



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Unconventional and Quantum Computing

2425-2-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

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.

Lezioni ed esercitazioni in aula: non sono previste registrazioni o trasmissioni in streaming. Le attività previste sono: 24 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa nella parte iniziale ed in modalità interattiva nella parte successiva.

## 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 QUALITÀ | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE

---