UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Unconventional and Quantum Computing

2627-2-F1802Q140

Obiettivi

Conoscenza e capacità di comprensione
Gli studenti comprenderanno i principi alla base del funzionamento di alcuni modelli di calcolo non convenzionali, modelli bio-ispirati e modelli quantistici.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate
Gli studenti saranno in grado di scegliere il modello di calcolo più idoneo per risolvere un problema assegnato.

Autonomia di giudizio
Gli studenti acquisiranno la capacità di valutare se il modello di calcolo sia in grado di affrontare in modo efficiente problemi computazionalmente complessi.

Abilità comunicative
La grande attenzione dedicata agli aspetti formali permetterà agli studenti di comprendere l'importanza di una comunicazione univoca, utilizzando la terminologia corretta per esprimere le nozioni e i concetti appresi.

Capacità di apprendimento
la definizione di un ambito teorico formale aiuterà gli studenti a sviluppare l'uso di strategie di apprendimento deduttivo.

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

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

Le lezioni verranno registrate e rese disponibili sulla piattaforma e-learning. il corso e' organizzato in 24 lezioni da 2 ore ciascuna, svolte in modalità erogativa in presenza.

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
• Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang: Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University

Press, 2010
• 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