

## SYLLABUS DEL CORSO

### Artificial Intelligence

2324-2-F1801Q155

---

#### Obiettivi

L'obiettivo del corso è quello di mettere in grado lo studente di padroneggiare conoscenze e strumenti di base necessari per affrontare la comprensione, l'utilizzo e la creazione di sistemi di Intelligenza Artificiale (IA), insieme alle capacità di analizzare classi di problemi e relative soluzioni basate su IA.

L'Intelligenza Artificiale si è sviluppata affrontando una vasta gamma di problemi, dalla risposta a domande complesse in linguaggio naturale, alla gestione di agenti autonomi in ambienti cooperativi, ramificandosi così in un ampio insieme di approcci metodologici e discipline più specifiche quali la rappresentazione della conoscenza, i sistemi multi-agente, l'apprendimento automatico, la robotica, etc.. Laddove alcune tecniche specifiche per la soluzione di questi problemi sono affrontate anche in altri corsi, questo corso si prefigge un duplice obiettivo:

- fornire un **quadro di insieme della disciplina incentrato sul concetto di agente intelligente**, mettendo in condizione lo studente di inquadrare criticamente problemi, soluzioni e approcci metodologici specifici nell'ambito dello sviluppo di sistemi intelligenti.
- fornire un **approfondimento su alcune tematiche** e soluzioni di particolare importanza per lo sviluppo di sistemi intelligenti oggi, ovvero: 1) IA autonoma, 2) IA incorporata ("embodied") e affettiva, 3) IA basata su conoscenza e apprendimento.

A supporto degli obiettivi sopra elencati verranno forniti strumenti concettuali, computazionali e metodologici per comprendere e sviluppare soluzioni innovative a problemi di automazione mediante tecniche avanzate di Intelligenza Artificiale.

#### Contenuti sintetici

Il corso adotta il **paradigma ad agenti** come strumento concettuale di base per inquadrare in maniera organica diversi problemi e modelli proposti nell'Intelligenza Artificiale moderna. In particolare si caratterizzeranno gli agenti

dal punto di vista dell'autonomia e di rapporti quali quello tra agente ed ambiente, comportamento e percezione, e comportamento e conoscenza.

Una seconda parte del corso è dedicato alla **modellazione del comportamento di agenti intelligenti** in funzione della percezione mediante sensori, del coordinamento in sistemi multi-agente. Verranno discussi modelli per la simulazione mediante sistemi multi-agente, per la modellazione della percezione mediante sensori in sistemi complessi, e per l'affective computing. Le applicazioni discusse in questa parte riguardano sistemi per la simulazione, e sistemi basati sul comportamento adattivo degli agenti.

Una terza parte del corso è dedicato all'**Intelligenza Artificiale basata su conoscenza**, con particolare attenzione al rapporto tra conoscenza e apprendimento e a quello tra linguaggio e pensiero. Verrà introdotto il tema della modellazione e apprendimento di rappresentazioni linguistiche, come nel caso dei large language model, e di rappresentazione strutturate, come nel caso dei knowledge graph e di basi di conoscenza neuro-simboliche. Le applicazioni coperte in questa parte del corso si riferiscono a tutte quelle applicazioni fortemente basate sulla modellazione e il recupero di conoscenze sul mondo in sistemi ibridi, ovvero basati sull'integrazione di rappresentazioni simboliche e sub-simboliche, quali question answering, modellazione di sistemi di AI "FAIR", e analisi di quantità massive di dati, etc.

## Programma esteso

1. Introduzione: apprendimento e ragionamento nell'Intelligenza Artificiale; interpretazione, ragionamento, previsione, controllo; il concetto di agente autonomo (definizione, classificazione, comportamento, modelli di agenti con riflessi semplici, con memoria, basati su obiettivi, basati sull'utilità).
2. Modelli e meccanismi di interazione nei multi-agent systems (MAS): collective artificial intelligence e sistemi complessi; modellazione, simulazione, analisi di comportamenti auto-organizzanti;
3. Sensori e affective computing: modellazione, simulazione, analisi di comportamenti auto-organizzanti;
4. Dalla rappresentazione della conoscenza all'apprendimento di rappresentazioni mediante neural network: basi di conoscenza, knowledge graph e ontologie; apprendimento di rappresentazioni linguistiche, word embeddings, e large language models (BERT, GPT-X); apprendimento di rappresentazioni di grafi di conoscenza mediante neural network: knowledge graph embeddings;
5. Integrare conoscenza e apprendimento: estrazione di informazioni e costruzione di basi di conoscenza (Named Entity Recognition, Named Entity Linking, estrazione di relazioni); modelli di IA neuro-symbolici (Logic Tensor Network).

## Prerequisiti

Conoscenze logico-matematiche di base. Conoscenze relative all'apprendimento automatico e alle reti neurali profonde.

## Modalità didattica

Lezioni frontali ed esercitazioni con i personal computer degli studenti. Uso della piattaforma Moodle. Seminari su

applicazioni delle tecnologie semantiche a problemi reali da parte di esperti del mondo dell'industria.

Il corso è tenuto in lingua Inglese.

## Materiale didattico

Libri di testo:

S.J. Russell, P. Norvig, "Intelligenza Artificiale: un approccio moderno", 2a edizione, Pearson - Prentice Hall, 2005 (volume 1)

J. Ferber, Multi-agent systems: An introduction to distributed artificial intelligence, Addison-Wesley Professional, 1999: sintesi a dispense disponibile sull'e.learning del Corso.

Tommaso Di Noia, Roberto De Virgilio, Eugenio Di Sciascio, Francesco M. Donin. Semantic Web. Tra ontologie e Open Data. 1° ed. (Apogeo, 2013), pp. 240

Libri consigliati:

C. Cornoldi, L'intelligenza, Il Mulino Ed., 2009. Cesare Cornoldi. Formicai, imperi, cervelli: introduzione alla scienza della Complessità (Il Mulino, 2007), pp. 235.

Grigoris Antoniou, Paul Groth, Frank van Harmelen, Rinke Hoekstra. A Semantic Web Primer (Information Systems) third edition. The MIT Press; third edition edition (August 24, 2012), pp. 288.

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Semestre I

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

La valutazione finale è costituita dall'aggregazione dei punteggi ottenuti in due valutazioni indipendenti.

- La prima valutazione è basata su un **progetto d'esame o approfondimento tematico**, effettuato individualmente o in gruppo, e finalizzato all'approfondimento di un argomento specifico trattato nel corso o collegato ad argomenti trattati nel corso; progetto e approfondimento vengono entrambi discussi attraverso una **presentazione orale supportata da slide** della durata di 20 min circa; è possibile, durante la presentazione, includere una breve demo del progetto svolto; l'**approfondimento** consiste di una rassegna bibliografica su un argomento, in cui lo studente discute e compara soluzioni proposte nello stato dell'arte a uno specifico problema. *La valutazione si basa su: significatività del progetto rispetto agli argomenti trattati nel corso, rigore metodologico (nei limiti di quanto ragionevole chiedere per un progetto d'esame); padronanza dell'argomento approfondito dimostrata durante la presentazione orale.*
- La seconda valutazione è basata sulla **verifica della conoscenza degli argomenti affrontati durante il corso** mediante svolgimento di esercizi pratici da discutere durante l'orale.

## **Orario di ricevimento**

Su richiesta.

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---