UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Advanced Machine Learning

2526-2-F1801Q151

Obiettivi

Questo corso avanzato di apprendimento automatico è rivolto in particolare agli studenti che hanno già familiarità con le basi dell'apprendimento automatico e desiderano rafforzare le loro conoscenze al fine di possedere capacità approfondite e ad ampio raggio in questo ambito. Il corso tratterà alcuni degli argomenti avanzati più importanti nell'apprendimento automatico come l'apprendimento deep e l'apprendimento per rinforzo, fornendone la teoria di base e con un particolare focus sulla modellizzazione e sull'implementazione pratica. Queste tecniche avanzate saranno applicate a una serie di applicazioni, tra cui: riconoscimento delle immagini, elaborazione del linguaggio naturale, sistemi di raccomandazione.

Conoscenza e comprensione
Lo studente acquisirà conoscenze avanzate nell'ambito dell'apprendimento automatico, con particolare attenzione all'apprendimento profondo (deep learning) e all'apprendimento per rinforzo (reinforcement learning). Verranno approfonditi i fondamenti teorici e i modelli matematici alla base di queste tecniche, unitamente alla comprensione delle principali architetture e algoritmi utilizzati nelle moderne applicazioni di intelligenza artificiale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Lo studente sarà in grado di modellare, implementare e ottimizzare sistemi di apprendimento automatico avanzato utilizzando framework software diffusi. Sarà inoltre capace di applicare tali modelli a diversi ambiti applicativi, come riconoscimento di immagini, elaborazione del linguaggio naturale e sistemi di raccomandazione, con attenzione alla qualità e all'efficienza dei risultati.

Autonomia di giudizio
Lo studente svilupperà la capacità critica necessaria per valutare le scelte progettuali e metodologiche adottate nei modelli di apprendimento automatico avanzato, comprendendone vantaggi e limiti in relazione ai contesti applicativi. Sarà inoltre in grado di interpretare i risultati ottenuti alla luce degli obiettivi e dei vincoli specifici del problema affrontato.

Abilità comunicative
Lo studente saprà presentare in modo chiaro ed efficace le soluzioni sviluppate, argomentandone le scelte

progettuali e illustrandone i risultati attraverso strumenti di visualizzazione, report tecnici e discussione orale, utilizzando un linguaggio appropriato al contesto scientifico e professionale.

Capacità di apprendimento
Il corso fornirà allo studente gli strumenti teorici e pratici necessari per approfondire autonomamente temi di frontiera nel campo dell'apprendimento automatico, permettendo di aggiornare costantemente le proprie competenze in un ambito in continua evoluzione.

Contenuti sintetici

```
Introduzione al Deep Learning

Tecniche di ottimizzazione per l'addestramento di modelli deep

Reti neurali convoluzionali

Apprendimento della rappresentazione senza supervisione

Deep Learning per sequenze di dati

Cenni di Explainable AI
```

Programma esteso

Tecniche di apprendimento per di reti deep:

- Funzioni obiettivo
- Funzioni di attivazione
- Regolarizzazione
- Ottimizzazione basata sul gradiente

Focus su reti deep:

- Autoencoders
- Reti neurali convoluzionali
- Reti ricorrenti e ricorsive
- Transformers

Training paradigms:

- Supervised learning
- Unsupervised learning
- Reinforcement learning
- Self-supervised learning

Prerequisiti

Tecniche di base del machine learning

Modalità didattica

Il corso include una parte di lezioni teoriche che si terranno in classe e una parte di esercitazioni che si terranno in laboratorio e / o in classe e che richiederanno l'uso del PC. Entrambe le parti saranno basate sia su didattica erogativa (DE) che interattiva (DI).
L'implementazione pratica di casi studio richiederà la conoscenza di base dei linguaggi di programmazione R e Python.

Il corso sarà tenuto in inglese.

Materiale didattico

Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016. http://www.deeplearningbook.org

Francesco Archetti, Antonio Candelieri, Optimization and Data Science, SpringerBriefs, 2019

Rasmussen, Gaussian Processes for Machine Learning, the MIT press 2006.

Ulteriore materiale didattico sarà reso disponibile sulla piattaforma di e-learning.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Sono previste due diverse modalità d'esame:

Modalità 1
**(valida solo per la sessione invernale)
**

1. Assignments [0-8 pt] + test scritti [0-10 pt]+ Progetto/Approfondimento [0-15pt] *Questa modalità vale solo per il periodo di erogazione del corso ed è quindi rivolta a chi segue regolarmente il corso*

- Durante il corso saranno proposti alcuni assignments da risolvere individualmente. E' permessa solo la collaborazione di "Tipo 1" ovvero, la collaborazione è permessa ma il prodotto finale deve essere individuale. Gli studenti possono discutere l'assignment con altri compagni e lavorarci assieme ma le consegne devono essere individuali e originali, ogni studente deve consegnare prodotti di cui è l'unico autore. Copiare i file dei compagni non è permesso. Gli Assignment **devono essere consegnati entro le**

date stabilite. Nessun assignment verrà considerato se consegnato oltre la scadenza.

- 1 prova scritta che consiste in *domande con risposte a scelta multipla e/o brevi definizioni*, volta alla valutazione della conoscenza dei concetti fondamentali, e della conoscenza specifica dei modelli e delle tecniche presentate a lezione.

- Il progetto/approfondimento dovrà essere svolto in gruppi di 2 o 3 persone e sarà valutato rispetto a:

– Un report strutturato

- Una presentazione orale del progetto o dell'approfondimento volta anche a valutare le capacità di argomentazione.

Modalità 2

2. Esame Scritto [0-15 pt] + Progetto [0-15 pt]

- L'esame scritto, sarà volto alla valutazione della conoscenza dei concetti fondamentali, la comprensione generale, la capacità di argomentazione e la conoscenza specifica dei modelli e delle tecniche presentate a lezione. Consisterà in domande a risposta chiusa e domande aperte.
- Il progetto/approfondimento dovrà essere svolto in gruppi di 2 o 3 persone e sarà valutato rispetto a:

– Un report strutturato

- Una presentazione orale del progetto o dell'approfondimento volta anche a valutare le capacità di argomentazione.

Orario di ricevimento

Su appuntamento

Sustainable Development Goals