

Basic Information on the Course

Course Title	Semantic Technologies and Knowledge Graphs	
Degree	Computer Science	
Academic Year	2025/26	
European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) / Crediti formativi universitari (CFU)	6 CFU	
SSD	INF/01	
Language	English	
Year	Second	
Semester	1 st [fall]	
Attendance	Highly recommended	
Degree website	https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/computer-science/computer-science	

Instructors

Name and surname	Claudia d'Amato
Email address	claudia.damato@uniba.it
Telephone number	080 544 3142
Office	Dipartimento di Informatica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.520, 5° piano.
E-learning platform	https://elearning.di.uniba.it
Instructor's website	https://www.uniba.it/it/docenti/damato-claudia
Office hours	Wed, 11:00 - 13:00, by appointment to be arranged in advance. <i>Day/time modified in case of overlap with classes schedule, institutional meetings, etc. (notified on the website)</i>

Name and surname	Nicola Fanizzi
Email address	nicola.fanizzi@uniba.it
Telephone number	080 544 2246
Office	Dipartimento di Informatica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.522, 5° piano.
E-learning platform	https://elearning.di.uniba.it
Instructor's website	https://www.uniba.it/it/docenti/fanizzi-nicola
Office hours	Tue, 11:00, by appointment to be arranged in advance. <i>Day/time modified in case of overlap with classes schedule, institutional meetings, etc. (notified on the website)</i>

Syllabus	
Educational goals	The course regards knowledge-based systems (KBSs) founded on Knowledge Graphs (KGs) and on Semantic Web technologies later developed in the research context of Linked Open Data. The main training goals are as follows: • Acquisition of principles, models, methodologies and representation techniques, automated reasoning and machine learning aimed at the design of KBSs in the form of KGs • Application of the acquired capabilities to real cases through the design and implementation of a system prototype that is able to produce / consume / process knowledge in the form of KG.
Prerequisites	none
Course Content (Programme)	1. Semantic Web Overview: Web foundations and evolution, XML. Limitations of the Web of docs and Web 2.0. Fundamentals of the Web Semantic, semantic annotation. The Semantic Web as a <i>Web of data</i> 2. Representation: Semantic Web languages: RDF: N-Triples and other notations. Predefined terms in RDF. Anonymous resources (blank node). Literals and datatypes. RDF/XML Notation. RDF-Schema: Classes and Predicated. Reflection in RDF and RDF-S. OWL: Notations. Predefined terms. Classed and structured properties. Statements on classes, properties and individuals. Classes, predicated, individuals and datatypes. SKOS: conceptual schemes. 3. Ontologies and Linked Open Data: Standard vocabularies: DublinCore, FOAF, GoodRelations, DBpedia, etc. Linked Data: five-star ranking of open data. Generation, publication. access, applications. Linked Data in the Public Sector: real applications in UK, USA, Italy. Further applications of LOD 4. Query: SPARQL as a query language. SPARQL endpoints. Definition of SPARQL queries: prefix declarations. Query modules. Dataset. Graph patterns. Query Modifiers. Blank node and RDF collections 5. Reasoning: basics of Description Logics. Reasoning in RDF / RDF-S, OWL. Ontology-based Programming: the OWLReady2 Python library 6. Knowledge Graph (KG): Google KG, DBpedia, YAGO, ..., KG embedding models; KG refinement (focus on <i>link prediction</i> and <i>triple classification</i>); KG & LLMs; FAIR Principles & KGs 7. Data Publication (in brief): Microformat, RDFa, A model for RDF triple extraction and generation. Concatenation of triples. Blank node and typeOf attribute, HTML 5, GRDDL

Reference textbooks	Base: E. P. Hitzler, M. Krötzsch, S. Rudolph: <i>Foundations of Semantic Web Technologies</i>. CRC Press - Kejriwal, Knoblock, Szekely: <i>Knowledge Graphs: Fundamentals, Techniques and Applications</i>. MIT Press. 2020 Suggested readings (references available in the slides): - Heath & Bizer: <i>Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space</i>. Morgan & Claypool - Barrasa, Hodler, Webber: <i>Knowledge Graphs: Data in Context for Responsive Businesses</i>. O'Reilly Media. 2021. - Sequeda, Lassila: <i>Designing and Building Enterprise Knowledge Graphs</i>. Morgan & Claypool. 2021 A. Hogan, et al.: <i>Knowledge Graphs</i>. ACM Comput. Surv. 54(4): 71:1-71:37. 2021 - Di Noia, De Virgilio, Di Sciascio, Donini: <i>Semantic Web: Tra ontologie e Open Data</i>. Apogeo. 2012 - Lamy. <i>Ontologies with Python: Programming OWL 2.0 Ontologies with Python and Owlready2</i>. Apress. 2022 https://pypi.org/project/Owlready2/ - W3C Standards: https://www.w3.org/standards/semantcweb/ - handouts integrated with scientific articles published in journals / proceedings of the reference research field The students can find the base textbooks in the local library. Their availability can be checked by visiting https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php? and arranging the lending with the librarians.		
	Notes on the textbooks	Instructors' slides and further material / readings available at the course website on the e-learning platform. - A slide deck for each main topic: it is advisable to consult the indications contained in each deck, and specifically the related bibliography for exact references to the texts - Specialistic material that is not available in the library may be asked to the instructors	
Activity Organization			
Hours			
Total	Lectures	Practice sessions	Individual study + case study
150	40	-	110 + 25 hours
CFU/ETCS			
6	5	-	1
Teaching Modes			
	Class lectures [slides decks and further material made available in advance]		
Expected Learning Outcomes			

Knowledge and comprehension skills	The student will acquire skills that, building on the knowledge acquired in the first level, will extend it in such a way that, on the theoretical side, s/he will reach a full awareness of the possibilities and limits of the models and methodologies of the discipline, making him/her capable of autonomously devising appropriate solutions to specific problems and of producing original results, also in relation to the research context.
Applied knowledge and comprehension skills	The student will be able to apply the theoretical knowledge acquired, having learned to understand the problems and propose solutions, also in relation to new or less familiar issues, and in broader contexts, including other disciplines not directly related to the field of study.
Further skills	Autonomy in judgment The student will acquire the ability to integrate knowledge, manage complexity, and make judgments when faced with limited or incomplete data. S/He will also be able to reflect on the social and ethical responsibilities involved in applying the knowledge acquired and judgments made. Communication The student will learn to communicate findings and underlying driving ideas, as well as personal opinions and conclusions, in a clear and unambiguous manner, both to disciplinary specialists and to other people with expertise in different fields. Autonomous Learning The student will develop learning skills that enable him / her to continue to study independently following own interests and inclinations.

Evaluation	
Assessment of learning outcomes	Unique test (oral, duration: ~30m) that aims to ascertain the acquisition of the above-mentioned skills, also with the discussion of the case study prepared by the candidate, in particular: • the ability to design a KBS based on KGs; • the quality of project decisions made, results achieved, and documentation produced Grading determined approximately as a weighted average (in proportion to the type of ECTS) of the degree of skill acquired for the two parts.

Evaluation Criteria	Knowledge and comprehension skills: • Ability to understand and describe accurately and clearly the different types of issues related to representation, reasoning, and machine learning as applied to KGs; • Understanding of the methodology for analyzing the performance of implemented systems. Applied knowledge and comprehension skills: • Ability to apply learned theoretical results; • Level of expertise in using industry-specific programming environments and implementing solutions; • Understanding of system performance analysis methodology. Ability to design and execute statistical tests of implemented solutions and discuss their results. Autonomy in judgment: • Degree of competence in integrating knowledge, selecting models and techniques appropriate to different problems, and evaluating implemented models against other available solutions. Communication: • Degree of competence in learning the terminology of the discipline and ability to interact with experts, e.g., to compare different models or discuss experimental results. Autonomous Learning: • Degree of competence in devising possible extensions of the techniques/models learned, also in view of their integration in the preparation for more specialized courses planned for the following semester (e.g., Deep Learning).
Criteria for assessing learning outcomes and final grading	Grading ([18..30]) determined by the skills and competencies demonstrated in the oral examination.

Further Information

It is suggested that students rely exclusively on the information / communications provided on the official websites of the Dipartimento di Informatica, or on social platforms only if they are established and managed exclusively by the faculty members responsible for the given courses:

- <https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea>
- <https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica>
- <https://elearning.di.uniba.it/>

Course programs are available at:

- <https://programmi.di.uniba.it/>

Information that all students should be aware of is contained in the Teaching Regulations and Study Manifestos available on the website:

- <https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea>

Students are advised to be wary of information and materials circulating on unofficial websites or social groups, as they often prove to be unreliable, inaccurate or incomplete. If in doubt, request a meeting with the instructor in accordance to the reception arrangements.

ADA site 2025/26: <https://elearning.uniba.it/course/view.php?id=12999>

Principali informazioni sull'insegnamento

Denominazione dell'insegnamento	Semantic Technologies and Knowledge Graphs	
Corso di studio	Computer Science	
Anno Accademico	2025/26	
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	6 CFU	
Settore Scientifico Disciplinare	INF/01	
Lingua di erogazione	Inglese	
Anno di corso	Secondo	
Periodo di erogazione	1° semestre	
Obbligo di frequenza	La frequenza è fortemente raccomandata	
Sito web del corso di studio	https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/computer-science/computer-science	

Docente	
Nome e cognome	Nicola Fanizzi
Indirizzo mail	nicola.fanizzi@uniba.it
Telefono	080 544 2246
Sede	Dipartimento di Informatica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.522, 5° piano.
Sede virtuale	https://elearning.di.uniba.it
Sito web del docente	https://www.uniba.it/it/docenti/fanizzi-nicola
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	Martedì, di norma alle 11:00, previo appuntamento. Orario modificato in caso di sovrapposizione con gli orari di lezione (cfr. avvisi sul sito-docente)
Docente	
Nome e cognome	Claudia d'Amato
Indirizzo mail	claudia.damato@uniba.it
Telefono	080 544 3142
Sede	Dipartimento di Informatica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.520, 5° piano.
Sede virtuale	https://elearning.di.uniba.it
Sito web del docente	https://www.uniba.it/it/docenti/damato-claudia
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	Mercoledì, di norma 11:00 - 13:00, previo appuntamento. Orario modificato in caso di sovrapposizione con gli orari di lezione (cfr. avvisi sul sito-docente)

Syllabus	
Obiettivi formativi	L'insegnamento riguarda i sistemi basati su conoscenza espressa in forma di Knowledge Graph (KG) e fondati sulle tecnologie nate con l'avvento del Web Semantico e successivamente sviluppatesi nell'ambito della ricerca sui Linked Open Data. I principali obiettivi formativi sono i seguenti: • Acquisizione di principi, modelli, metodologie e tecniche di rappresentazione, ragionamento e apprendimento automatico per la progettazione di sistemi basati su conoscenza in forma di KG • Applicazione di quanto appreso a casi reali attraverso il progetto e lo sviluppo di un prototipo di sistema in grado di produrre / consumare / elaborare conoscenza in forma di KG.
Prerequisiti	nessuno
Contenuti di insegnamento (Programma)	1. Panoramica sul Web Semantico: Basi ed evoluzione del Web, XML. Limitazioni del Web dei documenti e del Web 2.0. Fondamenti del Semantic Web, annotazione semantica. Il Semantic Web come Web dei Dati 2. Rappresentazione: Linguaggi per il Semantic Web: RDF. N-Triples e altre notazioni. Termini predefiniti in RDF. Risorse anonime (blank node). Letterali e data-type. Notazione RDF/XML. RDF-S: Classi e Predicati. Reflection in RDF e RDF-S. OWL: Notazioni per OWL. Termini predefiniti. Classi e proprietà strutturate. Enunciati su classi, proprietà e individui. Classi, predicati, individui e data-type. SKOS: schemi concettuali. 3. Ontologie e Linked Open Data: Vocabolari standard: DublinCore, FOAF, GoodRelations, DBPedia, ecc. Linked Data: classificazione five-star dei dati aperti. Generazione, pubblicazione. accesso, applicazioni. Linked Data nella PA: applicazioni reali in UK, USA, Italia. Altre applicazioni dei LOD 4. Interrogazione: SPARQL come query language. Endpoint SPARQL. Definizione di query SPARQL: dichiarazione prefissi. Moduli di query. Dataset graf. Graph pattern. Modificatori di query. Blank node e collezioni RDF 5. Ragionamento: fondamenti delle Logiche Descrittive. Ragionamento in RDF / RDF-S, OWL. Ontology-based Programming: la libreria Python OWLReady2 6. Knowledge Graph: Google KG, DBPedia, YAGO, ..., Apprendimento di modelli di embedding per KG; KG refinement (focus su link prediction e triple classification); KG & LLMs; Principi FAIR e KGs 7. Pubblicazione dei Dati (cenni): Microformat, RDFa, In modello per l'estrazione e generazione di triple RDF. Concatenazione di Triple. Blank node e l'attributo typeOf, HTML 5, GRDDL

Testi di riferimento	Testi base: E. P. Hitzler, M. Krötzsch, S. Rudolph: <i>Foundations of Semantic Web Technologies</i>. CRC Press - Kejriwal, Knoblock, Szekely: <i>Knowledge Graphs: Fundamentals, Techniques and Applications</i>. MIT Press. 2020 Altri testi consigliati (menzionati nelle slide): - Heath & Bizer Linked Data: <i>Evolving the Web into a Global Data Space</i>. Morgan & Claypool - Barrasa, Hodler, Webber: <i>Knowledge Graphs: Data in Context for Responsive Businesses</i>. O'Reilly Media. 2021. - Sequeda, Lassila: <i>Designing and Building Enterprise Knowledge Graphs</i>. Morgan & Claypool. 2021 A. Hogan, et al.: <i>Knowledge Graphs</i>. ACM Comput. Surv. 54(4): 71:1-71:37. 2021 - Di Noia, De Virgilio, Di Sciascio, Donini: <i>Semantic Web: Tra ontologie e Open Data</i>. Apogeo. 2012 - Lamy. Ontologies with Python: Programming OWL 2.0 Ontologies with Python and Owlready2. Apress. 2022 https://pypi.org/project/Owlready2/ - W3C Standards: https://www.w3.org/standards/semantcweb/ - Dispense integrate con articoli scientifici pubblicati sulle principali riviste o in atti di convegni del settore di ricerca Gli studenti che lo desiderano possono ottenere i testi in prestito dalla Biblioteca. Può convenire verificarne la disponibilità mediante il Sistema Bibliotecario di Ateneo https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php? e contattare la biblioteca per concordare il prestito.		
	Note ai testi di riferimento	Le slide utilizzate dai docenti nelle lezioni e altro materiale vengono messi a disposizione presso il sito dell’insegnamento su ADA. - Per ciascun macro-argomento un blocco di slide: si consiglia di utilizzare le indicazioni contenute in ciascun blocco e in particolare nella relativa bibliografia per trovare la corrispondenza con i testi - I testi specialistici non ancora disponibili in biblioteca possono essere richiesti direttamente ai docenti	
Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (esercitazioni)	Studio individuale
150 ore	40 ore	-	110 ore
CFU/ETCS			
6 CFU	5 CFU	-	1 CFU (progetto)→25 ore

Metodi didattici	
	Lezioni frontali con l'ausilio di slide, rese disponibili in anticipo.

Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	Lo studente dovrà acquisire competenze che, facendo leva sulle conoscenze acquisite nel I ciclo di studi, le estendano in modo da arrivare a una piena consapevolezza sotto il profilo teorico delle possibilità e dei limiti dei modelli e delle metodologie della disciplina, rendendolo capace di concepire autonomamente soluzioni appropriate ad affrontare specifici problemi e che possano risultare originali anche rispetto al contesto di ricerca.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate	Lo studente sarà capace di applicare le conoscenze teoriche acquisite, avendo imparato a comprendere e proporre soluzioni a problemi relativi anche a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi, comprendenti anche altre discipline non strettamente connesse al settore di studio.
Competenze trasversali	Autonomia di giudizio Lo studente acquisirà la capacità di integrare le conoscenze, gestire la complessità, e formulare giudizi anche a fronte di dati limitati o incompleti. Sarà altresì in grado di riflettere sulle responsabilità sociali ed etiche legate all'applicazione delle conoscenze e dei giudizi espressi. Abilità comunicative Lo studente avrà imparato a comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità conoscenze e idee-guida sottese alle stesse, nonché opinioni e conclusioni personali, sia a specialisti della materia sia ad altri interlocutori esperti in discipline diverse. Capacità di apprendere in modo autonomo Lo studente svilupperà capacità di apprendimento che gli consentano di continuare ad approfondire lo studio in modo indipendente seguendo propri interessi e inclinazioni.

Valutazione	
--------------------	--

Modalità di verifica dell'apprendimento	Prova unica (orale della durata di circa 30') che, attraverso la discussione del caso di studio concordato con il candidato, mira ad accertare l'acquisizione delle competenze sopra menzionate e, in particolare: • la capacità di progetto di un sistema basato su conoscenza in forma di KG; • qualità delle decisioni di progetto, dei risultati ottenuti, della documentazione di progetto prodotta Valutazione in trentesimi ottenuta approssimativamente come media ponderata (in proporzione alla tipologia dei cfu) del grado di acquisizione delle competenze accertato nelle due parti.
Criteri di valutazione	Conoscenza e capacità di comprensione: • Capacità di comprendere e descrivere con precisione e chiarezza le diverse tipologie di problemi legate alla rappresentazione, al ragionamento e all'apprendimento automatico applicate a KG; • Comprensione della metodologia per l'analisi delle prestazioni dei sistemi realizzati. Conoscenza e capacità di comprensione applicate: • Capacità di applicare i risultati teorici appresi; • Livello di competenza nell'uso di ambienti di programmazione del settore specifico, l'implementazione delle soluzioni; • Comprensione della metodologia per l'analisi delle prestazioni dei sistemi. Capacità nel progetto e nell'esecuzione di test statistici delle soluzioni realizzate e nella discussione dei relativi risultati. Autonomia di giudizio: • Grado di competenza nell'integrazione delle conoscenze, nella scelta di modelli e tecniche appropriate ai diversi problemi, nella valutazione di modelli implementati anche rispetto ad altre soluzioni disponibili Abilità comunicative: • Grado di competenza nell'acquisizione della terminologia della disciplina e capacità di interlocuzione con esperti ad es. ai fini del confronto di modelli diversi o della discussione di risultati sperimentali Capacità di apprendere: • Grado di competenza nell'ideazione di possibili <i>estensioni</i> delle tecniche / dei modelli appresi anche in vista di integrazioni con preparazione a insegnamenti più specifici previsti nel semestre successivo (segnatamente <i>Deep Learning</i>)
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Voto (in trentesimi) commisurato alle abilità e competenze dimostrate nel colloquio

Altro

Si suggerisce agli studenti di affidarsi esclusivamente alle informazioni/comunicazioni fornite sui siti ufficiali del Dipartimento di Informatica, ovvero sui gruppi social solo se costituiti e amministrati esclusivamente dai docenti dei relativi insegnamenti:

- <https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea>
- <https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica>
- <https://elearning.di.uniba.it/>

I programmi degli insegnamenti sono disponibili qui:

- <https://programmi.di.uniba.it/>

Le informazioni che tutti gli studenti dovrebbero conoscere sono scritte nei Regolamenti didattici e manifesti degli studi disponibili nel sito:

- <https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea>

Si suggerisce agli studenti di diffidare delle informazioni e dei materiali circolanti su siti o gruppi social non ufficiali, poiché spesso sono risultati non affidabili, non corretti o incompleti. Per ogni dubbio, chiedere un incontro al docente secondo le modalità previste per il ricevimento.

Sito ADA 24/25: <https://elearning.uniba.it/course/view.php?id=12999>