

INTELLIGENZA ARTIFICIALE: RIVOLUZIONE NELLA RICERCA SCIENTIFICA

Giorgio Luciano

Riassunto

L'articolo esamina l'impatto dell'intelligenza artificiale e dei modelli basati su reti neurali sulla ricerca scientifica e sull'elaborazione del linguaggio naturale. Inizia discutendo la "sindrome di Frankenstein" e i timori sui potenziali rischi dell'IA, per poi sottolineare i benefici che essa può offrire se sviluppata in modo etico e responsabile. Viene poi esplorato l'impatto delle reti neurali in diversi campi scientifici, evidenziando applicazioni in medicina, fisica, astronomia e altri settori. Si descrivono i vari tipi di reti neurali e il loro ruolo nell'analisi dei dati e nella modellizzazione. Successivamente si traccia l'evoluzione dalle reti neurali all'avvento dei modelli di linguaggio avanzati come BERT e GPT-3, basati su meccanismi di attenzione. Si discutono le straordinarie capacità di questi modelli nella comprensione e generazione del linguaggio. Infine, si conclude rimarcando l'importanza di un approccio etico e responsabile allo sviluppo dell'IA, riconoscendo le sfide ma anche le enormi opportunità offerte da queste tecnologie per il progresso scientifico e il bene comune.

Abstract

The article examines the impact of artificial intelligence and neural network-based models on scientific research and natural language processing. It begins by discussing the "Frankenstein syndrome" and concerns about the potential risks of AI, then emphasizes the benefits it can offer if developed ethically and responsibly. The article goes on to explore the impact of neural networks in various scientific fields, highlighting applications in medicine, physics, astronomy, and other sectors. It describes the various types of neural networks and their role in data analysis and modeling. Subsequently, it traces the evolution from neural networks to the emergence of advanced language models like BERT and GPT-3, based on attention mechanisms. It discusses the remarkable capabilities of these models in understanding and generating language. Finally, it concludes by emphasizing the importance of an ethical and responsible approach to AI development, recognizing the challenges but also the enormous opportunities these technologies offer for scientific progress and the common good.

Parole chiave: Intelligenza artificiale, Ricerca scientifica, Innovazione, Etica.

Keywords: Artificial Intelligence, Scientific Research, Innovation, Ethics.

1. Introduzione

L'intelligenza artificiale (IA) sta diventando una forza trainante dietro l'evoluzione della ricerca scientifica in diversi settori. Tuttavia, al contempo, sorgono preoccupazioni e timori riguardo ai potenziali rischi associati all'IA. Alcuni si riferiscono a questi timori richiamando la "sindrome di Frankenstein" o il "complesso di Frankenstein", riferendosi al personaggio letterario creato da Mary Shelley. Il complesso di Frankenstein rappresenta la paura dell'uomo nei confronti di un'entità che supera la sua stessa creazione, evocando il timore che l'IA possa diventare una forza incontrollabile che mette in pericolo l'umanità stessa.

Nel corso della storia umana, ci sono stati momenti in cui l'innovazione tecnologica ha alimentato timori e sospetti sulla potenziale minaccia per l'umanità stessa. Ad esempio, durante la Rivoluzio-

ne Industriale, l'introduzione di nuove macchine e tecnologie ha suscitato preoccupazioni riguardo alla sostituzione degli esseri umani nel lavoro e alla conseguente perdita di autonomia. Tuttavia, la storia ha dimostrato che le nuove tecnologie hanno in realtà potenziato le capacità umane, creando nuove opportunità di crescita e sviluppo.

Nel caso dell'IA, gli esperti nel campo sottolineano che gli eventuali lati negativi possono essere superati dai numerosi vantaggi e opportunità che essa offre. L'IA può essere un alleato potente per accelerare il progresso scientifico e portare a risultati straordinari. Ad esempio, nell'ambito della medicina, l'IA può contribuire all'analisi di grandi quantità di dati clinici, facilitando la diagnosi precoce di malattie o aiutando a individuare terapie personalizzate. Nella fisica, l'IA può essere impiegata per l'analisi di dati provenienti da esperimenti complessi, contribuendo alla scoperta

di nuove particelle o a una migliore comprensione dei fenomeni fisici.

Tuttavia, è fondamentale promuovere un approccio etico e responsabile allo sviluppo e all'utilizzo dell'IA. La regolamentazione etica è essenziale per garantire che l'IA venga impiegata per il bene comune e nel rispetto dei valori umani. Gli organismi governativi, le istituzioni accademiche e le organizzazioni internazionali stanno lavorando per sviluppare linee guida e normative che guidino l'implementazione sicura e responsabile dell'IA.

Gli esperti nel campo concordano sul fatto che l'IA sia una risorsa preziosa per la ricerca scientifica, ma è necessario mantenere un equilibrio tra l'innovazione tecnologica e le implicazioni etiche. Solo attraverso una regolamentazione attenta e ponderata possiamo sfruttare appieno il potenziale dell'intelligenza artificiale per il bene comune.

2. L'Impatto delle reti neurali in diversi campi scientifici

Nell'ambito dell'informatica e dell'intelligenza artificiale, le reti neurali sono diventate strumenti fondamentali per la ricerca scientifica. Questi modelli matematici ispirati al funzionamento del cervello umano hanno rivoluzionato diversi settori grazie alla loro capacità di apprendimento e di elaborazione dei dati.

Una rete neurale è composta da unità chiamate "neuroni artificiali" che lavorano insieme per elaborare informazioni. Questi neuroni sono collegati tra loro attraverso connessioni pesate, e durante la fase di addestramento, la rete neurale apprende dai dati forniti e regola i pesi delle connessioni in base agli esempi analizzati. L'obiettivo è far sì che la rete neurale impari a riconoscere modelli o a effettuare specifici tipi di elaborazioni sui dati.

Le reti neurali sono state ampiamente utilizzate in molti campi della ricerca scientifica, offrendo un impatto significativo e contribuendo al progresso scientifico. Ad esempio, nell'ambito della medicina, le reti neurali sono state impiegate per migliorare la diagnosi e il trattamento di malattie complesse. Sono state sviluppate reti neurali in grado di analizzare immagini diagnostiche, come scansioni MRI, per identificare segni precoci di tumori o altre anomalie. Questo ha permesso una diagnosi più tempestiva e una migliore prognosi per i pazienti.

Inoltre, le reti neurali sono state utilizzate per affrontare problemi complessi nella fisica e nella chimica. Ad esempio, sono state sviluppate reti neurali in grado di prevedere la struttura e le proprietà di mo-

lecole complesse. Questo ha consentito ai ricercatori di accelerare il processo di progettazione di nuovi farmaci o materiali, riducendo il tempo e le risorse necessarie per lo sviluppo.

Nell'ambito dell'astronomia, le reti neurali sono state impiegate per analizzare grandi quantità di dati provenienti da telescopi e satelliti, consentendo una migliore comprensione dei fenomeni celesti. Sono state sviluppate reti neurali in grado di identificare automaticamente e classificare galassie, stelle e altri oggetti celesti nelle immagini astronomiche. Ciò ha permesso di analizzare un numero molto maggiore di oggetti celesti, contribuendo alla scoperta di nuove caratteristiche e alla comprensione della loro evoluzione.

Inoltre, le reti neurali sono state utilizzate per affrontare problemi complessi nella ricerca spaziale, come la previsione delle traiettorie degli asteroidi o la classificazione delle onde gravitazionali. Queste applicazioni hanno reso possibile una migliore pianificazione di missioni spaziali, ottimizzando il tempo e le risorse necessarie per la raccolta di dati e analizzando in modo efficiente le informazioni acquisite.

Oltre ai numerosi progressi scientifici, l'impiego delle reti neurali nella ricerca ha anche un impatto economico significativo e un grande potenziale futuro. Le nuove scoperte scientifiche possono portare a innovazioni tecnologiche e sviluppo di prodotti commerciali. Ad esempio, nel settore dei dispositivi medici, l'IA basata su reti neurali può contribuire allo sviluppo di dispositivi diagnostici più precisi e terapie personalizzate, migliorando la cura dei pazienti e creando opportunità di mercato.

Inoltre, l'analisi dei dati su larga scala, resa possibile dalle reti neurali, può portare a una maggiore efficienza nelle operazioni aziendali a migliorare la pianificazione delle risorse. L'IA può essere utilizzata per l'ottimizzazione dei processi produttivi, il monitoraggio e la manutenzione predittiva di impianti industriali e per l'analisi dei modelli di domanda dei consumatori, consentendo alle aziende di prendere decisioni più informate e migliorare la propria relativa competitività.

Il settore dell'IA basata su reti neurali è in costante evoluzione e il suo impatto economico futuro potrebbe essere ancora più significativo. Secondo uno studio condotto da PricewaterhouseCoopers (PwC), l'adozione dell'IA potrebbe aggiungere fino a \$15,7 trilioni all'economia globale entro il 2030. Ciò evidenzia il potenziale di creazione di valore economico attraverso l'applicazione delle reti neurali in vari settori.

Tuttavia, è importante considerare anche gli aspetti etici e sociali dell'utilizzo delle reti neurali. La regolamentazione e la supervisione sono fondamentali per garantire che l'IA sia impiegata in modo responsabile,

evitando discriminazioni, garantendo la privacy dei dati e mitigando i potenziali rischi associati.

3. Applicazioni delle reti neurali nella ricerca scientifica

Le reti neurali trovano impiego in molti campi della ricerca scientifica, offrendo un'ampia gamma di applicazioni e contribuendo al progresso scientifico. Vediamo alcuni esempi di come le reti neurali vengono utilizzate in diversi settori:

Medicina: Nell'ambito della medicina, le reti neurali sono state utilizzate per migliorare la diagnosi e il trattamento di malattie complesse. Ad esempio, sono state sviluppate reti neurali in grado di analizzare immagini diagnostiche, come scansioni MRI, per identificare segni precoci di tumori o altre anomalie. Questo ha permesso una diagnosi più tempestiva e una migliore prognosi per i pazienti. Inoltre, le reti neurali possono essere utilizzate per l'analisi dei dati clinici e l'identificazione di pattern nei risultati dei test diagnostici, facilitando la scoperta di nuovi biomarcatori e la personalizzazione delle terapie.

Fisica: Nella fisica, le reti neurali sono state impiegate per l'analisi dei dati provenienti da esperimenti complessi. Ad esempio, nel campo della fisica delle particelle, le reti neurali possono essere utilizzate per l'identificazione di particelle subatomiche o per la classificazione di eventi fisici. Questo ha contribuito alla scoperta di nuove particelle e alla comprensione dei meccanismi fondamentali dell'universo. Inoltre, le reti neurali sono state utilizzate per la modellizzazione e la simulazione di sistemi fisici complessi, consentendo una migliore previsione e comprensione dei fenomeni fisici.

Astronomia: Nell'ambito dell'astronomia, le reti neurali sono state impiegate per l'analisi di grandi quantità di dati provenienti da telescopi e satelliti. Sono state sviluppate reti neurali in grado di identificare automaticamente e classificare galassie, stelle e altri oggetti celesti nelle immagini astronomiche. Ciò ha permesso di analizzare un numero molto maggiore di oggetti celesti, contribuendo alla scoperta di nuove caratteristiche e alla comprensione della loro evoluzione. Inoltre, le reti neurali possono essere utilizzate per la previsione di eventi astronomici, come la posizione e l'orbita di asteroidi, consentendo una migliore pianificazione delle missioni spaziali.

Biologia: Nella biologia, le reti neurali sono state utilizzate per l'analisi dei dati genetici e per la predizione della struttura delle proteine. Sono state sviluppate reti neurali in grado di identificare pattern genetici correlati a specifiche malattie o caratteristi-

che biologiche. Questo ha contribuito alla scoperta di nuovi geni coinvolti in malattie complesse e alla comprensione dei meccanismi molecolari sottostanti. Inoltre, le reti neurali sono state impiegate per la modellizzazione dei sistemi biologici, consentendo una migliore previsione dei risultati sperimentali e una maggiore comprensione dei processi biologici.

Questi sono solo alcuni esempi delle molteplici applicazioni delle reti neurali nella ricerca scientifica. La flessibilità e l'adattabilità delle reti neurali consentono di affrontare una vasta gamma di problemi complessi e di migliorare la comprensione e la scoperta scientifica.

4. I diversi tipi di reti neurali

Esistono diversi tipi di reti neurali, ognuno progettato per affrontare specifiche sfide e problemi di elaborazione dei dati. Ecco una descrizione più dettagliata di alcuni dei principali tipi di reti neurali:

1. Reti Neurali Feedforward (FFNN): Le reti neurali feedforward sono il tipo più semplice di reti neurali. In questo tipo di architettura, l'informazione si muove in una sola direzione, dall'input all'output, senza feedback o cicli. Le reti feedforward sono composte da uno o più strati nascosti tra l'input e l'output, con connessioni pesate tra di loro. Queste reti sono ampiamente utilizzate per compiti di riconoscimento di pattern e classificazione, come il riconoscimento di immagini o la previsione di serie temporali.

2. Reti Neurali Ricorrenti (RNN): Le reti neurali ricorrenti sono progettate per l'elaborazione di dati sequenziali o temporalmente dipendenti. A differenza delle reti feedforward, le reti neurali ricorrenti presentano connessioni cicliche tra i neuroni, consentendo loro di conservare informazioni sul contesto e sulle dipendenze temporali. Questo tipo di rete è ampiamente utilizzato in applicazioni che coinvolgono dati sequenziali, come il riconoscimento del linguaggio naturale, la traduzione automatica e la previsione del testo.

3. Reti Neurali Convolutionali (CNN): Le reti neurali convoluzionali sono progettate per l'elaborazione di dati strutturati, come immagini o dati multidimensionali. Questo tipo di rete utilizza operazioni di convoluzione per estrarre automaticamente pattern dai dati di input. Le CNN sono particolarmente efficaci nel riconoscimento di pattern visivi, come il riconoscimento facciale, la classificazione di immagini e il rilevamento di oggetti in immagini complesse. Le CNN sono ampiamente utilizzate in applicazioni di visione artificiale ed elaborazione delle immagini.

4. Reti Neurali Generative (GAN): Le reti neu-

rali generative sono utilizzate per generare nuovi dati che assomigliano a quelli presenti nel set di addestramento. Le reti GAN sono composte da due componenti principali: un generatore e un discriminatore. Il generatore produce nuovi campioni che cercano di imitare il set di addestramento, mentre il discriminatore cerca di distinguere tra campioni reali e generati. Questo processo di addestramento avviene in modo competitivo, con il generatore che cerca di ingannare il discriminatore e il discriminatore che cerca di migliorare la sua capacità di discriminazione. Le reti GAN sono ampiamente utilizzate per la generazione e l'elaborazione di immagini, come la generazione di volti sintetici o la modifica di immagini esistenti.

Questi sono solo alcuni esempi dei tipi di reti neurali utilizzati nella ricerca scientifica. Oltre a questi, esistono anche molte altre varianti e combinazioni di reti neurali che vengono utilizzate per affrontare specifici problemi e sfide nell'elaborazione dei dati. La scelta del tipo di rete neurale dipende dal problema da risolvere e dalle caratteristiche dei dati di input.

5. Dalle reti neurali all'avvento dei modelli di linguaggio

L'evoluzione delle reti neurali ha portato a importanti sviluppi nel campo dell'elaborazione del linguaggio naturale (NLP) e ha introdotto modelli di linguaggio avanzati basati sui meccanismi di attenzione. Questi modelli, noti come Transformer, hanno consentito una comprensione più profonda e accurata del linguaggio umano rispetto al passato. In questo pezzo, esploreremo l'impatto di questi modelli di linguaggio e le loro applicazioni in diversi contesti.

I modelli di linguaggio tradizionali, basati su reti neurali ricorrenti (RNN), avevano alcune limitazioni nella comprensione del contesto e delle relazioni a lungo termine nel testo. Tuttavia, l'introduzione dei meccanismi di attenzione ha rivoluzionato il campo, consentendo ai modelli di esaminare l'intera frase contemporaneamente e cogliere le dipendenze e le relazioni tra le parole in modo più accurato.

Uno dei modelli di linguaggio più noti basati sui meccanismi di attenzione è BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers). BERT è un modello di linguaggio pre-addestrato su un'enorme quantità di testo e ha raggiunto risultati sorprendenti in diversi compiti di NLP, come la comprensione del linguaggio, la traduzione automatica e la generazione di testo. BERT ha dimostrato di superare i modelli precedenti in termini di capacità di comprensione e interpretazione del linguaggio umano.

Un altro esempio notevole è GPT-3 (Generative

Pre-trained Transformer 3), che è uno dei modelli di linguaggio più potenti e complessi mai creati. GPT-3 è stato addestrato su una vasta quantità di testo e ha raggiunto livelli super-umani in molti compiti di linguaggio. Questo modello è in grado di generare testo coerente, rispondere a domande, tradurre testo e molto altro ancora. La sua capacità di produrre risultati di alta qualità ha avuto un impatto significativo nella ricerca scientifica, nell'industria e in molte altre aree.

I modelli di linguaggio basati sui meccanismi di attenzione hanno anche trovato applicazione nel campo dell'astronomia. Ad esempio, l'analisi dei dati astronomici richiede la comprensione di testi scientifici complessi e l'estrazione di informazioni rilevanti. I modelli di linguaggio basati su Transformer sono stati utilizzati per semplificare il processo di ricerca di informazioni astronomiche, consentendo agli astronomi di accedere rapidamente e in modo efficiente alle conoscenze disponibili.

Inoltre, i modelli di linguaggio basati su Transformer hanno avuto un impatto significativo nel campo dell'elaborazione del linguaggio naturale per le lingue a bassa risorsa. Tradizionalmente, la disponibilità di grandi quantità di dati in lingue meno diffuse o meno studiate è stata un ostacolo per lo sviluppo di modelli di linguaggio accurati. Tuttavia, i modelli di linguaggio basati su Transformer, con la loro capacità di apprendere rappresentazioni linguistiche generiche, hanno reso possibile l'elaborazione del linguaggio naturale anche per queste lingue, aprendo nuove opportunità di ricerca e applicazioni.

L'adozione dei modelli di linguaggio basati su Transformer ha avuto un impatto significativo in vari settori, tra cui l'assistenza sanitaria, la finanza, l'industria dei media e molti altri. Ad esempio, l'uso di questi modelli può migliorare la precisione e l'efficienza nella diagnosi medica, nell'elaborazione di testi legali complessi o nell'analisi di grandi quantità di dati finanziari.

ChatGPT, è basato su GPT-3 (Generative Pre-trained Transformer 3), uno dei modelli di linguaggio più avanzati e potenti al momento. GPT-3 è stato sviluppato da OpenAI ed è stato addestrato su una vasta quantità di testo proveniente da diverse fonti, come libri, articoli, siti web e altro ancora.

GPT-3 utilizza un'architettura di rete neurale basata su Transformer, che è composta da numerosi strati di neuroni interconnessi. Questa architettura è stata progettata per consentire una comprensione avanzata del linguaggio umano e per generare testo coerente e significativo.

Il funzionamento di GPT-3 può essere suddiviso in diverse fasi. Durante la fase di addestramento, il modello viene esposto a una vasta quantità di testo, con-

sentendogli di apprendere le relazioni linguistiche, il significato delle parole, le regole grammaticali e molto altro ancora. L'obiettivo è quello di sviluppare una rappresentazione generica e profonda del linguaggio umano.

Quando viene presentata una domanda o un'istruzione a GPT-3, il modello utilizza la sua conoscenza pregressa per generare una risposta appropriata. Il processo coinvolge l'elaborazione del testo di input attraverso diversi strati della rete neurale, in cui vengono applicati meccanismi di attenzione e altre operazioni di elaborazione del linguaggio.

GPT-3 è in grado di generare risposte in modo creativo e coerente, dimostrando una comprensione del contesto e della semantica. Il modello è in grado di fornire informazioni, risolvere problemi, completare frasi, tradurre testi e svolgere molti altri compiti legati al linguaggio.

Va sottolineato che, sebbene GPT-3 abbia dimostrato una notevole capacità nel generare testo, l'assistente virtuale Gippi basato su di esso non possiede una vera comprensione o consapevolezza del significato dei testi o delle informazioni che fornisce. Gippi elabora le informazioni basandosi su modelli statistici e su risposte predefinite, cercando di fornire risposte coerenti e pertinenti in base al contesto. Tuttavia, potrebbe esserci un rischio di fornire informazioni errate o non verificate, quindi è sempre consigliabile verificare e approfondire le informazioni fornite dall'assistente virtuale.

È importante ricordare che GPT-3 è un esempio dell'applicazione delle reti neurali nell'elaborazione del linguaggio naturale. Ci sono molte altre architetture e modelli di rete neurale che vengono utilizzati per affrontare sfide specifiche nel campo dell'AI e della ricerca scientifica.

6. Conclusioni

L'intelligenza artificiale e i modelli basati su reti neurali, come GPT-3, stanno rivoluzionando il modo in cui affrontiamo la ricerca scientifica e l'elaborazione del linguaggio naturale. Questi modelli offrono un enorme potenziale per accelerare la scoperta, migliorare la comprensione e favorire l'innovazione in molti campi.

Tuttavia, è fondamentale valutare attentamente i pro e i contro di tali modelli. Da un lato, l'IA e le reti neurali possono migliorare la precisione delle diagnosi mediche, facilitare l'analisi dei dati scientifici complessi, consentire traduzioni automatiche più precise e molto altro ancora. Ciò apre nuove porte per la ricerca e promuove l'avanzamento tecnologico.

D'altra parte, ci sono preoccupazioni e sfide legate all'utilizzo di modelli basati sull'IA. Le questioni etiche, la privacy dei dati, la trasparenza degli algoritmi e l'impatto sociale ed economico sono solo alcune delle considerazioni importanti che devono essere affrontate. È necessario garantire che l'IA sia sviluppata e utilizzata in modo responsabile, evitando discriminazioni, errori o impatti negativi sulla società.

Nonostante queste sfide, è importante riconoscere che l'IA e i modelli basati su reti neurali sono qui per restare. La loro presenza ubiquitaria richiede un impegno etico e una comprensione approfondita del loro funzionamento e delle loro limitazioni. Dovremmo imparare ad utilizzare questi strumenti a fin di bene, promuovendo l'innovazione responsabile e facendo leva sul loro potenziale per il progresso scientifico e il benessere dell'umanità.

In conclusione, l'intelligenza artificiale e le reti neurali sono strumenti potenti e promettenti. Nonostante le sfide e le controversie che possono sorgere, è fondamentale imparare ad utilizzarli in modo etico e responsabile. Solo così potremo sfruttare appieno i benefici che possono offrire, migliorando la ricerca scientifica e promuovendo un futuro migliore per tutti.

Bibliografia

- [1] Baldi, P., Sadowski, P., & Whiteson, D. (2014). Searching for exotic particles in high-energy physics with deep learning. *Nature Communications*, 5(1), 1-7.
- [2] Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press.
- [3] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 187-200.
- [4] Dieleman, S., Willett, K. W., & Dambre, J. (2015). Rotation-invariant convolutional neural networks for galaxy morphology prediction. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 450(2), 1441-1459.
- [5] Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118.
- [6] Floridi, L., & Sanders, J. W. (Eds.). (2020). *Artificial intelligence: All that matters*. Hodder & Stoughton.
- [7] Ford, M. (2018). *Architects of Intelligence: The Truth About AI from the People Building It*. Packt Publishing.
- [8] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- [9] Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. *Advances in neural information processing systems*, 27, 2672-2680.
- [10] Kenna, R., & Berthouze, L. (2021). Deep learning for gravity wave detection and parameter estimation in noisy data. *Physical Review D*, 103(2), 024037.
- [11] Kocaoglu, D. F., Taşci, S., & Diri, B. (2020). Deep learning

- in protein structure prediction and drug design. *Computational Biology and Chemistry*, 85, 107209.
- [12] Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 25, 1097-1105.
- [13] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- [14] LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278-2324.
- [15] McKinsey Global Institute. (2017). *Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier?* McKinsey & Company.
- [16] Musk, E. (2017). Tesla Autonomy Day. [Discorso pubblico]
- [17] PricewaterhouseCoopers. (2017). *Sizing the Prize. What's the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalize?*
- [18] Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multi-task learners. *OpenAI blog*, 1(8), 9.
- [19] Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson.
- [20] Rufeil Fioravanti, E. L., Nascimento, C. A. O., & Cardoso, T. M. (2021). Deep learning for climate change projections: A systematic review. *Environmental Modelling & Software*, 137, 104970.
- [21] Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. *Neural Networks*, 61, 85-117.
- [22] Shelley, M. (1818). *Frankenstein; or, The Modern Prometheus*. Lackington, Hughes, Harding, Mavor & Jones.
- [23] Shen, Y., Choi, Y., Huertas-Company, M., Mei, S., Moews, B., & Marinello, M. (2021). Deep learning of galaxy morphology from simulated images. *The Astrophysical Journal*, 909(1), 59.
- [24] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 30, 5998-6008.
- [25] Vermeulen, I. E., & Bisschop, P. (2018). Ethical Considerations on Artificial Intelligence in Health Care. *Artificial Intelligence in Medicine*, 89, 1-3.

GIORGIO LUCIANO

Giorgio Luciano è un ricercatore del Consiglio Nazionale delle Ricerche in Italia, presso l'Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta" (Scitec-Cnr). Ha iniziato ad interessarsi alle tecniche di statistica multivariata applicate ai dati provenienti dai metodi di analisi fisico-chimica 15 anni fa durante il proprio dottorato e ha continuato ad applicarle alle scienze dei materiali da allora. È appassionato di programmazione in R e Python per sviluppare strumenti per le attività quotidiane in laboratorio.

Contatti

giorgio.luciano@scitec.cnr.it