



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Matematica e Informatica
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	DATA, ALGORITHMS, AND MACHINE INTELLIGENCE
INSEGNAMENTO	COMPLEX NETWORKS
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20903-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	21958
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	FIS/07
DOCENTE RESPONSABILE	MICCICHE' SALVATORE Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	102
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	48
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	MICCICHE' SALVATORE Martedì 15:00 17:00 Dipartimento di Fisica e Chimica, Viale delle Scienze, Ed. 18, Studio del docente. Gli studenti sono pregati di iscriversi tramite portale UNIPA. \ Department of Physics and Chemistry, Viale delle Scienze, Ed. 18, Lecturer's office. Students are requested to register through the UNIPA portal.

DOCENTE: Prof. SALVATORE MICCICHE'

PREREQUISITI	Conoscenza di un linguaggio di programmazione di alto livello.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione - Acquisizione dei concetti di base di reti complesse. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione - Capacita' di applicare i concetti fondamentali allo studio di sistemi complessi stilizzati. Autonomia di giudizio - Nel corso viene stimolato un approccio critico all'apprendimento dei vari concetti e alla soluzione di problemi di reti complesse, con riferimento anche all'aspetto computazionale. Abilita' comunicative - Gli studenti sono invitati ad interagire nel corso della lezione, esponendo la propria valutazione e la propria opinione nel contesto affrontato, con riferimento anche all'aspetto computazionale. Capacita' d'apprendimento - Si stimola l'approccio autonomo alla ricerca della soluzione teorica e computazionale piu' adeguata alla rappresentazione ed allo studio di reti complesse sia modello che reali. Tutte le capacita' vengono vagliate attentamente nel corso dell'esame.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La verifica finale consiste in una prova strutturata. La prima fase riguarda la risoluzione di alcuni problemi e/o la risposta aperta a domande che riguardano i principali concetti delle Reti Complesse. La seconda fase consiste in una prova di natura computazionale, che prevede la scrittura di un breve codice per la descrizione quantitativa di una rete complessa. La prova permettera' di verificare il grado di conoscenza dei concetti di reti complesse oggetto dell'insegnamento. In particolare, si evidenzia la capacita' di analisi nonche' la capacita' di ottenere risultati quantitativi. Nella prova si discuteranno pure gli argomenti svolti durante il corso e la risoluzione di problemi proposti al candidato. Tale prova consente di valutare, oltre alle conoscenze del candidato e alla sua capacita' di applicarle, anche il possesso di proprieta' di linguaggio scientifico e di capacita' di esposizione chiara e diretta. La valutazione finale opportunamente graduata, sara' formulata sulla base delle seguenti condizioni: a) Conoscenza solo di base dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' limitata di applicarle autonomamente, sufficiente capacita' di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 18-21); b) Conoscenza buona dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' di applicarle autonomamente a situazioni analoghe a quelle studiate, discreta capacita' di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 22-25); c) Conoscenza approfondita dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' di applicarle ad ogni fenomeno fisico proposto, pur con qualche tentennamento, buona capacita' di analisi dei fenomeni presentati e di esposizione delle procedure seguite (voto 26-28); d) Conoscenza approfondita e diffusa dei modelli e delle applicazioni di reti complesse studiate e capacita' di applicarle prontamente e correttamente ad ogni fenomeno fisico proposto, ottima capacita' di analisi dei fenomeni presentati e ottime capacita' comunicative (voto 29-30L).
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso si propone di presentare agli studenti i principali modelli di reti complesse. In particolare si discuteranno: Il modello di Erdos-Renyi, il modello "small world", il modello "core periphery", il modello "scale free network" e la classe di modelli denominata "exponential random graphs". Si discuteranno brevemente i concetti di "configuration model", di resilienza di una rete ad attacchi o malfunzionamenti, e di diffusione sulla rete. Saranno infine discussi i principali metodi di partizionamento dei networks in comunita'. Un primo obiettivo formativo e' quello di familiarizzare gli studenti con modelli di reti complesse e realizzare sotto quali condizioni i citati modelli approssimano reti reali. Un ulteriore obiettivo del corso e' quello di fornire le conoscenze di base per la generazione ed analisi di network complessi ed il loro partizionamento in comunita'.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	L'insegnamento e' semestrale e prevede sia lezioni frontali in Aula che lezioni in Aula Informatica. L'attivita' didattica si sviluppa attraverso lezioni ed attivita' numeriche/pratiche in cui si risolvono problemi esemplificativi, che mirano a testare le capacita' di applicare le conoscenze acquisite.
TESTI CONSIGLIATI	Materiale fornito dal docente./Material provided by the lecturer. Testi di Consultazione/Reference books: - Newman, M., 2010. Networks: an introduction. Oxford University Press. ISBN: 9780198805090. - Barabasi, A.L. and Posfai, M., 2016. Network science. Cambridge University

Press. ISBN: 978-0199206650.
- Latora, V., Nicosia, V. and Russo, G., 2017. Complex networks: principles, methods and applications. Cambridge University Press. ISBN: 978-1107103184

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	LT01 - Introduzione: esempi di reti complesse. Internet e il World Wide Web. La scienza delle reti complesse come approccio multidisciplinare. I concetti di feedback, organizzazione gerarchica ed emergenza.
2	LT02 - Reti complesse. Metriche di base di una rete. Grado, "betweenness", coefficiente di clustering, diametro di una rete.
2	LA01 - Liste di adiacenza e matrici di Adiacenza. Calcolo di metriche di network I: degree e strenght.
2	LA02 - Calcolo di metriche di network II: componenti connesse e betweenness. Algoritmo di Dijkstra per le determinazione dei cammini di minima distanza.
2	LA03 - Visualizzazione e misura di indicatori di rete. introduzione ad alcuni strumenti informatici per visualizzare reti e misurare diverse metriche caratterizzanti di reti complesse.
2	LT03 - Il network di Erdos-Renyi (ER) e le sue proprieta'.
2	LT04 - Reti "scale free". Crescita della rete in presenza di "preferential attachment".
2	LT05 - Il modello "Core-periphery". Il metodo della massima entropia nella costruzione delle reti. L'approccio di minima densita'.
2	LT06 - Il modello di "small world". L'esperimento Milgram e la sua versione contemporanea. "Sei gradi di separazione". Distanza sulla rete e coefficiente di clustering in una rete "small world".
2	LA04 - Generazione secondo i modelli di Erdos-Renyi e small-world ed analisi di networks con degree distribution a scala fissa.
2	LA05 - Generazione secondo i modelli core-periphery e preferential attachment ed analisi di networks con degree distribution scale-free.
2	LT07 - La classe di modelli denominati "Exponential Random Graphs". Il modello "two-star". Il modello di Stauss. Un modello dipendente dal tempo della formazione della rete. Isteresi nelle dinamiche di rete.
2	LT08 - Percolazione su reticoli, Sistemi disordinati. Transizione di fase nella percolazione. L'albero di Cayley.
2	LT09 - Percolazione su network. Transizione di percolazione nel modello ER.
2	LT10 - Ridondanza e Resilienza in Reti complesse
2	LT11 - "Structural balance". Relazioni tra nodi positive e negative nei networks. Il concetto di "structural balance". Struttura dei networks bilanciati. Forma forte e forma debole della "structural balance".
2	LT12 - Modelli di diffusione di epidemie. I modelli SI (susceptible infected) e SIR (susceptible infected recovered) fully mixed.
2	LT13 - Modelli di diffusione di epidemie su reti.
2	LT14 - Introduzione agli algoritmi di Community Detection: concetti generali. Algoritmi classici: single linkage ed algoritmo di Girvan-Newman. Definizione di modularita. Modello nullo di Girvan- Newman.
2	LT15 - Algoritmi di community detection basati sulla massimizzazione della modularita: cenni su algoritmo di Newman, di Blondel et al., di Dutch-Arenas (Radatool).
2	LT16 - Algoritmi di community detection basati su Random Walk: cenni sull'algoritmo Rosvall et al (Infomap). Applicazioni a network reali.
2	LT17 - Il Configuration model e le tecniche di rewiring. Ricerca di comunita' in rewired networks.
2	LT18a - Caratterizzazione delle comunita. LT18b - Networks statisticamente validati.
2	LT19 - Il concetto di "Motifs" nelle reti complesse. I motifs nelle reti sociali. Rivelazione di motifs a confronto dei risultati con una ipotesi nulla. Motifs in un grafo diretto. Esempi base di motifs. Algoritmi per trovare i motifs.