



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	ELECTRONICS ENGINEERING
INSEGNAMENTO	MACHINE LEARNING
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20925-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	17878
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/03
DOCENTE RESPONSABILE	TINNIRELLO ILENIA 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	MACHINE LEARNING - Corso: ELECTRONIC ENGINEERING MACHINE LEARNING - Corso: INGEGNERIA ELETTRONICA
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	TINNIRELLO ILENIA Lunedì 9:00 12:00 Ufficio del docente, presso il DEIM, secondo piano.

PREREQUISITI	Il corso è auto-consistente, anche se è preferibile avere alcune basi di probabilità, algebra lineare e programmazione.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione: Al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere e approfondire i problemi relativi alla classificazione e alcune metodologie per ricavare vari tipi di informazioni direttamente dai dati. In particolare sarà in grado di comprendere il funzionamento di alcuni classificatori, come i classificatori bayesiani, lineari e non lineari e classificatori basati su catene di Markov nascoste, nonché di condurre analisi esplorative sui dati, applicando algoritmi di clustering e estrazione delle features. Saranno inoltre approfonditi esempi di applicazioni relativi a vari aspetti delle telecomunicazioni. Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Lo studente sarà guidato ad implementare gli algoritmi studiati per applicazioni su dataset reali. Sarà inoltre stimolato ad estrapolare gli algoritmi illustrati nel corso dal contesto specifico e ad applicare tali algoritmi (e relative considerazioni) ad altri scenari applicativi e in particolare all'analisi di segnali audio e video. Autonomia di giudizio Lo studente sarà in grado di condurre diversi tipi di analisi esplorative dei dati in funzione del problema da affrontare. Sarà inoltre in grado di generalizzare le tecniche e i concetti acquisiti e stabilirne le relazioni con i quelli introdotti nelle discipline a questa correlate. Abilità comunicative Lo studente dovrà acquisire la capacità di comunicare razionalmente le sue conoscenze sugli argomenti oggetto del corso, con padronanza del lessico specializzato del settore. In particolare, dovrà essere capace di motivare le scelte effettuate nella risoluzione dei problemi di analisi e/o sintesi. Capacità di apprendere Lo studente sarà in grado di approfondire autonomamente le tecniche non studiate nel corso e la letteratura scientifica del settore, allo scopo di applicare metodologie più complesse.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	MODALITÀ DI ESAME: Una prova scritta obbligatoria e una prova orale facoltativa. La prova orale può essere sostenuta per migliorare la valutazione della prova scritta. Per sostenere la prova orale è comunque necessario superare la prova scritta. La prova scritta è valutata in trentesimi. Il voto minimo per superare la prova scritta è 18/30. La prova orale è valutata con un punteggio aggiuntivo da 0 a 3 punti sul voto in trentesimi. Il voto finale è il voto della prova scritta (nel caso in cui la prova orale non venga sostenuta) o la somma del voto della prova scritta e del punteggio aggiuntivo della prova orale. DESCRIZIONE DELLE PROVE La prova scritta è basata su due domande aperte e su tre esercizi, simili a quelli discussi nelle esercitazioni guidate, in cui si richiede di applicare le metodologie presentate nel corso a semplici problemi di analisi di dati, modelli di sistemi e inferenza statistica. La durata complessiva della prova è 2.5 ore. La prova è finalizzata ad accertare: - il grado di conoscenza e padronanza dei concetti e degli algoritmi discussi a lezione; - la capacità di utilizzo dei suddetti concetti e algoritmi per risolvere in modo autonomo problemi di apprendimento; - la capacità di esporre, argomentare e analizzare le scelte effettuate. La prova orale ha una durata di circa 30 minuti e consiste in un colloquio su una discussione di un progetto sviluppato in python per un caso di studio concordato con il docente. La prova è finalizzata ad accertare: - la capacità di applicare i concetti studiati a problemi reali, utilizzando tecniche di programmazione; - la proprietà di linguaggio e la chiarezza espositiva; - la capacità di rielaborazione dei concetti acquisiti e di collegamento tra essi, nell'ambito delle tematiche del corso e/o di tematiche interdisciplinari ad esso correlate. CRITERI DI VALUTAZIONE: Ai fini della valutazione, verrà stimato il livello di raggiungimento dei risultati di apprendimento previsto per il corso, come di seguito elencati. Conoscenze e comprensione: Valutazione del livello di conoscenza e padronanza degli argomenti del corso; Capacità di applicare le conoscenze: valutazione della capacità di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, del

	livello di autonomia, e dell'originalità delle soluzioni proposte. Autonomia di giudizio: Valutazione delle capacità logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi, anche in presenza di informazioni parziali su problematiche/applicazioni riguardanti ambiti disciplinari o interdisciplinari ad essi correlati. Abilità comunicative e capacità di apprendimento: Valutazione delle capacità espositive e di argomentazione, chiarezza e proprietà di linguaggio. Valutazione delle capacità di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare. ESITO DEL VOTO 30-30 e lode: Valutazione eccellente/ottimo. Ottima conoscenza degli argomenti, ottima capacità analitica anche in nuovi contesti; ottima proprietà di linguaggio e di apprendimento. 27-29: Valutazione molto buono. Buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. 24-26: Valutazione buono. Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti. 21-23: Soddisfacente. Parziale padronanza degli argomenti del corso, soddisfacente proprietà di linguaggio, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. 1 8-20: Sufficiente. Minima conoscenza degli argomenti del corso e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.
OBIETTIVI FORMATIVI	Un primo obiettivo formativo del corso è apprendere alcuni approcci statistici per l'analisi dei dati e il riconoscimento di pattern che sono particolarmente utili per l'analisi di segnali audio e video e per l'analisi di sequenze, incluso l'estrazione delle features più significative e la riduzione della dimensionalità dei dati. Un secondo obiettivo formativo è legato alla comprensione dei fondamenti teorici del machine learning, dei principi di ottimizzazione e di generalizzazione e overfitting. Infine, un terzo obiettivo riguarda l'acquisizione di competenze pratiche nell'applicazione degli algoritmi di machine learning, utilizzando linguaggi di programmazione come Python e le librerie più comuni, come scikit-learn.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, esercitazioni guidate in aula, esercitazioni in Python.
TESTI CONSIGLIATI	-SergiosTheodoridis. Pattern Recognition. eBook ISBN: 9780080949123 Hardcover ISBN: 9781597492720 - Paul J. Deitel, Harvey M. Deitel Introduzione a Python. Per l'informatica e la data science. Pearson 2021. ISBN 978-8891915924 -Lucidi del corso

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione al corso.
4	Richiami di probabilità e variabili aleatorie.
6	Classificazione: rappresentazione delle ipotesi, regioni di decisione, funzioni di costo. Classificatori Bayesiani. multivariabili. Tecniche di stima delle densità di probabilità delle features: stima parametrica e non parametrica. Stima a massima verosimiglianza.
10	Processi di Markov tempo discreti: matrici di transizioni, condizioni di equilibrio stazionario, distribuzioni di probabilità limite. Esempi di applicazione: l'algoritmo PageRank di Google. L'algoritmo di Viterbi per classificazione in processi con memoria. Esempi di applicazione: equalizzazione di canale. Approcci per l'addestramento di Hidden Markov Models. Processi di decisione markoviana e meccanismi di apprendimento per rinforzo.
8	Classificatori lineari: il perceptrone e le tecniche di addestramento per classi separabili. La tecnica del gradiente. Funzioni di costo. Addestramento per classi non separabili: minimi errori quadratici ed esempi. Generalizzazioni ai classificatori multi-classe. Classificatori lineari con funzioni di decisione non a soglia: il regressore logistico. Cenni di support vector machines. Regressori lineari e dilemma bias/varianza. Esempi di applicazioni.
8	Classificatori non lineari: reti neurali multi-livello. Il problema dello XOR; strutture a tre livelli per la classificazione di unione di regioni poliedriche. L'algoritmo di Backpropagation. Generalizzazioni di classificatori non lineari: trasformazione dello spazio delle features in spazi a più dimensioni. Alberi di decisione: algoritmo per la definizione ottima delle soglie di decisione. Combinazioni di classificatori non lineari.
2	Meccanismi per la selezione e la trasformazione delle features.

ORE	Esercitazioni
14	Introduzione a Python e alla libreria scikit learn. Applicazioni di tutti i concetti del corso a problemi reali di classificazione ed esempi di implementazione.