Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Mod. Scheda Insegnamento v. 1.1 -

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome	HERVE'
Cognome	BOURDIN

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano	METODI NUMERICI PER ASTROFISICA
Inglese	NUMERICAL METHODS FOR ASTROPHYSICS

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A. 2025/2026 ○ L ◉ LM ○ LM CU

CdS	FISICA (LM-17)
Codice	8067538
Canale	UNICO
CFU	6
Lingua	ENG

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

Nome	
Cognome	

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

Italiano	
Inglese	

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso è incentrato sulle tecniche astrofisiche, affrontando i problemi quotidiani incontrati dagli osservatori nell ' acquisizione di dati da sorgenti astrofisiche, introducendo alcune tecniche di massimizzazione del segnale, analisi avanzata dei dati e delle immagine. Il corso si prefigge inoltre di fornire capacità di lavoro in laboratorio attraverso esperienze dirette di uso di strumentazione. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: I dati astronomici sono spesso registrati numericamente e campionati in cubi da cui separare il segnali utili dal rumore di fondo. Partendo da riassunti delle teorie delle probabilità, delle variabili casuali e delle rappresentazioni sparse, questo corso presenterà delle tecniche di analisi dei dati e di trattamento del segnale tra cui model fitting e stime parametriche, risoluzione non lineare di problemi inversi come il denoising delle immagini, la separazione di sorgente e la deconvoluzione di Point Spread Functions. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Approfondita comprensione delle tecniche di acquisizione dei dati e estrazione di
Inglese	LEARNING OUTCOMES: The course focuses on astrophysical techniques, addressing the every-day problems encountered by observers when acquiring data from astrophysical source, introducing some techniques for signal enhancement, advanced data and image analyses. The course also aims to provide laboratory skills by hands-on experiences. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Modern astronomical data sets are often numerically registered and sampled as data cubes from which useful pieces of information must be separated from one another and from background noises. Starting from reminders about probability theory, random variables and sparse representations, this course will present data analysis and signal processing techniques for model fitting and parametric estimates, or non-linear solving of inverse problems such as image denoising, source separation and PSF deconvolution. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Understanding the limits of the instrumentation. - Ability to unassistedly analyze astrophysical data-sets.

Prerequisiti

Italiano	Conoscenze di base di fisica generale e di analisi matematica.
Inglese	Basic knowledge of general physics and mathematical analysis.

Programma

Italiano	-- Variabili casuali; -- Processi di Bernoulli, Gauss, Poisson; -- Stime di parametri; Proprieta dei stimatori (bias, variance), funzione di verosomiglianza, informazione di Fisher, stimatore dei minimi quadrati; -- Approccio bayesiano: priors, posteriors; -- Approssimazioni di funzioni (non) parametrici; -- Campionamento, filtering, analisi spettrale dei segnali; -- Rappresentazioni sparse (basi di Fourier, wavelet, curvelets); -- Problemi inversi e risoluzioni (non) lineare: algoritmi di denoising, separazione di sorgenti, deconvoluzione di Point-Spread Function
Inglese	-- Random variables; -- Bernoulli, Gauss, Poisson processes; -- Parameter estimates, estimator properties (bias, variance), likelihood function, Fisher information, least mean square estimates; -- bayesian approach: priors, posteriors; -- (non)-parametric approximation of functions; -- sampling, filtering, spectral analyses of signals; -- sparse representations (Fourier, wavelet, curvelets bases); -- (non)-linear solving of inverse problems, such as image denoising, source separation and PSF deconvolution;

Modalità di valutazione

- [ ] Prova scritta
- [x] Prova orale
- [ ] Valutazione in itinere
- [x] Valutazione di progetto
- [ ] Valutazione di tirocinio
- [ ] Prova pratica
- [ ] Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano	La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di
Inglese	The examination will be evaluated according to the following criteria: Ineligible: imajor deficencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations. 18-20: knowledge and understanding of topics only sufficient with possible imperfections; analytical skills, synthesis and judgment autonomy just sufficient. 21-23: knowledge and understanding of topics at a basic level; Correct analysis and synthesis skills with consistent logical reasoning. 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthesis skills with rigorous arguments. 27-29: Ccomplete knowledge and understanding of the topics; remarkable ability of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment. 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of topics. Remarkable ability of

Testi adottati

Italiano	A wavelet tour of Signal Processing. Stephane Mallat Bruits et signaux. Didier Pelat Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction
Inglese	A wavelet tour of Signal Processing. Stephane Mallat Bruits et signaux. Didier Pelat Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction

Bibliografia di riferimento

Italiano	
Inglese	

Modalità di svolgimento

☒ Modalità in presenza
☐ Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

Trasparenti, lavagna
Laboratori in stanza informatica

Inglese

Slides, chalkboard and other didactic material
Laboratory exercises

Modalità di frequenza

◉ Frequenza facoltativa
○ Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

Lezione in aula ed in Laboratorio

Inglese

Classroom lectures and computational laboratory practice