



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

## **Reti neurali su chip fotonici: sfruttare la luce per l'intelligenza artificiale ultraveloce e a basso consumo energetico**

**Su Science uno studio del Politecnico di Milano**

*Milano, 28 aprile 2023* - Realizzare reti neurali estremamente efficienti utilizzando chip fotonici che elaborano segnali luminosi è possibile. Lo ha dimostrato uno studio del **Politecnico di Milano**, condotto insieme all'Università di Stanford e pubblicato dalla prestigiosa rivista **Science**.

Le reti neurali sono strutture di calcolo distribuito ispirate alla struttura di un cervello biologico e mirano ad ottenere prestazioni cognitive paragonabili a quelle umane ma con tempi estremamente ridotti. Queste tecnologie sono oggi alla base di sistemi di apprendimento automatico e intelligenza artificiale in grado di percepire l'ambiente e adattare il proprio comportamento analizzando gli effetti delle azioni precedenti e lavorando in autonomia. Sono utilizzate in molti campi di applicazione, come il riconoscimento e sintesi vocale e di immagini, i sistemi di guida autonoma e realtà aumentata, la bioinformatica, il sequenziamento genetico e molecolare, le tecnologie di high performance computing.

Rispetto agli approcci di calcolo convenzionali, per svolgere funzioni complesse le reti neurali hanno bisogno di essere inizialmente addestrate ("training") con un'elevata quantità di informazioni note attraverso le quali la rete si adatta apprendendo dall'esperienza. Il training è un processo estremamente costoso dal punto di vista energetico e con il crescere della potenza di calcolo i consumi delle reti neurali crescono molto rapidamente, raddoppiando ogni circa sei mesi.

I circuiti fotonici costituiscono una tecnologia molto promettente per le reti neurali perché permettono di realizzare unità di calcolo ad alta efficienza energetica. Da anni il Politecnico di Milano lavora allo sviluppo di processori fotonici programmabili integrati su microchip di silicio di dimensioni di pochi mm<sup>2</sup> per applicazioni nel campo della trasmissione e dell'elaborazione dei dati, ed ora questi dispositivi sono stati impiegati per la realizzazione di reti neurali fotoniche.

*"Un neurone artificiale, come un neurone biologico, deve compiere operazioni matematiche molto semplici, come somme e moltiplicazioni, ma in una rete neurale costituita da molti neuroni densamente interconnessi, il costo energetico di queste operazioni cresce esponenzialmente e diventa rapidamente proibitivo. Il nostro chip integra*

**Ufficio Relazioni con i Media**  
Politecnico di Milano  
Piazza Leonardo da Vinci 32  
20133 Milano

T +39 02 2399 2508  
C. +39 338 4958038  
relazionimedia@polimi.it  
www.polimi.it

*un acceleratore fotonico che permette di svolgere i calcoli in modo molto rapido ed efficiente, sfruttando una griglia programmabile di interferometri di silicio. Il tempo di calcolo è pari al tempo di transito della luce in un chip di pochi mm, quindi parliamo di meno di un miliardesimo di secondo (0.1 nanosecondi)”. Afferma **Francesco Morichetti**, Responsabile del [Photonic Devices Lab](#) del Politecnico di Milano.*

*“I vantaggi delle reti neurali fotoniche sono noti da tempo, ma uno dei tasselli mancanti per sfruttarne pienamente le potenzialità era l’addestramento della rete. È come avere un potente calcolatore, ma non sapere come usarlo. In questo studio siamo riusciti a realizzare strategie di addestramento dei neuroni fotonici analoghe a quelle utilizzate per le reti neurali convenzionali. Il “cervello” fotonico apprende velocemente e accuratamente e può raggiungere precisioni confrontabili a quelle di una rete neurale convenzionale, ma con un notevole risparmio energetico e maggiore velocità. Tutti elementi abilitanti le applicazioni di intelligenza artificiale e quantistiche.” Aggiunge **Andrea Melloni**, Direttore di [Polifab](#), il centro di micro e nanotecnologie del Politecnico di Milano.*

Oltre alle applicazioni nel campo delle reti neurali, il dispositivo sviluppato può essere utilizzato come unità di calcolo per molteplici applicazioni in cui sia richiesta elevata efficienza computazionale, ad esempio per acceleratori grafici, coprocessori matematici, data mining, crittografia e computer quantistici.

Il Politecnico di Milano collabora a questa attività di ricerca con il [Photonic Devices Lab](#) e con [Polifab](#), il centro di micro e nanotecnologie dell’Ateneo.

**Lo Studio:** <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ade8450>