

REGOLAMENTO DIDATTICO E ORGANIZZATIVO DEL CORSO *MINOR* IN Intelligenza Artificiale e Machine Learning

PARTE I – INFORMAZIONI GENERALI

Proposta di attivazione

prima istituzione

Anno accademico

2023-2024

Dipartimento di riferimento

Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche

Corso interdipartimentale

No

Organo di gestione

Collegio Didattico di Ingegneria Informatica, Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche

Collaborazione con ente esterno

No

PARTE II – ORGANIZZAZIONE DIDATTICA E AMMINISTRATIVA

Il corso in breve

Il corso minor in **Intelligenza Artificiale e Machine Learning** fornisce agli studenti modelli e tecniche di varie aree dell'Intelligenza Artificiale e del Machine Learning, consentendogli di acquisire capacità di analisi e di problem solving in diversi domini di interesse. Vengono fornite agli studenti le basi di informatica indispensabili per poter fruire dei contenuti tecnici ed algoritmici dei corsi successivi e per poter partecipare proficuamente alle esercitazioni pratiche. Gli studenti vengono quindi introdotti alla rappresentazione della conoscenza, al ragionamento e all'apprendimento automatico, all'elaborazione del linguaggio naturale e alla visione artificiale. Vengono illustrati gli approcci tipici del Machine Learning, supervisionati, non supervisionati e per rinforzo, e viene mostrato come utilizzare tali paradigmi per lo sviluppo di tecnologie innovative che offrano risposte a problemi di regressione, classificazione e clustering. Il corso minor è completato da un insegnamento a scelta tra una rosa di tre insegnamenti che offrono un'opportunità di approfondimento su discipline complementari o dalla forte natura applicativa. Le lezioni del corso minor sono offerte in modalità *blended* al fine di ottimizzare la partecipazione a tutte le attività formative da parte degli studenti dell'Ateneo, nonché garantire la fruibilità a studenti esterni o studenti lavoratori. La modalità *blended* consiste nell'offrire, oltre alla didattica tradizionale svolta in aula, streaming e registrazioni delle lezioni, il tutto combinato con strategie didattiche che creino un setting formativo collaborativo in grado di mettere lo studente al centro del processo di apprendimento rendendolo attivo e proattivo.

Il corso minor offre dunque:

- un set di insegnamenti che permettano di ottenere una formazione fortemente interdisciplinare nell'ambito o a valle di percorsi formativi universitari che non prevedono direttamente tali competenze all'interno delle usuali discipline caratterizzanti e/o affini;
- un percorso altamente professionalizzante le cui competenze sono spendibili nell'industria informatica e manifatturiera, nelle aziende e ambiti che utilizzano strumenti informatici innovativi (e.g. sanità, finanza, logistica, automazione industriale, sicurezza informatica, marketing e pubblicità), nelle startup innovative.

Il corso infine rappresenta un'occasione di approfondimento a chiunque – anche al di fuori di un percorso universitario – sia interessato alle implicazioni dell'intelligenza artificiale e del machine learning per applicazioni a carattere ingegneristico.

Lista delle attività didattico-formative che compongono il corso

Codice insegn.to Gomp	attività didattico-formativa e relativo SSD	semestre	docente e relativo SSD	ore di didattica assistita	CFU
20801605	FONDAMENTI DI INFORMATICA	I Semestre	Fabrizio Frati ING-INF/05	54	6
20801730	INTELLIGENZA ARTIFICIALE	I Semestre	Alessandro Micarelli ING-INF/05	81	9
20810266	MACHINE LEARNING	II Semestre	Alessandro Micarelli ING-INF/05	81	9
1 Corso a Scelta tra:					
20802126	VISUALIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI	II Semestre	Maurizio Patrignani ING-INF/05	54	6
TBD	* STRUMENTI PER L'ANALISI DEI DATI NUMERICI E TERRITORIALI	II Semestre	Andrea Gemma ICAR/05	54	6
20801798	SISTEMI INTELLIGENTI PER INTERNET	II Semestre	Giuseppe Sansonetti ING-INF/05	54	6
*Il corso è attivato all'interno del percorso minor. Non sono previsti oneri finanziari su tale corso in quanto coperto come compito didattico (e/o a titolo gratuito) da personale interno del Dipartimento di riferimento					

Ulteriori informazioni sulle attività didattico-formative

FONDAMENTI DI INFORMATICA

Denominazione in lingua inglese: Basics of Informatics

Lingua di svolgimento: Italiano

Programma: Obiettivo del corso è fornire agli studenti gli strumenti metodologici e concettuali per la progettazione di algoritmi e l'implementazione di programmi per la soluzione automatica di problemi.

I principali argomenti trattati nel corso sono:

- Algoritmi, input e output, diagrammi di flusso, istruzioni condizionali e ripetitive, proprietà degli algoritmi, esecuzione di algoritmi, problemi iterativi, progettazione top-down di algoritmi, progettazione di algoritmi iterativi.
- Fondamenti di programmazione, compilazione ed esecuzione dei programmi, rappresentazione binaria dell'informazione, variabili, espressioni, tipi, istruzioni condizionali e ripetitive in C, errori, stile di programmazione, funzioni, legame fra parametri e restituzione valori, stringhe, array, algoritmi iterativi su array, stringhe e file.

Modalità di erogazione: Blended (frontale con diretta streaming e disponibilità di registrazioni)

Testi adottati:

Bellini, Guidi. Linguaggio C - Guida alla programmazione con elementi di Python. Edizione: Sesta edizione, Editore: McGraw-hill, Anno: 2021

Bibliografia di riferimento:

Kernighan, Ritchie Il linguaggio C. Principi di programmazione e manuale di riferimento Edizione: Seconda edizione Editore: Pearson Anno: 2004

Modalità di valutazione: L'esame consiste di una parte di domande a risposta multipla e di alcuni esercizi di programmazione, da svolgere al computer. Due prove intermedie esonerano dal sostenimento dell'esame, se superate con successo.

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Denominazione in lingua inglese: Artificial intelligence

Lingua di svolgimento: Italiano

Programma: L'obiettivo è quello di presentare i modelli, i metodi e le tecniche fondamentali di varie aree dell'Intelligenza Artificiale, con particolare riferimento ai metodi di ricerca automatica nello spazio degli stati, alla rappresentazione della conoscenza e ragionamento automatico, all'apprendimento automatico, all'elaborazione del linguaggio naturale, alla visione artificiale. Le lezioni e le esercitazioni pratiche svolte durante il corso consentiranno allo studente di acquisire capacità di analisi e di problem solving su vari domini d'interesse per la disciplina. I principali argomenti trattati nel corso sono:

1. Introduzione: Gli Agenti Intelligenti. L'IA come "Representation and Search";
2. Soluzione di Problemi mediante Ricerca nello Spazio degli Stati: Ricerca non informata (in ampiezza, guidata dal costo, in profondità, Iterative deepening search). Ricerca euristica (Best First, A*, IDA*, Heuristic Functions). Algoritmi approssimati (Hill Climbing, Simulated Annealing, etc.). Ricerca in presenza di avversari (MiniMax, Alfa-Beta Pruning).
3. Rappresentazione della Conoscenza e Ragionamento Automatico: Frames, Reti Semantiche, Sistemi di Produzione. Case-Based Reasoning. Knowledge Based Systems.
4. Machine Learning: Symbol-Based (Inductive Learning, Decision trees). Connessionista (reti neurali artificiali).
5. Comunicazione, Percezione e Azione: Elaborazione del linguaggio naturale e Information Retrieval. Visione Artificiale.

Modalità di erogazione: Blended (frontale con diretta streaming e disponibilità di registrazioni)

Testi adottati:

- Dispense a cura del docente.

Bibliografia di riferimento:

- S.J.Russel, P.Norvig "Intelligenza Artificiale: Un approccio moderno" 2/Ed (2005). volume 1 e volume 2. Pearson Education Italia (è disponibile la terza edizione 2010 del primo volume).

Modalità di valutazione: Prova scritta

MACHINE LEARNING

Denominazione in lingua inglese: Machine Learning

Lingua di svolgimento: Italiano

Programma: Il corso consentirà agli studenti di approfondire i metodi e gli algoritmi tipici del Machine Learning, quelli supervisionati, non supervisionati e per rinforzo, e di utilizzarli come strumenti per lo sviluppo di tecnologie innovative. In particolare, verranno studiati gli aspetti delle principali aree della disciplina, tra cui la regressione, la classificazione e il clustering. Verranno poi introdotti i metodi e le tecniche di deep learning e ambienti di sviluppo specializzati. Il corso prevede, oltre a lezioni ed esercitazioni, lo svolgimento di un progetto individuale o di gruppo che consentirà agli studenti di applicare le basi teoriche apprese a lezione a problemi concreti su vari domini d'interesse. Essi saranno relativi ad esempio a come analizzare grandi e complessi dataset in vari ambiti (e.g., la Health Care, la Data Science, il Data Mining, l'Analisi Finanziaria, i Videogame, la Computer Vision, ecc.), creare sistemi che si adattano e migliorano con il tempo (e.g., Recommender Systems), e così via. Infine il corso prevede seminari monografici (anche aziendali) dedicati a vari casi di studio

Modalità di erogazione: Blended (frontale con diretta streaming e disponibilità di registrazioni)

Testi adottati:

Dispense a cura del docente

Bibliografia di riferimento:

- S.J.Russel, P.Norvig "Artificial Intelligence: A Modern Approach", 4/Ed (2020). Pearson Education.

Modalità di valutazione: Prova scritta, valutazione progetto.

VISUALIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI

Denominazione in lingua inglese: Information Visualization

Lingua di svolgimento: Italiano

Programma: Gli obiettivi del corso sono quelli di introdurre lo studente ai problemi e alle soluzioni relative all'esplorazione visuale di dati astratti, con particolare enfasi sui fenomeni della percezione visiva sulle metafore grafiche che possono essere adottate e sui metodi e

modelli algoritmici più comunemente utilizzati. Gli argomenti trattati sono strutturati come segue:

1. Dati e visualizzazione: Dati strutturati, non strutturati e semi-strutturati. Trasformazione dei dati. Dati tabellari. Attributi quantitativi, ordinali, nominali. Dati monovariati, bivariati, trivariati, multivariati.
2. La percezione: Potenzialità e limiti del nostro sistema percettivo. Visione periferica e visione centrale. La percezione del colore. Sistemi descrittivi del colore.
3. Problemi cognitivi: Percezione di lunghezze, di aree, di volumi. La legge di Weber. La legge di Stevens. Le regole della Gestalt. Il modello percettivo a due stadi.
4. Task-utente: Tassonomie di task-utente.
5. La visualizzazione nel Web: Breve corso di JavaScript. Grafica Raster e vettoriale. La libreria Scalable Vector Graphics (SVG). Focus sulla libreria JavaScript D3.js.
6. Rappresentazioni di dati multivariati: Le rappresentazioni più diffuse. Viste combinate. Icone e glifi. Sistemi di coordinate alternativi agli assi cartesiani.
7. Strategie di progetto: Metodologie e scelte di progetto. Valutazione dei progetti (obiettivi, difficoltà, linee guida).
8. Visualizzazione di serie temporali: Definizioni e classificazioni. Visualizzazione di serie temporali con una o più variabili dipendenti. Casi di studio.
9. Interazione: Classificazione delle tecnologie, dei meccanismi, degli obiettivi e delle tempistiche dell'interazione. Esempi di strategie di interazione.
10. Introduzione al disegno di grafi: Convenzioni ed estetiche di disegno. Un algoritmo dividi et impera per disegnare un grafo senza intersezioni.
11. Rappresentazioni "node-link" di alberi: Disegni a livelli. Disegni HV. Limitazioni delle rappresentazioni "node-link".
12. Rappresentazioni "space-filling" di alberi: Algoritmi e sistemi. Varianti 2D e 3D.
13. Rappresentazioni di grafi e reti con approcci "force-directed": Il paradigma. Il metodo del baricentro di Tutte. Gli Spring embedder. Scalabilità e flessibilità del paradigma force-directed. Gli algoritmi di Fruchterman-Reingold e Barnes-Hut. Simulazione di distanze graph-teoretiche. Uso di campi magnetici. Funzioni di energia generiche. Gestione dei vincoli di disegno.
14. Rappresentazioni di Dati Gerarchici: L'approccio alla Sugiyama. Passo 1 – Rimozione dei cicli diretti. Passo 2 – Assegnamento ai livelli. Passo 3 – Riduzione degli incroci. Passo 4 – Assegnazione della coordinata orizzontale.
15. Rappresentazioni ortogonali: Calcolo dei disegni ortogonali con un ridotto numero di piegamenti tramite reti di flusso. L'approccio Topologia-Forma-Metrica. Estensione ai grafi di grado arbitrario.

Modalità di erogazione: Blended (frontale con diretta streaming e disponibilità di registrazioni)

Testi adottati:

Dispense fornite dal docente e scaricabili dal sito del corso: <http://www.dia.uniroma3.it/~infovis/> Per scaricare il materiale sono necessarie delle credenziali da richiedere al docente.

Bibliografia di riferimento:

- Colin Ware, "Information Visualization: Perception for Design", Morgan Kaufmann, 3rd ed., 2013

- Tamara Munzner, “Visualization Analysis and Design”, CRC Press, 2014.

Modalità di valutazione: Un breve compito scritto (20% della valutazione). Due progetti: il primo, più piccolo, a metà corso sulla tecnologia D3.js (10% della valutazione); il secondo è un progetto di gruppo a fine corso (70% della valutazione).

STRUMENTI PER L'ANALISI DEI DATI NUMERICI E TERRITORIALI

Denominazione in lingua inglese: Tools for the Analysis of Numerical and Spatial Data

Lingua di svolgimento: Italiano

Programma: L'obiettivo principale del corso è di fornire agli studenti le conoscenze necessarie per analizzare ed elaborare grandi quantità di dati numerici e spaziali. Questo obiettivo sarà raggiunto attraverso il trasferimento di conoscenze relative all'archiviazione dei dati numerici e geografici su database, interrogazione ed elaborazione numerica e spaziale attraverso specifici linguaggi e visualizzazione sia in ambiente geografico (GIS) che con sistemi di visualizzazione fortemente espressivi e particolarmente utilizzati nell'analisi dei dati.

Le conoscenze verranno trasferite attraverso un approccio particolarmente applicativo, che prevede un'alternanza di esercitazioni pratiche e insegnamento di nozioni teoriche.

I principali argomenti trattati nel corso saranno:

1. Gestione e analisi dei dati tramite database: Questo argomento coprirà le tecniche di ottimizzazione delle banche dati, come il partizionamento e l'indicizzazione, nonché le tecniche di interrogazione dei dati utilizzando il linguaggio SQL. Le esercitazioni pratiche saranno basate sul DBMS PostgreSQL.
2. Analisi ed elaborazione dei dati: Per le analisi più complesse, verranno insegnate le tecniche di analisi dei dati utilizzando il linguaggio di programmazione Python, le sue strutture dati e le principali librerie utilizzate nell'analisi dei dati. Inoltre, saranno illustrate tecniche di visualizzazione dei dati fortemente espressive e largamente utilizzate nell'analisi dei dati, come i grafici relazionali, i grafici di distribuzione e i grafici categorici.
3. Strumenti di analisi dei dati spaziali: Verranno illustrate le basi dei sistemi geografici (sistemi di proiezione, dati vettoriali e raster), le principali relazioni (intersection, union, overlap, contains,...), le funzioni (massima e minima distanza, guscio convesso, distanza di Hausdorff e Frechet, ...) e gli algoritmi spaziali (Triangolazioni di Delaunay, poligoni di Voronoi, DBScan, K-means,...). Le operazioni spaziali saranno eseguite sia attraverso il software open source QGIS che attraverso la libreria PostGIS del DBMS PostgreSQL.
4. Integrazione degli strumenti: Durante il corso verrà integrato l'utilizzo dei principali strumenti PostgreSQL/PostGIS, Python e QGIS con l'obiettivo di massimizzare le potenzialità di ciascuno di essi.

Modalità di erogazione: Blended (frontale con diretta streaming e disponibilità di registrazioni)

Testi adottati:

1. Dispense a cura del docente;

Bibliografia di riferimento:

- Python: Guida alla sintassi, alle funzionalità avanzate e all'analisi dei dati – N. Ceder - Apogeo
- PostgreSQL: Up and Running - R.O. Obe, L.S. Hsu – O'REILLY
- PostGIS in Action – R.O. Obe, L.S. Hsu - Manning
- Python Geospatial Development – W. Westra - PACKT

Modalità di valutazione: Valutazioni su attività applicative in itinere ed esame orale finale

SISTEMI INTELLIGENTI PER INTERNET

Denominazione in lingua inglese: Intelligent Systems For Internet

Lingua di svolgimento: Italiano

Programma: Il corso permetterà agli studenti di apprendere vari metodi per la progettazione, l'implementazione e la sperimentazione di sistemi adattivi su Web realizzati mediante tecniche di Intelligenza Artificiale, con particolare riferimento alle tecniche di Machine Learning. Specifica attenzione sarà posta ai sistemi di Information Retrieval, come i motori di ricerca, i crawler e i document feed.

Saranno studiati i modelli di retrieval classici, come il Vector Space Model e i modelli probabilistici, le tecniche di ranking dei documenti, così come l'algoritmo PageRank utilizzato da Google. Saranno affrontati i metodi di Machine Learning in Information Retrieval, incluse le tecniche per la Sentiment Analysis, i metodi di User Modeling necessari per la ricerca personalizzata e le applicazioni di social search che coinvolgono comunità di individui in attività quali il tagging dei contenuti e il question answering.

Si approfondiranno le tecniche per l'analisi dei social network (e.g., Facebook e Twitter) che consentiranno di esplorare fenomeni come la diffusione delle fake news, il filter bubble e la polarizzazione degli utenti. Si studieranno, infine, i Recommender System, dagli algoritmi di base (e.g., collaborative filtering) agli scenari applicativi (e.g., film, libri, artisti e brani musicali)

Modalità di erogazione: Blended (frontale con diretta streaming e disponibilità di registrazioni)

Testi adottati:

Le lezioni del corso riguarderanno tematiche trattate in articoli scientifici e testi di riferimento. Il docente metterà a disposizione degli studenti i lucidi delle lezioni attraverso il sito del corso. Tali lucidi saranno autosufficienti, cioè redatti in maniera tale da non richiedere la consultazione di testi ulteriori ai fini del superamento dell'esame.

Bibliografia di riferimento:

- Bruce Croft, Donald Metzler, and Trevor Strohman. 2010. Search Engines: Information Retrieval in Practice (1st. ed.). Addison-Wesley Publishing Company, USA.
- Dietmar Jannach, Markus Zanker, Alexander Felfernig, and Gerhard Friedrich. 2021. Recommender Systems: An Introduction (1st. ed.). Cambridge University Press, USA.
- Francesco Ricci, Lior Rokach, and Bracha Shapira (eds.). 2022. Recommender Systems Handbook (3rd. ed.). Springer, USA

Modalità di valutazione: Prova scritta, valutazione progetto.

Numero minimo e massimo di iscritti ammissibili

Numero minimo: 5

Numero massimo: 30

Requisiti di ammissione

Il corso minor è ad accesso libero. Per essere ammessi al corso minor occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente. Per accedere proficuamente al corso minor sono richieste conoscenze di matematica e di scienze di base assimilabili a quelle acquisibili nelle scuole secondarie superiori. In particolare: per la matematica si ritengono necessarie conoscenze di trigonometria, di algebra elementare, di funzioni elementari dirette ed inverse, di polinomi, di equazioni e disequazioni di primo e secondo grado, di geometria elementare delle curve, delle aree e dei volumi; per le scienze si ritengono utili conoscenze di base nell'area della fisica classica (meccanica del punto materiale, elettromagnetismo, termodinamica).

Criteri di selezione dei partecipanti

Laddove il numero massimo di domande di ammissione sia superato, gli studenti saranno selezionati sulla base dei seguenti criteri:

- Ultimo titolo di studio conseguito: dottorato di ricerca (10 punti); laurea magistrale o magistrale a ciclo unico (8 punti); laurea triennale (5 punti); diploma di scuola secondario di secondo grado (2 punti);
- Voto di laurea (qualora conseguita ed in relazione all'ultimo titolo di laurea o laurea magistrale conseguita): 110 lode (10 punti); 100-110 (8 punti); inferiore a 100 (5 punti);
- Voto di diploma (qualora non si sia conseguita la laurea): 100 e 100 con lode (10 punti); 95-99 (8 punti); inferiore a 95 (5 punti);
- A parità di punteggio sarà data priorità a chi ha titolo di studio più avanzato;
- A parità dei precedenti sarà data priorità ai richiedenti con età anagrafica inferiore.

Contributi di iscrizione

Gli studenti regolarmente iscritti a un corso di laurea o di laurea magistrale dell'Ateneo, anche in qualità di studenti in mobilità internazionale in ingresso, possono iscriversi gratuitamente al corso *minor* per il medesimo anno accademico, fatto salvo il pagamento dell'imposta di bollo.

Coloro che non siano contemporaneamente iscritti a un corso di laurea o di laurea magistrale dell'Ateneo nel medesimo anno accademico sono tenuti al pagamento del contributo di iscrizione dell'importo di euro 480,00, oltre imposta di bollo.

Coloro i quali si trovino in condizioni di disabilità, con riconoscimento di handicap ai sensi dell'articolo 3, commi 1 e 3, della legge 5 febbraio 1992, n. 104, o con un'invalidità pari o superiore al 66%, sono esonerati dal pagamento dei contributi di iscrizione al corso e versano esclusivamente l'imposta di bollo.

Eventuali agevolazioni economiche

Nessuna agevolazione prevista.

Prova finale

Prova finale non prevista.