UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

SCIENZE DELL'INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E DELL'ARCHITETTURA

Denominazione	Metodi numerici
SSD	MATH-05/A (ex MAT/08)
Docente	Luca Bergamaschi Andrea Franceschini
Ore	24
CFU	4
Periodo di svolgimento	Gennaio
Modalità di erogazione	☒ In presenza ☐ A distanza ☐ Duale
Lingua di erogazione	Inglese
Obbligo presenza	☒ Sì (si richiede la presenza almeno al 75% delle lezioni) ☐ No
Contenuti del corso	Parte 1: Metodi iterativi per la soluzione di sistemi lineari e non lineari. Matrici sparse. Concetti di base sui metodi iterativi. Il metodo della steepest descent. Il metodo del gradiente coniugato. Teoria della convergenza. Accelerazione dei metodi iterativi tramite precondizionamento. Metodi basati sui sottospazi di Krylov. Il metodo GMRES. Implementazioni pratiche. Soluzione iterativa di grandi sistemi di equazioni non lineari: il metodo di Newton e le sue varianti. Convergenza locale, suggerimenti per la convergenza globale. Metodi di Newton inesatti. Metodi quasi-Newton. Parte 2: Introduzione agli elementi finiti per equazioni ellittiche e paraboliche. Equazioni differenziali parziali (PDEs) di secondo ordine: equazioni ellittiche, paraboliche e iperboliche. Condizioni al contorno e condizioni iniziali. Metodi variazionali: metodi di Galerkin e formulazioni deboli. Integrazione temporale per PDE paraboliche. Elementi finiti: elementi Lagrangiani in 1D, estensioni a 2D e 3D, elementi finiti triangolari. Soluzione agli elementi finiti dell'equazione di Poisson e dell'equazione di diffusione.

Obiettivi di apprendimento	Conoscenza dei Metodi Iterativi: comprendere i fondamenti dei metodi iterativi per la soluzione di sistemi di equazioni lineari e non lineari di grande dimensione. Sapere applicare il metodo della steepest descent e il metodo del gradiente coniugato come tecniche di base per risolvere sistemi lineari. Analisi della Convergenza: sviluppare una comprensione approfondita della teoria della convergenza dei metodi iterativi. Valutare l'efficacia di metodi di accelerazione tramite precondizionamento per migliorare la convergenza. Utilizzo dei Metodi di Krylov: applicare metodi basati sui sottospazi di Krylov, inclusi il metodo GMRES, per la soluzione di sistemi di grandi dimensioni. Implementare e risolvere problemi pratici utilizzando questi metodi iterativi. Sistemi Non Lineari: affrontare la soluzione di grandi sistemi di equazioni non lineari usando il metodo di Newton e le sue varianti. Acquisire i concetti di convergenza locale e globale in contesti non lineari. Sapere applicare metodi quasi-Newton per risolvere sistemi non lineari di grandi dimensioni in modo efficiente. Introduzione agli Elementi Finiti: studiare le caratteristiche delle PDE di secondo ordine, ovvero equazioni ellittiche, paraboliche e iperboliche, con particolare attenzione alle condizioni al contorno e iniziali. Metodi Variazionali: conoscere i metodi variazionali, in particolare il metodo di Galerkin e le formulazioni deboli per risolvere problemi di PDE. Sviluppare competenze nell'analisi e implementazione di metodologie di integrazione temporale per PDE paraboliche. Elementi Finiti in Pratica: progettare e implementare elementi finiti, con particolare attenzione agli elementi Lagrangiani in 1D e le loro estensioni in 2D e 3D, inclusi gli elementi finiti triangolari. Risolvere pratiche applicative dell'equazione di Poisson e dell'equazione di diffusione utilizzando tecniche di elementi finiti.
Metodologie didattiche	Lezione frontale con slide proiettate a supporto.
Corso su competenze trasversali, interdisciplinari, transdisciplinari	☐ Sì ☒ No
Possibile partecipazione di dottorandi di altri corsi	☒ Sì ☐ No
Prerequisiti (non obbligatorio)	Basi di algebra lineare e analisi matematica. Frequentazione del corso “Elementi di algebra tensoriale e numerica”.
Modalità d'esame (se previsto)	Presentazione di una relazione che descrive la soluzione di un esercizio fornito dal docente.

Materiale studio	Slide fornite a lezione e testi da consultare: 1.Y. Saad: Iterative methods for sparse linear systems, SIAM, 2003 2.C.T. Kelley. Iterative methods for linear and nonlinear equations, SIAM, 1987 3.A. Quarteroni: Numerical models for differential problems, Springer (2014). 4.O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, J. Z. Zhu: The finite element method: its basis and fundamentals, Butterworth-Heinemann 2005).
Informazioni aggiuntive	Nessuna