

# PROGRAMMA DEL CORSO DI MACHINE AND DEEP LEARNING

## SETTORE SCIENTIFICO

ING-INF/05 (IINF-05/A)

## CFU

12

## OBIETTIVI FORMATIVI PER IL RAGGIUNGIMENTO DEI RISULTATI DI APPRENDIMENTO PREVISTI NELLA SCHEDA SUA

Il corso ha l'obiettivo di fornire una preparazione completa sui concetti, gli algoritmi e le tecniche fondamentali del Machine Learning e del Deep Learning, nonché sulla loro applicazione a problemi reali. Gli studenti apprenderanno come costruire, addestrare, valutare e migliorare modelli di apprendimento automatico e reti neurali profonde.

Obiettivi formativi:

1. Apprendere i fondamenti teorici e pratici del Machine e Deep Learning, comprendendo i principali algoritmi e modelli per l'analisi e la previsione dei dati;
2. Sviluppare la capacità di progettare, implementare e valutare soluzioni di apprendimento automatico, con un approccio critico e orientato alla scelta del modello più appropriato;
3. Comprendere le implicazioni etiche, i limiti e le sfide dell'intelligenza artificiale moderna, inclusi temi come la trasparenza, la fairness e la gestione responsabile dei modelli intelligenti.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

Comprendere i concetti fondamentali relativi al machine learning e al deep learning, con particolare riferimento a:

Le principali tecniche di apprendimento supervisionato, non supervisionato e per rinforzo (Ob.1);

Le architetture delle reti neurali artificiali, convoluzionali e ricorrenti, e i meccanismi di addestramento (Ob.2);

I principi di progettazione, validazione e interpretazione di modelli predittivi, con attenzione a problematiche come overfitting, fairness e interpretabilità (Ob.3).

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Applicare in modo consapevole le conoscenze acquisite per:

Sviluppare modelli ML/DL e applicarli a problemi concreti in vari domini applicativi (Ob.1);

Costruire, addestrare e ottimizzare architetture neurali mediante strumenti adeguati (Ob.2);

Progettare pipeline di apprendimento automatico complete, dalla preparazione dei dati alla valutazione dei modelli (Ob.3).

#### Autonomia di giudizio

Sviluppare un approccio critico nei confronti delle tecniche e metodologie trattate, in particolare rispetto a:

La selezione del modello e delle metriche di valutazione in base al contesto e ai dati disponibili (Ob.1);

La capacità di analizzare i risultati prodotti dai modelli e di interpretarne le implicazioni in termini di affidabilità e robustezza (Ob.2);

La riflessione sui limiti dei modelli, sulle scelte progettuali e sulle implicazioni etiche dell'intelligenza artificiale (Ob.3).

#### Abilità comunicative

Acquisire capacità comunicative funzionali a:

Presentare con chiarezza e rigore tecnico le soluzioni adottate e i risultati ottenuti, anche a un pubblico non specialista (Ob.1);

Descrivere i meccanismi e le funzionalità delle architetture di deep learning, evidenziandone le caratteristiche operative (Ob.2);

Esporre in modo strutturato le logiche di progettazione e valutazione dei modelli, motivando le scelte tecniche effettuate (Ob.3).

#### Capacità di apprendimento

Sviluppare la capacità di approfondire in modo autonomo i temi trattati, integrando conoscenze e competenze, con riferimento a:

L'evoluzione delle tecniche di machine learning e deep learning e l'emergere di nuovi paradigmi (Ob.1);

Le innovazioni architetture e gli sviluppi tecnologici nel campo dell'intelligenza artificiale (Ob.2);

L'analisi critica di modelli avanzati e l'adattamento delle soluzioni a contesti applicativi complessi (Ob.3).

## PREREQUISITI

/\*\*/

Non sono richieste conoscenze preliminari.

## PROGRAMMA DIDATTICO: ELENCO VIDEOLEZIONI/MODULI

/\*\*/

### 1. Fondamenti del Machine Learning

1.1. Introduzione al Machine Learning 1.2. Apprendimento supervisionato 1.3. Selezione del Modello e Ottimizzazione 1.4. Metriche di valutazione 2. Algoritmi di Base 2.1. Alberi di decisione 2.2. Apprendimento Bayesiano 2.3. Regressione lineare 2.4. Modelli Nearest Neighbor 3. Modelli Avanzati 3.1. Support Vector Machines (SVM) 3.2. Ensemble Learning 3.3. Ensemble Learning avanzato 3.4. Machine Learning e dimensioni elevate 3.5. Apprendimento non supervisionato: Clustering 3.6. Riduzione della dimensionalità 4. Strategie di Apprendimento e Teoria 4.1. Teoria dell'apprendimento computazionale 4.2. Apprendimento incrementale e online 4.3. Apprendimento per rinforzo: introduzione 5. Raccolta e gestione 5.1. Pipeline e processo di ML 5.2. Bias nei dati e fairness 5.3. Conduzione, monitoraggio e manutenzione 6. Fondamenti di Deep Learning 6.1. Introduzione al Deep Learning e Reti Feedforward 6.2. Back-propagation e calcolo del gradiente nei network neurali 6.3. Architettura dei modelli deep learning 6.4. Convolutional Neural Networks 6.5. Pooling, Tensor Operations e Residual Networks 6.6. Ottimizzazione e back-propagation nei grafi 6.7. Generalizzazione nelle reti neurali 6.8. Reti Neurali Ricorrenti 6.9. Apprendimento non supervisionato e modelli generativi in deep learning 6.10. Modelli Generativi 7. Reinforcement Learning 7.1. Apprendimento per Rinforzo 7.2. Apprendimento per Rinforzo Passivo 7.3. Apprendimento per Rinforzo Attivo 7.4. Generalizzazione nel Reinforcement Learning 7.5. Policy Search nel Reinforcement Learning 8. AI e Robotica 8.1. Introduzione alla Robotica e Hardware dei Robot 8.2. Percezione Robotica e Interpretazione del Mondo 8.3. Pianificazione e Controllo del Movimento 8.4. Apprendimento per Rinforzo in Robotica 8.5. Robot e Interazione Umana 9. NLP classico e Deep NLP 9.1. Modelli di Linguaggio e NLP 9.2. Grammatiche probabilistiche, parsing e semantica nel linguaggio naturale 9.3. Word Embeddings e Deep Learning nel NLP 9.4. Modelli RNN e Sequence-to-Sequence per il Linguaggio Naturale 10. Visione Artificiale 10.1. Introduzione alla Visione Artificiale 10.2. Caratteristiche semplici delle immagini 10.3. Classificazione di immagini 10.4. Rilevamento di Oggetti 10.5. Trasformers e Attention 10.6. Architettura completa dei Transformer 10.7. Representation Learning 10.8. Modelli Generativi per la Visione 10.9. Generative Modeling Meets Representation Learning 10.10. Modelli Generativi Condizionali 10.11. Vision and Language 11. Etica, limiti e spiegabilità 11.1. Explainable AI e interpretabilità 11.2. I limiti della AI 11.3. L'etica della AI 11.4. Trasparenza, Responsabilità e Governance dell'AI 11.5. Il futuro dell'Intelligenza Artificiale

## ATTIVITÀ DIDATTICA INTERATTIVA (DI)

/\*\*/

Le attività di Didattica interattiva consistono, per ciascun CFU, in due ore dedicate a una o più tra le seguenti tipologie di attività:

? Redazione di un elaborato ? Partecipazione a una web conference ? Partecipazione al forum tematico ? Lettura area FAQ ? Svolgimento delle prove in itinere con feedback Per gli aggiornamenti, la calendarizzazione delle attività e le modalità di partecipazione si rimanda alla piattaforma didattica dell'insegnamento.

## ATTIVITÀ DIDATTICA EROGATIVA (DE)

/\*\*/ Le attività di didattica erogativa consistono, per ciascun CFU, nell'erogazione di 5 videolezioni corredate di testo e questionario finale. ? Il format di ciascuna videolezione prevede il video registrato del docente che illustra le slide costruite con parole chiave e schemi esemplificativi. ? Il materiale testuale allegato a ciascuna lezione corrisponde a una dispensa (PDF) composta da almeno 10 pagine con le informazioni necessarie per la corretta e proficua acquisizione dei contenuti trattati durante la lezione. Attività di autoverifica degli apprendimenti prevista al termine di ogni singola videolezione consiste in un questionario costituito da 10 domande, a risposta multipla.

## TESTI CONSIGLIATI

*\*\*/ ?* Intelligenza artificiale. Un approccio moderno vol. 2, quarta edizione. Stuart J. Russell, Peter Norvig. Pearson. Il modello didattico è basato sullo studio dell'ebook e delle slide del docente.

## MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

*\*\*/*

L'esame può essere sostenuto sia in forma scritta che in forma orale.

Gli appelli orali sono previsti nella sola sede centrale. L'esame orale consiste in un colloquio con la Commissione sui contenuti del corso. L'esame scritto consiste nello svolgimento di un test con 30 domande. Per ogni domanda lo studente deve scegliere una di 4 possibili risposte. Solo una risposta è corretta. Sia le domande orali che le domande scritte sono formulate per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di ragionare utilizzando tali nozioni. Le domande sulle nozioni teoriche consentiranno di valutare il livello di comprensione. Le domande che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente. Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate anche attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze ed elaborati proposti dal docente).

## RECAPITI

*\*\*/*

antonino.ferraro@unipegaso.it ; leonardo.galteri@unipegaso.it

## OBBLIGO DI FREQUENZA

*\*\*/*

Obbligatoria online. Ai corsisti viene richiesto di visionare almeno l'80% delle videolezioni presenti in piattaforma.

## AGENDA

*\*\*/*

In Informazioni Appelli, nella home del corso, per ogni anno accademico vengono fornite le date degli appelli.

## AGENDA

IINF-05/A ; 12 CFU