



Principali informazioni sull'insegnamento

Denominazione dell'insegnamento	Recommender Systems	
Corso di studio	Magistrale in Data Science (LM Data) – sede di Bari	
Anno Accademico	2023/24	
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	6 CFU	
Settore Scientifico Disciplinare	INF/01	
Lingua di erogazione	Italiano	
Anno di corso	Secondo	
Periodo di erogazione	1° semestre, le date esatte sono indicate nel manifesto/regolamento dell'anno accademico di riferimento	
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/data-science/data-science	

Docente/i	
Nome e cognome	Pasquale Lops
Indirizzo mail	pasquale.lops@uniba.it
Telefono	080-5442276
Sede	Dipartimento di Informatica, Campus Universitario, Via E. Orabona 4, 70126, Bari. Ufficio n.760, 7° piano.
Sede virtuale	Piattaforma ADA https://elearning.uniba.it/
Sito web del docente	https://www.uniba.it/it/docenti/lops-pasquale
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	Martedì ore 10-12 oppure appuntamento da concordare per e-mail con il docente

Syllabus



Obiettivi formativi	Studio dei principali paradigmi di recommendation, degli algoritmi per la loro implementazione, degli scenari di utilizzo, delle modalità di valutazione e dei principali framework per la loro realizzazione
Prerequisiti	Le seguenti conoscenze preliminari facilitano ed accelerano la comprensione degli argomenti dell'insegnamento: <ul style="list-style-type: none">● Programmazione imperativa e linguaggio di programmazione Python;● Algebra lineare, Vettori e Matrici, Grafi
Contenuti di insegnamento (Programma)	<ol style="list-style-type: none">1. Introduzione al corso e ai recommender systems<ul style="list-style-type: none">● Information overload● Tassonomia dei recommender systemsLezioni frontali: 1 ora2. Basics<ul style="list-style-type: none">● Ratings, predizioni e recommendations● Scales e normalizationLezioni frontali: 1.5 ore3. Non-personalized recommenders<ul style="list-style-type: none">● Popularity, average rating● Global effectsLezioni frontali: 1.5 ore4. Collaborative Recommendations<ul style="list-style-type: none">● User-User Nearest-Neighbour recommendations● Item-Item Nearest-Neighbour recommendations● Latent factors modelsLezioni frontali: 6 ore5. Content-Based Recommendations<ul style="list-style-type: none">● Introduzione ai content-based recommenders● Concetti di base della Content Representation● Similarità tra items● Similarità tra utenti e items: costruzione dei profili utenteLezioni frontali: 3 ore6. Knowledge-aware Recommender Systems<ul style="list-style-type: none">● Rappresentazioni simboliche e sub-simboliche● Rappresentazioni basate su knowledge graphs● Rappresentazioni vettoriali● Tecniche di Embedding (Word2Vec, Random Indexing, BERT, Transformers, Knowledge-graph embeddings)● Multimodal recommender systemsLezioni frontali: 11 ore7. Valutazione dei Recommender Systems (misure e bias)<ul style="list-style-type: none">● User and provider utility● User-centered metrics: relevance, novelty, diversity● Relevance: error vs. accuracy metrics vs. rank metrics● Problemi di Cold Start, New-Item e New-User● Protocolli sperimentali● Fairness e Popularity bias● Accountable recommender systems● Riproducibilità degli esperimentiLezioni frontali: 6 ore8. Advanced topics



	<ul style="list-style-type: none"> • Explanation <p>Lezioni frontali: 2 ore</p> <p>9. Esercitazioni: 15 ore</p> <ul style="list-style-type: none"> • Librerie per la realizzazione dei recommender systems di tipo collaborativo e content-based <p>Libreria ClayRS per lo sviluppo di accountable knowledge-aware recommender systems</p>		
Testi di riferimento	<p>Pasquale Lops, Cataldo Musto, Fedelucio Narducci, Giovanni Semeraro: <i>Semantics in Adaptive and Personalised Systems - Methods, Tools and Applications</i>. Springer 2019, ISBN 978-3-030-05617-9</p> <p>Dietmar Jannach, Markus Zanker, Alexander Felferning, Gerhard Friedrich. <i>Recommender Systems An Introduction</i>, Cambridge University Press, 2010. ISBN: 978-0521493369.</p> <p>Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira: <i>Recommender Systems Handbook</i>. Springer 2015, ISBN 978-1-4899-7636-9</p> <p>Nella sezione seguente è specificata in dettaglio la corrispondenza tra gli argomenti del programma ed i capitoli dei testi di riferimento.</p> <p>Gli studenti che lo desiderano possono ottenere i testi in prestito dalla Biblioteca. Si suggerisce di verificare l'eventuale disponibilità dei testi mediante il Sistema Bibliotecario di Ateneo https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php? e contattare la biblioteca per concordare il prestito.</p>		
Note ai testi di riferimento	<p>Si specificano di seguito, per ogni argomento del programma, i capitoli dei testi dai quali studiare.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduzione [Jannach] 2. Basics [Jannach] 3. Non-personalized recommenders [Jannach] 4. Collaborative recommendations [Jannach, Ricci] 5. Content-based recommendations [Lops, Jannach, Ricci] 6. Knowledge-aware recommendations [Lops] 7. Valutazione dei Recommender Systems [Jannach, Ricci] 8. Advanced topics [Jannach, Lops] <p>Per ogni argomento è inoltre disponibile una dispensa, corrispondente ai contenuti proiettati in aula durante le lezioni, che non è sostitutiva dei testi di riferimento. Elenco del materiale disponibile sulla piattaforma di e-learning ADA https://elearning.uniba.it/:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dispense in formato pdf degli argomenti del programma; • articoli di approfondimento 		
Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Laboratorio ed esercitazioni	Studio individuale
150 ore	32 ore	15+25 ore	78 ore
CFU/ETCS			



6 CFU	4 CFU	1+1 CFU	
-------	-------	---------	--

Metodi didattici	
	<ul style="list-style-type: none">• Lezioni frontali condotte con l'ausilio di trasparenze rese disponibili tramite la piattaforma di e-learning prima delle lezioni• Esercitazioni guidate in aula per l'implementazione di recommender systems attraverso l'uso di diversi framework a stato dell'arte.

Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	<p>Lo studente acquisirà le conoscenze di base e quelle più avanzate relative ai sistemi di filtraggio delle informazioni, quali i recommender systems. In particolare, lo studente sarà in grado di apprendere e comprendere:</p> <ul style="list-style-type: none">• gli aspetti teorici, metodologici e operazionali dei recommender systems, approfondendone i paradigmi principali le tecniche e le principali piattaforme per il disegno e lo sviluppo di recommender systems
Conoscenza e capacità di comprensione applicate	<p>Capacità di sviluppo e realizzazione di recommender systems per particolari domini applicativi, individuando il paradigma più opportuno e i relativi punti di forza e di debolezza.</p>
Competenze trasversali	<p>Autonomia di giudizio</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacità di giudizio e di gestione delle problematiche relative all'uso delle metodologie di filtraggio dell'informazione, ed in particolare dei recommender systems. <p>Abilità comunicative</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacità di illustrare in modo appropriato le caratteristiche metodologiche e tecniche degli strumenti di filtraggio dell'informazione, in particolare dei recommender systems. <p>Capacità di apprendere in modo autonomo</p> <p>Capacità di:</p> <ul style="list-style-type: none">• sviluppare un alto livello di autonomia nell'apprendimento della disciplina del filtraggio dell'informazione, in particolare dei recommender systems, sapendosi orientare agilmente nelle problematiche che si presenteranno durante l'utilizzo di tali tecnologie mantenersi aggiornato sull'evoluzione della disciplina, attingendo a fonti bibliografiche opportune

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>L'esame consta di una prova orale e della realizzazione di una esercitazione di progetto inerente l'area dei Recommender Systems.</p> <p>La prova orale mira a valutare la conoscenza dei paradigmi di recommendation, dei framework per la loro realizzazione e delle modalità per la loro valutazione.</p>



	<p>Il progetto potrà essere scelto tra una lista di progetti disponibili oppure concordato direttamente con il docente. Gli studenti potranno lavorare in gruppi di 2-3 persone, in base alla complessità del progetto da realizzare.</p> <p>Durata della prova orale: varia tra 30 e 60 minuti, comprensiva della discussione del progetto.</p> <p>Materiale consultabile: slide di presentazione relative al progetto.</p> <p>Prova intermedia: non è prevista una prova intermedia.</p> <p>Comunicazione dei risultati: piattaforma esse3.</p>
Criteria di valutazione	<ul style="list-style-type: none">● <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i><ul style="list-style-type: none">○ Capacità di definire obiettivi e requisiti dei recommender systems in base ai diversi domini applicativi○ Capacità di definire i limiti dei diversi paradigmi di recommendation, i punti di forza e di debolezza● <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i><ul style="list-style-type: none">○ Capacità di esplorare il dominio applicativo e proporre il miglior algoritmo di recommendation○ Capacità di testare l'algoritmo per comprenderne la qualità in base a diversi parametri di qualità● <i>Autonomia di giudizio:</i><ul style="list-style-type: none">○ Modalità adottate per la verifica delle soluzioni proposte.● <i>Abilità comunicative:</i><ul style="list-style-type: none">○ Chiarezza nella descrizione delle soluzioni proposte ai quesiti.● <i>Capacità di apprendere:</i> <p>Capacità di tradurre i requisiti di alto livello in documento di specifica e capacità di produrre una descrizione del progetto a diverse tipologie di audience.</p>
Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<p>La valutazione della prova è espressa in trentesimi.</p> <p>La prova d'appello si intende superata quando il voto è maggiore o uguale a 18.</p> <p>La determinazione del voto tiene conto dei seguenti aspetti:</p> <ul style="list-style-type: none">● Il 70% del voto rinvia dalla valutazione della prova orale● Il 30% del voto rinvia dalla valutazione del progetto <p>La prova orale è valutata tenendo conto della correttezza e della completezza delle risposte alle domande poste dal docente.</p> <p>La qualità del progetto è valutata in base alla complessità del problema affrontato, alla originalità della soluzione proposta e alla qualità della presentazione e discussione del progetto.</p> <p>La lode è attribuita per progetti molto complessi o per l'abilità di proporre soluzioni creative.</p>
Altro	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none">● 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.uniba.it/ <p>I programmi degli insegnamenti sono disponibili al seguente URL:</p> <ul style="list-style-type: none">● https://programmi.di.uniba.it/ <p>Le informazioni che tutti gli studenti dovrebbero conoscere sono scritte nei Regolamenti Didattici e Manifesti degli studi disponibili sul sito:</p>



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

Si suggerisce agli studenti di diffidare dalle 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, fissare un incontro con il docente secondo le modalità previste per il ricevimento.

Link all'insegnamento sulla piattaforma e-learning del dipartimento ADA:

<https://elearning.uniba.it/>

Suggerimenti per una corretta preparazione, in particolare per studenti non frequentanti:

- 1) Studiare gli argomenti teorici nell'ordine suggerito prima di cimentarsi negli esercizi. L'ordine con il quale sono presentati gli argomenti è fondamentale per la comprensione degli stessi.
- 2) Contattare il docente per chiedere eventuali chiarimenti e/o verificare le proprie soluzioni agli esercizi svolti in autonomia prima di iscriversi alla prova d'esame. In caso di mancato superamento della prova, contattare il docente per la comprensione degli errori commessi.



Main information on the course

Course name	Recommender Systems	
Degree	Master Degree in Data Science	
Academic year	2023/24	
European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS), in Italian Crediti Formativi Universitari (CFU)	9 CFU	(each CFU corresponds to 25 hours (h) of student's time); CFU are of type T1, T2 or T3 T1 = 8 h lecture + 17 h individual study T2 = 15 h practice + 10 h individual study T3 = 25 h individual study
Settore Scientifico Disciplinare	INF/01	
Course language	Italian	
Course year	Second	
Course period	1° semester	
Course attendance requirement	It is highly recommended to attend classes	
Website of the Degree	https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/data-science/data-science	

Teacher(s)

Name and Surname	Pasquale Lops
email	pasquale.lops@uniba.it
phone	080-5442276
office	Department of Computer Science, Campus, Via E. Orabona 4, 70126, Bari. office n.760, 7th floor.
e-learning platform	e-learning platform https://elearning.uniba.it/
Teacher's homepage	https://www.uniba.it/it/docenti/lops-pasquale
Office hours	Tuesday h 10-12 or students are required to send an email to the instructor to ask for an appointment.

Syllabus

Course goals	Study of the main recommendation paradigms, the algorithms for their implementation, the usage scenarios, the evaluation methods and the main frameworks for their implementation
Prerequisites/requirements	Basics of programming and Python language Linear algebra, vectors, matrices and graphs
Course program	<ol style="list-style-type: none">1. Introduction to the course and recommender systems<ul style="list-style-type: none">• Information overload• Taxonomy of recommender systemsLessons: 1 hour2. Basics<ul style="list-style-type: none">• Ratings, predictions and recommendations• Scales and normalizationLessons: 1.5 hours



	<p>3. Non-personalized recommenders</p> <ul style="list-style-type: none">• Popularity, average rating• Global effects <p>Lessons: 1.5 hours</p> <p>4. Collaborative Recommendations</p> <ul style="list-style-type: none">• User-User Nearest-Neighbor recommendations• Item-Item Nearest-Neighbor recommendations• Latent factors models <p>Lessons: 6 hours</p> <p>5. Content-Based Recommendations</p> <ul style="list-style-type: none">• Introduction to content-based recommenders• Basic concepts of Content Representation• Similarity between items• Similarity between users and items: construction of user profiles <p>Lessons: 3 hours</p> <p>6. Knowledge-aware Recommender Systems</p> <ul style="list-style-type: none">• Symbolic and sub-symbolic representations• Representations based on knowledge graphs• Vector representations• Embedding techniques (Word2Vec, Random Indexing, BERT, Transformers, Knowledge-graph embeddings)• Multimodal recommender systems <p>Lessons: 11 hours</p> <p>7. Evaluation of Recommender Systems (measurements and bias)</p> <ul style="list-style-type: none">• User and provider utilities• User-centered metrics: relevance, novelty, diversity• Relevance: error vs. accuracy metrics vs. rank metrics• Cold Start, New-Item and New-User problems• Experimental protocols• Fairness and popularity bias• Accountable recommender systems• Reproducibility of experiments <p>Lessons: 6 hours</p> <p>8. Advanced topics</p> <ul style="list-style-type: none">• Explanation <p>Lessons: 2 hours</p> <p>9. Exercises: 15 hours</p> <ul style="list-style-type: none">• Libraries for the creation of collaborative and content-based recommender systems <p>ClayRS library for the development of accountable knowledge-aware recommender systems</p>
Books of reference	<p>Pasquale Lops, Cataldo Musto, Fedelucio Narducci, Giovanni Semeraro: <i>Semantics in Adaptive and Personalised Systems - Methods, Tools and Applications</i>. Springer 2019, ISBN 978-3-030-05617-9</p> <p>Dietmar Jannach, Markus Zanker, Alexander Felfernig, Gerhard Friedrich. <i>Recommender Systems An Introduction</i>, Cambridge University Press, 2010. ISBN: 978-0521493369.</p> <p>Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira: <i>Recommender Systems Handbook</i>. Springer 2015, ISBN 978-1-4899-7636-9</p>



Notes to the books		<p>For each topic of the program, the chapters of the texts from which to study are specified.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction [Jannach] 2. Basics [Jannach] 3. Non-personalized recommenders [Jannach] 4. Collaborative recommendations [Jannach, Ricci] 5. Content-based recommendations [Lops, Jannach, Ricci] 6. Knowledge-aware recommendations [Lops] 7. Evaluation of Recommender Systems [Jannach, Ricci] 8. Advanced topics [Jannach, Lops] <p>For each topic, a handout is also available, corresponding to the contents presented in the classroom during the lessons, which does not replace the reference texts. List of material available on the ADA e-learning platform https://elearning.uniba.it/:</p> <ul style="list-style-type: none"> • handouts in PDF format of the program topics; • scientific articles 	
Organization of the didactic activities			
Hours			
Total	Lectures	Practice sessions	Individual study
150 hours	32 hours	15+25 hours	78 hours
CFU/ETCS			
6 CFU	4 CFU	1+1 CFU	

Teaching methods	
	<ul style="list-style-type: none"> • Lectures • Guided exercises for the implementation of recommender systems through the use of state of the art frameworks.

Expected learning outcomes	
Knowledge and understanding	The student will acquire the basic and advanced skills related to the development of recommender systems, in terms of theoretical, methodological and practical aspects.
Applying knowledge and understanding	The student will acquire the necessary skills for the development and implementation of recommender systems for specific domains.
Other skills	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Making informed judgments and choices</i> The student should demonstrate the acquisition of considerable skill to deal with issues relating to the use of recommender systems. • <i>Communicating knowledge and understanding</i> The student will be able to appropriately illustrate the methodological and technical characteristics of the recommender systems. • <i>Capacities to continue learning</i>



	The student must show the ability to learn and easily deal with problems that arise during the use of technologies for the management of recommender systems.
--	---

Assessment	
Assessment methods	<p>The exam consists of an oral test and the implementation of a project related to the Recommender Systems area.</p> <p>The oral test aims to evaluate knowledge of the recommendation paradigms, the frameworks for their implementation and the methods for their evaluation.</p> <p>The project can be chosen from a list of available projects or agreed directly with the teacher. Students will be able to work in groups of 2-3 people, based on the complexity of the project to be carried out.</p> <p>Duration of the oral exam: varies between 30 and 60 minutes, including discussion of the project.</p> <p>Consultable material: presentation slides relating to the project.</p> <p>Intermediate test: there is no intermediate test.</p> <p>Communication of results: esse3 platform.</p>
Evaluation criteria	<ul style="list-style-type: none">• <i>Knowledge and understanding</i><ul style="list-style-type: none">○ Ability to define goals and prerequisites of recommender systems related to a specific domain○ Ability to define the limitations of the different recommendation models, the strengths, and weaknesses• <i>Applying knowledge and understanding</i><ul style="list-style-type: none">○ Ability to propose the best recommendation model based on the specific problem and domain○ Ability to practically implement and test the recommendation model to understand its quality based on different parameters• <i>Autonomy of judgment</i><ul style="list-style-type: none">○ Methods adopted for verifying the proposed solutions• <i>Communicating knowledge and understanding</i><ul style="list-style-type: none">○ Clarity in the description of the proposed solutions• <i>Communication skills</i><ul style="list-style-type: none">○ Ability to translate high-level requirements into a specification document and ability to produce a description of the project to different types of audience.
Measurements and final grade	<p>The exam is passed with a minimum of 18/30.</p> <p>The vote is defined by considering the following aspects:</p> <ul style="list-style-type: none">• 70% quality of the oral exam• 30% quality of the project <p>Honors is given to complex projects and to students who highlight particular abilities of abstraction, reasoning by analogy, creativity.</p>
Further information	<p>It is suggested that students rely exclusively on the information/communication provided on the official websites of the Department of Computer Science, or on social groups only if they are established and administered exclusively by the faculty members of the relevant subjects:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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.uniba.it/



The programs of the courses are available at the following URL:

- <https://elearning.uniba.it/course/index.php?categoryid=284>

Information that all students need to know is available in the Didactic Regulations and Study Prospectus available on the website:

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

Students are suggested to be wary of information and materials circulating on unofficial sites or social groups, as they are often found to be unreliable, incorrect or incomplete. For any doubts, arrange a meeting with the teachers in accordance with the reception arrangements.

Tips for proper preparation, especially for non-attending students:

- 1) Study the theoretical topics in the suggested order before engaging in the exercises. The order in which the topics are presented is fundamental for understanding them. Trying to solve the exercises by learning only from the example exam tests and related solutions does not allow the student to acquire the cultural bases to be able to pass the exam.

Understanding the reasons that led to a certain solution is much more important than doing many exercises without fully understanding the theoretical bases.

- 2) Contact the instructor for any clarifications and / or verify your solutions to the exercises carried out independently before registering for the exam.

In case of failure to pass a test, contact the instructor for the revision of your test and the understanding of the errors made.