UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Dynamical Systems, Information Theory and Complexity

2324-1-F4001Q116

Obiettivi

l corso si propone di fornire allo studente

- le *conoscenze* di nozioni di base della moderna teoria dei sistemi dinamici, della teoria dell'informazione e della complessità algoritmica;
- le *competenze* utili a comprendere i metodi dimostrativi connessi alla teoria ed a condurre in modo autonomo l'approfondimento di alcune delle tematiche sopra citate;
- le *abilità* necessarie all'applicazione delle nozioni acquisite allo studio di sistemi dinamici elementari, alla risoluzione di esercizi di diversi gradi di difficoltà, all'analisi anche computazionale di sequenze simboliche di diversa natura, con particolare attenzione alle applicazioni in campo biologico e letterario.

Contenuti sintetici

Il corso intende fornire allo studente una conoscenza approfondita del quadro teorico necessario allo studio e analisi di sequenze simboliche di diversa natura. I principali contenuti comprendono: approccio statistico ai sistemi dinamici, sorgenti di informazione, contenuto di informazione algoritmica.

Programma esteso

Il corso è suddiviso in tre parti:

1. Esempi di sistemi dinamici a tempo discreto. Cenni di dinamica topologica. Dinamica simbolica. Ricorrenza, misure invarianti ed ergodiche. Teoremi ergodici. Mescolamento. Entropia di Kolmogorov-Sinai.
2. Entropia di Shannon. Entropia relativa, mutua informazione. Equipartizione asintotica. Tasso di entropia per

processi stocastici stazionari. Codici: disuguaglianza di Kraft, codici ottimali, stima dell'efficienza di un codice. Compressori universali. Algoritmo LZ78.
3. Macchine di Turing. Calcolatori universali. Complessità algoritmica di Kolmogorov. Probabilità universale. Problema dell'arresto. Numero di Chaitin. Teorema di Brudno.

Prerequisiti

È sufficiente avere familiarità con le conoscenze, competenze e abilità apprese durante la laurea triennale, in particolare nei corsi di Sistemi Dinamici e Meccanica Classica, Teoria della Misura e Calcolo delle Probabilità.

Modalità didattica

Lezioni frontali, con uso di lavagna.
Il corso è previsto in lingua italiana ma potrebbe essere tenuto in lingua inglese in presenza di studenti stranieri.

Materiale didattico

Non c'è un unico testo che copra tutti gli argomenti del corso, di conseguenza verranno dati di volta in volta dal docente riferimenti opportuni. Verranno inoltre fornite note del docente per alcune parti del corso.

Gran parte degli argomenti trattati si possono trovare nei testi seguenti:

- M.Brin & G. Stuck, "Introduction to Dynamical Systems", Cambridge University Press. 2002 (1 copia disponibili al prestito in biblioteca; (*e-book disponibile sul sito della biblioteca)*
- *P.Walters, "An Introduction to Ergodic Theory", GTM 89, Springer-Verlag (2 copie disponibili al prestito in biblioteca; (e-book non disponibile in biblioteca)*
- T. M. Cover & J. A. Thomas, "*Elements of Information Theory*", 2nd ed., Wiley-Interscience *(2 copie disponibili al prestito in biblioteca; (e-book disponibile sul sito della biblioteca)*
- M.Li, P.Vitányi, "An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications", second edition, GTCS, Springer-Verlag, 1997; (*e-book disponibile sul sito della biblioteca)*

Periodo di erogazione dell'insegnamento

II semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Non sono previste prove parziali.
L'esame finale consiste in una prova orale, della durata indicativa di 45 minuti in cui lo studente verrà valutato sia sull'apprendimento delle nozioni da un punto di vista matematico (definizioni, enunciati, dimostrazioni) che sulla

loro utilità (esempi presentati durante il corso), nonché sulla capacità di maneggiarle in autonomia. In via facoltativa lo studente può integrare il colloquio con la presentazione di un progetto di stampo applicativo o di un approfondimento teorico su argomenti di interesse. La scelta dell'argomento della parte facoltativa va concordata in anticipo col docente. La valutazione dell'eventuale progetto/approfondimento peserà per 1/2 sul giudizio finale.

Orario di ricevimento

Su appuntamento.

Sustainable Development Goals