



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Università degli Studi di Ferrara

Borsa di Studio finanziata da fondi PNRR ex DM 351 del 09.04.2022

Missione 4, componente 1, linea di investimento 3.4

Assegnazione di nuovi dottorati triennali in programmi dedicati alle transizioni digitali e ambientali

Tematica di ricerca

ITALIANO

Calcolo quantistico e applicazioni

INGLESE

Quantum computing and applications

Dottorato di Ricerca

Fisica

Ciclo di dottorato: XXXVIII

Tipologia di Impresa e mesi frequenza obbligatoria

Ragione sociale: European Organization for Nuclear Research (CERN)

Sede legale: Ginevra, Svizzera

Rappresentante legale (referente): Dr. Ing. Alberto di Meglio (CERN Quantum Computing Initiative)

Mesi 9

Mesi frequenza obbligatoria all'estero

Mesi 9

Obiettivi generali della ricerca

Il progetto di ricerca si colloca nell'ambito delle azioni per l'adozione di tecnologie innovative associate alla missione M1 "Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo" del PNRR, e mira alla formazione di figure esperte con un elevato grado di competenza nell'utilizzo delle tecnologie di calcolo quantistico. I recenti sviluppi nel campo del Quantum Computing (QC) permettono di risolvere problemi computazionali complessi con un approccio innovativo e con rilevanti vantaggi in termini di complessità computazionale, tempo di esecuzione, e scalabilità delle soluzioni, e possono essere utilizzate in vari campi scientifici ed applicativi con benefici anche a livello energetico. In particolare, il progetto ha come obiettivo principale la progettazione, lo sviluppo e l'applicazione di algoritmi quantistici applicati al problema del tracciamento di particelle cariche in esperimenti di fisica delle alte energie di prossima generazione. Infatti, in questo contesto, gli algoritmi classici attualmente utilizzati non sono adeguati alle condizioni sperimentali attese, poiché estremamente proibitive in termini di densità di segnali rilasciati nei rivelatori e di livelli di fondo combinatorio, ed un approccio innovativo come quello offerto dal QC si rende necessario. Il percorso formativo e di ricerca sarà svolto in collaborazione con la Quantum Technology Initiative (QTI) del CERN, presso cui il dottorando trascorrerà un periodo di studio e di ricerca.

English version

This research project is part of the actions for the adoption of innovative technologies, associated with the M1 mission "Digitization, innovation, competitiveness, culture and tourism" of PNRR. It aims at training expert researchers with a high degree of competences in quantum computing technologies. Recent developments in the field of Quantum Computing (QC) allow to solve complex computational problems with an innovative approach, and with significant advantages in terms of computational complexity, execution time, and scalability of solutions. Various scientific and application fields can benefit from these developments, with benefits also in



Finanziato dall'Unione
europea
NextGenerationEU



Università
degli Studi
di Ferrara

terms of energy consumptions. In particular, the project aims to design, develop and apply quantum algorithms for the problem of charged particle tracking in the next generation of high energies physics experiments. In this context, the classical algorithms currently used are not adequate to the expected experimental conditions, which are extremely prohibitive both in terms of density of signals released in the detectors and of combinatorial backgrounds. An innovative approach such as that offered by QC becomes then necessary. The training and research activities will be carried out in close collaboration with the Quantum Technology Initiative (QTI) at CERN, where the student will spend a period of study and research.

Impatto in relazione a uno o più dei seguenti fattori: (i) miglioramento della sostenibilità ambientale; (ii) accelerazione di processi di trasformazione digitale; (iii) promozione dell'inclusione sociale

L'attività formativa risultante da questo progetto è coerente con le azioni per l'adozione di tecnologie innovative della missione M1C1 del PNRR. Le tecnologie utilizzate nell'attività di ricerca presentano infatti analogie e possono quindi essere applicate in diversi ambiti scientifici e industriali, ad esempio per: (i) il riconoscimento di relazioni semantiche e azioni nella visione computerizzata; (ii) la classificazione di testi e generazione di frasi equivalenti nei processi linguistici; (iii) la previsione di volume, densità e velocità del traffico stradale; (iv) il tracciamento delle traiettorie di aeroplani per minimizzare il rischio di collisioni; (v) la predizione di proprietà molecolari di sostanze chimiche e interfacce proteiche e sintesi di composti chimici; (vi) l'ottimizzazione di processi combinatori. In tal senso, la ricerca proposta ha un ruolo fondamentale nell'ambito dell'accelerazione di processi di trasformazione digitale e adozione di tecnologie innovative anche da parte del settore privato.

English version

The training activity resulting from this research project is coherent with the action for the adoption of innovative technologies of the M1C1 mission of the PNRR. The technologies that will be used in the research activity present analogies with, and they can therefore be applied to, different scientific and industrial areas, for instance in: (i) the recognition of semantic relationships and actions in computerized vision; (ii) the classification of texts and the generation of equivalent sentences in linguistic processes; (iii) the prediction of road traffic volume, density and speed; (iv) tracking of airplane trajectories for improving predictions of potential collisions by the Traffic Collision Avoidance System; (v) the prediction of molecular properties of chemicals and protein interfaces and the synthesis of chemical compounds; (vi) the optimization of combinatorial processes. In this sense, the proposed research activity plays a fundamental role to accelerate digital transformation processes, and to adopt innovative technologies also in the private sector.