



Principali informazioni sull'insegnamento

Denominazione dell'insegnamento	Numerical Methods for Computer Science	
Corso di studio	Computer Science	
Anno Accademico	2023/24	
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	9 CFU	
Settore Scientifico Disciplinare	MAT 08	
Lingua di erogazione	Inglese	
Anno di corso	Primo	
Periodo di erogazione	1° semestre, le date esatte sono riportate nel manifesto/regolamento	
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/corsi-di-laurea	

Docenti	
Nome e cognome	Francesca Mazzia
Indirizzo email	Francesca.mazzia@uniba.it
Telefono	0805443291
Sede	Dipartimento di Informatica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.563, piano V
Sede virtuale	Piattaforma e-learning UNIBA - https://elearning.uniba.it/
Sito web del docente	https://archimede.uniba.it/~mazzia/mazzia/?page_id=44
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	Martedì 11:00—13:00 Oppure su appuntamento tramite email.
Nome e cognome	Antonella Falini
Indirizzo email	Antonella.falini@uniba.it
Telefono	0805443285
Sede	Dipartimento di Informatica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n° 557, piano V



Sede virtuale	Piattaforma e-learning UNIBA - https://elearning.uniba.it/
Sito web del docente	www.uniba.it
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	Lunedì 11:00 --- 13:00 Oppure su appuntamento tramite email.

Syllabus	
Obiettivi formativi	Padroneggiare sia i concetti fondamentali che quelli avanzati di algebra lineare numerica per la modellistica di problemi reali. Abilità nello sviluppo di algoritmi efficienti per le applicazioni nell'immagine-processing e nel data-mining.
Prerequisiti	<i>Conoscenza di base di calcolo numerico.</i>
Contenuti di insegnamento (Programma)	<ul style="list-style-type: none">• Algebra lineare numerica: Spazi vettoriali e sottospazi. Matrici e operazioni. I 4 sottospazi fondamentali. Rango. Connettività. Determinante di una matrice e sue proprietà. Trasformazioni lineari. Sistemi lineari e consistenza. Similarità. Norme, prodotti interni ed esterni. Ortogonalità. Algoritmo di ortonormalizzazione di Gram-Schmidt. Fattorizzazione QR. Decomposizione ai valori singolari (SVD) e proprietà. SVD-Troncata. Teorema di Eckart-Young. Analisi delle componenti principali (PCA). Applicazioni all'immagine-processing e al text-mining.• Autovalori e Autovettori: Definizione. Calcolo degli autospazi associati. Calcolo di autovalori per matrici 2×2. molteplicità algebrica e geometrica. Diagonalizzabilità. Forma di Jordan. Teoremi di Schur. Decomposizione core-nilpotente per matrici singolari. Metodo delle potenze. Applicazioni: algoritmo di Google Page-Ranking e clustering spettrale.• Minimi quadrati: Introduzione al problema dei minimi quadrati. Regressione lineare e non. Tecniche di linearizzazione. Studio del sistema normale e sue proprietà di consistenza. Uso della fattorizzazione QR e della regressione alle componenti principali. Esempi su dataset reali per problemi di fitting e forecasting.• Ottimizzazione: Calcolo vettoriale (cenni). Minimi e massimi. Metodi di Newton. Perceptron e formulazione delle Support Vector Machines come problemi di ottimizzazione.
Testi di riferimento	1. C. Meyer, Matrix Analysis and Applied Linear Algebra, SIAM, 2003.



	<ol style="list-style-type: none"> 2. Lars Eldèn, Matrix Methods in Data Mining and Pattern Recognition, SIAM 2007 3. Gilbert Strang, Calculus, Wellesley-Cambridge press, 1991 (Chapter 13) 4. Jorge Nocedal, Stephen Wright - Numerical Optimization. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, Second Edition (2006, Springer) (Chapters 1-2) <p>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.</p>		
Note ai testi di riferimento	Tutte le referenze sono integrate dalle slides e le note scritte dal docente, nonché dai codici di calcolo scientifico spiegati e commentati durante le lezioni. Inoltre, altri articoli scientifici per approfondimenti verranno forniti dal docente.		
Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio ed esercitazioni)	Studio individuale
225 ore	56 ore	30 ore	139 ore
CFU/ETCS			
9 CFU	7 CFU	2 CFU	

Metodi didattici	
	<i>Lezioni frontali. Esperimenti numerici con codici software opensource.</i>

Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conoscere e comprendere le tecniche di algebra lineare numerica utili per il trattamento di dati strutturati. ○ Applicare metodi di ottimizzazione per risolvere problemi nei contesti di data-mining, image-processing e information-retrival.



Conoscenza e capacità di comprensione applicate	<ul style="list-style-type: none">○ Acquisire le tecniche fondamentali dell'algebra lineare numerica per il trattamento di problemi reali. Capacità di sviluppo di codici numerici efficienti ed accurati per l'analisi di problemi nel contesto dell'img-processing, data mining e information retrieval.○ Padronanza delle tecniche fondamentali e delle tecniche avanzate dell'algebra lineare numerica per modellare problemi reali.
Competenze trasversali	<p>Autonomia di giudizio</p> <ul style="list-style-type: none">○ Studio critico ed individuale.○ Esercizi mirati durante il corso. <p>Abilità comunicative</p> <ul style="list-style-type: none">○ Uso del lessico tecnico appropriato per la descrizione degli argomenti trattati. <p>Capacità di apprendere in modo autonomo</p> <ul style="list-style-type: none">○ Apprendimento della metodologia e del problem-solving attraverso lo studio dei testi consigliati e l'implementazione pratica delle tecniche teoriche presentate durante il corso.

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<ul style="list-style-type: none">● <i>Prova orale:</i><ul style="list-style-type: none">- <i>Presentazione di codici scientifici in Python: i codici vengono assegnati una settimana prima della data dell'esame tramite la piattaforma E-learning ADA. La presentazione dei codici è necessaria per accedere alla parte orale. I codici usati dal docente durante il corso possono essere utilizzati dagli studenti per produrre i risultati richiesti, purché questi vengano opportunamente commentati e discussi in sede di esame. L'esecuzione di esercizi di calcolo scientifico consente la messa in pratica delle nozioni teoriche apprese durante il corso.</i>- <i>Interrogazione con esercizi e domande teoriche.</i>- <i>Voto espresso in trentesimi.</i>● <i>Sono previsti due esoneri dove si richiede la risoluzione di esercizi mediante l'applicazione dei concetti teorici spiegati durante il corso.</i><ul style="list-style-type: none">● <i>Il primo esonero viene effettuato a metà del corso, in genere nel mese di novembre</i>● <i>Il secondo esonero viene effettuato a gennaio.</i>● <i>La valutazione degli esoneri è espressa in 5 classi di giudizio:</i><ul style="list-style-type: none">■ <i>A: Ottimo</i>■ <i>B: Buono</i>■ <i>C: Discreto</i>■ <i>D: Sufficiente</i>■ <i>E: Non sufficiente</i>● <i>I due esoneri vengono conservati per i primi tre appelli.</i>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none">● Conoscenza e capacità di comprensione:<ul style="list-style-type: none">○ Tecniche di algebra lineare numerica e di ottimizzazione○ Identificazione del metodo migliore per la trattazione di problemi reali● Conoscenza e capacità di comprensione applicate:<ul style="list-style-type: none">○ Implementazione e sviluppo di codici efficienti per la trattazione di problemi di natura applicativa.



	<ul style="list-style-type: none">● Autonomia di giudizio:<ul style="list-style-type: none">○ Studio critico del materiale fornito dal docente● Abilità comunicative:<ul style="list-style-type: none">○ Utilizzo di linguaggio scientifico tecnico appropriato alla descrizione del problema trattato.○ Capacità di sintesi e di presentazione dei risultati ottenuti● Capacità di apprendere:<ul style="list-style-type: none">○ Autonomia critica nel saper approfondire e nel saper risolvere problemi di natura simile a quelli affrontati durante il corso, ma non necessariamente uguale.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<ul style="list-style-type: none">● Gi studenti sono valutati sulla correttezza e la comprensione degli argomenti presentati a lezione.
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● https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica● https://elearning.uniba.it/ <p>I programmi degli insegnamenti sono disponibili qui:</p> <ul style="list-style-type: none">● https://elearning.uniba.it/ <p>Le informazioni che tutti gli studenti dovrebbero conoscere sono scritte nei Regolamenti didattici e manifesti degli studi disponibili nel sito:</p> <ul style="list-style-type: none">● https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea <p>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.</p> <hr style="width: 10%; margin: 20px auto;"/>



Main information on the course

Course name	Numerical Methods for Computer Science	
Degree	Computer Science	
Academic year	2023/24	
European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS), in Italian Crediti Formativi Universitari (CFU)	9 CFU	
Settore Scientifico Disciplinare	MAT 08	
Course language	English	
Anno di corso	2023/24	
Periodo di erogazione	First Semester	
Obbligo di frequenza	It is highly recommended to attend classes	
Sito web del corso di studio	https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea	

Teacher(s)

Name and Surname	Francesca Mazzia
email	Francesca.mazzia@uniba.it
phone	0805443291
office	Computer Science department, room n 563, V floor
e-learning platform	https://elearning.uniba.it/
Teacher's homepage	https://archimede.uniba.it/~mazzia/mazzia/?page_id=44
Office hours	Tuesdays 11:00—13:00, Or by email appointment.
Name and Surname	Antonella Falini
Email	Antonella.falini@uniba.it
Phone	0805443285
Office	Computer Science department, room n 557, V floor
e-learning platform	https://elearning.uniba.it/
Office hours	Mondays 11:00—13:00, or by email appointment

Syllabus

Course goals	Mastering basic and advanced numerical linear algebra techniques to model real world problems. Ability to design and to implement efficient algorithms for the treatment of data-mining and image processing applications.
Prerequisites/requirements	Basic knowledge of numerical calculus
Course program	<ul style="list-style-type: none">Numerical linear algebra: Vector spaces and subspaces. Matrices and operation with matrices. The 4 fundamental subspaces. Rank. Connectivity. Determinant of a matrix and its properties. Linear functions and transformations. Linear systems and consistency. Similarity. Norms, inner and outer products. Orthogonality. Gram-Schmidt ortho-normalization algorithm. QR factorization. Singular Value Decomposition (SVD) and its properties. Truncated-SVD. Eckart-Young theorem. Principal component analysis (PCA). Applications to image-processing and text-mining.Eigenvalues and Eigenvectors:



	<p>Definition. Computation of the associated eigenspace. Computation of the eigenvalues for 2x2 matrices. Algebraic and geometric multiplicity. Diagonalizability. Canonical Jordan form. Schur's theorems. Core-nilpotent decomposition. Power method. Applicazioni: Google Page-Ranking algorithm and spectral clustering.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Least squares: Introduction to the least squares problems. Linear and non linear regression. Linearization techniques. Normal system and its consistency properties. Use of the QR factorization and of the principal component regression. Examples on real dataset for fitting and forecasting problems. • Optimization: Vector calculus (summary). Maxima and minima. Newton methods. Perceptron and Support Vector Machines. 		
<p>Books of reference</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. C. Meyer, Matrix Analysis and Applied Linear Algebra, SIAM, 2003. 2. Lars Eldèn, Matrix Methods in Data Mining and Pattern Recognition, SIAM 2007 3. Gilbert Strang, Calculus, Wellesley-Cambridge press, 1991 (Chapter 13) 4. Jorge Nocedal, Stephen Wright - Numerical Optimization. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering, Second Edition (2006, Springer) (Chapters 1-2) <p>The interested students may borrow the books from the Library. It is useful to check if the books are available via the "Sistema Bibliotecario di Ateneo" https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php? And check with the library to get a loan.</p>		
<p>Notes to the books</p>	<p>All the references will be integrated by suggested readings, articles, slides and notes provided during the lectures, besides the programming codes suitable presented during class time.</p>		
<p>Organization of the didactic activities</p>			
<p>Hours</p>			
<p>Total</p>	<p>Lectures</p>	<p>Practice sessions</p>	<p>Individual study</p>
<p>Hours 86</p>	<p>Hours 56</p>	<p>hours 30</p>	<p>Hours 139</p>
<p>CFU/ETCS</p>			
<p>CFU 9</p>	<p>CFU 7</p>	<p>CFU 2</p>	
<p>Teaching methods</p>			
		<p>Lectures. Laboratory experiments with open source software and available datasets.</p>	



Expected learning outcomes	
Knowledge and understanding	<ul style="list-style-type: none">○ Knowledge and understanding of numerical linear algebra techniques useful for treating structured data.○ Application of optimization methods for solving problems in data mining, image processing and information retrieval.
Applying knowledge and understanding	<ul style="list-style-type: none">○ Understanding the fundamental techniques of numerical linear algebra for the treatment of real problems. Ability to design and develop efficient numerical codes to analyze real problems in the context of image-processing, data-mining and information retrieval.○ Mastering the fundamental techniques and the advanced techniques of numerical linear algebra to model real problems.
Other skills	<p><i>Making judgements</i></p> <ul style="list-style-type: none">○ Judgment autonomy is acquired through critical study and interpretation of texts. The achievement of an adequate autonomy is verified through the exercises, which are held during the teaching program and with the final written and oral examination. <p><i>Communication</i></p> <ul style="list-style-type: none">○ Students should be able to express the topics included in the teaching programme by employing the specific lexicon of the discipline. <p><i>Learning skills</i></p> <ul style="list-style-type: none">○ Learning an appropriate studying methodology, supported by text consultation and implementation of the techniques proposed during the course.

Assessment	
Assessment methods	<ul style="list-style-type: none">● <i>Oral exam:</i><ul style="list-style-type: none">- <i>Presentation of scientific programming codes in Python: these exercises are assigned one week before the exam date via the E-learning platform ADA. The presentation of such exercises is necessary to proceed to the oral part. The codes presented by the teachers can be used in this phase. The obtained results should be suitable commented and discussed at the oral exam.</i>- <i>Oral and written questions/exercises</i>- <i>Final grade expressed in 30 scale..</i>● <i>There are two midterms where written exercises need to be solved.</i><ul style="list-style-type: none">● <i>The first mid-term is scheduled usually in November.</i>● <i>The second mid-term is scheduled in January.</i>● <i>The evaluation of the mid-terms is expressed in 5 classes:</i><ul style="list-style-type: none">■ <i>A: Excellent</i>■ <i>B: Very Good</i>■ <i>C: Good</i>■ <i>D: Sufficient</i>■ <i>E: Not sufficient</i>



	<ul style="list-style-type: none">• <i>The two mid-terms are valid up to the third- exam date.</i>
Evaluation criteria	<ul style="list-style-type: none">• <i>Knowledge and understanding</i><ul style="list-style-type: none">○ numerical linear algebra techniques useful for treating structured data.• <i>Applying knowledge and understanding</i><ul style="list-style-type: none">○ Acquiring the main numerical linear algebra techniques for treating real world problems. Ability to design efficient numerical codes implementing numerical techniques for solving problems in data mining, image processing and information retrieval.○ Mastering basic and advanced numerical linear algebra techniques to model real world problems. Ability to design and to implement efficient algorithms for the treatment of data-mining and image processing applications.• <i>Autonomy of judgment</i><ul style="list-style-type: none">○ Judgment autonomy is acquired through critical study and interpretation of texts. The achievement of an adequate autonomy is verified through the exercises, which are held during the teaching program and with the final written and oral examinations.• <i>Communicating knowledge and understanding</i><ul style="list-style-type: none">○ Students should be able to express the topics included in the teaching programme by employing the specific lexicon of the discipline.• <i>Communication skills</i><ul style="list-style-type: none">○ Students should be able to express the topics included in the teaching programme by employing the specific lexicon of the discipline.• <i>Capacities to continue learning</i><ul style="list-style-type: none">○ Learning an appropriate studying methodology, supported by text consultation and implementation of the techniques proposed during the course.
Measurements and final grade	Students will be evaluated on level of their knowledge concerning the various topics included in the syllabus.
Further information	<p>Students are strongly recommended to rely only on official information/communication displayed on the Computer Science web page, on the social media group only if established and administrated by the course teachers:</p> <ul style="list-style-type: none">• https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea• https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica• https://elearning.uniba.it/ <p>The course programs are available here: https://elearning.uniba.it/</p> <p>All the students are required to acquire the information by consulting “Regolamenti didattici” and “manifesti degli studi” available here:</p>



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

Students are strongly recommended to not trust information of teaching material available from NOT official sources. For any doubt or further information students are required to get in touch with the corresponding teachers.