

Deep Learning

(6 CFU)

A.A. 2022-2023

Programma del Corso

Obiettivi formativi:

L'obiettivo del corso è quello di fornire competenze avanzate e specifiche nell'ambito delle architetture di reti neurali Deep. Il corso è costituito da una parte teorica e metodologica sui concetti fondamentali, e da una attività di laboratorio in cui tali concetti sono applicati nella risoluzione di problemi mediante recenti framework di sviluppo. Al termine del corso lo studente sarà in grado di: addestrare e ottimizzare in maniera adeguata reti neurali Deep; saper distinguere tra diverse soluzioni, e saper selezionare e personalizzare le architetture di reti più efficaci da utilizzare in ambiti applicativi reali, supervised, unsupervised o seguendo un approccio basato su un apprendimento per rinforzo.

Programma:

1. Introduzione al Corso

- Introduzione al deep learning.
- Elementi di Algebra lineare e di calcolo differenziale
- Algoritmi specifici per l'ottimizzazione e la regolarizzazione
- Richiami di feature engineering: One-hot encoding, Binning, Normalization, Standardization
- Valutazione delle performance dei modelli di DL
- Tuning degli iperparametri
- Tecniche di regolarizzazione (es. Dropout)

2. Convolutional Neural Networks (CNN)

- Concetti base: Local receptive fields, shared weights, pooling
- Architettura LeNet
- Very deep convolutional networks per la Computer vision
- Architetture CNN, es. AlexNet, Residual Networks, VGG

3. Reti Ricorrenti (RNN)

- Cella RNN e backpropagation through time (BPTT)
- Bidirectional RNNs e Stateful RNNs
- Architetture Encoder-Decoder
- Architettura Transformer
- Attention mechanism

4. Autoencoders

- Vanilla autoencoders
- Sparse autoencoder
- Denoising autoencoders
- Stacked autoencoder

- Variational autoencoders

5. Generative Adversarial Networks (GAN)

- Architetture GAN: SRGAN, CycleGAN, InfoGAN
- Applicazioni con le GAN

6. Word embeddings

- Static embeddings: Word2Vec, GloVe
- Neural embeddings: Item2Vec, node2vec
- Language model-based embeddings, es. BERT
- Creazione di word embeddings

7. Deep Reinforcement Learning

- OpenAI Gym
- Deep Q-Networks

8. Casi di Studio e Progetti

Si esporranno vari casi di studio e si proporranno progetti in cui applicare le nozioni apprese su vari domini d'interesse. In particolare le tematiche trattate potranno riguardare, tra l'altro, applicazioni di metodi e tecniche di DL nelle seguenti aree:

- **Social Media Analysis** (sentiment analysis, fake news detection, fake users detection, ecc.)
- **Analisi di segnali audio e video**
- **Time series analysis** (algorithmic trading, ecc.)
- **Recommender Systems** (social RecSys, cultural heritage RecSys, e-commerce RecSys, ecc.)
- **Data Science** (prediction functions per applicazioni pratiche, ecc.)
- **Visione Artificiale** (object detection, face detection and recognition, activity recognition, ecc.)
- **Bioinformatica** (riconoscimento di sequenze genetiche, ecc.)

Materiale didattico:

Slide del corso.

Testi consigliati:

- A. Geron, "Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems", O'Reilly Media, Inc, USA, 2019.
- I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, "[Deep Learning](#)", MIT Press, 2016.
- A. Zhang, Z. C. Lipton, M. Li, and A. J. Smola, "[Dive into Deep Learning](#)", 2020.
- M. Nielsen, "[Neural Networks and Deep Learning](#)", 2019.

Metodi didattici:

Lezioni frontali ed esercitazioni.

Modalità di verifica dell'apprendimento:

Scritto + progetto

Strumenti a supporto della didattica:

Librerie e tool di sviluppo per il deep learning:

- Python
 - Jupyter
 - Tensorflow e Keras
-