



[INNOVAZIONE TECNOLOGICA E COMUNICAZIONE]

Intelligenza artificiale

Cos'è, cosa sarà e come può supportare la pratica clinica in Pediatria: una riflessione e un excursus sul mondo dell'intelligenza artificiale, del machine learning e deep learning.

Negli ultimi anni il termine “intelligenza artificiale” (IA, spesso indicato AI, dall'inglese Artificial Intelligence) è diventato sempre più parte integrante della vita quotidiana di tutti noi. Abbiamo sempre più a che fare con telefoni cellulari “intelligenti”, assistenti vocali “intelligenti”, chat “robotiche”, ecc. La nostra interazione con questi sistemi intelligenti

è diventata così tanto pervasiva da trovare sempre più spazio anche nel mondo della medicina.¹ Ma facciamo un passo alla volta.



Un po' di storia: intelligenza artificiale vs machine learning

L TERMINE IA SI RIFERISCE ALLA capacità di un sistema informatico (un'entità artificiale) di svolgere funzioni che richiedano attività simili a quelle messe in atto dal ragionamento tipico della mente umana (cioè all'in-

telligenza). In effetti, definire precisamente cosa sia l'IA non è banale, in quanto già solo definire il concetto stesso di intelligenza richiede differenti considerazioni, tra cui la contestualizzazione del dominio (intelligenza emotiva, artistica, fisica, e così via). La definizione riportata è basata su quella realizzata negli anni '50 dello scorso secolo da Marvin Minsky, uno dei pionieri dell'IA moderna, che si basa sul definire entità artificiali come dotate di intelligenza se in grado di svolgere autonomamente funzioni che solitamente richiedono l'intelligenza se svolte da un essere umano. Questo può includere compiti come la comprensione del linguaggio naturale, il riconoscimento di oggetti nelle immagini e la presa di decisioni.

Anche se comunemente si pensa che sia figlia degli ultimi anni, i primi

Stefano Marrone

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Tecnologie dell'Informazione, Università di Napoli Federico II
stefano.marrone@unina.it

studi e approfondimenti sulla moderna IA sono iniziati alla vigilia della seconda guerra mondiale. Da quel momento in poi, tra alti e bassi, i ricercatori hanno iniziato a concentrarsi sullo sviluppo di teorie e modelli matematici gettando le basi per l'ascesa dell'IA in un'ampia varietà di domini. Al giorno d'oggi, il termine IA è *ampiamente abusato* e uno degli effetti spiacevoli di questa diffusione presso il pubblico di massa è la confusione che si crea con tutti i termini correlati, come "riconoscimento di modelli", "apprendimento automatico", "deep learning", e così via.

In realtà, quello a cui di solito i media fanno riferimento con IA è "machine learning" (ML, da tradursi in italiano come apprendimento automatico), termine usato per descrivere *un sottodominio dell'IA focalizzato sui sistemi capaci di "apprendere dagli esempi", proprio come noi umani impariamo dall'esperienza* (Figura 1). Gli algoritmi di apprendimento automatico possono essere addestrati su dati, come immagini o testi, e poi utilizzare queste conoscenze per fare previsioni o prendere decisioni su nuovi dati.

Questa peculiarità ha permesso di realizzare sistemi automatici in grado di operare in tutti quei settori in cui definire una sequenza univoca e ben codificata di operazioni necessarie per eseguire un determinato compito (algoritmo) non è banale o è addirittura impossibile. Uno degli esempi più calzanti è proprio il settore medico, in cui scelte, terapie, pratiche, ecc., sebbene guidate da protocolli e indicazioni proprie della pratica clinica, sono sempre caratterizzate e influenzate dall'esperienza e delle capacità intuitive e di analisi delle informazioni del medico.

Come per tutti i grandi campi di ricerca, in letteratura esistono tan-

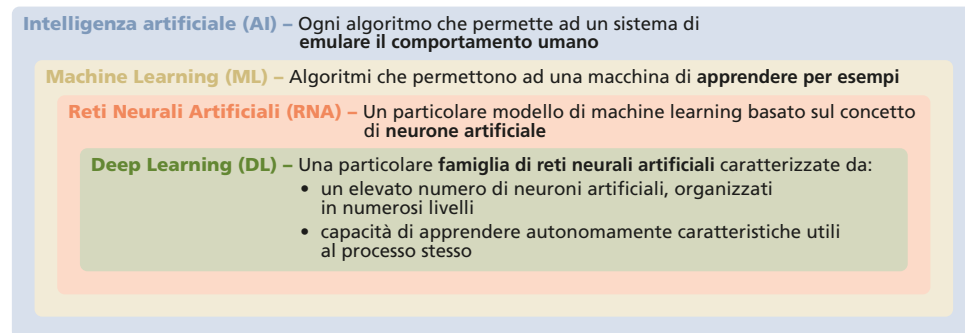


Figura 1. Organizzazione dei sistemi di intelligenza artificiale

tissimi differenti modelli di apprendimento automatico, ossia differenti metodologie, approcci e tecniche atti a rendere un sistema automatico in grado di apprendere per esempi. Tutti però condividono la necessità essenziale e imprescindibile di avere esempi (ossia dati di cui sono note tutte le caratteristiche) da utilizzarsi nelle fasi di apprendimento. Difatti, l'apprendimento automatico ha caratteristiche estremamente simili all'apprendimento umano, caratterizzato da una fase di studio delle caratteristiche di un determinato problema (l'addestramento), seguita poi dalla fase di predizione (o inferenza) su campioni mai visti.

È importante evidenziare che in pratica l'IA si basa tantissimo sulla qualità dei dati forniti per il processo di formazione e apprendimento. Difatti, i risultati ottenuti (ossia la bontà del processo di apprendimento e quindi la bontà delle successive predizioni fatte dal sistema stesso) possono essere fortemente condizionati dalla qualità e dalla quantità dei dati utilizzati durante la fase di apprendimento. E, in qualche modo, questo risultato è atteso, in quanto anche il più brillante studente umano otterrà una conoscenza estremamente labile se la quantità e la qualità del materiale didattico utilizzato non sono sufficienti, oppure se non coprono le tematiche di interesse (nessuno studente diventerà

mai esperto di medicina studiando sugli almanacchi sportivi).

Al di là di questa cruciale caratteristica, i differenti modelli di ML si differenziano per il formalismo matematico alla base della loro capacità di apprendimento, ossia per l'approccio utilizzato al fine di estrarre informazioni dai dati, memorizzare tale informazione in una maniera strutturata e utilizzarla per derivare nuova conoscenza di campioni mai visti. Tra tutti i modelli di apprendimento automatico, le reti neurali artificiali (spesso indicate semplicemente come reti neurali) sono sicuramente il ramo che ha ricevuto la maggiore copertura mediatica, poiché la loro struttura a strati paralleli di elementi di calcolo (cioè neuroni artificiali) si ispira alla complessa struttura interconnessa dei neuroni biologici del cervello umano.

Un modo semplice per pensare a una rete neurale è quello di immaginarla come un insieme di strati, dove ogni strato è composto da molti "neuroni" interconnessi. Questi neuroni sono collegati tra loro da "sinapsi", che possono essere considerate come le connessioni tra i neuroni. Ogni sinapsi ha un peso che determina la forza della connessione tra due neuroni. Il primo strato di una rete neurale, chiamato *strato di ingresso*, riceve i dati rappresentati tramite alcune caratteristiche di interesse per il task in oggetto.



→ Ad esempio, se l'obiettivo è riconoscere se in una data immagine c'è una neoplasia o meno, i dati in ingresso alla rete saranno informazioni sulla presenza o meno di opacità nella radiografia, eventuali pregressi in famiglia, altre informazioni anamnestiche, i risultati degli esami ematochimici, ecc. (in generale, è sempre un esperto di dominio ad indicare le caratteristiche da modellare e da tenere in considerazione). I dati passano poi attraverso gli strati della rete neurale, dove vengono elaborati e trasformati a ogni livello. L'ultimo strato della rete, chiamato *strato di uscita*, produce il risultato finale. Tra lo strato di input e quello di output, di solito ci sono uno o più "*strati nascosti*", dove i dati vengono elaborati e trasformati in modi più complessi. Ed è proprio questa elaborazione multi-livello che conferisce alle reti neurali la capacità di riconoscere schemi nei dati troppo complessi per essere gestiti dai programmi informatici tradizionali (o da persone). È un concetto un po' astratto da comprendere, ma l'idea generale è questa.



Intelligenza artificiale e deep learning

LA PIÙ RECENTE FAMIGLIA DI reti neurali artificiali prende il nome di "deep learning" (DL, da non tradursi come "apprendimento profondo", ma piuttosto come "apprendimento approfondito"), caratterizzate da un numero di strati nascosti particolarmente importante e della *capacità di apprendere autonomamente anche quali sono le caratteristiche di interesse più importanti per il task in oggetto*. Riprendendo l'esempio sull'individuazione di una neoplasia, un sistema di DL potrebbe operare direttamente sulle immagini biome-

I risultati ottenuti dall'intelligenza artificiale possono essere fortemente condizionati dalla qualità e dalla quantità dei dati utilizzati durante la fase di apprendimento.

• • •

dicali (raggi X, ecografie, risonanze, e così via) per apprendere autonomamente come discriminare i soggetti sani da quelli con patologia. In parole povere, il DL è un tipo di apprendimento automatico che si ispira alla struttura e al funzionamento del cervello, in particolare alle reti neurali che lo compongono.

Il DL è per sua natura particolarmente adatto a compiti che coinvolgono *grandi quantità di dati*, come il riconoscimento delle immagini o del parlato, e ha portato a progressi significativi in questi settori. Ad esempio, gli algoritmi di DL sono ora in grado di ottenere prestazioni superiori a quelle ottenute dagli esseri umani nella classificazione delle immagini e di riconoscere il parlato con una precisione quasi umana.²

Il DL è una branca dell'IA in rapido sviluppo che ha il potenziale di migliorare molti aspetti della nostra vita. Un settore in cui può avere, e sta avendo, un impatto significativo è quello del *benessere sociale*. Il benessere sociale si riferisce alla salute e al benessere generale di individui, famiglie e comunità e comprende fattori quali la salute mentale, la salute fisica e la connessione sociale. Un modo in cui il DL può essere applicato al benessere sociale è lo sviluppo di tecnologie per la salute mentale.

Queste tecnologie includono chatbot e programmi di realtà vir-

tuale che possono fornire supporto emotivo e consulenza alle persone che hanno a che fare con problemi di salute mentale come depressione e ansia. Queste tecnologie possono anche essere utilizzate per effettuare lo screening dei disturbi mentali e fornire un intervento precoce per prevenire lo sviluppo di condizioni più gravi. Un altro modo in cui il DL può essere applicato al benessere sociale è lo sviluppo di tecnologie per la salute fisica. Queste tecnologie comprendono dispositivi indossabili e di monitoraggio che possono aiutare gli individui a monitorare e migliorare la loro salute fisica. Ad esempio, i dispositivi indossabili alimentati dall'IA possono rilevare i segni dell'apnea notturna, una condizione che spesso non viene diagnosticata e che può portare a gravi problemi di salute.

L'IA può anche assistere i professionisti del settore medico analizzando le immagini mediche e fornendo un supporto diagnostico, che può *accelerare il processo di diagnosi e migliorare la cura dei pazienti*. Inoltre, in un'ottica più ampia, l'IA può anche svolgere un ruolo nel fornire servizi migliori alle comunità più vulnerabili, come le persone che vivono in povertà o quelle che sono senza fissa dimora. L'IA può essere utilizzata per analizzare i dati provenienti dai servizi sociali e da altre fonti, per identificare modelli e bisogni che potrebbero essere difficili da individuare per gli analisti umani. Questo può essere utilizzato per migliorare l'orientamento e l'efficacia dei servizi sociali, aiutando a garantire che raggiungano le persone che ne hanno più bisogno.



Intelligenza artificiale in Pediatria

FOCALIZZANDOSI INVECE SULLA *pratica pediatrica*, l'IA ha il potenziale per apportare benefici in differenti ambiti, tra cui:

- **diagnosi:** in quanto può aiutare nella diagnosi delle malattie pediatriche analizzando immagini mediche, come radiografie e TAC, e identificando modelli che potrebbero essere difficili da individuare per un radiologo umano. Ciò può migliorare l'accuratezza e la velocità della diagnosi, particolarmente importanti per i bambini, che potrebbero non essere in grado di comunicare chiaramente i propri sintomi;
- **monitoraggio:** l'IA può essere utilizzata per monitorare i segni vitali dei bambini, come la frequenza cardiaca e la respirazione, e avvisare medici e infermieri di potenziali problemi. Questo può essere particolarmente utile per i bambini gravemente malati nel reparto di terapia intensiva, che necessitano di uno stretto monitoraggio;
- **modellazione predittiva:** l'IA può essere utilizzata per prevedere quali bambini sono a rischio di sviluppare determinate malattie o complicazioni, in base alla loro storia clinica e ad altri fattori. Questo può aiutare i medici a intervenire precocemente e potenzialmente a prevenire l'insorgere di problemi gravi;
- **ricerca:** l'IA può aiutare la ricerca medica analizzando grandi quantità di dati, come i dati di studi clinici, i dati genetici e le cartelle cliniche elettroniche, per identificare modelli e intuizioni che potrebbero essere difficili da trovare per un ricercatore umano. Ciò può contribuire ad accelerare



Figura 2. Immagine generata da un sistema di intelligenza artificiale usando come input: "realizza un'immagine che descriva l'uso dell'intelligenza artificiale nel settore medico"

la scoperta di nuovi trattamenti per le malattie pediatriche;

- **automatizzare il lavoro di routine:** l'IA può anche automatizzare il lavoro di routine, come l'analisi dei documenti, la programmazione e altre attività amministrative, contribuendo a ridurre il carico di lavoro del personale medico e ad aumentare l'efficienza del sistema sanitario.

Vale la pena notare che, sebbene i vantaggi sopra citati siano promettenti, la maggior parte di queste applicazioni è ancora in fase di ricerca e sono necessarie ulteriori indagini e convalide prima che possano essere ampiamente adottate nella pratica. L'IA non è e non va considerata come una panacea per tutti i problemi ed è necessario considerare i suoi limiti e i possibili impatti negativi. I sistemi di IA sono validi solo quanto i dati su cui vengono addestrati e

se i dati sono distorti, compromessi o con pregiudizi (di genere, etnia, ecc.) lo saranno anche i risultati. Inoltre, l'implementazione delle tecnologie di IA dovrebbe essere accompagnata da normative e politiche appropriate che proteggano la privacy e i diritti degli individui, garantendo al contempo l'interesse pubblico. Difatti, la comunità scientifica è fermamente convinta che, essendo solo uno strumento (molto potente), l'IA non sia responsabile del suo uso improprio.

In conclusione, l'IA ha il potenziale per migliorare notevolmente il benessere sociale, fornendo nuove tecnologie e intuizioni che possono aiutare gli individui, le famiglie e le comunità a essere più sani e felici. Con la continua evoluzione del campo dell'IA, sarà importante continuare a esplorare le sue potenziali applicazioni in questo settore e trovare nuovi modi per sfruttare il suo potere a beneficio dell'intera società. E se ancora siete scettici sul suo potenziale, sappiate che parte di questo articolo è stato scritto proprio da un sistema di IA³ (riuscite a capire quale? scommetto di no), così come un sistema di IA⁴ ha generato l'immagine in figura 2 utilizzando come input "realizza un'immagine che descriva l'uso dell'IA nel settore medico" ■

L'autore dichiara di non avere alcun conflitto di interesse.

Bibliografia

1. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism* 2017; 69: S36-S40.
2. Grace K, Salvatier J, Dafoe A, Baobao Z, Owain E. When will AI exceed human performance? Evidence from AI experts. *J Artif Intell Res* 2018; 62: 729-54.
3. <https://www.wired.it/article/chatgpt-bot-conversazionale/>
4. <https://www.wired.it/article/intelligenza-artificiale-dall-e-etica/>