



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2023/2024		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2023/2024		
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	STATISTICA E DATA SCIENCE		
<b>INSEGNAMENTO</b>	NETWORK ANALYSIS AND OPTIMIZATION C.I.		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	21925		
<b>MODULI</b>	Si		
<b>NUMERO DI MODULI</b>	2		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	SECS-S/06		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	TUMMINELLO MICHELE	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	TUMMINELLO MICHELE	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
	SIMONETTI ANDREA	Ricercatore a tempo determinato	Univ. di PALERMO
<b>CFU</b>	6		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	1		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>SIMONETTI ANDREA</b> Martedì 16:00 18:00 Edificio 13, I piano. Building 13, I floor, <b>TUMMINELLO MICHELE</b> Lunedì 14:00 16:00 Studio/Laboratorio: primo piano, ex DSSM Martedì 14:00 16:00 Studio/Laboratorio: primo piano, ex DSSM		

**DOCENTE:** Prof. MICHELE TUMMINELLO

<b>PREREQUISITI</b>	Vettori in $R^n$ e proprietà. Funzioni a più variabili. Algebra delle matrici. Calcolo differenziale e integrale. Gradiente ed Hessiano di una funzione a più variabili. Convessità di una funzione a più variabili. Condizioni del primo e secondo ordine di ottimalità. Elementi di programmazione R.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Conoscenza e comprensione-definizione e descrizione dei modelli di ottimizzazione vincolata e non vincolata. Capacità di identificare e discutere modelli di ottimizzazione convessa, lineare e quadratica. Definizione e descrizione vettoriale di modelli di ottimizzazione nel discreto. Capacità di identificare e discutere le proprietà di una rete.</li><li>2. Capacità di applicare conoscenza e la comprensione-Capacità di utilizzare il software Python per implementare modelli di classificazione attraverso un processo di ottimizzazione. Capacità di utilizzare il software Python o R per descrivere le proprietà principali di una rete.</li><li>3. Autonomia di giudizio-Capacità di analisi di un problema reale di ottimizzazione e scelta del modello matematico appropriato per implementare modelli di classificazione. Capacità di analisi di un problema reale di ottimizzazione e scelta del metodo di ricerca delle soluzioni appropriato. Capacità di analisi di una rete reale attraverso la scelta di indicatori e misure appropriati.</li><li>4. Abilità comunicative-Presentare i risultati in modo professionale attraverso grafici e fogli di calcolo.</li><li>5. Capacità di apprendimento-Condurre ricerche e analisi nel campo della scienza delle decisioni tramite modelli di ottimizzazione e modelli di rete.</li></ol>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	L'esame è costituito da due parti relative ai due moduli somministrati. Per il modulo di ottimizzazione, la prova consiste nello svolgimento di un progetto inerente allo studio di un dataset reale per modelli di classificazione, nella preparazione di una breve relazione sul progetto svolto e in una presentazione orale che ne descriva il contenuto. Per il modulo di Networks la prova d'esame consiste nello svolgimento di un progetto inerente allo studio di una rete reale, nella preparazione di una breve relazione sul progetto svolto e in una presentazione orale che ne descriva il contenuto. Entrambi i progetti sono concordati con il docente. Per il modulo di ottimizzazione un voto sufficiente sarà assegnato agli studenti che dimostrino di essere in grado di descrivere le proprietà principali di un classificatore e dei metodi utilizzati per la stima dei parametri. Per il modulo di networks, un voto sufficiente sarà assegnato agli studenti che dimostrino di essere in grado di descrivere le proprietà principali della rete, attraverso le metriche considerate durante il corso. Il voto finale è dato dalla media aritmetica dei voti ottenuti nei due moduli. Le relazioni di entrambi i moduli dovranno essere svolte in lingua inglese. La presentazione finale inerente ai progetti di entrambi i moduli si svolgeranno di norma in lingua inglese. I docenti potranno, se lo riterranno opportuno, fare esporre al candidato uno o più argomenti in italiano.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni ed esercitazioni

## MODULO OPTIMIZATION

Prof. ANDREA SIMONETTI

### TESTI CONSIGLIATI

S. Boyd and L.Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press. 2004.

A. Ohri. Python for R users: a data science approach. John Wiley & Sons Inc. 2018

G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani. An introduction to statistical learning with applications in R. Springer. 2021

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50608-Matematico applicato
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	54
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	21

### OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Al termine del corso lo studente sara' in grado di:

- 1 ) Definire un problema di ottimizzazione vincolata e non vincolata
- 2 ) Determinare i massimi e minimi di problemi di ottimizzazione vincolata e non vincolata
- 3 ) Utilizzare il software Python per implementare modelli di classificazione
- 4 ) Comprendere il concetto di overfitting e ross-validation

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Descrizione degli obiettivi del corso. Ottimizzazione vincolata e non vincolata. Definizione di funzioni e insiemi convessi. Condizioni del primo e secondo ordine.
4	Ottimizzazione vincolata con vincoli di uguaglianza e vincoli di disuguaglianza. Ottimizzazione convessa e non convessa. Problemi di Lagrange. Dualità e Dualità della Lagrangiana.
4	Support Vector Machine (SVM). Il kernel trick. Kernel polinomiali e la radial basis function. Kernel non-lineare e con soft margin.
2	Approcci di apprendimento automatico. Formazione di un modello di apprendimento automatico, compromesso bias-varianza, overfitting, tecniche di validazione di modelli supervisionati.

  

ORE	Esercitazioni
2	Introduzione a Python
3	Introduzione ai moduli Numpy e Pandas per la gestione dati.
4	Implementazione di modelli di Classificazione supervisionata tramite Support Vector Machine

## MODULO NETWORKS

Prof. MICHELE TUMMINELLO

### TESTI CONSIGLIATI

M. Newman, Networks: An Introduction, Oxford University Press.  
D. Pham, D. Karaboga, Intelligent Optimisation Techniques, Springer.  
D. Easley and J. Kleinberg, Networks, Crowds and Markets, Cambridge.

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50608-Matematico applicato
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	54
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	21

### OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO. 1) costruire un modello di rete di un sistema reale e riconoscerne la struttura; 2) rappresentare vettorialmente lo spazio delle soluzioni di un problema di ottimizzazione della modularita e usare metodi di ottimizzazione stocastici e euristici per la ricerca di soluzioni subottimali; 3) analizzare i tempi di convergenza di un processo di ricerca iterativo stocastico per l'ottimizzazione della modularita'; 4) comprendere la differenza tra accuratezza e precisione di una soluzione; 5) descrivere il ruolo delle comunita' in una realizzazione del modello SIR.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione alle reti. Analisi descrittiva: grado, centralità, page rank, coefficiente di clustering.
2	Distribuzione del grado, reti senza scala tipica, modello di Albert-Barabasi
2	Processi stocastici su reti. Modelli di campo medio. Il modello SIR.
2	Rilevazione di comunita' attraverso l'ottimizzazione della modularita.
2	Simulated annealing, algoritmi genetici, ricerca taboo e ottimizzazione estrema per l'ottimizzazione della modularita.
2	Il metodo infomap

  

ORE	Esercitazioni
4	Esercitazioni su problemi di ottimizzazione reale attraverso simulated annealing e algoritmi genetici (e.g. il problema del commesso viaggiatore)
5	Applicazioni in R e in C per l'ottimizzazione della modularita.