

Insegnamento di: Metodi di Ottimizzazione per la Data Science				
Classe di laurea: LM-40 (Matematica)		Corso di Laurea in: Matematica Magistrale	Anno accademico: 2020-2021	
Denominazione inglese insegnamento: Optimization methods for Data Science		Tipo di insegnamento: A scelta	Anno: 2 Semestre: 1	
Tipo attività formativa: b - Attività caratterizzante	Ambito disciplinare: Formazione Modellistico-Applicativa	Settore scientifico-disciplinare: MAT/08	CFU totali: 7 di cui CFU lezioni: 6.5 CFU ese/lab/tutor: 0.5	
Modalità di erogazione, ore di didattica assistita ed ore dedicate allo studio individuale				
ore di lezione: 52		ore di esercitazione/laboratorio/tutorato: 8		
totale ore didattica assistita: 60				
totale ore di studio individuale: 113				
Lingua di erogazione: Italiano	Obbligo di frequenza: no			
Docente: Nicoletta Del Buono	Tel: 080 5442711 e-mail: nicoletta.delbuono@uniba.it	Ricevimento studenti: Dip. Matematica Piano II, stanza 24	Giorni e ore ricevimento: Lunedì 10-11. In altri giorni e orari solo previo appuntamento.	
Conoscenze preliminari:				
Le conoscenze che in genere vengono acquisite nella laurea della classe L-35 con riferimento particolare alle discipline di Calcolo Numerico e della Analisi Matematica classica in una e più variabili				
Obiettivi formativi:				
Acquisizione delle tecniche numeriche di base per l'ottimizzazione di funzionali non lineari in più variabili, per la soluzione di problemi di programmazione lineare. Introduzione alle tecniche matematiche per l'analisi esplorativa dei dati e all'uso dei metodi di ottimizzazione per affrontare problemi di apprendimento dai dati				
Risultati di apprendimento previsti	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisizione delle tecniche principali per la risoluzione di problemi di ottimizzazione di tipo continuo. Capacità di realizzare codici numerici efficienti che implementano le tecniche acquisite. Acquisizione degli elementi di base e della terminologia essenziale utilizzata nei contesti di Data Science</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Le conoscenze teoriche e pratiche acquisite si utilizzano in vasta parte della matematica applicata e nella risoluzione di problematiche reali.</p> <p>Autonomia di giudizio: Capacità di individuare le giuste tecniche numeriche per affrontare e risolvere numericamente problemi di ottimizzazione derivanti da applicazioni reali in cui sono coinvolti dati di grandi dimensioni</p> <p>Abilità comunicative: Acquisizione del linguaggio e del formalismo matematico avanzato necessario per la consultazione e comprensione dei testi, l'esposizione delle conoscenze acquisite, la descrizione, l'analisi e la risoluzione dei problemi applicativi e di Data Science</p> <p>Capacità di apprendere: Acquisizione di un metodo di studio adeguato, supportato della consultazione dei testi e dalla implementazione al calcolatore delle tecniche esposte durante il corso.</p>			

Programma del corso

- Classificazione di un problema di ottimizzazione. Esempi di problemi di ottimizzazione: il problema del bagnino, il problema di Steiner.
 - Programmazione non lineare: direzioni possibili, condizioni necessarie del I e II ordine per punti di minimo locale, funzioni convesse differenziabili, loro caratterizzazioni e condizioni sufficienti per punti di minimo, funzioni unimodali di R in R , metodo delle bisezioni, della sezione aurea, dell'interpolazione parabolica, metodo di Newton, della secante.
 - Metodi di discesa: line search esatto, metodi di line search inesatto: regola di Armijo e condizioni di Wolfe in per la scelta del passo. Metodo dello Steepest descent applicato al caso quadratico, teoremi di convergenza del

metodo dello steepest descent. Metodo di Newton in più variabili, teoremi di convergenza nel caso quadratico. Metodi di trust region.

- Metodo delle direzioni coniugate per funzioni quadratiche, loro proprietà di minimizzazione, metodo dei gradienti coniugati per funzioni quadratiche e sue proprietà.
- Metodi Quasi-Newton, convergenza per funzioni quadratiche, metodo di Newton modificato, costruzione dell'inversa dell'Hessiana. Correzione di rango uno, metodo di Davidon-Fletcher-Powell (DFP) e metodo BFGS.
- Ottimizzazione vincolata: cenni teorici e condizioni KKT. Metodi di penalizzazione e di barriera per problemi vincolati, teoremi di convergenza, funzioni di penalizzazione esatte. Introduzione al metodo del gradiente proiettato.
- Programmazione lineare: definizione di un PL in forma generale, canonica e standard, equivalenza di tali definizioni, soluzioni base e definizioni associate, matrici Ers e relative operazioni di Pivot, metodo del Simplex e relativi lemmi (test di ottimalità, ecc.), degenerazione, metodo delle due fasi, interpretazione geometrica di un PL mediante gli insiemi convessi
- Introduzione alla analisi esplorativa di dati: Tipi di Dati, Sample e feature. Dati Strutturati di tipo numerico e categorico. Feature simboliche, numeriche e discrete. Scale Nominali e Ordinali. Metodi di re-processing,
- Ottimizzazione e Machine learning: Introduzione e formalizzazione matematica di un problema di apprendimento dai dati. Classificazione, Clustering e Regressione. Funzioni loss di tipo quadratico. Problemi con funzionale di tipo finite sum. Metodo del Gradiente Stocastico, algoritmo di base e considerazioni sulla sua convergenza. Concetti di mini batch e epochi di addestramento. Il problema del learning rate come problema di ottimizzazione di iperparametri. Support Vector Machine: il problema di ottimizzazione come esempio di Penalizzazione. Retta di regressione lineare risolta con il metodo del gradiente stocastico.

Metodi di insegnamento:

Lezioni in aula ed esercitazioni in laboratorio informatico

Supporti alla didattica:

Dispense disponibili alla pagina <http://www.dm.uniba.it/~delbuono>

Controllo dell'apprendimento e modalità d'esame:

Prova Orale

Testi di riferimento principali:

D.G. LUENBERGER, "Linear and nonlinear Programming" (Second Edition)

J. NOCEDAL-S.J. WRIGHT, "Numerical Optimization", Springer

V. DE ANGELIS, "Metodi Matematici di Ottimizzazione", La Goliardica

S. Sra, S. Nowozin, S.T. Wright, "Optimization for Machine Learning", MIT press