



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Artificial Intelligence

2223-2-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, insieme alle capacità di analizzare classi di problemi particolarmente adatti ad essere trattati con metodi e tecniche caratterizzanti della disciplina.

L'Intelligenza Artificiale si è sviluppata affrontando una vasta gamma di problemi, dall'elaborazione del 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.. L'obiettivo più specifico di questo corso è pertanto duplice:

- fornire un **quadro di insieme della disciplina incentrato sul concetto di agente intelligente**, con l'obiettivo di mettere in condizione lo studente di inquadrare approcci metodologici diversi e discipline specifiche nell'ambito dello sviluppo di sistemi intelligenti.
- fornire un approfondimento su **metodologie basate su rappresentazione ed apprendimento della conoscenza**, con particolare attenzione all'integrazione di paradigmi simbolici basati sulla rappresentazione esplicita della conoscenza e paradigmi basati sull'apprendimento automatico, con l'obiettivo di fornire agli studenti competenze utili per realizzare basi di conoscenza e applicazioni finali risultanti dall'integrazione di questi due paradigmi.

Se da un lato si intende fornire un quadro di insieme, indicando anche relazioni con i contenuti forniti in altri corsi, dall'altro si intende fornire un insieme di strumenti teorici e pratici che caratterizzano già oggi applicazioni di rilievo dell'Intelligenza Artificiale in ambito sia scientifico che industriale (grafi di conoscenza, motori inferenziali, tecniche di embedding, natural language processing).

Infine, considerando le differenze ma anche sempre più strette relazioni tra ricerca scientifica e applicazioni industriali, il corso intende discutere dei limiti delle metodologie esistenti, sia dal punto di vista scientifico, sia dal punto di vista delle applicazioni industriali, e delle conseguenti sfide per il futuro.

## Contenuti sintetici

- Introduzione all'IA e Agente come astrazione unificante per la disciplina
- Rappresentazione della conoscenza e ragionamento automatico: come codificare conoscenza per supportare applicazioni robuste basate sulla sua elaborazione
- Apprendimento di rappresentazioni dai dati con reti neurali profonde: alcuni principi e modelli di riferimento
- Costruire basi di conoscenza da sorgenti esistenti combinando rappresentazione e apprendimento.
- Verso l'integrazione profonda di rappresentazione della conoscenza, ragionamento e apprendimento: integrazione neuro-simbolica

## 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. Rappresentazione della conoscenze e ragionamento automatico: grafi di conoscenza; ontologie e ragionamento automatico (RDFS, OWL); ragionamento basato su regole e ragionamento non monotono (datalog e answer set programming).
3. Apprendere rappresentazioni con reti neurali profonde: semantica distribuzionale; rappresentazioni in spazi vettoriali; apprendimento di rappresentazioni (knowledge graph embeddings, link prediction, allineamento tra rappresentazioni).
4. Introduzione alle tecniche per l'estrazione di conoscenza da documenti non strutturati: named entity recognition, entity linking, relation extraction.
5. Introduzione alle tecniche di integrazione neuro-simbolica: Logic Tensor Network e KENN.

## Prerequisiti

Conoscenze logico-matematiche di base. Conoscenze di base su reti neurali.

## Modalità didattica

Lezioni frontali ed esercitazioni con i personal computer degli studenti. Uso della piattaforma Moodle. Seminari su applicazioni reali da parte di esperti del mondo dell'industria.

Il corso è tenuto in lingua Inglese.

## Materiale didattico

Libri di testo (specific sections in):

Artificial Intelligence: a Modern Approach. S.J. Russell, P. Norvig, 4th Edition, Pearson, 2020.

Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents, second edition. Pool, D, and Mackworth, A. Cambridge University Press 2017.

Knowledge Graphs: Fundamentals, Techniques, and Applications. Kejriwal, Mayank, Craig A. Knoblock, and Pedro Szekely. MIT Press, 2021.

Materiale aggiuntivo fornito durante il corso (papers, slide, etc.)

More material provided during the course.

## 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**, effettuato individualmente o in gruppo, e finalizzato all'approfondimento di un argomento specifico trattato nel corso o collegato ad argomenti trattati nel corso; il progetto viene discusso 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. 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 valutazione di esercizi (assignment) da completare individualmente e discussione orale. Gli assignment verranno valutati e discussi in sede d'esame, dopo la discussione del progetto.

## Orario di ricevimento

Su richiesta.

## Sustainable Development Goals

## ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---