

CORSO MACHINE LEARNING FOR PHYSICS

Corso seminariale

Secondo semestre

Per le lauree: Triennale e Magistrale

Crediti formativi: 3 CFU

Titolo: Machine Learning for physics

Docente: Pierluigi Bortignon

Prerequisiti: Conoscenze di base di funzionamento di un computer e basi minime di programmazione, indipendente dal linguaggio.

Descrizione:

Il machine learning hanno dimostrato grandi potenzialità nel migliorare il rendimento di molti processi in vari campi.

Machine learning sono algoritmi computazionali in grado di classificare informazioni e predire accuratamente esiti di processi, senza essere programmate esplicitamente per farlo, imparando e sfruttando correlazioni di dati in ingresso.

Grazie all'incremento della quantità di dati disponibili e maggiore potenza di calcolo grazie a HPC si stanno sviluppando sempre più sofisticate tecniche di machine learning con risultati sorprendenti.

In fisica l'utilizzo di algoritmi di machine learning ha portato a scoperte importanti prima di quanto ci si aspettasse ed è sempre più presente in molteplici aree di ricerca, dall'analisi dei dati, la progettazione di rivelatori, la rivelazione di anomalie, alla generazione di simulazioni.

Programma del corso:

- Introduzione al Machine Learning.
- Concetti fondamentali: function approximation, model, hyper-parameters, parameters, objective function, generalization, regularization.
- Esempi: linear regression and decision trees (bagging vs boosting).
- Artificial neural network, the Multi Layer Perceptron, universal approximation theorem, gradient descent techniques.
- Deep networks, regularization with dropout.
- Convolutional networks, pooling layers. Recursive networks.
- Autoencoders. Transfer learning. Keras toolset.
- Graph Networks.
- Bonus: Remote collaborative tools: Slack, Trello, git, GitHub, gitLab, Skype, Mattermost
- Practical learning (hands-on): Example of simple keras DNN. Function approximation for classification problem, function approximation in a regression problem.
- Practical learning (hands-on, also from home): Example of a Convolutional Neural Network: classification of images containing a rectangle vs a circle, counting of circles/rectangles, finding the bounding box.

- Bonus: Metodi e tecnologie moderne per la comunicazioni dei risultati (Jupiter notebook, markdown (CodiMD), wiki-page).

Metodologia

Lezioni o videolezioni (a seconda della situazione sanitaria) frontali teoriche e in cui si affronta un problema mostrando come esercizio lo sviluppo di un particolare algoritmo, la realizzazione di un programma o l'analisi di un set di dati con una particolare tecnica. Inoltre saranno fatte delle sessioni di hands-on in cui gli studenti dovranno sviluppare sul proprio computer alcuni gli esercizi proposti.

Modalita' di verifica delle conoscenze e capacita':

Le capacita' saranno verificate richiedendo allo studente lo sviluppo di un progetto di software per analisi dati e/o l'analisi di un set di dati attraverso le tecniche apprese nel corso. Esame orale con domande specifiche partendo da un progetto di calcolo scientifico realizzato e presentato dagli studenti

Materiale:

<https://www.deeplearningbook.org/>

<https://www.learncpp.com/cpp-tutorial/introduction-to-cplusplus/>