Consiglio Nazionale delle Ricerche

Il risultato apre importanti prospettive per lo sviluppo di tecnologie applicabili a numerosi ambiti disciplinari: dal sequenziamento genico, alla generazione di bit-coin e password sicure. Lo studio, condotto da un gruppo di ricerca del Dipartimento di fisica della Sapienza e dell'Istituto dei sistemi complessi del Cnr, è pubblicato sulla rivista Physical Review Letters

Roma, 14 giugno 2019 - Trovare il tragitto più corto che collega molte città, confrontando i numerosi e diversi percorsi, è un compito che diventa sempre più arduo al crescere del numero di città da visitare. Calcoli di ottimizzazione combinatoria, simili a questo, sono molto frequenti nella quotidianità, nella scienza e nell'ingegneria, ma sono difficilmente trattabili su larga scala dai computer tradizionali.

Lo sviluppo di nuovi sistemi hardware che possano risolvere efficacemente complesse ottimizzazioni è una delle sfide della scienza moderna. Una direzione promettente è quella di codificare tali problemi in modelli di Ising, modelli fisico-matematici definiti da un insieme finito di variabili (spin), che possano essere risolti da specifici processori ottici, definite macchine di Ising.

Queste macchine di calcolo codificano lo stato delle variabili e le loro connessioni nell'ampiezza e nella fase del campo elettromagnetico. Elaborando i dati alla velocità della luce attraverso diversi canali spaziali e di frequenze, promettono di essere estremamente più rapide di quelle elettroniche.

Il team di ricerca del Dipartimento di fisica della Sapienza e dell'Istituto dei sistemi complessi del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Isc), costituito da Davide Pierangeli e Giulia Marcucci e coordinato da Claudio Conti, ha progettato e realizzato sperimentalmente la più grande macchina di Ising mai dimostrata prima. Il risultato, pubblicato sulla rivista Physical Review Letters, apre importanti prospettive per lo sviluppo di tecnologie future.

I ricercatori hanno implementato nei laboratori di fotonica della Sapienza il primo dispositivo con un numero di spin potenzialmente illimitato: sono riusciti a codificare e processare decine di migliaia di variabili, utilizzando fasci ottici modulati spazialmente da display attivi.

Il nuovo prototipo ottico si basa infatti sulla tecnologia dei display ad alta risoluzione e potrebbe permettere di affrontare problemi di ottimizzazione considerati come computazionalmente intrattabili, per esempio quello della determinazione della struttura proteica a partire dalla sequenza amminoacidica, della

generazione di bit-coin o di password sicure.

“Siamo partiti da un’idea originale - spiega Claudio Conti - che utilizza i singoli pixel che compongono i moderni display, sia come unità computazionali, che di memoria senza la necessità di assemblare ulteriori dispositivi ottici. Nello specifico, abbiamo utilizzato un modulatore spaziale di luce per agire sia sulla fase, che sull’ampiezza del campo ottico, codificando le variabili necessarie per il calcolo e le loro interazioni. Il campo elettromagnetico così modulato viene quindi fatto evolvere in modo da simulare il problema di interesse: misurarne il profilo finale permetterà di ricavare la soluzione ottimale”.

Lo studio, che dimostra un nuovo schema computazionale su grande scala, porta le macchine di Ising vicine alla risoluzione di problemi di ottimizzazione fondamentali per lo sviluppo economico e sociale e per la sua sostenibilità. Le sue applicazioni spaziano dalla realizzazione di processori ottici ultraveloci a dispositivi fotonici per l’intelligenza artificiale e l’apprendimento automatico.