UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Foundations of Deep Learning

2526-1-FDS02Q012

Obiettivi

Conoscenza e comprensione
Lo studente acquisirà conoscenze fondamentali di matematica e statistica necessarie per il Deep Learning, in particolare riguardo all'algebra lineare, ottimizzazione, regolarizzazione e riduzione della dimensionalità. Verranno inoltre comprese le principali architetture di reti neurali profonde.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Lo studente sarà in grado di progettare, implementare e ottimizzare modelli di deep learning utilizzando strumenti e librerie software comuni, e di applicarli a problemi reali di classificazione e regressione.

Autonomia di giudizio
Lo studente svilupperà la capacità di analizzare criticamente le scelte progettuali relative a una rete neurale (es. struttura, funzione di attivazione, tecnica di regolarizzazione) e valutarne le prestazioni, con attenzione alla correttezza e all'efficienza del modello.

Abilità comunicative
Lo studente sarà in grado di presentare in modo chiaro e rigoroso le caratteristiche dei modelli sviluppati e i risultati ottenuti, anche attraverso visualizzazioni e report tecnici, utilizzando un linguaggio adeguato al contesto accademico e professionale.

Capacità di apprendimento
Il corso fornirà le basi teoriche e pratiche che permetteranno allo studente di affrontare in autonomia lo studio di tecniche avanzate di deep learning, mantenendo aggiornate le proprie competenze in un campo in continua evoluzione.

Contenuti sintetici

Il corso consiste in una parte teorica e una parte pratica di laboratory. La parte teorica mira ad esplorare la matematica applicata, le basi dell'apprendimento automatico e le reti neurali profonde. La parte pratica consiste in esercizi di base e avanzati utilizzando framework di deep learning.

Programma esteso

- Introduzione al Deep Learning: Panoramica della disciplina, del suo impatto e dei concetti chiave.
- Algebra lineare: strumenti matematici di base per il deep learning, tra cui vettori, matrici e algebra lineare.
- Fondamenti di Machine Learning: Fondamenti del Machine Learning, tipi di apprendimento e introduzione ai principali algoritmi.
- Apprendimento basato sui gradienti e backpropagation: Comprendere il meccanismo di addestramento delle reti neurali attraverso i gradienti e la retropropagazione.
- Reti Feed Forward: Reti di percettori multistrato, funzioni di attivazione.
- Reti neurali convoluzionali (CNN): Esplorazione delle CNN e delle loro applicazioni nell'elaborazione dei dati visivi.
- Regolarizzazione per l'apprendimento profondo: Tecniche per migliorare la generalizzazione della rete e prevenire l'overfitting.
- Reti neurali ricorrenti (RNN): Studio dettagliato delle reti progettate per elaborare dati sequenziali, come le RNN e le LSTM.
- Deep Transformers: Esplorazione dei modelli di Transformers, con particolare attenzione ad architetture come GPT e BERT in uso nel NLP.
- Tecniche di riduzione della dimensionalità: Metodi come PCA e t-SNE per ridurre la complessità dei dati preservandone i modelli essenziali.
- Autoencoder: Studio degli autoencoder per l'apprendimento non supervisionato e l'estrazione di features.
- Metodologia pratica: Le migliori pratiche nell'applicazione del deep learning, tra cui la preelaborazione dei dati, la selezione del modello, le strategie di addestramento e la valutazione.

Risultati di apprendimento:
Al termine di questo corso, gli studenti saranno in grado di:

- Comprendere e applicare la matematica di base per il deep learning.
- Progettare e implementare vari tipi di reti neurali.
- Valutare e migliorare i modelli di deep learning utilizzando tecniche avanzate.
- Applicare il deep learning a problemi pratici in diversi ambiti.

Prerequisiti

Agli studenti che si iscrivono a questo corso è consigliata una conoscenza di base di matematica, della statistica e della programmazione.

Modalità didattica

L’insegnamento prevede una parte di lezioni teoriche che si terranno in aula, e una parte di laboratorio che si terranno in laboratorio e/o in aula e che richiederanno l’uso del proprio PC. Entrambe le parti saranno basate sia su didattica erogativa che interattiva.

Materiale didattico

Libri di testo principali:

- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., & Bengio, Y. (2016). Deep learning (Vol. 1, No. 2). Cambridge: MIT press
  https://www.deeplearningbook.org/ https://github.com/janishar/mit-deep-learning-book-pdf
- Simon J.D. Prince (2023) Understanding Deep Learning Published by MIT Press Dec 5th 2023. https://udlbook.github.io/udlbook/

Risorse aggiuntive

- Neural Networks and Deep Learning by By Michael Nielsen (2016) – online book http://neuralnetworksanddeeplearning.com/

Dal docente

- Scientific articles suggested by the teacher (readings) Teachers' slides (http://elearning.unimib.it/)

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo Semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame consiste in due parti:

- La prima è un test individuale. Riguarda la comprensione del codice su problemi di apprendimento automatico di base e alcune domande teoriche sulla prima parte del corso (questa prima parte dell'esame può essere sostenuta ad aprile, e in ogni appello a partire da giugno).
- La seconda parte dell'esame consiste nell'ideazione e nella realizzazione di un progetto assegnato dal docente su classificazione o riconoscimento o regressione di deep learning. Il progetto deve essere sviluppato in collaborazione con uno o due colleghi. Il progetto sarà discusso sotto forma di presentazione orale e i docenti potranno fare domande sulla seconda parte teorica e pratica del corso (questa parte dell'esame può essere sostenuta a partire da giugno).

Orario di ricevimento

Su appuntamento,
Paolo Napoletano, Lunedi dalle 14 alle 16
Marco Buzzelli, Lunedi dalle 14 alle 16

Sustainable Development Goals