UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Probability and Statistics for Computer Science

2627-2-E3102Q114

Obiettivi

Obiettivi formativi (Descrittori di Dublino)

Al termine del corso, lo studente avrà raggiunto i seguenti risultati di apprendimento:

1. Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente acquisirà le conoscenze di base nel campo del calcolo delle probabilità e della statistica matematica, comprendendone linguaggio, definizioni e principali risultati. Particolare attenzione sarà dedicata alle distribuzioni di probabilità più comuni e ai fondamenti della statistica descrittiva e inferenziale.

2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente sarà in grado di applicare i concetti teorici per analizzare fenomeni aleatori, condurre ragionamenti in condizioni di incertezza e descrivere sinteticamente insiemi di dati. Sarà inoltre in grado di stimare parametri e verificare ipotesi statistiche in contesti applicativi.

3. Autonomia di giudizio. Lo studente svilupperà la capacità di valutare criticamente i modelli probabilistici e statistici utilizzati, scegliendo metodi adeguati per l'analisi e l'interpretazione dei dati.

4. Abilità comunicative. Lo studente sarà in grado di comunicare in modo chiaro e rigoroso concetti e risultati relativi alla probabilità e alla statistica, sia in forma scritta che orale, utilizzando un linguaggio appropriato al contesto informatico.

5. Capacità di apprendimento. Lo studente acquisirà le competenze necessarie per approfondire autonomamente lo studio della probabilità e della statistica, anche attraverso l'uso di strumenti software, con particolare riferimento al linguaggio di programmazione R.

Contenuti sintetici

La prima parte del corso, dedicata al **calcolo delle probabilità**, si apre con la **statistica descrittiva**, che permette di sintetizzare le informazioni salienti relative a un insieme di dati. Vengono quindi presentati gli **spazi di probabilità**, che sono alla base della descrizione matematica dei fenomeni aleatori, e le **variabili aleatorie**, che ne costituiscono il "linguaggio operativo".

La seconda parte del corso, dedicata alla **statistica matematica**, si apre con i **teoremi di convergenza** (legge dei grandi numeri e teorema limite centrale) che descrivono il comportamento di fenomeni aleatori con un grande numero di componenti. Vengono presentate le tecniche principali per la **stima di parametri** in un modello probabilistico e viene discussa la **verifica di ipotesi** e i corrispondenti test statistici, sia relativi a parametri incogniti in un modello aleatorio (*test parametrici*) sia relativi al confronto di distribuzioni (*test non parametrici*). Il corso si conclude con la **regressione lineare**, una tecnica importante per studiare il legame che può sussistere tra una variabile (output) e un insieme di variabili (input) in condizioni di incertezza.

Programma esteso

1. Statistica descrittiva

- Introduzione all'analisi dei dati
- Statistiche campionarie (media, mediana, quantili, varianza, correlazione)
- Rappresentazioni grafiche

2. Spazi di probabilità

- Fenomeni aleatori, spazi di probabilità ed eventi
- Proprietà di base della probabilità
- Probabilità condizionata
- Elementi di calcolo combinatorio
- Indipendenza di eventi

3. Variabili aleatorie

- Variabili aleatorie discrete
- Valore medio, momenti, varianza e covarianza
- Variabili aleatorie assolutamente continue
- Distribuzioni notevoli discrete e assolutamente continue
- Variabili aleatorie normali

4. Teoremi di convergenza

- Convergenza di variabili aleatorie e distribuzioni (cenni)
- Legge dei grandi numeri
- Teorema limite centrale

5. Stima di parametri

- Campioni e statistiche
- Stimatori (media e varianza campionarie)
- Intervalli di confidenza

6. Verifica di ipotesi

- Test per la verifica di un'ipotesi, errori di I e II specie

- Test parametrici per media e varianza
- Test non parametrici di buon adattamento e di indipendenza

7. Regressione lineare

- Introduzione alla regressione
- Inferenza statistica sui parametri
- Analisi dei residui

Prerequisiti

Le conoscenze, competenze e abilità impartite negli insegnamenti precedenti di matematica, in particolare di Analisi Matematica.

Modalità didattica

Il corso viene erogato in lingua Italiana in modalità *blended-learning*.

Le lezioni frontali sono articolate nel modo seguente:

- 16 lezioni teoriche da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza, in cui si fornisce la conoscenza di definizioni, risultati, dimostrazioni ed esempi rilevanti;
- 10 esercitazioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza, in cui si forniscono competenze e abilità necessaire per utilizzare le nozioni teoriche per la risoluzione di esercizi.

La parte *blended* del corso (laboratorio con R) consiste in esercitazioni con il software R svolte in modalità interattiva da remoto, in cui si acquisiscono le competenze e abilità necessarie per effettuare analisi statistiche con l'uso di R. Le esercitazioni sono organizzate in sette sessioni distinte (una per ciascun argomento del corso) che prevedono un impegno di circa 3 h 30 min a sessione.

Materiale didattico

Testo di riferimento:

- S. M. Ross (2014), Introduzione alla Statistica, seconda edicione, Apogeo Editore

Inoltre, viene reso disponibile il seguente materiale didattico:

- Appunti dei docenti
- Fogli di esercizi

Laboratorio con R

- video lezioni e appunti

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame è costituito da una prova scritta e da una eventuale prova orale e riceve un voto in trentesimi.

La prova scritta è costituita da due parti:

- una prima parte con domande a risposta chiusa, che contribuisce per un terzo al punteggio totale, in cui vengono valutate le conoscenze teoriche;
- una seconda parte con esercizi a risposta aperta, che contribuiscono per due terzi al punteggio totale, in cui vengono valutate le abilità pratiche.

È prevista una prova parziale a metà del corso. Il primo appello d'esame coincide con la seconda prova parziale ed è riservato a chi abbia superato la prima.

La prova orale è facoltativa (su richiesta dello studente e/o del docente) e può contribuire sia in maniera positiva che in maniera negativa al voto finale.

È previsto un progetto con *il software "R"*, da svolgere secondo le modalità descritte all'inizio del corso, dal valore di 2 punti.

Orario di ricevimento

Su appuntamento

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ