

SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"CALCOLO SCIENTIFICO PER L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA"

SSD MAT/08*

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: PROF. LUISA D'AMORE

TELEFONO: 081-675626

EMAIL: LUISA.DAMORE@UNINA.IT

INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO (EVENTUALE): NO

MODULO (EVENTUALE): UNICO

CANALE (EVENTUALE):

ANNO DI CORSO (I, II, III): I

SEMESTRE (I, II) II

CFU: 9

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

NESSUNO

EVENTUALI PREREQUISITI

NESSUNO

OBIETTIVI FORMATIVI

Le simulazioni numeriche al computer (che Galileo Galilei chiamava analisi matematica e sperimentale della natura) consentono di dominare la crescente complessità dei modelli delle scienze e dell'ingegneria: esplorando soluzioni innovative mediante l'uso intensivo di tecnologie hardware e software emergenti, hanno un impatto sociale decisivo (policy decision-making). La simulazione numerica è il risultato di un processo in continua evoluzione. Simulazioni affidabili, ovvero in grado non solo di interpretare ma anche di prevedere, devono tener conto dell'incertezza. L'analisi dell'incertezza, della sua propagazione e lo studio della sensibilità della soluzione alle incertezze nei dati (Uncertainty Quantification) è un requisito fondante delle simulazioni predittive.

L'insegnamento intende approfondire conoscenze metodologiche della matematica numerica (alla base delle simulazioni numeriche) preliminari e fondamentali per calcolare, interpretare e descriverne le soluzioni. L'analisi critica dei metodi numerici, degli algoritmi risolutivi e la loro messa in opera in ambienti di calcolo come il Matlab (anche Parallelo), consentirà agli studenti di identificare l'approccio migliore per ottenere il risultato atteso.

Gli obiettivi formativi dell'insegnamento sono i seguenti

- Acquisire conoscenze metodologiche specialistiche del *mathematics stack* per le simulazioni e le modellazioni al computer (dalla formulazione del problema alla interpretazione, visualizzazione, verifica e validazione dei risultati);
- Approfondire gli strumenti della matematica numerica (algoritmi e software), selezionandoli opportunamente in ragione della tipologia del problema e allo strumento di calcolo (co-design);
- Padroneggiare le competenze numeriche necessarie per affrontare in un contesto interdisciplinare e multidisciplinare la modellazione e simulazione computazionale di sistemi complessi di interesse dell'Ingegneria Informatica.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

Conoscenza e capacità di comprensione

Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze metodologiche del calcolo scientifico necessarie alla realizzazione di simulazioni scientifiche dei problemi che nascono in realtà produttive molto differenziate. Lo studente deve dimostrare di conoscere gli aspetti caratterizzanti la quantificazione dell'incertezza nelle simulazioni computazionali ovvero comprendere le problematiche relative alle principali fonti di errore che nascono nella fase di risoluzione computazionale, di riconoscere e ridurre la propagazione sulla soluzione numerica attraverso l'analisi critica degli algoritmi numerici e di mettere a punto elementi di software affidabili in grado di stimare l'incertezza sul risultato. A fine corso, lo studente sarà in grado di definire il processo di risoluzione computazionale di alcuni problemi fondamentali della matematica numerica.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Il percorso formativo è orientato a fornire le capacità operative necessarie a trasformare un qualsiasi modello matematico, come ad esempio un'equazione differenziale alle derivate parziali, un integrale o un sistema di equazioni lineari, in un elemento di software matematico e di utilizzare gli standard qualitativi per la verifica e la validazione dei risultati.

A fine corso, lo studente sarà in grado di selezionare e utilizzare gli strumenti della matematica numerica (metodi, algoritmi e software) acquisiti per risolvere alcuni casi di studio analizzando, interpretando e validando i risultati ottenuti.

PROGRAMMA-SYLLABUS

Articolazione del corso:

Parte 1 - 30 % – concetti fondamentali

Parte 2 – 20 % – approfondimenti

Parte 3 – 50 % – preparazione alla prova finale

Parte 1:

Introduzione ai principi del Calcolo Scientifico – fasi di risoluzione computazionale di un problema, fonti di errore, stabilità di un algoritmo, condizionamento di un problema. Analisi di propagazione dell'errore.

Algebra Lineare Numerica – Metodi diretti, Algoritmo di Eliminazione di Gauss e Fattorizzazione LU per matrici piene o strutturate.

Parte 2:

Algebra Lineare Specialistica - Metodi iterativi. Il metodo del Gradiente Coniugato Precondizionato. I metodi MULTIGRID. Le librerie BLAS (Basic Linear Algebra Subroutines) e PBLAS (Parallel BLAS). Introduzione alle problematiche relative allo sviluppo di algoritmi paralleli per il calcolo matriciale e analisi di prestazioni (speed up, efficienza). Sperimentazione nell'ambiente Parallel Toolbox di Matlab.

Parte 3:

Rappresentazione di dati – Metodi di interpolazione e approssimazione per il trattamento e l'analisi di dati. Le funzioni spline. Interpolazione di curve mediante spline parametrica. Curve di Bezier, Curve B-spline- NURBS. Rappresentazione di oggetti in due e tre dimensioni. Il Polinomio di minimi quadrati di primo e secondo grado. Introduzione ai modelli numerici per il machine learning. Introduzione agli ambienti software per la modellazione di oggetti.

Algoritmo FFT – Dalla Trasformata di Fourier alla Trasformata discreta di Fourier mediante formule di quadratura numerica. Algoritmo FFT di Gentleman e Sande, Algoritmo FFT di Cooley e Tukey. Esempi ed applicazioni in Matlab: filtraggio/denoising/ricostruzione di un segnale e di una immagine. Algoritmo FFT radix-2, radix-r, a radici miste.

Equazioni Differenziali alle Derivate Parziali: Concetti e definizioni preliminari sugli operatori differenziali alle derivate parziali: classificazione (degli operatori, delle condizioni iniziali e al contorno, dei problemi differenziali alle derivate parziali); Esempi in contesti applicativi. L'approccio numerico alla base della risoluzione di problemi differenziali alle derivate parziali; Introduzione ai metodi di discretizzazione: differenze finite e volumi finiti; Concetto di consistenza, stabilità e convergenza.

MATERIALE DIDATTICO

- A.D'Alessio, Lezioni di Calcolo Numerico e Matlab- Liguori editore, IEd
- L. D'Amore, Spigolature sul metodo dei Gradienti Coniugati, Libreria Universitaria.
- A.Murli, Matematica Numerica, parte prima. Ed. Liguori

Dispense su argomenti specifici disponibili sul sito del docente

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà

- a) Lezioni frontali per circa il 30%
- b) Esercitazioni per circa il 20%
- c) Laboratorio per circa il 20%
- d) Software specialistico per circa il 30%

VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta o intercorso a metà	x
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	x
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	x