

## SYLLABUS DEL CORSO

### Foundations of Deep Learning

2425-1-FDS01Q012

---

#### Obiettivi

Lo scopo di questo corso è di fornire le basi teoriche di matematica e statistica per Deep Learning compresa l'algebra lineare, l'ottimizzazione, la regolarizzazione e la riduzione della dimensionalità. Le più importanti architetture di reti neurali profonde saranno studiate. Grazie ad una parte pratica del corso, lo studente sarà in grado di gestire i principali strumenti di Deep Learning e sarà in grado di progettare e ottimizzare una rete neurale profonda

#### 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 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 può essere sviluppato individualmente o in collaborazione con un collega. 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, Lunedì dalle 14 alle 16

Marco Buzzelli, Lunedì dalle 14 alle 16

## **Sustainable Development Goals**

---