UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2022/2023

MODELLISTICA NUMERICA

Anno immatricolazione	2020/2021
Anno offerta	2022/2023
Normativa	DM270
SSD	MAT/08 (ANALISI NUMERICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA 'FELICE CASORATI'
Corso di studio	MATEMATICA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Primo Semestre (29/09/2022 - 13/01/2023)
Crediti	6
Ore	56 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	ORALE
Docente	MOIOLA ANDREA (titolare) - 6 CFU
Prerequisiti	Le competenze acquisite nei corsi dei primi due anni di analisi, algebra lineare e analisi numerica. Conoscenze di base di Matlab o di un linguaggio simile.
Obiettivi formativi	Il corso completa ed estende le conoscenze degli argomenti trattati nei precedenti corsi di analisi numerica. Obiettivo fondamentale è quello di apprendere varie tecniche della modellistica numerica per la risoluzione di problemi ai limiti, principalmente di diffusione-reazione-trasporto. Ci limiteremo al caso di un'unica dimensione spaziale, ma le idee e le tecniche apprese potranno essere applicate in contesti ben più generali. Al termine del corso lo studente sarà in grado di: studiare le proprietà teoriche di un problema al bordo, selezionare le tecniche numeriche più adatte per approssimarlo, analizzare le proprietà di stabilità e convergenza del metodo e implementarlo in modo efficiente.

Programma e contenuti

Si introdurranno gli algoritmi numerici per la risoluzione di problemi differenziali ai limiti.
Faranno parte del corso elementi di programmazione MATLAB.

- Metodo di shooting per problemi al bordo lineari e non lineari.
- Modelli di diffusione, trasporto e reazione.
- Esistenza ed unicità della soluzione del problema di Dirichlet in una dimensione, principio del massimo, funzione di Green, altre condizioni al bordo.
- Differenziazione numerica: le differenze finite; errore di troncamento ed errore di arrotondamento.
- Metodo delle differenze finite.
Esistenza, unicità ed accuratezza della soluzione del problema discreto di diffusione-reazione.
Il problema di Neumann.
Implementazione efficiente.
Problema di diffusione-trasporto, metodo upwind.
Il problema agli autovalori.
Problemi non lineari.
Quantificazione dell'incertezza.
- Il metodo di collocazione spettrale polinomiale e quello trigonometrico; la trasformata di Fourier discreta, la FFT.
- La formulazione debole di un problema al contorno, problemi variazionali astratti.
- Il metodo di Galerkin.
- Il metodo degli elementi finiti lineari e quadratici; analisi dell'errore.
- Problemi evolutivi: equazione del calore, metodo di Fourier, theta-metodo.

Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni in laboratorio informatico.
Le lezioni frontali si tengono alla lavagna (fisica o virtuale) e richiedono la partecipazione attiva degli studenti, soprattutto per le parti di problem solving.
Durante le esercitazioni nel laboratorio informatico gli studenti implementano e studiano numericamente i metodi visti nelle lezioni, da soli o a piccoli gruppi, con il supporto del docente. Gli esercizi sono assegnati in anticipo e spaziano da semplici applicazioni della teoria a piccoli progetti di una certa complessità.

Testi di riferimento

Il riferimento principale sono le dispense preparate dal docente e rese disponibili sulla pagina del corso.

Per approfondimenti:
A. Iserles, A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations, Cambridge University Press, 2009.
R.J. LeVeque, Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations. Steady-state and Time-dependent Problems, SIAM 2007.
A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, Matematica Numerica, Springer, 2014.
G. Strang, G. Fix, An Analysis of the Finite Element Method, Wellesey–Cambridge press, 2008 (prima ed. 1973).
E. Suli, D. Mayers, An introduction to Numerical Analysis, Cambridge University Press, 2003.
A. Tveito, R. Winther, Introduction to Partial Differential Equations. A Computational Approach, Springer 2005.

Modalità verifica apprendimento

Esame orale con discussione di elaborati Matlab.
Gli studenti dovranno dimostrare di conoscere i concetti teorici, saperli applicare a problemi concreti, essere in grado di confrontare strategie diverse, saper descrivere, implementare ed analizzare i metodi numerici che costituiscono il programma del corso.

Altre informazioni

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile