



NUMERICAL OPTIMIZATION AND DATA SCIENCE

| | |
|------------------------------|---|
| Anno immatricolazione | 2022/2023 |
| Anno offerta | 2022/2023 |
| Normativa | DM270 |
| SSD | MAT/09 (RICERCA OPERATIVA) |
| Dipartimento | DIPARTIMENTO DI MATEMATICA 'FELICE CASORATI' |
| Corso di studio | MATEMATICA |
| Curriculum | PERCORSO COMUNE |
| Anno di corso | 1° |
| Periodo didattico | Secondo Semestre (01/03/2023 - 09/06/2023) |
| Crediti | 6 |
| Ore | 48 ore di attività frontale |
| Lingua insegnamento | INGLESE |
| Tipo esame | ORALE |
| Docente | PAVARINO LUCA FRANCO (titolare) - 3 CFU DUMA DAVIDE - 3 CFU |
| Prerequisiti | Conoscenza di base di Analisi Matematica, Algebra Lineare, Calcolo delle Probabilità, Analisi Numerica e Programmazione |
| Obiettivi formativi | Il corso intende offrire agli studenti una panoramica degli aspetti teorici e applicativi dell'analisi dei dati e dell'ottimizzazione numerica, mostrando i principali risultati e offrendo la possibilità di applicare la teoria a problemi concreti. |
| Programma e contenuti | A) Modulo di Data Science. - Elementi di geometria, algebra lineare, e probabilità in spazi di dimensione alta; Il problema del Nearest Neighbor e riduzione delle dimensioni dei dati; Proiezione casuale e lemma di Johnson-Lindenstrauss; Gaussiane in dimensione alta; Fitting di dati su una Gaussiana sferica. |

-Decomposizione in Valori Singolari (SVD); Miglior approssimazione di rango k; Applicazioni di SVD: Analisi delle Componenti Principali (PCA), Clustering a mistura di Gaussiane sferiche, Max-Cut Problem.

- Classificazione: separatori lineari e metodo kernel; Overfitting, Garanzia di PAC-Learning e Convergenza Uniforme; Il rasoio di Occam e regolarizzazione; Macchine a vettori di supporto (SVM); Dimensione VC; k-fold cross validation.

- Clustering: k-means, k-center, k-median; Outlier e strategie di inizializzazione.

B) Modulo di Numerical Optimization.

1. Introduzione ai metodi di Ottimizzazione. Matlab Optimization Toolbox.

2. Metodi derivative – free: Nelder – Mead.

3. Metodo di Newton

4. Metodi di discesa (line search):

- Scelta del passo, condizioni di Wolfe, backtracking.

- Direzioni di Newton.

- Direzioni Quasi – Newton (update di rango 1, metodi DFP e BFGS)

- Direzioni del gradiente.

- Direzioni del gradiente coniugato (metodi di Fletcher – Reeves, Polak – Ribiere, Hestenes – Stiefel).

5. Metodi Trust – Region.

6. Nonlinear Least – Square:

- Gauss – Newton.

- Levenberg - Marquardt.

7. Applicazioni a reti neurali e metodi Deep Learning.

Metodi didattici

Lezioni e laboratorio Matlab

Testi di riferimento

Avrim Blum, John Hopcroft, Ravindran Kannan. “Foundations of Data Science”. Cambridge University Press, Jan 23, 2020

Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J. Numerical optimization. Second edition. Springer, 2006.

Modalità verifica apprendimento

Progetto finale, presentazione ed esame orale

Altre informazioni

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

Istruzione di qualità

[\\$Ibl legenda sviluppo sostenibile](#)