L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE LE MACCHINE IMPARANO[1]



Se è vero che con la IA le macchine imparano, i piloti siamo pur sempre noi che orientiamo in una direzione o l'altra.

Mario Pomini

Abbiamo visto nel contributo precedente come l'intelligenza artificiale abbia cominciato il suo precorso negli anni Cinquanta, con i primi tentativi di simulare il funzionamento della mente umana. La strada sembrava impervia e, in effetti, il progetto si è quasi arrestato nei primi anni Novanta. Gli studiosi però non si sono rassegnati, e nemmeno i finanziatori, continuando nella ricerca che, dopo i primi insuccessi, ha portato questo campo di studi a un livello completamente diverso con la creazione dei i LLM (Large linguistic model) che oggi tutto il mondo usa, ChatGPT, Gemini o Claude per citare solo i più noti, ma il catalogo è molto più vasto. I primi LLM erano veramente rudimentali ma poi l'accelerazione è stata veloce.

Cosa ha consentito questo salto della IA? Diciamo che alla base ci sono due elementi. **Uno sicuramente** di carattere materiale, cioè la produzione di una nuova generazione di chip molto più potente. Oggi la IA ha bisogno di una potenza di calcolo eccezionale, sia per recuperare i dati nei giganteschi data center (le biblioteche del XXI secolo), che per elaborare le informazioni richieste in tempi ristretti. Curiosamente la nuova generazione di chip proviene dall'industria dei videogiochi che ha fatto così da trampolino di lancio per la nuova IA. Questi chip sono prodotti principalmente da Taiwan con i relativi problemi di carattere geopolitico, viste le tensioni con la Cina.

Ma l'aspetto che principalmente interessa è quello analitico, cioè matematico. La nuova IA si muove in maniera decisamente differente da quella di trenta anni fa. Il confronto è interessante. **La IA tradizionale era piuttosto passiva** nel senso che il programmatore definiva tutte le istruzioni per i compiti che la macchina poi svolgeva, e tutto finiva lì. **Per svolgere nuovi compiti** era necessario riprogrammare e dare nuove istruzioni. **La nuova IA, come vedremo, è invece attiva**, cioè in grado di apprendere e di portare a nuove soluzioni di un problema. La nuova IA ha ancora bisogno del programmatore, ma lo affianca e lo aiuta. Come è stato possibile questo cambiamento sostanziale nel profilo della IA? Evidentemente è cambiata la struttura analitica di fondo, più interessante e fruttuosa. Non è qui il caso di entrare nei dettagli analitici, che sono abbastanza complessi, anche se non così tanto perché gli strumenti matematici erano già a disposizione. **Diciamo che le principali innovazioni di ordine generale sono tre:** l'applicazione del calcolo vettoriale, l'uso della probabilità e l'applicazione delle reti neurali. Vediamo, in estrema sintesi di cosa si tratta.

Nel calcolo vettoriale l'unità di lavoro è un vettore, cioè una stringa di numeri, e non un singolo numero. Questi numeri possono identificare qualunque oggetto in maniera univoca, come accade per esempio per le coordinate geografiche, che individuano un punto qualsiasi sulla terra. Per far questo, poiché parliamo di programmi linguistici, il primo passo allora è stato la trasformazione di ogni termine o frase in una nuvola di numeri. In fondo, la macchina può lavorare solo con grandezze numeriche. In effetti, ogni parola o frase viene sminuzzata in tanti **token,** l'unità minima. In genere un token è costituito da poche lettere o frammenti di parola. Con questi token posso rappresentare ogni parola o frase in maniera univoca, in quanto la macchina vede solo una serie di numeri, in qualsiasi lingua. Tra l'altro il token serve anche per calcolare il costo del programma in termini energetici ed economici.

Con le parole e frasi trasformate in sequenze di numeri diviene allora necessario andare alla ricerca della giusta nuvola di punti o sequenza di numeri che dia la risposta al **nostro prompt**, cioè alla domanda che facciamo al pc. Qui abbiamo la seconda novità. Al posto delle tradizionali istruzioni rigidamente codificate a priori troviamo uno strumento molto più duttile: la rete neurale, il cuore della nuova IA. La rete neurale si chiama così perché simula il comportamento dei neuroni, le cellule del cervello. Ogni neurone è in collegamento con centinaia di altri neuroni e il risultato finale dipende dalla interazione tra di loro. Lo stesso accade nella rete neurale del computer dove ogni input, o nodo, rimanda a molti output, i risultati possibili. Ovviamente, siccome abbiamo molti esiti possibili, ogni singola uscita ha un suo livello di probabilità che il sistema prende in considerazione. Ecco che allora entra in gioco la probabilità come elemento fondamentale della nuova IA. **Non possiamo mai essere completamente sicuri delle risposte della IA perché esprimono il risultato più probabile, ma possono anche cadere in errore, e spesso lo fanno.**

In questo contesto l'errore non è un elemento negativo, ma ci dice solo che dobbiamo migliorare il risultato finale. Assegnata una funzione di perdita, il sistema ripete il processo finché arriva al risultato voluto. **L'abilità del ricercatore qui sta nel calibrare** le probabilità, per cui il sistema va addestrato con casi reali. Queste probabilità, i pesi assegnati ad ogni risposta, vengono modificate fino a che il sistema non offre la soluzione corretta. Il sistema, come si dice in gergo, va addestrato. Il sistema non solo si addentra all'indietro, cioè con il noto, ma continua ad addestrarsi con le informazioni nuove che arrivano. La nuova IA impara dai suoi errori e siamo noi utenti che la migliorano continuamente offrendo nuove informazioni. Tecnicamente il miglioramento avviene assegnando delle funzioni ricorsive che considerano la deviazione e la correggono. Il ciclo così si ripete fino a quando si ottiene un risultato corretto.

Di sicuro però la IA, per quanto poderosa, non produce risultati nuovi, ma si limita a riassumere per nostra comodità quelli che sono contenuti nei suoi giganteschi data center. La comodità per noi è massima perché sembra di parlare con un amico molto esperto, anche se non dobbiamo mai dimenticare che l'interlocutore, la macchina, non ha la minima idea di quello che ci sta comunicando, ma mette solo, in una qualche posizione nell'immenso universo numerico, la nostra nuvola di punti. La nuova intelligenza artificiale targata LLM ci dà l'idea di essere molto intelligente, invece si limita a riassumere il noto. Qui occorre una certa precauzione perché, se vero che con la IA le macchine imparano, i piloti siamo pur sempre noi che diamo una direzione o l'altra.



MARIO POMINI

Mario Pomini è professore di Economia Politica e di Didattica della Politica Economica, Vice direttore del Master IDeE – Metodologie didattiche e formazione permanente nella scuola superiore a indirizzo economico e giuridico, Università di Padova. Tra le sue opere ricordiamo solo *Il prisma della flat tax. Dal liberismo illuminato al populismo economico*, Ombre corte, *Complementi di economia politica,* CLEUP. *Introduzione all'economia politica,* Amon. *Il finanziamento dell'istruzione e la sfida della qualità,* Logos Edizioni, *Anatomia del populismo economico*, Ombre corte. *"La scuola tradita",* Mimesis Eterotopie 2025

1 Nel numero di settembre 2026 di questa rivista era stato pubblicata la prima parte.