UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Unconventional and Quantum Computing

2324-2-F1801Q165

Obiettivi

Comprensione dei principi di funzionamento di alcuni modelli di calcolo non convenzionali, bio-ispirati e quantistici. Capacità di capire il funzionamento di tali sistemi quando risolvono problemi computazionalmente difficili. Capacità di scegliere il modello di calcolo più adatto per risolvere un problema assegnato.

Contenuti sintetici

Nozioni e concetti alla base della Teoria della Computazione, e della Teoria della Complessità Computazionale, applicate a modelli di calcolo non convenzionali e quantistici. Il corso fornisce inoltre gli strumenti concettuali e teorici che consentono di comprendere le basi matematiche su cui si basa la definizione dei modelli di calcolo esaminati.

Programma esteso

Per la parte di Unconventional Computing:
• Introduzione: architetture di calcolo classiche, sequenziali e parallele
• Problemi di calcolo non-convenzionali
• DNA Computing: esperimento di Adleman, algoritmo di Lipton
• Computazione Cellulare
• Membrane systems: modello standard, membrane systems per problemi computazionalmente complessi
• Spiking neural P systems
• Algoritmi genetici e reti neurali
• Social algorithms

Per la parte di Quantum Computing:
• Fenomeni fisici quantistici, parallelismo quantistico, entanglement, misurazioni
• Notazione matematica: qubit, bra, ket, operatori unitari
• Gate quantistici, loro rappresentazione, e operatori corrispondenti
• Circuiti quantistici
• Algoritmi quantistici fondamentali: trasformata di Fourier quantistica, algoritmi di Shor (fattorizzazione e logaritmi discreti), algoritmo di Grover
• Cenni ad altri modelli: Macchine di Turing quantistiche, adiabatiche, …
• Linguaggi di programmazione, librerie, simulatori, piattaforme (in particolare: QCEngine , Qiskit)
• Reti neurali ibride, e quantum machine learning

Prerequisiti

Argomenti trattati nei corsi di matematica della laurea triennale in Informatica. È utile - ma non indispensabile - la conoscenza di alcune nozioni di base di informatica teorica (in particolare, macchine di Turing).

Modalità didattica

Lezioni ed esercitazioni in aula.

La lingua di erogazione prevista è l'Inglese. Tuttavia, lezioni ed esercitazioni potranno essere erogate in Italiano se tutti gli studenti presenti in aula parlano Italiano, e nessuno studente fa richiesta di seguire le lezioni e le esercitazioni in lingua Inglese.

Materiale didattico

Libri:
• Andrew Adamatzky: Unconventional Computing - A Volume in the Encyclopedia of Complexity and Systems Science, Second Edition. Springer, 2018
• Wolfgang Polak, Eleanor Rieffel: Quantum Computing : A Gentle Introduction. MIT Press, 2011
• Eric R. Johnston, Nic Harrigan, Mercedes Gimeno-Segovia: Programming Quantum Computers: Essential Algorithms and Code Samples. O'Reilly Media, 2019

Appunti forniti dai docenti.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica dell'apprendimento è basata su un colloquio orale avente per oggetto gli argomenti svolti a lezione. Durante il colloquio verrà valutata la capacità dello studente di esporre gli argomenti del corso, e di effettuare brevi ragionamenti su di essi.

Non sono presenti prove in itinere.

Orario di ricevimento

Su appuntamento

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE