

AI4DH: Intelligenza Artificiale per le Digital Humanities

Marina Paolanti^{1,2}, Francesca Matrone³, Rocco Pietrini^{2,4}, Primo Zingaretti², Adriano Mancini²,
Benedetta Giovanola¹, Stefano Pigliapoco⁵, Pierluigi Feliciati⁵, Emanuele Frontoni^{1,2}

[1] Dipartimento di Scienze Politiche, della Comunicazione e delle Relazioni Internazionali, Università di Macerata, 62100 Macerata, Italy

[2] VRAI Vision Robotics and Artificial Intelligence Lab, Università Politecnica delle Marche, Department of Information Engineering (DII), 60131 Ancona, Italy

[3] Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, 10129 Turin, Italy

[4] Grottini Lab, Via Santa Maria in Potenza, 62017 Porto Recanati, Italy

[5] Department of Humanities, Università di Macerata, 62100, Macerata, Italy

Abstract

Le Digital Humanities (DH) sono un campo emergente che riunisce studiosi di materie umanistiche e sociali con quelli di materie ingegneristiche e informatiche per lavorare sulla ricerca fondamentale e applicata nelle scienze umane. L'Intelligenza Artificiale (Artificial Intelligence - AI) ha sollevato molteplici questioni essenziali per le scienze umanistiche e sociali, cambiando il modo di fare ricerca, in quanto l'elaborazione massiccia dei dati, resa possibile dalle tecniche di apprendimento automatico e profondo, ha offerto nuove prospettive di analisi. Grazie ad algoritmi di deep learning, c'è stata una vasta gamma di strumenti computazionali, metodi e tecniche che hanno permesso agli studiosi di materie umanistiche di condurre ricerche su una scala che una volta si riteneva impossibile. I risultati scientifici e tecnologici di queste attività di ricerca hanno un notevole impatto nell'ambito delle industrie culturali e creative, favorendo, semplificando e potenziando le attività di enti culturali (biblioteche, archivi, musei, siti archeologici) e di aziende che offrono servizi a tali enti. Questo contributo propone e presenta il successo e le sfide dell'applicazione di tecniche di Intelligenza Artificiale per le Digital Humanities (AI4DH), come la creazione di dati digitali, la gestione, l'analisi dei dati (compreso il text mining, l'image mining e la visualizzazione dei dati, ecc.) in letteratura, linguistica, patrimonio culturale, media, scienze sociali, storia, musica e acustica, e pedagogia. L'obiettivo è altresì di costruire una comunità e condividere informazioni in questo settore. Riflettere e aiutare le scienze umane e sociali a beneficiare dei progressi metodologici dell'AI: questa è la doppia sfida che ci si propone di affrontare. Presenteremo le principali domande poste all'AI dalle scienze umane e sociali, per passare in rassegna alcuni degli approcci proposti, ma anche per mostrare come l'AI

sia diventata uno strumento di lavoro essenziale per questo campo.

1 Introduzione

L'AI sta cambiando la nostra vita in un modo senza precedenti e sta diventando sempre più presente in dispositivi e servizi di uso quotidiano come smartphone, smartwatch, smart tv stick, personal computer, servizi di shopping online, servizi di intrattenimento online, servizi di infotainment online. L'esplosione dell'AI, guidata principalmente dai progressi nel deep learning, è stata significativamente favorita dalla disponibilità di risorse computazionali e di serie di dati molto grandi da utilizzare per addestrare gli algoritmi AI. Infatti, da un lato, i dispositivi dotati di GPU permettono di elaborare enormi quantità di dati in tempi ragionevoli. Dall'altro lato, i dati prodotti dagli utenti, per esempio con i loro smartphone, e condivisi sul web e sui social network, offrono una fonte preziosa di dati annotati che possono essere utilizzati per insegnare agli algoritmi AI ad eseguire una vasta gamma di compiti non banali.

Poiché sempre più del nostro patrimonio culturale diventa disponibile in formato digitale, gli umanisti stanno sempre più utilizzando algoritmi di AI e altre tecniche computazionali ai loro metodi di ricerca [Messemer *et al.*, 2020]. Tuttavia, la questione è quanto siano preziose le intuizioni ottenute da questi strumenti. Si dimostra sorprendentemente difficile valutare se tali intuizioni costituiscono una tendenza significativa e interessante o semplicemente riflettono un errore o una distorsione negli strumenti e nei dati utilizzati. La crescente quantità di conservazione digitale nelle biblioteche e nei musei consente la protezione e l'utilizzo della memoria culturale per la società. Tuttavia, sfide come la scarsa qualità dei metadati o le difficoltà di usabilità ostacolano una ricerca basata su parole chiave per i non esperti [Münster *et al.*, 2018]. Pertanto, le reti neurali possono essere utili per la classificazione, l'assegnazione automatica di metadati o la raccomandazione basata sul contenuto dell'arte digitalizzata. L'imaging sistematico delle arti nei musei in generale può portare a generare informazioni molto preziose, che possono essere utilizzate

per documentare digitalmente i dipinti. I dati visivi estratti dai dipinti possono essere utilizzati per addestrare reti neurali artificiali a riconoscere copie o riproduzioni diverse di un dipinto, o anche dipinti creati in uno stile simile. Una volta che le immagini sono state riconosciute, un sistema di supporto digitale può fornire al fruitore informazioni sistematicamente organizzate sul dipinto.

L'obiettivo di questo contributo è quello di descrivere come le discipline umanistiche sono sempre più orientate verso metodologie di analisi, studio e ricerca basate sull'utilizzo dei big data, del deep learning e della robotica, riducendo tempi e costi, valorizzando e rendendo più accessibile il patrimonio culturale anche in chiave di sostenibilità e permettendo una conoscenza più approfondita delle diverse tematiche culturali. Da esso inoltre si evince l'importanza di costruire una comunità e condividere informazioni in questo settore emergente.

2 AI per Industrie Culturali e Creative

In questa sezione, riportiamo alcuni esempi di applicazione di tecniche di AI sviluppate con dati provenienti dalle DH e che possono essere messe al servizio delle industrie culturali e creative che operano nel campo delle DH. Di seguito riportiamo i lavori più recenti e di maggiore interesse sull'uso di reti basate su algoritmi di deep learning come strumento di supporto all'umanesimo digitale.

Analisi e metadattazione. Fondamentale per la conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale è la digitalizzazione e metadattazione del patrimonio stesso. Gli algoritmi di AI (sia mono-modali che multi-modali) offrono utili strumenti in questo senso. Ad esempio, utilizzando reti neurali convoluzionali (CNN) è possibile realizzare applicazioni per il riconoscimento di immagini pittoriche e degli oggetti rappresentati per ricavare, ad esempio, metadati relativi al periodo in cui il dipinto è stato realizzato [Hong e Kim, 2017]. Sulle CNN si basa il sistema di identificazione degli artisti costruito da Vasisht (2018), che può elaborare contemporaneamente centinaia di immagini di dipinti e stampare i nomi dei pittori e i titoli dei dipinti. Sistemi di questo tipo possono aiutare i fruitori di storia dell'arte a ridurre il tempo di ricerca.

Riconoscere oggetti specifici in un'opera è un task che può essere svolto efficacemente con tecniche di deep learning, mentre interpretarne la semantica è un problema più complesso [Sandoval *et al.*, 2019]. Lo storico dell'arte identifica lo stile di un dipinto e quindi dal momento che il numero di immagini disponibili su Internet sta crescendo rapidamente, sarebbe utile per i computer imparare ad etichettare immagini sconosciute e riconoscere i loro stili artistici. Nel loro lavoro, [Sandoval *et al.*, 2019] presentano un algoritmo di classificazione a due stadi che effettua la classificazione dello stile basato su patch, ottenendo risultati migliori quando l'analisi basata su patch locali viene combinata con l'analisi olistica dell'intera immagine.

Analisi automatica di documenti storici. Nell'ambito delle biblioteche e degli archivi storici, tecniche di analisi visuale e testuale, come gli algoritmi di handwritten text recognition, di layout analysis e di keyword spotting, agevolano la fruizione del patrimonio culturale testuale anche da parte di non

esperti. Infatti, le CNN possono essere utilizzate, in combinazione con reti neurali ricorrenti (RNN) o altri tipi di architettura per il language modeling, per identificare in maniera automatica le sezioni principali di un documento storico, individuare le parole chiave nel testo [Sudholt e Fink, 2016] e fornire trascrizioni dei manoscritti antichi. Inoltre, queste tecnologie possono essere utilizzate per tradurre il testo dalla lingua antica in cui è stato redatto in lingue moderne.

Miglioramento dell'esperienza utente. Nell'ambito di mostre ed esposizioni museali, le tecniche di AI possono permettere lo sviluppo di tool che ne agevolino e guidino la curatela o che aumentino l'engaging dei visitatori. Ad esempio, [Elgammal *et al.*, 2018] hanno effettuato uno studio completo di molte delle CNN che hanno il compito di classificare lo stile su 67,000 immagini di dipinti e hanno analizzato la rappresentazione appresa attraverso l'analisi di correlazione con concetti derivati da storia dell'arte. Hanno scoperto che le reti potrebbero collocare le opere d'arte in una disposizione temporale regolare basata principalmente sull'apprendimento delle etichette di stile, senza alcuna conoscenza a priori del tempo di creazione, del tempo storico e del contesto degli stili, delle correlazioni o delle relazioni tra gli stili. Ad esempio, mediante l'uso di reti neurali, è possibile costruire sistemi di raccomandazione di opere d'arte basati sul contenuto [Messina *et al.*, 2019] e personalizzati sul visitatore.

3 Conclusioni

L'impiego delle tecniche di AI nella DH contribuiscono fortemente al processo di apprendimento e alla gestione dell'apprendimento. Un esempio lo possiamo ritrovare nell'ambito della storia dell'arte per quanto riguarda l'identificazione dei dipinti mediante la tecnologia di visione artificiale. Negli ultimi anni molti sono i progetti di ricerca nel campo del riconoscimento della pittura. Essi sono una base per lo sviluppo di ambienti di ricerca virtuali che sono da supporto per raccogliere conoscenze sulle opere d'arte, accedendovi online e offrendo una piattaforma personalizzata di apprendimento e di condivisione delle informazioni.

Riferimenti bibliografici

- [Elgammal *et al.*, 2018] Ahmed Elgammal, Bingchen Liu, Diana Kim, Mohamed Elhoseiny, e Marian Mazzone. The shape of art history in the eyes of the machine. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2018.
- [Hong e Kim, 2017] Yiyu Hong e Jongweon Kim. Art painting identification using convolutional neural network. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(4):532–539, 2017.
- [Messemer *et al.*, 2020] Heike Messemer, Walpola Layantha Perera, Matthias Heinz, Florian Niebling, e Ferdinand Maiwald. Supporting Learning in Art History–Artificial Intelligence in Digital Humanities Education. In *Proceeding of the Workshop Gemeinschaften in Neuen Medien*, 2020.

- [Messina *et al.*, 2019] Pablo Messina, Vicente Dominguez, Denis Parra, Christoph Trattner, e Alvaro Soto. Content-based artwork recommendation: integrating painting metadata with neural and manually-engineered visual features. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 29(2):251–290, 2019.
- [Münster *et al.*, 2018] Sander Münster, Christina Kamposiori, Kristina Friedrichs, e Cindy Kröber. Image libraries and their scholarly use in the field of art and architectural history. *International Journal on Digital Libraries*, 19(4):367–383, 2018.
- [Sandoval *et al.*, 2019] Catherine Sandoval, Elena Pirogova, e Margaret Lech. Two-stage deep learning approach to the classification of fine-art paintings. *IEEE Access*, 7:41770–41781, 2019.
- [Sudholt e Fink, 2016] Sebastian Sudholt e Gernot A Fink. Phocnet: A deep convolutional neural network for word spotting in handwritten documents. In *Proceedings of the International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2016.