UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Fundamentals of Computer Science

2526-1-E3102Q101

Obiettivi

L'insegnamento fornisce le basi teoriche e formali dell'informatica, con particolare riferimento alla matematica discreta, alla logica e alla teoria degli automi.
L'obiettivo è sviluppare negli studenti e nelle studentesse la capacità di modellare e analizzare problemi computazionali mediante strumenti rigorosi, promuovendo adeguati livelli di astrazione, formalizzazione e ragionamento deduttivo. Un ruolo centrale sarà riservato alle esercitazioni su problemi sia teorici, sia applicativi.
Al termine del corso, studenti e studentesse avranno acquisito strumenti teorici, metodologici e operativi fondamentali per affrontare con rigore le complessità concettuali tipiche del percorso in Informatica.

1. Conoscenza e capacità di comprensione
Al termine dell'insegnamento, lo/a studente/ssa:

- conoscerà le basi teoriche e computazionali dell'informatica, in termini di matematica discreta, teoria degli insiemi, logica e automi;
- comprenderà il ruolo delle strutture astratte nella modellazione informatica.
- avrà interiorizzato la differenza fra sintassi e semantica

2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate
Lo/a studente/ssa sarà in grado di:

- comprendere un testo o un problema computazionale definito in termini formali
- modellare problemi complessi tramite insiemi, relazioni, funzioni, grafi e logiche formali;
- impiegare la ricorsione, costruire dimostrazioni, utilizzare sistemi deduttivi e progettare automi a stati finiti;
- applicare un linguaggio formale per analizzare strutture e sistemi.

3. Autonomia di giudizio
Lo studente svilupperà la capacità sufficienti per:

- comprendere il linguaggio formale utilizzato nel dominio dell'informatica teorica e applicata;

- valutare la correttezza e l’efficacia di modelli e dimostrazioni;
- scegliere strumenti formali adatti al problema trattato.

4. Abilità comunicative
Lo studente sarà in grado di:

- comunicare con precisione concetti e modelli formali;
- utilizzare il linguaggio tecnico appropriato in ambito informatico.

5. Capacità di apprendere
Lo studente svilupperà la capacità di:

- affrontare lo studio di contenuti teorici e pratici in modo autonomo;
- applicare le conoscenze acquisite in insegnamenti successivi del Corso di Laurea e in contesti interdisciplinari.

Contenuti sintetici

Il corso introduce gli strumenti matematico-formali fondamentali per la comprensione dell’informatica, fra cui l’acquisizione di un linguaggio formale di base (insiemi, funzioni, relazioni), lo studio di strutture astratte per la concettualizzazione (grafi, alberi, ordinamenti, reticoli e strutture algebriche), strumenti matematici quali ricorsione e induzione, i principi essenziali della logica matematica, sia proposizionale che predicativa e cenni di teoria degli automi.

Programma esteso

Sezione 1 | "Insiemi, relazioni e funzioni"
Argomenti: Matematica discreta; numeri; insiemi; sottoinsiemi; insieme potenza; rappresentazione estensionale ed intensionale; operazioni su insiemi; famiglie di insiemi; partizioni; coppie/tuple ordinate; prodotto cartesiano; relazioni; dominio e codominio; operazioni su relazioni; proprietà delle relazioni; rappresentazione delle relazioni (sagittale/grafo), diagramma cartesiano, tabella); proprietà delle relazioni; grafi bipartiti; matrici Booleane; operazioni su matrici Booleane: join, meet, prodotto Booleano (composizione di relazioni); relazioni di equivalenza; classi di equivalenza; insieme quoziente; funzioni; proprietà delle funzioni; arietà; punto fisso; operazioni; controimmagine; composizione di funzioni; funzione inversa; funzione caratteristica; multinsieme; cardinalità e funzioni; teorema di Cantor.

Sezione 2 | "Grafi, alberi, ordinamenti e Algebra di Boole"
Argomenti: Grafi, grado, (semi)cammini, cicli, distanza, DAG, sottografo indotto, grafi etichettati, grafi completi e grafi connessi, isomoformismo fra grafi; alberi; profondità e altezza, alberi binari; proprietà degli alberi binari (pieni, completi, bilanciati); ordinamenti; poset; coperture, elementi estremali, join e meet; diagrammi di Hasse, reticoli, tipi di reticolo; complemento; reticoli complementati; strutture algebriche; reticoli Booleani; algebra Booleana; operazioni logiche.

Sezione 3 | "Induzione e ricorsione"
Argomenti: differenza fra ricorsione e induzione; definizioni; assiomi, ipotesi e teoremi; ricorsione: caso base e funzione ricorsiva; insiemi ben fondati; codice ricorsivo; funzioni ricorsive su stringhe e strutture complesse; dimostrazioni per induzione: caso base, ipotesi induttiva, passo induttivo; induzione completa.

Sezione 4 | "Logica proposizionale"

Argomenti: Proposizioni atomiche; operatori e precedenza; formule ben formate; albero sintattico; semantica; assegnazioni Booleane; valutazioni Booleane; tavole di verità; composizionalità; equivalenze; completezza; modelli e contromodelli; tipi di formule: tautologie, contraddizioni, formule soddisfacibili non tautologiche; sistemi logici; relazione di conseguenza logica ?; soddisfacibilità; sistemi deduttivi; regole di inferenza; assiomi; dimostrazioni e teoremi; derivabilità ?; chiusura deduttiva; proprietà dei sistemi deduttivi (inclusività, monotonicità, compattezza, taglio di premesse, deduzione); collegamento fra sistemi logici e sistemi deduttivi; correttezza e completezza; decibilità; tableaux proposizionali.

Sezione 5 | "Logica predicativa"
Argomenti: Sintassi della logica predicativa: variabili, costanti, funzioni, predicati, operatori, costruttori logici, quantificatori; arietà di funzioni e predicati; focus su quantificatori universali ed esistenziali; termini, atomi e formule ben formate; variabili libere e legate; enunciati; semantica della logica dei predicati; interpretazione o struttura del primo ordine: dominio, funzione di interpretazione; assegnazioni; soddisfacibilità atomica; sostituzioni; modelli e tautologie; equivalenze semantiche; teorie del primo ordine; rappresentazione della conoscenza; da formule a linguaggio naturale e viceversa; sistemi logici vs. sistemi deduttivi; tableaux predicativi.

**Sezione 6 | "Introduzione ai linguaggi formali: gli automi a stati finiti" **

Prerequisiti

Conoscenze matematiche di base apprese durante la scuola superiore.

Modalità didattica

Le attività previste sono:

- 48 ore di **lezione frontale** in modalità erogativa
- 20 ore di **esercitazione** in modalità interattiva.

Uso della piattaforma elearning.
Il corso sarà tenuto in lingua italiana.

Materiale didattico

Luigia Carlucci Aiello, Fiora Pirri, “Strutture, logica, linguaggi” (Pearson, 2005)

Periodo di erogazione dell'insegnamento

1° Semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame finale (**senza prove intermedie**) composto da due prove separate: esame scritto ed esame orale, articolati come descritto qui di seguito.

L'**esame scritto** prevede dieci (10) domande aperte su tutti gli argomenti del corso e viene valutato con un punteggio 0-30/30. Ciascuna domanda prevede un numero di sottodomande, ciascuna appartenente a una delle seguenti tipologie di esercizi: domande sulle nozioni presentate, domande di ragionamento e deduzione, risoluzione di esercizi che richiedono calcolo o sviluppo di una soluzione ad un problema assegnato, con prevalenza di esercizi del terzo tipo.

L'**esame orale** orale consiste nella valutazione della conoscenza degli argomenti del corso attraverso domande aperte, eventualmente relative agli errori commessi durante l'esame scritto.

Coloro che hanno preso un punteggio sufficiente, ovvero maggiore o uguale a 18/30 sono ammessi alla prova orale (facoltativa) o alla verbalizzazione del voto.

Orario di ricevimento

Su richiesta.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ