

SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"AI SYSTEMS ENGINEERING"

SSD ING-INF/05*

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ROBERTO PIETRANTUONO

TELEFONO: 0817683880

EMAIL: ROBERTO.PIETRANTUONO@UNINA.IT

INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO (EVENTUALE):

MODULO (EVENTUALE):

CANALE (EVENTUALE):

ANNO DI CORSO (I, II, III): II

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 6

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Algoritmi, Strutture Dati e Machine Learning

EVENTUALI PREREQUISITI

Ingegneria del Software

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso intende fornire le metodologie e gli strumenti necessari per lo sviluppo e l'evoluzione dei sistemi basati su AI, con riferimento all'intero ciclo di vita: progettazione, sviluppo, verifica e validazione, evoluzione/manutenzione, operatività. Il corso illustra le peculiarità dei sistemi basati su AI rispetto ai sistemi tradizionali (quali ad esempio il ruolo fondamentale dei dati), come queste peculiarità impattano sulle varie fasi del ciclo di vita del sistema, e quali processi, modelli, linguaggi, tecniche, tecnologie e strumenti sono richiesti per l'ingegnerizzazione di sistemi di alta qualità.

I contenuti saranno esposti con riferimento ad ambiti applicativi di crescente diffusione, quali ad esempio sistemi per la guida autonoma di autovetture, velivoli senza conducente (*unmanned aerial systems*), (federazioni di) *bot* usati nel *customer service*, nei *social media*, nella realtà virtuale/metaverso. E' previsto l'utilizzo di diversi strumenti software a supporto delle varie fasi del ciclo di vita, e di strumenti "*domain-specific*", quali ad esempio simulatori per uno specifico dominio applicativo.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del corso, lo studente deve dimostrare di aver acquisito familiarità con tutte le fasi del ciclo di vita di un sistema basato su AI, dall'analisi dei requisiti, alla progettazione, al test, alla valutazione e assicurazione della qualità. Per ciascuna fase, lo studente acquisirà conoscenze e competenze relative ai processi, alle tecniche, ai linguaggi e agli strumenti necessari all'ingegnerizzazione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso, lo studente deve dimostrare di saper integrare competenze e soluzioni di intelligenza artificiale (ed, in particolare, *machine learning -ML*) nei processi di ingegnerizzazione dei sistemi basati su AI. Il processo formativo è orientato a fornire le competenze per utilizzare gli strumenti necessari a progettare, testare, valutare e migliorare la qualità dei sistemi basati su AI.

PROGRAMMA-SYLLABUS

Part I. Introduzione.

Concetti introduttivi. *Learning-Enabled Autonomous Systems, Cyber-Physical Systems, Self-Adaptive Systems*. Esempi di applicazione. Ciclo di vita dei sistemi intelligenti. Analisi dei requisiti, design, sviluppo, V&V, *quality assessment*, evoluzione/manutenzione. Monitoraggio a *runtime*, tolleranza ai guasti.

Part II. Analisi e Progettazione.

System-level design. Modellazione dei requisiti di sistema. *Model-based System and Software Engineering*. Simulazione, Co-simulazione. Linguaggi di modellazione (SysML, UML). Linguaggi di modellazione domain-specific (DSML) per *self-adaptiveness*. Approcci agili, DevOps, DevSecOps, ModDevOps.

Model-level (AI/ML component) design. Richiami di ML. Il workflow ML. MLOps. Progettazione, sviluppo del modello e fase operativa. *Data Engineering pipeline; Model Engineering pipeline, deployment, monitoring, logging; Code Engineering pipeline*.

Part III. Test.

Test di modelli di ML, verifica e validazione. Test di Deep Neural Networks (DNN). Test black-box, test combinatoriale. Test white-box, criteri di adeguatezza. Il problema dell'oracolo. *Multiple-implementation testing*. Pseudo-oracoli. *Metamorphic testing e mutation testing*. *Operational testing* per stima dell'accuratezza di DNN. *Generative Adversarial Networks: Adversarial testing*. Test di Bot (*social testing*). Cenni a formal verification di DNN. Test di sistemi AI, test di integrazione, test di accettazione. Test *model-based*. Test di conformità.

Part IV. Quality assurance.

Attributi di qualità di sistemi AI. Dependability, security, privacy. Interpretability, explainability. Analisi delle prestazioni. Attributi self-*. Tecniche di *Fault avoidance*, *Fault tolerance*, *Fault removal* nel ML. Stima della qualità *model-based*, *measurement-based*. Certificazione di *safety* dei sistemi AI. *Diverse redundancy*, *runtime monitoring*. Stima dell'affidabilità.

Esempi/casi di studio di progettazione e test nei domini applicativi. Sistemi a guida autonoma; velivoli senza conducente; bot usati nel *customer service*, nei social media, nella realtà virtuale/metaverso.

MATERIALE DIDATTICO

LIBRO DI TESTO

Engineering Intelligent Systems - Systems Engineering and Design with Artificial Intelligence, 2022, Barclay R. Brown, Wiley. ISBN: 978-1-119-66563-2

TRASPARENZE DALLE LEZIONI ED ESERCITAZIONI disponibili sul sito web docenti di Ateneo sulla piattaforma Microsoft Teams.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa l'70% delle ore di lezione totali, b) esercitazioni guidate per circa il 30% delle ore di lezione totali.

VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

L'esame prevede lo svolgimento di un elaborato progettuale ed in una prova orale.

b) Modalità di valutazione:

L'elaborato progettuale e la prova orale sono orientati ad accertare le conoscenze e le competenze acquisite in tutte le fasi del ciclo di vita di un sistema basato su AI. La valutazione è pertanto proporzionale al grado di conoscenza e capacità di applicazione di quanto appreso in ogni fase.