TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

Scheda Insegnamento

Mod. scheda insegnamento v1.2

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome	Mauro
Cognome	Chinappi

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano	Introduzione all'analisi dei dati per ingegneria
English	Introduction to data science for engineering

Aree culturali

Digital

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A.	2025-2026	○ L	◉ LM	○ LM CU
CdS	Ingegneria meccanica			
Codice				
Canale	Prodotto			
CFU	6			
Lingua	English			

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome	Domenico
Cognome	Marinucci

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano	
English	

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Italiano

Aerospace Digital Mobility Sustainability

L'obiettivo principale del corso è fornire i fondamenti calcolo delle probabilità e statistica e mostrarne alcune applicazioni nell'ambito all'analisi dei dati per problemi di ingegneria meccanica. In parallelo alla introduzione dei principali risultati analitici sul calcolo delle probabilità (come, ad esempio, la legge dei grandi numeri e teorema del limite centrale) saranno svolte esercitazioni al calcolatore per mostrare come tali risultati abbiano una immediata conseguenza applicativa nell'analisi di insiemi di dati reali. Nella parte finale del corso, sarà fatto cenno alle principali tecniche di apprendimento automatico come il clustering e le reti neurali. L'alternanza tra lezioni teoriche ed applicazioni al calcolatore metterà gli/le studenti in condizione di implementare progettare, implementare e valutare strumenti di analisi dati.

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Al termine dell'insegnamento, lo/la studente sarà in grado di comprendere le principali modalità di analisi dati. Lo/la studente imparerà le principali differenze i vari approcci all'analisi dati ed avrà una conoscenza di base sulle principali tecniche di apprendimento automatico

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Lo/la studente sarà in grado di riconoscere gli ambiti di applicabilità delle varie techniche di analisi dati proposte. Sarà inoltre in grado di sviluppare algoritmi per analisi dati in Python

AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Dato un problema ingegneristico, lo/la studente sarà in grado selezionare la strategia più opportuna per l'analisi dei dati. Sarà anche in grado di valutare l'appropriatezza e le limitazioni degli approcci presentati nel corso. Lo/la studente sarà in grado di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità i contenuti del corso a interlocutori specialisti. Sarà inoltre in grado di rappresentare i dati e le relative analisi in modo che siano comprensibili a varie categorie di interlocutori..

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Le conoscenza tecniche e la modalità di svolgimento del corso (che prevede l'alternarsi di lezioni teoriche e di applicazioni al calcolatore in Python) contribuiranno a sviluppare quelle capacità di apprendimento (learning-by-doing) che consentono di approfondire ed allargare le proprie conoscenze in modo auto-diretto o autonomo. Inoltre, lo/la studente sarà in grado di saper leggere e comprendere libri di testo e relativi ad analisi dati e machine learning.

English

Aerospace Digital Mobility Sustainability

The main goal of the course is to provide the fundamentals of probability and statistics, highlighting their applications in data analysis for mechanical engineering problems. Alongside the introduction of key analytical results in probability theory (such as the law of large numbers and the central limit theorem), computer exercises will demonstrate how these results have immediate practical implications in the analysis of real data sets. In the final part of the course, the main machine learning techniques, such as clustering and neural networks, will be briefly introduced. The combination of theoretical lectures and computer applications will enable students to design, implement, and evaluate data analysis tools.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

By the end of the course, students will be able to understand the main approaches to data analysis. They will learn the key differences between various data analysis methods and gain basic knowledge of major machine learning techniques.

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

Students will be able to identify appropriate applications for the data analysis techniques presented. They will also develop skills to implement data analysis algorithms using Python.

MAKING JUDGMENTS:

Given an engineering problem, students will be able to select the most suitable data analysis strategy. They will also evaluate the appropriateness and limitations of the methods covered in the course.

COMMUNICATION SKILLS: Students will be able to communicate course content clearly and unambiguously to specialist audiences. They will also present data and analyses in a way that is understandable to diverse groups of listeners.

LEARNING SKILLS: The technical knowledge and the course format - alternating between theoretical lessons and hands-on Python exercises- will develop students' learning-by-doing abilities. This will support self-directed learning and deepening of knowledge. Moreover, students will gain the skills to read and understand textbooks related to data analysis and machine learning.

Prerequisiti

Italiano	Lo/la studente dovrebbe avere una solida base in analisi matematica, geometria, fisica. Il livello di comprensione atteso per queste discipline è quello dei corsi della triennale in ingegneria meccanica.
English	The student should have a solid background in mathematical analysis, geometry, and physics. The expected level of understanding for these subjects corresponds to that of undergraduate courses in mechanical engineering.

Programma

Italiano

Aerospace Digital Mobility Sustainability

Le diverse interpretazioni della probabilità, cenni storici. Approccio assiomatico, alcuni paradossi e prime conseguenze. Probabilità condizionata, probabilità composta. Indipendenza, formula di Bayes. Variabili aleatorie discrete: lancio di monete e legge binomiale, estrazioni in blocco e calcolo combinatorio. Esempi e applicazioni. Valore medio e varianza: proprietà fondamentali. Disuguaglianze di Markov e Chebyshev, legge dei grandi numeri. Variabili aleatorie continue: valore medio e varianza, funzione caratteristica. Teorema del limite centrale: conseguenze e applicazioni. Esempi: sondaggi elettorali, fluttuazioni nelle prove ripetute. Applicazioni del teorema del limite centrale: intervalli di confidenza e test delle ipotesi. I p-value. Stimatori e loro proprietà; il metodo della massima verosimiglianza. Regressione lineare; stime OLS e loro proprietà. Cenni alle reti neurali.

Introduzione a Python e all'IA generativa. Esempi di rappresentazione dei dati con Matplotlib. La libreria NumPy e la generazione di sequenze pseudo-casuali. Calcolo di media e varianza da una sequenza di dati in Python.

Descrizione Euleriana e Lagrangiana della diffusione di particelle sferiche. Connessione tra fluidodinamica a bassi numeri di Reynolds, mobilità di una particella e diffusione (relazione di fluttuazione-dissipazione di Stokes-Einstein). Equazione di Langevin e sua implementazione in Python.

Cenni alla turbolenza: descrizione dei flussi turbolenti, con particolare attenzione alla natura delle fluttuazioni e alle loro proprietà statistiche. Verranno discussi i problemi che la turbolenza crea nella progettazione ingegneristica, inclusi gli effetti delle fluttuazioni sulla stabilità e sulle prestazioni dei sistemi.

TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

Scheda Insegnamento

English

Aerospace Digital Mobility Sustainability

Different interpretations of probability, historical overview. Axiomatic approach, some paradoxes, and initial consequences. Conditional probability, compound probability. Independence, Bayes' theorem. Discrete random variables: coin toss and binomial distribution, block draws and combinatorial calculations. Examples and applications. Mean and variance: fundamental properties. Markov and Chebyshev inequalities, law of large numbers. Continuous random variables: mean and variance, characteristic function. Central limit theorem: consequences and applications. Examples: election polls, fluctuations in repeated trials. Applications of the central limit theorem: confidence intervals and hypothesis testing. P-values. Estimators and their properties; maximum likelihood method. Linear regression; OLS estimates and their properties. Introduction to neural networks.

Introduction to Python and generative AI. Examples of data visualization with Matplotlib. The NumPy library and generation of pseudo-random sequences. Calculation of mean and variance from a data sequence in Python. Eulerian and Lagrangian descriptions of spherical particle diffusion. Connection between low Reynolds number fluid dynamics, particle mobility, and diffusion (Stokes-Einstein fluctuation-dissipation relation). Langevin equation and its implementation in Python.
Introduction to turbulence: description of turbulent flows, focusing on the nature of fluctuations and their statistical properties. The challenges turbulence poses to engineering design will be discussed, including the effects of fluctuations on system stability and performance.

Modalità di valutazione

- ☐ Prova scritta
- ☑ Prova orale
- ☐ Valutazione in itinere
- ☑ Valutazione di progetto
- ☐ Valutazione di tirocinio
- ☐ Prova pratica
- ☐ Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano	Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezze nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni e limitate capacità critiche e di giudizio, gli argomenti sono esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili generalizzazioni e imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti, gli argomenti sono esposti in modo frequentemente poco coerente e con un linguaggio poco appropriato/tecnico. 21-23: conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica sufficientemente coerente e linguaggio appropriato/tecnico. 24-26: discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso ma con un linguaggio non sempre appropriato/tecnico. 27-29: conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi e sintesi; buona autonomia di giudizio. Argomenti esposti in modo rigoroso e con linguaggio appropriato/tecnico. 30-30L: ottimo livello di conoscenza e comprensione approfondita degli argomenti; ottime capacità di analisi, di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale e con linguaggio tecnico appropriato.

English	The final grade will be assigned according to the following scale: Failing: significant gaps and/or inaccuracies in knowledge and understanding of the topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations, and limited critical thinking and judgment; topics are presented incoherently and with inappropriate language. 18-20: barely sufficient knowledge and understanding of the topics, with possible generalizations and imperfections; sufficient skills in analysis, synthesis, and judgment; topics are often presented incoherently and with language that is not always appropriate or technical. 21-23: routine knowledge and understanding of the topics; correct analysis and synthesis skills with logically coherent arguments and appropriate/technical language. 24-26: fair knowledge and understanding of the topics; good analysis and synthesis skills with rigorous arguments, though language is not always appropriate or technical. 27-29: complete knowledge and understanding of the topics; notable analysis and synthesis skills; good autonomy of judgment. Topics are presented rigorously and with appropriate/technical language. 30-30L: excellent and in-depth knowledge and understanding of the topics; excellent skills in analysis, synthesis, and autonomy of judgment. Arguments are presented originally and with appropriate technical language.

Testi adottati

Italiano	Appunti del corso Paolo Baldi: Probabilità e Statistica Durante il corso, per speficici temi, i docenti condivideranno ulteriore materiale didattico come, ad esempio: San Miguel, M., & Toral, R. (2000). Stochastic effects in physical systems. In Instabilities and nonequilibrium structures VI (pp. 35-127). Dordrecht: Springer Netherlands per l'equazione di Langevin.
English	Course notes Paolo Baldi: Probabilità e Statistica During the course, for specific topics, the instructors will share additional teaching materials such as: San Miguel, M., & Toral, R. (2000). Stochastic effects in physical systems. In Instabilities and nonequilibrium structures VI (pp. 35-127). Dordrecht: Springer Netherlands, for the Langevin equation.

Bibliografia di riferimento

Italiano/
English

Modalità di svolgimento

- [x] Modalità in presenza
- [ ] Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

Il metodo di insegnamento del corso segue un modello didattico tradizionale basato su lezioni frontali ed esercitazioni. Il corso viene mediante l'uso combinato di lavagna e presentazioni in pdf. Almeno un terzo delle lezioni saranno esercitazioni al calcolatore per lo sviluppo di codici in Python. Durante tali esercitazioni, si mostrerà come avvalersi degli strumenti di IA generativa come supporto alla programmazione.

English

The teaching method of the course follows a traditional model based on lectures and exercises.
The course is conducted using a combination of blackboard and PDF presentations.
At least one third of the lessons will be computer exercises for developing Python code.
During these exercises, students will learn how to use generative AI tools to support programming.

Modalità di frequenza

- [x] Frequenza facoltativa
- [ ] Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

La frequenza non è obbligatoria

English

Attendance is not mandatory.