, 2019.
- [8] Darsena Ravenna Approdo Comune: <https://www.darsenaravenna.it/>
- [9] <https://gitlab.hpc.cineca.it/mediacities>

[10] Occupy White Walls: <https://www.oww.io/>

[11] <https://www.cineca.it/news/workshop-ai-e-beni-culturali-tra-ricerca-e-creativita>

#### ABSTRACT

*In late 2022, the Bologna Technopole unveiled its latest pre-exascale supercomputer, Leonardo. This new supercomputer facility will support a wide range of scientific research and Cultural Heritage initiatives, offering exciting possibilities for various fields of knowledge, particularly in the areas of Big Data and Artificial Intelligence. Cineca VisitLab is actively engaged in multiple EU projects that are expected to greatly benefit from the cutting-edge capabilities of this advanced technology.*

#### PAROLE CHIAVE

SUPERCALCOLO; BENI CULTURALI; INTELLIGENZA ARTIFICIALE; BIG DATA; DIVULGAZIONE SCIENTIFICA

#### AUTORE

ANTONELLA GUIDAZZOLI  
MARIA CHIARA LIGUORI  
VISITLAB@CINECA.IT  
VISITLAB CINECA