



Competenze Terza Missione

Referente: Prof.ssa ELISA ERCOLESSI (Settore Teorico)

a) Ambito scientifico/tecnologico

Algoritmi quantistici e ibridi classico/quantistici per la soluzione di problemi complessi.

b) Elenco di possibili stakeholders

Amministrazioni pubbliche e imprese interessate ad avvicinarsi alle potenzialità del supercalcolo scientifico e, nello specifico, alle metodologie e applicazioni delle tecnologie e del calcolo quantistico.

c) Elenco competenze e strumentazione

L'elaborazione dell'informazione supportata dal calcolo quantistico promette di fornire soluzioni ad alcuni dei più importanti problemi sia nell'ambito della ricerca fondamentale che in quella applicata, con un range molto ampio di potenzialità che va dalla simulazione di modelli fisici e matematici complessi all'ottimizzazione di problemi (come il flusso del traffico, portafogli e organizzazione del lavoro), attraverso lo sviluppo di algoritmi (come quelli per la ricerca all'interno di un database) e protocolli (come quelli crittografici) più efficienti di quelli classici. Industrie leader e start-up stanno portando avanti ingenti forze tecnologiche per realizzare e mettere sul mercato prototipi calcolatori e altre tecnologie quantistiche, che vengono anche messe a disposizione dei gruppi di ricerca.

Il gruppo di "Sistemi quantistici a molti corpi, informazione e calcolo quantistico" del DIFA, anche grazie alla collaborazione con il centro di Quantum Computing del CINECA, sviluppa protocolli ibridi o prettamente quantistici per lo studio di modelli complessi e la soluzione di problemi difficili dal punto di vista computazionale, testandoli sia con emulatori quantistici su computer classici che con piattaforme quantistiche reali.

d) Highlight: "Quantum Approximate Optimization Algorithm" per la soluzione di problemi combinatori su grafi.

Il progetto esplora la possibilità di sviluppare soluzioni basate sul Quantum Computing per applicazioni utili alla elaborazione e gestione di dati di aziende e imprese, in un contesto che tenga in considerazione anche le attuali capacità di calcolo di una macchina quantistica reale. A questo scopo, sono state individuati protocolli che sfruttano un approccio ibrido, in grado di combinare le attuali potenzialità di un computer quantistico con algoritmi classici, e

che possono portare alla soluzione efficiente di problemi di ottimizzazione su grafi, trovando applicazioni in ambiti diversi, come lo studio di reti finanziarie o sociali.

In particolare, il protocollo di QAOA (Quantum Approximate Optimization Algorithm) è un algoritmo ibrido che prevede la ricerca della soluzione di un problema variazionale attraverso la minimizzazione di una funzione costo, realizzato mediante l'uso combinato di un circuito quantistico per la misura di tale funzione e di un computer classico per la ricerca dei migliori parametri. La ricerca mira a sviluppare nella maniera più efficiente possibile l'integrazione dell'ambiente classico con quello quantistico, andando anche a valutare: i) diversi protocolli che possono essere utilizzati nella fase di ottimizzazione dei parametri); ii) le risorse necessarie, in particolare in ambito quantistico che, tenuto conto dei limiti dell'attuale tecnologia, sono limitate sia dal numero di operazioni possibili sia per la presenza di rumore che genera errori.

Il progetto, che vede anche la partecipazione di ricercatori INFN e CINECA, è svolto in collaborazione con Leithà-Unipol, sotto l'ombrello della International Foundation Big Data and AI for Human Development.

e) Responsabile scientifico ed eventuale sito web

Prof.ssa Elisa Ercolessi

<https://fisica-astronomia.unibo.it/it/ricerca/progetti-e-linee-di-ricerca/linee-di-ricerca/linee-di-ricerca-fisica-teorica/teoria-dei-sistemi-quantistici-a-multi-corpi-e-dell-informazione-quantistica>