

SYLLABUS DEL CORSO

Matematica Numerica per il Machine Learning

2122-1-F4001Q110

Obiettivi

In coerenza con gli obiettivi formativi del Corso di Studio, in questo insegnamento vengono fornite agli studenti le conoscenze riguardanti alcune teorie matematiche e numeriche che stanno alla base del Machine Learning.

L'implementazione dei metodi avverrà utilizzando Python e/o l'ambiente di calcolo MATLAB (fornito dall'Ateneo con licenza individuale per tutti gli studenti). Alla fine del corso, con i codici sviluppati lo studente acquisirà l'abilità di implementare algoritmi elementari di Machine Learning e di comprendere parte della matematica dietro gli algoritmi.

Contenuti sintetici

- Formulazione matematica di problemi di regressione "generalizzati"
- Classificazione
- Reti Neurali
- Apprendimento e allenamento delle Reti Neurali

Programma esteso

Formulazione matematica di problemi di regressione "generalizzati"

- Richiami di Calcolo delle Probabilità
- Regressione Lineare. Model assessment e selezione: Minimizzazione Empirica, Spazio delle ipotesi, Scambio Bias-Varianza;
- Reproducing Kernel Hilbert Spaces (RKHS), Regolarizzazione, Interpretazione Bayesiana.

Classificazione

- Strumenti di algebra lineare numerica: Singular value decomposition (SVD) a approssimazione low rank;
- Principal Component Analysis (PCA) e Kernel extension;
- Introduzione alla Linear Discriminant Analysis (LDA). Non-negative Matrix Factorization (NMF);
- Support Vector Machine (SVM) e Kernel Extension, Image mining, classificatori Tree based, Tree regression.

Reti Neurali

- Motivazione e Definizione. Rappresentazione Matematica (Neuroni, Reti Neurali Artificiali, Reti Neurali Artificiali Feedforward)
- Proprietà di Approssimazione, Approssimazione Universale, Classi di Regolarità, Generative Adversarial Network

Apprendimento e allenamento delle Reti Neurali

- Apprendimento delle Reti Neurali: Motivazione, Regressione/Classificazione;
- Ottimizzazione Numerica: Funzioni Loss , back propagation;
- Metodi di Discesa del Gradiente, Metodi Stochastic di Discesa del Gradiente, metodi del gradiente accelerati, metodi del secondo ordine, ottimizzazione e regolarizzazione vincolata (L2 , L1, sparsa);
- Going Deep: Deep Learning. Vantaggi e Svantaggi. Regolarizzazione, Reti Neurali Convoluzionali.

Prerequisiti

Gli insegnamenti di matematica di base del corso di Laurea Triennale in Matematica.

Modalità didattica

Lezioni (8 CFU)

Materiale didattico

Il materiale didattico sarà fornito dai docenti durante il corso.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

2° semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame è diviso in due parti:

- scrittura e presentazione di un progetto;
- esame orale.

Il voto è in trentesimi. L'esame si considera superato solo in entrambe le parti viene conseguita la sufficienza (18/30); le due parti concorrono in egual misura alla votazione finale.

Il progetto valuta l'abilità dello studente a risolvere problemi o affrontare argomenti nuovi utilizzando gli strumenti teorici e i codici sviluppati durante il corso. Viene incoraggiato il lavoro di gruppo (max 3 studenti) e premiata la qualità dell'esposizione.

Nella prova (orale o scritta) viene valutata la conoscenza e **comprensione** delle definizioni, dei risultati delle dimostrazioni e degli algoritmi presentati in aula, con particolare rilievo riguardo al rigore delle argomentazioni. Verranno inoltre valutate la competenza e la padronanza della materia richiedendo di individuare gli aspetti essenziali degli argomenti esposti.

Sono previsti 5 appelli d'esame (giugno, luglio, settembre, gennaio, febbraio).

Orario di ricevimento

Su appuntamento.
