



L'ottica è una piattaforma unica per velocizzare il calcolo di problemi complessi. Uno studio condotto dai ricercatori del Cnr Nanotec, dell'Università Sapienza di Roma e dell'Istituto Italiano di Tecnologia lo ha dimostrato con un esperimento ottico che consente la simulazione numerica della dinamica di un modello, prototipo dei sistemi complessi: il vetro di spin. Lo studio è stato pubblicato su PNAS

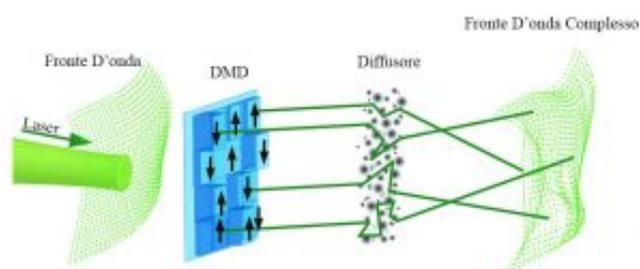


Fig. 1

Roma, 15 giugno 2021 - In un recente articolo pubblicato su *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS), un gruppo di ricerca composto da scienziati dell'Istituto di nanotecnologia del Consiglio nazionale delle ricerche di Roma (Cnr-Nanotec), del Dipartimento di Fisica dell'Università Sapienza di Roma e del Center for Life Nano & Neuro-Science (CLN²S) dell'Istituto Italiano di Tecnologia, ha proposto una nuova architettura per il calcolo ottico della dinamica di un modello di vetro di spin.

I vetri di spin sono un sistema modello con una enorme varietà di applicazioni che spaziano dalla predizione degli andamenti di borsa, alla comprensione della materia solida vetrosa; al funzionamento delle reti metaboliche ed alla progettazione delle reti neurali più avanzate.

“La simulazione numerica al computer della dinamica di un sistema di spin nello stato vetroso è un problema estremamente complesso che richiede un enorme capacità di calcolo per stimare un numero di termini di accoppiamento, fra tutti gli spin, che cresce molto rapidamente con il numero di variabili in gioco”, spiega Luca Leuzzi, primo ricercatore del Cnr Nanotec di Roma.

“Sin dai suoi esordi, è un problema che ha stimolato lo studio di algoritmi sempre più efficienti, di tecniche di calcolo parallelo, nonché di hardware dedicati. Per la precisione, il nostro studio ha riguardato un modello di rete neurale, il modello di Hopfield, per l’immagazzinamento ed il recupero di pattern di memoria che, nel caso di sovraccarico di memorie, si comporta come un vetro di spin”, prosegue Leuzzi.

“Il nuovo calcolatore realizzato nei laboratori dell’Iit di Roma - aggiunge Marco Leonetti, ricercatore del Cnr Nanotec, affiliato IIT e primo autore dello studio - associa ad un computer standard un dispositivo ottico che si occupa di calcolare il passaggio più dispendioso, in termini di tempo, dell’intero algoritmo: gli aggiornamenti dei contributi energetici degli accoppiamenti fra gli spin. Per fare questo il sistema di spin viene mappato su un fascio di raggi laser controllato da uno strumento di ottica adattativa ultraveloce: il Digital Micromirror Device (DMD)”.

Il DMD è in grado di controllare fino a 1.000.000 di fasci di luce contemporaneamente e può testare fino a 32.000 configurazioni ottiche al secondo (stati di spin) permettendo quindi di effettuare il calcolo in maniera analogica, battendo in velocità il calcolo su di un cluster di computer digitale.

“I risultati dello studio rappresentano un significativo primo passo verso un computer completamente ottico, con potenzialità di parallelizzazione superiori a quelle di un computer normale - conclude Leonetti - Sarà quindi possibile esportare questo approccio ad altre tipologie di problemi complessi come l’interazione fra proteine ed il ripiegamento 3D delle singole proteine; lo studio di modelli di organizzazione e ottimizzazione per problemi con molti vincoli come il traffico automobilistico o ferroviario, ed il comportamento di modelli di vetro di spin di complessità superiore e dinamica non-lineare”.

Fig. 1 - Schema dell’esperimento nel quale la luce, controllata da un Digital micromirror Device e diffusa da una struttura disordinata genera il fronte d’onda complesso che permette di generare e studiare lo Spin Glass ottico