



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Artificial Intelligence

2122-2-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.. Se in passato approcci metodologici differenti 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 alcune tematiche di fondamentale importanza per lo sviluppo di sistemi intelligenti, ovvero sui **principali approcci metodologici utilizzati oggi per rappresentare conoscenze e alimentare meccanismi inferenziali**, supportando così la realizzazione di sistemi intelligenti applicati a problemi reali. In particolare, ci si concentrerà sul legame bidirezionale e sempre più importante tra **rappresentazione della conoscenza e apprendimento automatico**, con l'obiettivo di fornire agli studenti competenze utili per realizzare basi di conoscenza usando e integrando sia approcci di tipo logico che approcci basati su ragionamento automatico.

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. Il corso si rivolge studenti che ambiscano a inserirsi in ambienti lavorativi e di ricerca in cui prevalgano scelte innovative per la soluzione di problemi complessi e ambiti a forte valenza multidisciplinare.

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. Usando tale paradigma come riferimento, verranno approfonditi alcuni aspetti salienti relativi all'elaborazione della conoscenza in sistemi multi-agente, quali: l'interazione tra agenti e il coordinamento tra agenti, la rappresentazione della conoscenza e l'inferenza, la percezione e l'estrazione di conoscenza, la comunicazione tra agenti e l'armonizzazione di conoscenze eterogenee, la relazione tra apprendimento e ragionamento. I temi approfonditi nel corso prevedono la selezione di modelli computazionali di particolare impatto innovativo, adatti ad essere utilizzati per realizzare soluzioni innovative in scenari tecnologici presenti e futuri, che richiedono soluzioni complesse.

In una prima parte del corso ci si occuperà del paradigma ad agenti, dell'intelligenza artificiale collettiva e di sistemi Multi-agent, dove il comportamento intelligente sia ottenuto tramite l'azione e l'interazione di agenti intelligenti autonomi. Applicazioni di esempio di questo paradigma saranno discusse in relazione al contesto della simulazione di sistemi complessi e auto-organizzanti con l'illustrazione di esempi applicativi su smart-cities, crowd-management e cyberphysical systems. Il corso prevede la discussione di progetti, applicazioni reali, e casi di studio paradigmatici, oltre favorire una visione multidisciplinare delle problematiche affrontate. La seconda e più corposa parte del corso tratterà di intelligenza come capacità di inferire nuove conoscenze mediante ragionamento automatico e apprendimento; in questa parte del corso si studieranno modelli per la rappresentazione e l'elaborazione semantica della conoscenza su vasta scala, con particolare riferimento al Web, e a modelli formali e tecnologici innovativi entrati ormai a far parte delle tecnologie ICT più avanzate presenti sul mercato (si pensi a sistemi come IBM Watson, al Google Knowledge Graph, a portali quali quelli della BBC o del New York Times). Particolare enfasi verrà data alle tecniche di machine learning applicate a sistemi di gestione della conoscenza. Infine si introdurrà uno dei temi più recenti nell'Intelligenza Artificiale contemporanea, ovvero lo sviluppo di sistemi neuro-simbolici, dove apprendimento e ragionamento vengono combinati in maniera nativa.

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, regole di inferenza (RDFS, OWL, SWRL).
3. Introduzione alle tecniche per l'estrazione di conoscenza da documenti non strutturati: named entity recognition, entity linking, relation extraction.
4. Rappresentazione della conoscenza e reti neurali profonde: semantica distribuzionale; rappresentazioni in spazi vettoriali; apprendimento di rappresentazioni (knowledge graph embeddings, link prediction, allineamento tra rappresentazioni); integrazione neuro-simbolica e problemi aperti

5. Modelli e meccanismi di interazione nei multi-agent systems (MAS): collective artificial intelligence e sistemi complessi; modellazione, simulazione, analisi di comportamenti auto-organizzanti; apprendimento per rinforzo

Prerequisiti

Conoscenze logico-matematiche di base.

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 una delle seguenti modalità, scelta liberamente dallo studente:
 1. esame orale sostenuto in concomitanza con la discussione della prima prova
 2. due prove in itinere costituite da esercizi e domande aperte: una relativa ai primi argomenti trattati nel corso (agenti autonomi, modelli e meccanismi di interazione nei multi-agent systems) e una relativa agli argomenti trattati nella seconda parte del corso (rappresentazione della conoscenza, estrazione di informazioni, semantica distribuzionale).

Nel periodo di emergenza Covid-19, qualora non sia possibile effettuare esami scritti in presenza, le prove in itinere verranno sostituite da esercizi da effettuare individualmente e verificati durante l'esame orale.

Nel periodo di emergenza Covid-19 gli esami orali saranno solo telematici. Verranno svolti utilizzando la piattaforma WebEx e nella pagina e-learning dell'insegnamento verrà riportato un link pubblico per l'accesso all'esame di possibili spettatori virtuali.

Orario di ricevimento

Su richiesta.
