# Introduzione al Machine Learning per l’Ingegneria

## Docenti

Fabio Antonini, Giulio Antonini

## Obiettivi formativi

Il Corso si pone l'obiettivo di fornire allo studente le basi per poter usare tecniche di Machine Learning nel corso della sua attività di ricerca.

## Prerequisiti

Si richiede una conoscenza di base del linguaggio Python. Verranno forniti esempi di uso delle librerie Numpy, Pandas, Matplotlib.

## Modalità didattiche

Le lezioni frontali seguite da laboratori esemplificativi. Sono previsti esercizi da svolgere in autonomia che verranno corretti con un approccio Peer Review.

## Contenuto del corso

Cosa è il ML, la nuova 'elettricità', 'Il ritorno del Machine Learning'

Un nuovo paradigma incentrato sui dati, pro e contro, quando usare il Machine Learning.

Esempi di applicazioni di ML

### Tipi di ML

Supervised (Linear Regression, Logistic regression)

Unsupervised Machine Learning (Clustering, Anomaly detection, Dimensionality reduction)

Semisupervised Learning

Batch vs Online, ML instance based vs ML model based

Quiz

### L'importanza dei dati

Quantità, qualità dei dati, Features engineering

Training, Validation, Test sets

Underfitting vs Overfitting

### Introduzione a Jupyter Notebook

### Linear regression

Cost function, Visualizzazione della Cost Function, Esempi

Quiz

Gradient descent

Learning rate, Feature Scaling, Polynomial Regression

Quiz

Curve di apprendimento

Vettorizzazione, Esempi

Laboratorio sulla Linear Regression

### Logistic regression (Classification)

Classificazione, Logistic Loss, Cost function per Logistic Regression

Funzione 'sigmoid', Decision Boundary, Gradient Descent per Logistic Regression

Quiz

Laboratorio sulla Logistic Regression

### Overfitting

Cost function con Regolarizzazione

Linear Regression con Regolarizzazione

Logistic Regression con Regolarizzazione

Quiz

Laboratorio

### Reti Neurali

Neuroni e cervello

Esempi: Predizione della domanda, Classificazione di Immagini

Quiz

Il generico Layer di una Rete neurale

Descrizione di una Rete Neurale completa

Inferenza: come eseguire predizioni con Forward Propagation

Laboratorio: Neuroni e Layers

Quiz

Introduzione a Tensorflow: esempi di reti neurali in Tensorflow

Laboratorio

Quiz

Reti Neurali in Python:

Esempi

Vettorizzazione

Laboratorio con Python e NumPy: Classificazione

Quiz

Training

Scelta della Funzione di Attivazione: esempi, ReLu, Quiz

Classificazione Multiclasse: Esempi, Softmax output, Laboratori

Ottimizzazione Avanzata: Gradient Descent, Adam

Strategie per eseguire una verifica di un modello di ML

Training/Cross Validation/Test sets: Quiz

Bias e Varianza

Come identificare un problema di Bias o di Varianza

Regolarizzazione

Stabilire la ‘Baseline of performance’

Learning Curves

Bias e Variance nelle Reti Neurali

Quiz

Sviluppo di un Modello di ML

Il modello come processo iterativo

Analisi degli errori

Data Augmentation

Transfer Learning

‘Skewed’ Dataset

Ciclo completo di un progetto di ML

Quiz

Laboratorio

### Convolutional Neural Networks (CNN)

Introduzione alla Computer Vision

MNIST dataset: l’’Hello World’ della Computer Vision

Esplorazione dei Dati

Caricamento dei Dati

Realizzazione di una NN per Computer Vision

Uso delle funzioni di Callback per il Training

Quiz

Laboratorio: riconoscimento di caratteri scritti a mano

Pooling Layers

Quiz

Laboratorio: come migliorare le prestazioni di una DNN con la Convoluzione

Uso di ‘ImageDataGenerator’

Training di una CNN con ‘ImageDataGenerator’

Training di una CNN con ‘fit\_generator’

Calcolo automatico dell’accuratezza validation and test sets)

Quiz

Laboratorio: CNN per immagini complesse

CNN con Tensorflow

Visualizzare l’effetto della Convoluzione

Quiz

Introduzione alla ‘Data Augmentation’

Data Augmentation con ‘ImageDataGenerator’

Impatto della ‘Data Augmentation’

Quiz

Laboratorio

Transfer Learning

Usare il Dropout

Transfer Learning con una NN ‘Inception’

Quiz

Laboratorio

Dalla Classificazione Binaria a quella Multi-class

Il Dataset “Rock, Paper, Scissors’ (RPS): esplorazione dei dati

Training di un Classificatore con Dataset ‘RPS’

Test del Classificatore con Dataset ‘RPS’

Quiz

Laboratorio

### Sequenze e Time Series

Sequenze (Time Series): esempi

ML applicato alle Time Series

Laboratorio introduttivo alle Time Series

Train, Validation e Test sets

Metrica di valutazione delle performance per Time Series

Moving Average

Trailing vs Centered windows

Forecasting

Laboratorio: Forecasting

Quiz

Laboratorio riassuntivo con dati ‘sintetizzati’

Features e Labels

Laboratorio su Features e Labels

Come fornire dati ‘finestrati’ ad una NN

Predizione

Machine Learning su Finestre temporali

Quiz

Laboratorio sulla predizione con una DNN

Recurrent Neural Network (RNN)

Input di una RNN

Lambda Layers

Laboratorio: RNN

Introduzione a LSTM

Realizzare una LSTM in Tensorflow

Laboratorio: LSTM

Quiz

CNN per Time Series

Bi-directional LSTM

### Capstone Project

Sviluppo di un progetto di Machine Learning con Peer Review

Materiale didattico

Il materiale didattico utilizzato nel corso sarà reso disponibile dai docenti.