



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	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DEEP LEARNING
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50341-Discipline Informatiche
CODICE INSEGNAMENTO	19272
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	INF/01
DOCENTE RESPONSABILE	LO BOSCO GIOSUE' Professore Associato 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	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	LO BOSCO GIOSUE' Martedì 15:00 17:00 Ufficio al secondo piano del Dipartimento di Matematica e Informatica, Stanza 203. E' suggerita la prenotazione

DOCENTE: Prof. GIOSUE' LO BOSCO

PREREQUISITI	Conoscenza di elementi di Statistica e Calcolo delle probabilita'. Conoscenza di un linguaggio di programmazione per il calcolo scientifico.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: Il corso fornisce le conoscenze teoriche e pratiche per potere utilizzare reti neurali ad apprendimento profondo per la classificazione supervisionata e non supervisionata di dati. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti acquisiranno la capacita' di potere analizzare ed estrarre conoscenza da dati. Autonomia di giudizio: Gli studenti sono guidati ad apprendere in maniera critica e responsabile tutto cio' che viene spiegato in aula e ad arricchire le proprie capacita' di giudizio sia attraverso lo studio del materiale didattico indicato o fornito dal docente, sia attraverso le lezioni al computer dove vengono implementati modelli ad apprendimento profondo. Abilita' comunicative: Attraverso l'interazione durante le lezioni, il corso tendera' a favorire lo sviluppo della capacita' di comunicare in modo chiaro ed esaustivo i risultati ottenuti dai modelli implementati. Gli studenti dovranno altresì sviluppare la capacita' di lavorare in gruppo, di confrontarsi sulle problematiche proposte rispettando i punti di vista diversi dal proprio e arricchendo le conoscenze acquisite durante il corso con la dialettica e il confronto tra pari. Capacita' d'apprendimento: Attraverso approfondimenti e consultazione dei testi di riferimento, gli studenti saranno stimolati ad una conoscenza piu' approfondita e critica sui diversi modi in cui i modelli ad apprendimento profondo possono essere utilizzati per estrarne conoscenza dai dati.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Progetto, prova orale con discussione del progetto. Obiettivo del progetto e' quello di verificare che lo studente sia in grado di progettare un sistema di classificazione basato su reti ad apprendimento profondo, che abbia acquisito competenza interpretativa e autonomia di giudizio su applicazioni concrete. Ciascun progetto e' individuale e viene assegnato al termine del corso, con almeno una settimana di anticipo rispetto alla data di svolgimento della prova orale. Obiettivo della prova orale e' verificare che lo studente abbia conoscenza e comprensione degli argomenti, e della teoria dei modelli adottati nel corso. La prova orale consiste in una prima fase di presentazione orale del progetto con discussione e sessione di domande e risposte, seguita da un'interrogazione orale finalizzata ad accertare la preparazione dello studente sui diversi argomenti affrontati nel corso. Il numero minimo di domande fatte durante la prova orale e' 2. Per superare l'esame, ottenere quindi un voto non inferiore a 18/30, lo studente deve dimostrare un raggiungimento elementare degli obiettivi. Gli obiettivi raggiunti si considerano elementari quando l'esaminando/a dimostra di avere svolto in modo soddisfacente l'elaborato assegnato, ha acquisito una conoscenza di base degli argomenti descritti nel programma, e' in grado di operare minimi collegamenti fra di loro, dimostra di avere acquisito una limitata autonomia di giudizio; il suo linguaggio e' sufficiente a comunicare con gli esaminatori. Il punteggio finale e' determinato sulla base della valutazione del progetto e della discussione orale sugli argomenti del corso. Le fasce di punteggio corrispondono ai giudizi qualitativi seguenti: 18-20: la conoscenza della materia e lo sviluppo progettuale sono sufficienti; 21-23: la conoscenza della materia e lo sviluppo progettuale sono discreti; 24-25: la conoscenza della materia e lo sviluppo progettuale sono buoni; 26-27: la conoscenza della materia e lo sviluppo progettuale sono molto buoni; 28-30: la conoscenza della materia e lo sviluppo progettuale sono ottimi. La lode e' riservata agli studenti che hanno svolto l'elaborato proposto adottando soluzioni autonome, originali ed efficaci, che hanno acquisito la piena conoscenza degli argomenti del programma dimostrando di saper applicare la conoscenza acquisita anche in contesti differenti /nuovi/avanzati rispetto a quelli propri dell'insegnamento, che si esprimono con competenza lessicale anche nell'ambito del linguaggio specifico di riferimento e che sono infine in grado di elaborare ed esprimere giudizi autonomi fondati sulle conoscenze acquisite.
OBIETTIVI FORMATIVI	Obiettivo del corso e' fornire le basi teoriche e pratiche sui modelli di reti ad apprendimento profondo per l'analisi di dati eterogenei, con particolare riferimento alla loro classificazione supervisionata e non supervisionata. Le lezioni comprendono anche l'implementazione di modelli ad apprendimento profondo. Lo strumento di sviluppo utilizzato e' il MATLAB, e /o Python.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	La didattica viene erogata con lezioni frontali.
TESTI CONSIGLIATI	Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016, disponibile gratuitamente e online.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Introduzione al corso; algebra lineare: scalari, vettori, matrici e tensori, operazioni tra matrici, dipendenza lineare, norme, matrici diagonali, decomposizione agli autovalori, decomposizione ai valori singolari, determinante; analisi alle componenti principali (PCA). Eigenfaces: un'applicazione della PCA al riconoscimento di volti.
4	Probabilità: variabili random, distribuzioni di probabilità, probabilità marginale e congiunta, probabilità condizionale, media varianza e covarianza, distribuzioni di probabilità comuni, regola di Bayes; Teoria dell'informazione: entropia di Shannon, divergenza di Kullback-Leibler; Crossentropia.
2	Modelli grafici; Computazione numerica: condizionamento, overflow e underflow, ottimizzazione basata su gradiente; discesa del gradiente; cenni su metodi del second'ordine.
2	Apprendimento automatico: tipologie di task, misure di performance, tipi di apprendimento, overfitting, underfitting, regolarizzazione. Regressione lineare in forma chiusa. Cross validation. Stima puntuale. Decomposizione bias-varianza, stimatore a massima verosimiglianza.
4	Cenni su stima bayesiana, apprendimento supervisionato: classificatore bayesiano, classificatore knn, perceptrone, support vector machines, metodi kernel. Apprendimento non supervisionato: clustering gerarchico e partizionale. Misure di performance per l'apprendimento supervisionato; curve ROC. Misure di validazione del clustering interne ed esterne.
3	Reti feed forward profonde: funzioni di attivazione, livelli nascosti, architettura, retropropagazione; Regolarizzazione: L2, L1, data augmentation, noise injection, apprendimento semisupervisionato, multi task learning, early stopping, rappresentazione sparsa, bagging e ensemble, dropout.
2	Ottimizzazione per reti profonde: batch, minibatch, discesa stocastica del gradiente, mal condizionamento; punti critici, strategie di inizializzazione dei parametri, momentum, algoritmi di apprendimento adattivi: RMSProp, Adam, Levenberg-Marquardt.
2	Batch normalization. Reti convolutive: le operazioni di convoluzione e di cross.correlazione; Convoluzione bidimensionale; Proprietà delle reti convolutive: interazione sparsa, condivisione di parametri, rappresentazione equivariante, pooling, stride, zero padding, convoluzione unshared e tiled, backpropagation per reti convolutive, casi di convoluzione efficiente.
2	Reti ricorrenti e ricorsive: reti neurali ricorrenti, reti ricorrenti bidirezionali, architetture encoder-decoder sequence-to-sequence, reti ricorrenti profonde, reti ricorsive, reti ricorrenti long short-term memory.
2	Autocodificatori: autocodificatori di riduzione, autocodificatori regolarizzati, potere di rappresentazione, dimensione e profondità dei livelli, autocodificatori stocastici, autocodificatori per la rimozione del rumore, apprendimento di varietà.
2	Modelli generativi profondi: macchine di Boltzmann, macchine di Boltzmann ristrette, reti deep belief, macchine di Boltzmann profonde.
4	Applicazioni al computer: Implementazione di una rete feed-forward per la classificazione del dataset IRIS.
5	Applicazioni al computer: Implementazione di reti neurali per il riconoscimento di cifre numeriche scritte appartenenti al data set MNIST.
5	Applicazioni al computer: Implementazione di reti neurali per la classificazione di sequenze genomiche.
5	Applicazioni al computer: Implementazione di reti neurali per l'elaborazione di dati sequenziali.