



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING IN GEOPHYSICS

**FRANCESCO GRIGOLI**

Academic year	2023/24
Course	EXPLORATION AND APPLIED GEOPHYSICS
Code	1074I
Credits	3

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING IN GEOPHYSICS	GEO/11	LEZIONI	24	FRANCESCO GRIGOLI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Un gran numero di applicazioni che solo pochi anni fa sarebbero state considerate impossibili da eseguire senza alcun tipo di interazione umana sono ora eseguite in modo autonomo da macchine sempre più potenti e da algoritmi sofisticati. Alimentati da un'enorme quantità di dati, gli algoritmi di Machine Learning possono imparare, senza essere esplicitamente programmati, a risolvere compiti complessi come il riconoscimento vocale, facciale e di oggetti o a giocare e persino sconfiggere i migliori giocatori di Go.

La conoscenza delle tecniche di Machine Learning sta diventando essenziale in tutti i campi scientifici dove vengono raccolti grandi quantità di dati, inclusa la geofisica.

I dataset geofisici stanno infatti crescendo in dimensioni e varietà a un ritmo eccezionalmente veloce, questo trend mette in evidenza la necessità di nuove tecniche di elaborazione e assimilazione dei dati in grado di sfruttare le informazioni derivanti da queste grandi quantità di dati disponibili. In questo contesto, le tecniche di Machine Learning hanno il potenziale di portare al prossimo livello lo stato dell'arte delle tecniche di elaborazione dei dati geofisici.

Questo è un corso introduttivo di Machine Learning. Lo scopo di questo corso è fornire una panoramica generale sui principali metodi di Machine Learning per l'elaborazione dei dati geofisici, geologici e ambientali.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Al termine di ogni argomento principale del corso è prevista una sessione di live coding su uno specifico problema geofisico. La sessione di coding viene svolta dal docente con l'interazione aperta degli studenti frequentanti. Questo permette di monitorare il progresso complessivo dell'apprendimento di ogni studente.

#### *Capacità*

Al termine del corso lo studente sarà in grado di utilizzare le tecniche di base di Machine Learning e di applicarle a dataset strutturati. Lo studente imparerà ad identificare la metodologgia più adatto per l'analisi di un particolare dataset e a valutare le prestazioni dei modelli utilizzati. Al termine del corso lo studente avrà anche ricevuto una panoramica generale sulle principali librerie di Machine Learning (SciKit-Learn, Tensorflow e Keras)

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Verranno svolte lezioni di live coding finalizzate all'analisi dei dati mediante tecniche di Machine Learning utilizzando codici scritti in Python

#### *Comportamenti*

Gli studenti saranno consapevoli dei vantaggi e degli svantaggi derivanti dell'utilizzo di tecniche di Machine Learning per estrarre informazioni da grandi set di dati geofisici.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Durante le esercitazioni, incentrate sulla soluzione di specifici problemi geofisici, verrà valutata la capacità degli studenti di identificare i pro e i contro di un particolare approccio.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Si consiglia di avere conoscenze di base di calcolo differenziale, algebra lineare e statistica. La conoscenza di un linguaggio di programmazione ad alto livello (Matlab o Python), sebbene non richiesta per la comprensione degli argomenti trattati all'interno di questo corso, è suggerita per le



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

esercitazioni e per seguire al meglio le sessioni di live coding.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### **Introduzione**

Introduzione al corso e concetti base di Machine Learning

#### **Metodi di ottimizzazione**

Concetti base sull'ottimizzazione

Metodi globali e locali

#### **Supervised Learning**

Regression (Linear and Non-linear regression).

Classification (Logistic Regression, K-NearestNeighbors and Support Vector Machines).

#### **Unsupervised Learning**

Clustering (k-means, Hierarchical Clustering, DB-Scan).

Data Reduction (Linear Autoencoder e PCA)

#### **Introduzione al Deep Learning**

Neural Networks (Basics, Activation function, Back-propagation, Training and Optimization).

Introduzione alle Convolutional Neural Networks

#### **Esempi di applicazione in ambito geofisico**

#### **Bibliografia e materiale didattico**

Watt, Borhani and Katsaggelos; Machine Learning Refined; Cambridge University Press

James, Witten, Hastie and Tibshirani; Introduction to Statistical Learning; Springer

#### **Modalità d'esame**

Una prova scritta con domande che coprono aspetti sia pratici che teorici sul ML seguita da un esame orale. La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato e il docente e si focalizzerà sui risultati della prova scritta.

*Ultimo aggiornamento 24/07/2023 17:14*