UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Matematica Numerica per il Machine Learning

2526-1-F4002Q015

Obiettivi

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base del Machine Learning, con particolare attenzione alla comprensione dei principi teorici fondamentali che ne guidano il funzionamento.
Accanto agli aspetti teorici, verrà dato ampio spazio alla dimensione pratica: gli studenti acquisiranno competenze operative di programmazione in Python e saranno in grado di sviluppare, implementare e gestire modelli di Machine Learning tramite l'utilizzo della libreria Keras.
L'obiettivo finale è permettere agli studenti di comprendere cosa c'è dietro i modelli di Machine Learning e di essere in grado di applicarli in contesti concreti, almeno per i casi di base.

Descrizione secondo i 5 Descrittori di Dublino

1. Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del corso, lo studente comprenderà i principali concetti del Machine Learning, come backpropagation, training, overfitting, bias, variance e underfitting, e sarà in grado di utilizzarli correttamente in un contesto tecnico. Saprà interpretare questi termini sia dal punto di vista pratico sia attraverso una solida base matematica: ad esempio, riconoscerà la backpropagation come un'applicazione efficiente della regola della catena e il training come un processo basato su algoritmi di ottimizzazione specifici.

2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Durante il corso verranno fornite le basi teoriche del Machine Learning, ma verrà dato ampio spazio anche all'aspetto pratico. In particolare, lo studente acquisirà una buona familiarità con la creazione, l'addestramento e la gestione di modelli di Machine Learning utilizzando Keras, una libreria Python largamente impiegata nello sviluppo di applicazioni di intelligenza artificiale e deep learning.

3. Autonomia di giudizio

Lo studente svilupperà capacità critiche nel valutare la validità e i limiti delle tecniche di Machine Learning. Di fronte

a un problema specifico, sarà in grado di individuare il modello più appropriato e avrà le competenze necessarie per valutarne le prestazioni, identificarne eventuali punti deboli e proporre possibili miglioramenti.

4. Abilità comunicative

Lo studente acquisirà dimestichezza con la terminologia specifica del Machine Learning e comprenderà il legame tra questi termini e i concetti matematici sottostanti.
Questa consapevolezza gli permetterà di comunicare in modo efficace con interlocutori esperti, contribuendo attivamente al dialogo grazie alla capacità di collegare la formalizzazione matematica con le applicazioni pratiche.

5. Capacità di apprendere

Lo studente, avendo acquisito le conoscenze di base relative ai modelli di Machine Learning, sarà in grado di affrontare autonomamente lo studio di modelli più complessi, come le reti neurali convoluzionali o le reti ricorrenti. Inoltre, grazie alla familiarità maturata con la libreria Keras, potrà facilmente estendere le proprie competenze all'utilizzo di altre librerie ampiamente impiegate in ambito professionale, come PyTorch o TensorFlow, sviluppando una crescente autonomia nell'apprendimento di nuovi strumenti e tecnologie.

Contenuti sintetici

Il corso fornirà le basi matematiche essenziali per comprendere il Machine Learning, insieme a una solida introduzione alla programmazione in Python. Verranno affrontati i tre principali ambiti applicativi: classificazione, regressione e clustering. Particolare attenzione sarà dedicata alla procedura standard per la costruzione di un modello di intelligenza artificiale, approfondendo le fasi di training, validazione e testing.

Programma esteso

Nella parte teorica verranno affrontate questi punti:

- problemi affrontati dal Machine Learing
- matematica nel Machine Learning
- training, i.e., problema di ottimizzazione
- backpropagation
- definizione della funzione di ottimo

Nella parte pratica verranno affrontati questi punti

- introduzione a python
- introduzione a keras
- Neural Network
- problemi di regressione
- problemi di classificazione (supervisionata e non supervisionata)
- gestioine del training set (sua divisione, riduzione dei dati)
- overfitting, underfitting, bias, variance

Prerequisiti

Non ci sono particolari prerequisiti se non le nozioni base di analisi 1. Per la parte pratica è preferibile una buona conoscenza dei sistemi Linux.

Modalità didattica

Il corso è composto da

- 28 ore di lezione svolte in modalità erogativa con uso di lavagna.
- 28 ore di laboratorio in modalità erogativa con uso del computer per studiare Python e Keras.

Il corso è previsto in lingua italiana.

Materiale didattico

Il corso si baserà:

- sul libro "Deep Learning with Python" 2nd Edition di F.Chollet
- sull'articolo "Deep Learning: An Introduction for Applied Mathematicians" di C. F. Higham e D. J. Higham

In itinere verranno redatte delle note del corso.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo Semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Sviluppo di un progetto originale a partire da una semplice idea o dall’analisi di un caso esistente che verrà discusso tramite un colloquio orale.
A tal proposito dovrà essere redatta una relazione e delle slides a supporto del colloquio orale.

Orario di ricevimento

Su appuntamento concordato via mail.

Sustainable Development Goals