



Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	<b>Ingegneria della Conoscenza</b>
Corso di studio	Informatica
Anno di corso	III
Crediti formativi universitari (CFU)	6
SSD	ING-INF/05
Lingua di erogazione	Italiano
Periodo di erogazione	I Semestre: 26/9/2022-13/01/2023
Obbligo di frequenza	No

Docente	
Nome e cognome	Nicola Fanizzi
Indirizzo mail	nicola.fanizzi@uniba.it
Telefono	080 544 2246
Sede	Ufficio 522, 5°p., Dipartimento di Informatica, Campus, Via Orabona 4 Bari
Sede virtuale	<a href="http://elearning.di.uniba.it">http://elearning.di.uniba.it</a> <a href="https://unibari.sharepoint.com/sites/ICon">https://unibari.sharepoint.com/sites/ICon</a>
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Mercoledì 11:30-13:30 previo appuntamento Possibili variazioni, ad es. nei periodi di lezione, indicate sul <a href="#">sito-docente</a>

Syllabus	
<b>Obiettivi formativi</b>	L'insegnamento si propone di fornire solide competenze teorico-pratiche nell'ambito dell' <i>Ingegneria della Conoscenza</i> e specificamente capacità di risoluzione di problemi complessi attraverso metodi e modelli della conoscenza di dominio per la rappresentazione, il ragionamento, l'apprendimento, anche in presenza di incertezza. Capacità di astrazione e, al contempo, di applicazione dei modelli a specifici problemi, nonché la loro valutazione quantitativa rappresentano obiettivi non meno importanti del corso.
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze di base su <i>algoritmica e strutture dati, logica e analisi matematica, basi di dati, teoria della probabilità e statistica</i>
<b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Introduzione ai Sistemi Basati su Conoscenza:</b> Conoscenza e Intelligenza; Scienza e Ingegneria; Sistemi basati sulla conoscenza (KBS): Progettazione; KBS: rappresentazione, ragionamento, apprendimento. Dimensioni della complessità (capp. 1-2)</li> <li>• <b>Fondamenti - Problemi e Ricerca delle Soluzioni:</b> Spazi di stati, grafi; algoritmi di ricerca su strutture (finite e non); Strategie non informate; Ricerca euristica; Potatura; Estensioni a strategie più sofisticate (cap.3)</li> <li>• <b>Ragionamento con vincoli:</b> Mondi possibili, variabili, vincoli; CSP; Algoritmi base: G&amp;T, ricerca su grafo; Algoritmi basati su consistenza, Separazione dei Domini, Eliminazione di variabili; Ricerca locale e algoritmi stocastici; Metodi basati su popolazioni; <b>Ottimizzazione:</b> vincoli rigidi e flessibili (cap.4)</li> <li>• <b>Rappresentazione della Conoscenza (Proposizionale):</b> Proposizioni (sintassi e semantica); dai vincoli proposizionali alle clausole definite: algoritmi di ragionamento; Questioni di rappresentazione della conoscenza: spiegazione e debugging; Ragionamento per contraddizione: clausole di Horn, diagnosi basata su consistenza, ragionamento con assunzioni; Assunzione di conoscenza completa: ragionamento non monotono e NAF; Abduzione (cap.5)</li> <li>• <b>Rappresentazione e Ragionamento Relazionale:</b> Struttura relazionale; Simboli e Semantica; Datalog: regole e query del primo ordine; Sostituzioni e dimostrazioni: unificatori e procedure di dimostrazione TD / BU; Introduzione delle funzioni: programmazione logica; Uguaglianza: assiomatizzazione / procedure di ragionamento, UNA; Assunzione di conoscenza completa e NAF</li> </ul>



	<p>(cap.13)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Implementazione di KBS. Ontologie:</b> Implementare KBS attraverso metainterpreti: estendere / restringere linguaggi di rappresentazione, esempi; Condivisione della conoscenza; Rappresentazioni flessibili: rappresentazioni grafiche e classi; Ontologie e Basi di conoscenza distribuite: Web Semantico, URI, RDF, RDF-S, OWL e logiche descrittive (cap.14)</li> <li>• <b>Apprendimento Supervisionato:</b> Apprendimento automatico: problematiche; Apprendimento supervisionato: problemi di classificazione/regressione, valutazione di modelli predittivi: misura dell'errore; Modelli-base di classificazione/regressione: alberi di decisione; modelli lineari e regressione logistica; Sovradattamento: pseudoconteggi, regolarizzazione, cross-validation; Modelli neurali: separabilità lineare, estensioni dei modelli lineari: SVM e kernel machine; Modelli ensemble: bagging (random forest) boosting, stacking (cenni); Case-Based Reasoning: kNN (cap.7)</li> <li>• <b>Ragionamento e Incertezza:</b> Richiami su probabilità; Indipendenza; Belief Network: osservazioni e query, costruzione; Inferenza: esatta/approssimata; Modelli Sequenziali: Catene di Markov: HMM, BN dinamiche; Simulazione stocastica: campionamento, forward sampling, MCMC (cap.8)</li> <li>• <b>Apprendimento Probabilistico:</b> Apprendimento: modelli ML e MAP, classificatori probabilistici, bayesiani: Naive Bayes, MAP e lunghezza delle descrizioni (MDL); Apprendimento non supervisionato: hard clustering (k-Means) e soft clustering (EM); Apprendimento di BN: imparare distribuzioni, variabili latenti, dati mancanti, apprendimento della struttura (cap.10)</li> </ul>
<b>Testi di riferimento</b>	<p><b>Testo Base</b> D. L. Poole &amp; A. K. Mackworth: Artificial Intelligence. 2/e. Cambridge (cap.1-5,7-8,10,13)</p> <p><b>Testi complementari per approfondimenti</b> S. Russell &amp; P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson (anche in edizione italiana)</p>
<b>Note ai testi di riferimento</b>	<p>Sito del testo, con materiale per le esercitazioni e per il progetto finale: <a href="https://artint.info/2e/html/ArtInt2e.html">https://artint.info/2e/html/ArtInt2e.html</a></p> <p>Altro materiale indicato durante lo svolgimento dell'insegnamento anche attraverso le piattaforme di e-learning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sharepoint: <a href="https://unibari.sharepoint.com/sites/ICon/">https://unibari.sharepoint.com/sites/ICon/</a></li> <li>• ADA: <a href="https://elearning.di.uniba.it/course/info.php?id=1066">https://elearning.di.uniba.it/course/info.php?id=1066</a></li> </ul>

<b>Organizzazione della didattica</b>			
<b>Ore</b>			
Totali	Didattica frontale	Pratica (esercitazione)	Studio individuale
150	32	15	103
<b>CFU/ETCS</b>			
6	4	1	1 (progetto/25h)

<b>Metodi didattici</b>	<p>Lezioni frontali teoriche [con l'ausilio di slide] Esempi/esercizi (cfr. anche indicazioni sulla piattaforma ADA) Guida allo sviluppo di un progetto di KBS</p>
-------------------------	--



Risultati di apprendimento previsti	
<b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lo studente dovrà acquisire competenze diverse nella specifica e nella progettazione di sistemi intelligenti basati su conoscenza, che comprendono sia la padronanza degli aspetti teorici sottesi, sia capacità implementative, di valutazione e miglioramento di sistemi esistenti in diversi domini applicativi.</li><li>• 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.</li><li>• All'interno del vasto ambito dell'intelligenza artificiale, gli obiettivi formativi saranno focalizzati attorno a tre direttrici principali:<ol style="list-style-type: none"><li>1. i formalismi per la rappresentazione della conoscenza: proposizionale, primo ordine</li><li>2. le forme di ragionamento automatico: deduzione, abduzione, induzione; ragionamento in presenza di incertezza e relativi modelli (es. probabilistici)</li><li>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</li></ol></li><li>• 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.</li></ul>
<b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 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.</li><li>• 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.</li></ul>



<p><b>Competenze trasversali</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Autonomia di giudizio</i> 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</li> <li>• <i>Abilità comunicative</i> 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.</li> <li>• <i>Capacità di apprendere in modo autonomo</i> Si suppone che studenti del III 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. L'esposizione dell'elaborato finale del progetto nel colloquio orale rappresenta il momento di verifica di tali capacità.</li> </ul>
--------------------------------------	---

<p><b>Valutazione</b></p>	
<p>Modalità di verifica dell'apprendimento</p>	<p><i>Esame <b>orale</b>: domande sugli aspetti teorici e tecnici previa discussione del progetto svolto.</i></p>
<p>Criteri di valutazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualità dell'esposizione degli aspetti teorici richiesti durante la prova orale</li> </ul> </li> <li>• <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Criteri (progetto): completezza (diversità degli argomenti ricompresi), originalità, complessità, generalità, qualità della valutazione</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificata soprattutto durante la presentazione / discussione del progetto di gruppo</li> </ul> </li> <li>• <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualità espositive degli aspetti tecnico-teorici verificate in sede d'esame</li> </ul> </li> <li>• <i>Capacità di apprendere:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approfondimenti di estensioni dei modelli e delle tecniche acquisite</li> </ul> </li> </ul>



<p>Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p><i>Le capacità sugli aspetti tecnico-pratici e il progetto realizzato (2 cfu) sarà valutato in base ai seguenti criteri: Originalità/Significatività, Comprensività/Completezza, Complessità, Generalità, Qualità della valutazione</i></p> <p><i>Le conoscenze teoriche (4 cfu) saranno valutate attraverso domande sui temi in programma tese a misurare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>il grado di padronanza degli argomenti in programma</i></li> <li>• <i>la capacità di prendere decisioni, di scelta / adattamento di metodi e modelli astratti a problemi e domini specifici</i></li> </ul>
<b>Altro</b>	
<b>General information</b>	
Academic subject	<b>Knowledge Engineering</b>
Degree course	Informatica
Academic Year	Third
European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	6
Language	Italian
Academic calendar	II Sem. (fall): 26/9/2022-13/01/2023
Attendance	Non-mandatory

<b>Professor/ Lecturer</b>	
Name and Surname	Nicola Fanizzi
E-mail	nicola.fanizzi@di.uniba.it
Telephone	080 544 2246
Department and address	Office: 522, 5th floor, Dipartimento di Informatica, Via Orabona, 4 Bari
Virtual headquarters	<a href="https://unibari.sharepoint.com/sites/Icon/">https://unibari.sharepoint.com/sites/Icon/</a>
Tutoring (time and day)	Wed. 11:30-13:30 to be arranged in advance (it may vary due to the semester's lectures schedule; further info available at the instructor's <a href="#">website</a> )

<b>Syllabus</b>	
<b>Learning Objectives</b>	<p>The course aims at providing solid theoretical-practical skills in the scope of Knowledge Engineering and specifically the ability of problem solving on complex cases through methods and models of the domain knowledge for the representation and reasoning and learning also in the presence of uncertainty. Ability of abstraction and, jointly, of application of the models to specific problems, as well as their quantitative evaluation, represent further essential purposes of this course.</p>
<b>Course prerequisites</b>	<p>Knowledgeability of Algorithmics and Data structures, Mathematical Logics and Calculus, Databases, Probability Theory and Statistics</p>
<b>Contents</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Introduction to the Knowledge-based Systems</b></li> <li>• <b>Problem Solving as Search in a State Space</b></li> <li>• <b>Constrains Satisfaction Problems and Optimization</b></li> <li>• <b>(Propositional) Knowledge Representation &amp; Reasoning</b></li> <li>• <b>(Relational) Knowledge Representation &amp; Reasoning</b></li> <li>• <b>Ontologies and Distributed Knowledge Bases</b></li> <li>• <b>Supervised Learning</b></li> <li>• <b>Uncertainty Reasoning</b></li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Probabilistic Learning</b></li> </ul>
<b>Books and bibliography</b>	<p><b>Base Textbook</b> D. L. Poole &amp; A. K. Mackworth: <i>Artificial Intelligence</i>. 2/e. Cambridge (cap.1-5,7-8,10,13)</p> <p><b>Additional Readings</b> S. Russell &amp; P. Norvig: <i>Artificial Intelligence: A Modern Approach</i>. 4<sup>th</sup> ed. Pearson (also available in Italian)</p>
<b>Additional materials</b>	<p>Textbook site, with material for exercises and final project: <a href="https://artint.info/2e/html/ArtInt2e.html">https://artint.info/2e/html/ArtInt2e.html</a></p> <p>Further materials made available along the course through the e-learning platforms</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://elearning.di.uniba.it/course/info.php?id=1066">https://elearning.di.uniba.it/course/info.php?id=1066</a></li> <li>• <a href="https://unibari.sharepoint.com/sites/ICon/">https://unibari.sharepoint.com/sites/ICon/</a></li> </ul>

Work schedule			
Total	Lectures	Hands on (working groups)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
<b>Hours</b>			
150	32	15	103
<b>ECTS</b>			
6	4	1	1 (project/25 hrs)
<b>Teaching strategy</b>		Blended mode lectures (with slides) Proposed examples and exercises with implementations of the models and methods <i>Guide to the development of the final project</i>	
<b>Expected learning outcomes</b>			
<b>Knowledge and understanding on:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• The student is expected to acquire skills related to the specification and design of knowledge based intelligent systems including mastering the underlying aspects, and abilities related to the implementation, evaluation and improvement of existing systems in different application domains.</li> <li>• Together with the theoretical aspects of the logical-mathematical models, she is expected to learn how to tackle complex problems through suitable representation models, realized by encoding domain knowledge and that require the design of solving techniques based on the exploration of the modeled search space.</li> <li>• In the vast scope of AI, the teaching goals will be focused along three principal lines:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. the knowledge representation formalisms: propositional, first order logic</li> <li>2. the (automated) reasoning forms: deduction, abduction, induction; uncertainty reasoning and related models (e.g., probabilistic networks)</li> <li>3. the knowledge acquisition techniques: inductive approach based on machine learning; classification/regression models and their evaluation; probabilistic approaches, also extended to multi-relational representations</li> </ol> </li> <li>• The student must become aware of the possibilities and limits of the knowledge-based methods and will be able to choose the most suitable techniques to tackle specific problems</li> </ul>	



<p><b>Applying knowledge and understanding on:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Being aware of the limitations of the classic approaches and related tools, the student will have to learn to pick the opportunity offered by the variety of technological solutions, that are based also on declarative paradigms, aiming at developing systems for complex problems requiring an intelligent behavior that can follow the evolution of the available knowledge.</li> <li>• Particularly, the student is expected to learn to develop autonomously, but also in collaboration with a small group of colleagues, knowledge-based systems for application domains of interest by means of emerging technologies in the scope of knowledge management/engineering that may be suitable to solving problems related to decision-making, classification/regression, diagnosis tasks, etc., utilizing suitable IDEs and tools and integrating diverse programming paradigms.</li> </ul>
<p><b>Soft skills</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Autonomy of judgment</i> Students are expected to develop the ability of critically evaluating what has been learned, formulating a personal viewpoint within a small group of colleagues, thus effectively operating as an individual within the team. This skill may be acquired also through specific problems proposed during the lectures and during the project development phase. It will be verified during the oral examination, in the discussion of the realized project, an occasion to clarify the implementation choices as well as to elicit the personal contributions of the team participants</li> <li>• <i>Communicating knowledge and understanding</i> The kind of competences required by the teamwork and the need for a dialogue with the contractors and end-users, with in the aim of understanding their requirements and of effectively presenting them the returns of the design choices made, dictates, in the project development phase, the identification and acquisition of competences that go beyond mastering the terminology and strictly technical skills. During such a phase, pointing out the knowledge sources, discussing design choices and implementation solutions with teacher and colleagues stimulates the representation, communication and reflection of the personal viewpoint</li> <li>• <i>Capacities to continue learning</i> Third-year students are supposed to have acquired a good autonomy level in learning and having developed a personal methodological approach which are useful to undertake further studies and/or continue with their educational path autonomously, by keeping up with the continual technologic evolution that characterizes the discipline. The student is expected to be able to consult traditional bibliographic material which is available through different possible channels; she will be able to synthesize contents from textbooks and/or technical manuals (often in English) and utilize it during the project development phase; it will have to present what has been learned during the oral exam: the project presentation is the occasion for verifying such abilities.</li> </ul>
<p><b>Assessment and feedback</b></p>	
<p>Methods of assessment</p>	<p>Oral exam:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• presentation / discussion of the project developed</li> <li>• question answering on theoretical and technical aspects of models and methods</li> </ul>



Evaluation criteria	<ul style="list-style-type: none"><li>• Knowledge and understanding<ul style="list-style-type: none"><li>• Quality of the presentation of the technical aspects required during the oral examination</li></ul></li><li>• Applying knowledge and understanding<ul style="list-style-type: none"><li>• Criteria (for the project): completeness (diversity of the topics tackled), originality, complexity, generality, quality of the system evaluation</li></ul></li><li>• Autonomy of judgment<ul style="list-style-type: none"><li>• Verified especially during the presentation and discussion of the project</li></ul></li><li>• Communicating knowledge and understanding<ul style="list-style-type: none"><li>• Exhibition capabilities regarding the technical-theoretical aspects verified during the oral examination</li></ul></li><li>• Communication skills<ul style="list-style-type: none"><li>• Quality of the presentation; clarity during the question-answering part of the exam</li></ul></li><li>• Capacities to continue learning<ul style="list-style-type: none"><li>• Insights about possible extensions of techniques and models learned</li></ul></li></ul>
Criteria for assessment and attribution of the final mark	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 ECTS: evaluation of the project design and implementation along the given criteria</li><li>• 4 ECTS: quality of the answers to the questions on the theoretical and technical aspects of the field</li></ul>
<b>Additional information</b>	