

Principali informazioni sull'insegnamento	
Titolo insegnamento	Ingegneria della Conoscenza
Corso di studio	Informatica (LT)
Crediti formativi	6 (4+1+1)
Denominazione inglese	Knowledge Engineering
Obbligo di frequenza	no
Lingua di erogazione	Italiano

Docente responsabile	Nome Cognome	Indirizzo Mail
	Nicola Fanizzi	nicola.fanizzi@uniba.it

Dettaglio credi formativi	Ambito disciplinare	SSD	Crediti
	Informatico	ING-INF/05	6

Modalità di erogazione	
Periodo di erogazione	I semestre
Anno di corso	III
Modalità di erogazione	Lezioni frontali <ul style="list-style-type: none"> • 22 lezioni frontali per 47 ore <ul style="list-style-type: none"> ◦ 32 di lezioni teoriche e 15 su esempi/esercizi • 25 ore di progetto individuale

Organizzazione della didattica	
Ore totali	150 (= 47+103, corrispondenti a 6 CFU)
Ore di corso	47 (= 32+15, lezioni frontali+esercitazioni)
Ore di studio individuale	103 <ul style="list-style-type: none"> • 25 di progetto individuale • 68 per le lezioni teoriche • 10 per le esercitazioni guidate

Calendario	
Inizio attività didattiche	5 ottobre 2020
Fine attività didattiche	13 gennaio 2021

Syllabus	
Prerequisiti	Conoscenza dei paradigmi di programmazione, conoscenza delle strutture dati dinamiche e delle nozioni di algoritmica. Competenze specifiche e abilità nella modellazione delle basi di dati. Nozioni basilari di probabilità e statistica
Risultati di apprendimento previsti (declinare rispetto ai Descrittori di Dublino) (si raccomanda che siano coerenti con i risultati di apprendimento del CdS, compreso i risultati di apprendimento trasversali)	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione Lo studente dovrà acquisire competenze diverse nella specifica e nella progettazione di <i>sistemi</i> intelligenti basati su <i>conoscenza</i> , che comprendono sia la padronanza degli aspetti <i>teorici</i> sottesi, sia <i>capacità implementative</i> , di <i>valutazione</i> e miglioramento di sistemi

esistenti in diversi domini applicativi. Accanto agli aspetti teorici dei modelli logico-matematici, lo studente imparerà ad approcciare problemi complessi mediante opportuni modelli di rappresentazione, realizzati attraverso la codifica della conoscenza di dominio in forma dichiarativa e che prevedano la progettazione di tecniche di risoluzione basate sull'esplorazione degli spazi di ricerca modellati. All'interno del vasto ambito dell'intelligenza artificiale, gli obiettivi formativi saranno focalizzati attorno a tre direttrici principali:

1. i formalismi per la *rappresentazione della conoscenza*: proposizionale, primo ordine
2. le forme di *ragionamento automatico*: deduzione, abduzione, induzione; ragionamento in presenza di incertezza e relativi modelli (es. probabilistici)
3. le tecniche di *acquisizione della conoscenza*: approccio induttivo basato sull'apprendimento automatico; modelli di classificazione e loro valutazione; approccio probabilistico, esteso anche a rappresentazioni multi-relazionali

Lo studente avrà preso consapevolezza delle possibilità e dei limiti delle metodologie basate su conoscenza e sarà in grado di comprendere quali siano le tecniche più appropriate ad affrontare specifici problemi.

- **Conoscenza e capacità di comprensione applicate**

Lo studente, compresi i limiti degli approcci classici e relativi strumenti, dovrà imparare a cogliere le opportunità offerte dalle soluzioni tecnologiche diverse, basate anche su paradigmi dichiarativi, miranti allo sviluppo di sistemi per problemi complessi che richiedano un comportamento intelligente che si adatti all'evoluzione della conoscenza disponibile. In particolare, lo studente imparerà a sviluppare autonomamente, anche collaborando con un gruppo ristretto di colleghi, sistemi basati sulla conoscenza di un dominio applicativo di interesse, per la soluzione di un problema, attraverso tecnologie emergenti in ambito *knowledge management/engineering* utili a risolvere problemi di aiuto alle decisioni, classificazione, diagnosi, ecc., utilizzando ambienti di sviluppo adeguati e integrando paradigmi di programmazione diversi.

- **Autonomia di giudizio**

Gli studenti dovranno maturare la capacità di valutare criticamente quanto appreso, formulando un proprio punto di vista da sostenere nell'ambito di un gruppo di lavoro, operando così in modo efficace come individuo all'interno di una squadra. Tale capacità potrà essere acquisita anche attraverso specifici problemi posti a lezione e durante la fase di sviluppo del progetto. Essa viene verificata durante la prova orale, nella discussione del progetto realizzato, occasione per chiarire le scelte implementate e anche per evincere i contributi personali dei partecipanti al gruppo di lavoro

- **Abilità comunicative**

Il tipo di professionalità richiesto dal lavoro di gruppo e l'esigenza di interloquire con committenti e utenti finali, allo scopo di comprenderne le esigenze e rappresentare loro efficacemente i

ritorni delle scelte progettuali fatte, impone, in fase di sviluppo del progetto, l'identificazione e l'acquisizione di abilità che vanno oltre la padronanza della terminologia e le competenze tecniche. Durante tale fase, l'identificazione delle sorgenti di conoscenza, la discussione col docente e con i colleghi del gruppo di lavoro delle possibili scelte progettuali e delle soluzioni implementative spinge alla rappresentazione, alla comunicazione e alla riconsiderazione delle proprie idee.

- **Capacità di apprendere**

Si suppone che studenti del terzo anno abbiano acquisito un buon livello di autonomia nell'apprendimento e maturato un proprio approccio metodologico, utili ad affrontare studi successivi e/o di proseguire il proprio percorso formativo in modo autonomo, tenendosi aggiornati rispetto alla continua evoluzione tecnologica caratteristica della disciplina. Lo studente deve essere in grado di consultare materiale bibliografico tradizionale o reperibile attraverso diversi canali possibili; deve essere capace di sintetizzare il contenuto di libri di testo e/o manuali tecnici (prevalentemente in Inglese) e di utilizzarlo in fase di sviluppo di progetto; deve esporre quanto appreso durante la prova orale. Le linee guida all'apprendimento sono date dai contenuti delle slide delle lezioni e delle esercitazioni tenute dal docente, materiale a disposizione degli studenti. L'esposizione dell'elaborato finale del progetto nel colloquio orale rappresenta il momento di verifica di tali capacità.

<p>Contenuti di insegnamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzione ai Sistemi Basati su Conoscenza: risoluzione di problemi attraverso KBS; rappresentazione, ragionamento, apprendimento; dimensioni della complessità • Fondamenti - Problemi e Ricerca delle Soluzioni: algoritmi di ricerca: su strutture (finite e non); dalla ricerca non informata a quella euristica • Ragionamento con vincoli: Problemi di soddisfazione di vincoli: algoritmi basati su consistenza; Ricerca locale e stocastica; Metodi basati su popolazioni; Problemi di ottimizzazione: vincoli rigidi e flessibili • Rappresentazione della Conoscenza (Proposizionale): formalismo, fatti e regole, clausole definite, domande e conoscenza di fondo; Spiegazione e Debugging a livello di conoscenza; Ragionamento per contraddizione, clausole di Horn, diagnosi, ragionamento con assunzioni; Ragionamento non monotono, assunzione di conoscenza completa e NAF; Abduzione • Rappresentazione Relazionale e Ragionamento su Individui e Relazioni: DATALOG, regole e query del primo ordine; Sostituzioni e dimostrazioni: istanze e sostituzioni; procedura bottom-up con variabili; unificazione; risoluzione definita con variabili; introduzione delle funzioni; Ragionamento: uguaglianza, UNA e CWA (assunzione di conoscenza completa) • Ontologie e Basi di Conoscenza Distribuite: Condivisione della conoscenza; rappresentazioni grafiche e Classi; Ontologie e Basi di conoscenza distribuite: URI, Logiche Descrittive (<i>Web Semantico e Web dei Dati</i>); Implementare KBS attraverso meta-interpreti • Apprendimento Supervisionato: Fondamenti: induzione di conoscenza; Problemi di classificazione/regressione; Valutazione dei modelli induttivi: misura dell'errore; Modelli-base di classificazione: alberi di decisione; regressione logistica; Sovradattamento; Modelli neurali (cenni sul <i>deep learning</i>); Modelli Compositi: <i>Random Forest, Ensemble; Case-Based Reasoning</i>; Apprendimento come Raffinamento di uno Spazio di Ipotesi: <i>Version-Space</i> • Ragionamento in Presenza di Incertezza: Probabilità: Semantica; definizione Assiomatica, probabilità condizionata; valori attesi, misure d'informazione; Indipendenza; Belief Network: osservazioni e query, costruzione di BN; Inferenza Probabilistica; Modelli Sequenziali: catene di Markov: HMM, BN Dinamiche; Simulazione Stocastica per il ragionamento approssimato, MCMC • Apprendimento Probabilistico: classificatori probabilistici, apprendimento ML e MAP, principio della lunghezza minimale delle descrizioni (MDL); Apprendimento non supervisionato: hard (k-Means) e soft clustering (EM); Apprendimento di BN: imparare le distribuzioni, variabili latenti, dati mancanti, apprendimento della struttura; Apprendimento bayesiano • Modelli probabilistici relazionali*: ragionamento su modelli relazionali appresi attraverso estensioni delle tecniche di ML
----------------------------------	--

Programma	
Testi di riferimento	<p>Testo Base</p> <p>D. L. Poole & A. K. Mackworth: <i>Artificial Intelligence</i>. 2/e. Cambridge</p> <p>Testi complementari per approfondimenti</p> <p>S. Russell & P. Norvig: <i>Artificial Intelligence: A Modern Approach</i>. 3rd ed. Pearson (anche in edizione italiana)</p>
Note ai testi di riferimento	Articoli indicati, dispense e altro materiale messo a disposizione durante lo svolgimento del corso attraverso il sito presso la piattaforma di e-learning
Metodi didattici	<p>Lezioni frontali teoriche [slide]</p> <p>Discussione su esercizi proposti</p> <p>Guida allo sviluppo di un progetto concordato</p>
Metodi di valutazione	<p>Esame orale: domande sulla teoria e discussione del progetto realizzato.</p> <p>Il progetto andrà consegnato preventivamente, insieme alla sua documentazione, di norma attraverso la piattaforma e-learning ovvero altra modalità eventualmente indicata.</p>
Criteri di valutazione (per ogni risultato di apprendimento atteso su indicato, descrivere cosa ci si aspetta lo studente conosca o sia in grado di fare e a quale livello al fine di dimostrare che un risultato di apprendimento è stato raggiunto e a quale livello)	<p>Il progetto realizzato sarà valutato in base alle seguenti caratteristiche:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>originalità/significatività</i> 2. <i>comprensività/completezza</i> 3. <i>complessità</i> 4. <i>generalità</i> 5. <i>qualità della valutazione</i> <p>Inoltre lo studente deve essere in grado di rispondere a domande sulla disciplina, dimostrando</p> <ul style="list-style-type: none"> • il grado di padronanza degli argomenti in programma e di competenza a livello teorico-tecnico; • il livello di comprensione delle caratteristiche del problema affrontato, del suo dominio, del modello scelto e delle tecniche impiegate nella soluzione.
Altro	