

Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	ANALISI NUMERICA
Corso di studio	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI L30
Anno di corso	II
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS):	: 7
SSD	MAT08-INF01
Lingua di erogazione	ITALIANO
Periodo di erogazione	I SEMESTRE Come da calendario
Obbligo di frequenza	Secondo regolamento didattico

Docente	
Nome e cognome	CINZIA ELIA
Indirizzo mail	cinzia.elia@uniba.it
Telefono	080 5542685
Sede	Dipartimento di Matematica. Università degli Studi di Bari.
Sede virtuale	
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Su appuntamento via e-mail e Mercoledì 15-17.

Syllabus	
Obiettivi formativi	Studio teorico e numerico di tecniche e algoritmi per la simulazione di modelli reali.
Prerequisiti	<p><i>Geometria analitica</i> (piano cartesiano e luoghi geometrici: rette e coniche).</p> <p><i>Analisi Matematica</i> (funzioni, successioni, serie di Fourier).</p> <p><i>Algebra lineare</i> (matrici, vettori, spazi vettoriali, sottospazi, lineare indipendenza, base di spazio vettoriale).</p> <p><i>Matlab</i> (conoscenza delle istruzioni base del Matlab, utilizzo del Matlab come ambiente di lavoro).</p>

<p>Contenuti di insegnamento (Programma)</p>	<p>Teoria</p> <p><u>Algebra lineare e sistemi lineari.</u> Richiami dal programma di Analisi Matematica 2: Matrici. Prodotto matrice vettore rivisto come combinazione lineare delle colonne di A attraverso i coefficienti del vettore b. Sistemi omogenei con una o infinite soluzioni. Determinante di matrice quadrata. Proprietà del determinante con dimostrazione nel caso di matrici 2x2 (necessarie per la comprensione del metodo di Gauss). Aspetti numerici: Risoluzione numerica di sistemi lineari. Metodo di Cramer: osservazioni sul costo computazionale delle regola di Laplace per il determinante delle matrici piene. Costo computazionale della regola di Cramer e <u>necessità</u> di algoritmi meno costosi per il calcolo numerico delle soluzioni dei sistemi lineari. Determinante di matrici triangolari. Sistemi lineari con matrice dei coefficienti triangolare inferiore. Algoritmo di sostituzione in avanti. Algoritmo di sostituzione all'indietro. Eliminazione di Gauss e fattorizzazione LU.</p> <p><u>Trattamento dei dati</u> Statistica: Retta di regressione lineare e polinomio ai minimi quadrati. Applicazioni: dati reperibili online. Function accident del Matlab.</p> <p>Interpolazione trigonometrica: Polinomio di interpolazione trigonometrico. Serie di Fourier per funzioni periodiche in $[0, T]$ reale e complessa. Seno e coseno come base per lo spazio vettoriale delle funzioni periodiche. Formula per i coefficienti di Fourier. Sistema lineare per la trasformata discreta di Fourier, matrice dei coefficienti con colonne ortogonali. Applicazioni: Campionamento di un segnale. Fenomeno dell'aliasing. Filtraggio attraverso la fft di un segnale con rumore. Ricostruzione di un segnale.</p> <p><u>Zeri di funzione.</u> Metodo delle bisezioni. Descrizione e teorema di convergenza con dimostrazione. Data una funzione di cui si vuole approssimare lo zero, ricerca grafica dell'intervallo $[a, b]$ che contiene lo zero e determinazione a priori del numero di iterate necessarie per approssimare lo zero con k cifre significative. Metodo di Newton. Descrizione e teorema di convergenza senza dimostrazione. Concetto fondamentale della velocità di convergenza del metodo. Iterazioni di punto fisso. Definizione delle iterazioni, interpretazione geometrica. Teorema sulla esistenza e unicità del punto fisso con dimostrazione. Metodo delle secanti. Applicazioni: Concentrazione di una sostanza con decadimento esponenziale e equazione di stato di un gas.</p>
---	--

Risoluzione di ODEs

Metodo di Eulero Esplicito. Errore locale ed errore globale.

Convergenza della soluzione numerica a quella teorica.

Comportamento qualitativo: stabilita' lineare del metodo; problema test. Oscillatore armonico. Comportamento qualitativo del metodo di Eulero esplicito. Eulero simplettico per la risoluzione di problemi Hamiltoniani.

Applicazioni: oscillatori lineari e non provenienti da sistemi meccanici e circuiti elettrici e oscillatori chimici: 1) oscillatore armonico con frequenza naturale 1,2,3; 2) oscillatore armonico con attrito; 3) oscillatore armonico con forza esterna periodica in risonanza e non; 4) oscillatore armonico con attrito e forza esterna periodica; 5) oscillatore non lineare di Duffing; 6) Brusselator come modello di reazione chimica autocatalitica; 7) Oscillatore non lineare di Van Der Pol.

Laboratorio

Istruzioni di base

Matlab come ambiente di lavoro. Uso di variabili. Funzioni predefinite del Matlab. Grafico di funzioni.

Vettori e matrici: inserimento manuale o tramite funzioni predefinite (ones, eye, rand). Uso del semicolon. Manipolazione di righe o colonne. Estrazione di sottomatrici. Uso del comando help per utilizzare le funzioni predefinite del Matlab in autonomia.

Ciclo for. Calcolo della media delle componenti di un vettore. Creazione di function media. Test della function tramite problema test.

Istruzione while. Applicazioni alla verifica di convergenza di successioni. Successione di Fibonacci.

Istruzione if. Introduzione del metodo Montecarlo per l'approssimazione di π greco e per il calcolo di integrali di funzione. Velocità di convergenza del metodo Montecarlo.

Algebra lineare e sistemi lineari. Algoritmo di sostituzione in avanti. Algoritmo di sostituzione all'indietro. Uso della function predefinita del Matlab lu insieme a sostituzione in avanti e all'indietro per la risoluzione di un sistema lineare. Matrici malcondizionate. Esempi teorici e numerici con matrici 2x2. Test di malcondizionamento tramite risoluzione di sistemi lineari con vettore dei termini noti perturbato o con vettore soluzione noto. Function per creare matrice di Hilbert di dimensione crescente per test di malcondizionamento.

	<p><u>Statistica.</u> Caricamento del file accidents dal Matlab per retta di regressione lineare e approssimanti polinomiali ai minimi quadrati di grado 2 e 3. Malcondizionamento della matrice $A^T A$ per problemi di grado piu' elevato. Verifica sperimentale. Esperimenti su retta di regressione lineare. Creazione di esempi didattici ad hoc per simulazioni dei minimi quadrati.</p> <p><u>Zeri di funzione.</u> Function bisezioni, Newton e secanti. Ricerca del punto di partenza della successione di Newton a partire dal grafico della funzione. Confronti tra le velocità di convergenza dei tre metodi. Natura locale del metodo di Newton: esempio con $f(x)=\text{atan}(x)$ e $f(x)=x^3+4x^2-10$.</p> <p><u>Metodi numerici per la risoluzione di ODEs.</u> Function metodo Eulero Esplicito. Verifica dell'ordine di convergenza di Eulero Esplicito. Esperimenti sulla stabilità lineare del metodo. Comportamento qualitativo delle soluzioni numeriche per l'oscillatore armonico. Function Eulero simplettico. Function predefinita del Matlab ODE45.</p> <p>Simulazioni di tutte le applicazioni indicate nella parte teorica.</p>
Testi di riferimento	<p>Introduzione al Calcolo Scientifico-Metodi e Applicazioni con Matlab, Giovanni Naldi, Lorenzo Pareschi e Giovanni Russo, McGraw-Hill.</p> <p>Introduzione al Calcolo Scientifico, Quarteroni e Saleri, Springer.</p>
Note ai testi di riferimento	Solo alcuni capitoli.

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
175	32	45	98
CFU/ETCS			
7	4	3	

Metodi didattici	
	Lezioni frontali e simulazioni al calcolatore.

Risultati di apprendimento previsti	
--	--

<p>Conoscenza e capacità di comprensione</p>	<p>Conoscenza teorica e pratica di tecniche numeriche necessarie alla risoluzione di problemi e modelli la cui soluzione analitica non è nota oppure richiede tempi lunghi.</p> <p>Comprensione dei concetti di problema ben condizionato e di stabile algoritmo per la risoluzione dello stesso. Entrambi i concetti sono essenziali per la simulazione numerica accurata di modelli reali.</p> <p>Conoscenza di elementi di base di programmazione.</p>
<p>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p>	<p>Realizzazione di programmi per opportune simulazioni numeriche di problemi test e modelli reali di partenza.</p> <p>Ideazione di problemi test atti alla verifica dei propri programmi.</p>
<p>Competenze trasversali</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Autonomia di giudizio <p>Abilità nel riconoscere le tecniche più efficienti per la risoluzione di un problema dato.</p> <p>Selezione delle soluzioni più adeguate ai propri scopi.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abilità comunicative <p>Presentazione di un problema reale, giustificazione del modello scelto per rappresentarlo, delle tecniche adeguate alla risoluzione del modello suddetto e descrizione della soluzione ottenuta in luce del problema di partenza.</p> <p>Capacità di lavorare in gruppo e di inserirsi in modo rapido ed efficace negli ambienti di lavoro.</p> <p>Capacità di apprendere in modo autonomo</p> <p>Capacità di comprendere e applicare tecniche numeriche nuove.</p> <p>Scrittura di programmi per l'esecuzione di nuovi algoritmi.</p>

<p>Valutazione</p>	
<p>Modalità di verifica dell'apprendimento</p>	<p>Parte pratica al calcolatore per l'esecuzione di un programma Matlab come meglio specificato alla voce sottostante "Criteri di valutazione".</p> <p>Solo al superamento della parte pratica ci sarà la prova orale per la verifica delle conoscenze teoriche.</p>

<p>Criteria di valutazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione: Abità nel riconoscere le tecniche numeriche pià adeguate per la risoluzione di problemi affrontati durante il corso. • Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Realizzazione di programmi ad hoc per l'esecuzione di algoritmi. Verifica del corretto funzionamento del programma tramite problemi test ad hoc ideati dallo/a studente/ssa. • Autonomia di giudizio: Riconoscere gli strumenti pià adeguati per la risoluzione di un dato problema; implementare al calcolatore le tecniche numeriche necessarie alla simulazione,; interpretare la simulazione in funzione delle esigenze di partenza. • Abilità comunicative: Abilità nell'espore con chiarezza il problema di partenza e il significato delle simulazioni ottenute in seguito alla implementazione numerica. • Capacità di apprendere: Capacità di estendere le tecniche studiate alla risoluzione di problemi non affrontati a lezione; Capacità di comprendere ed eseguire tecniche numeriche nuove anche tramite l'uso di function predefine del Matlab.
--------------------------------	--

<p>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p><i>Necessario per il superamento dell'esame</i></p> <p>Lo/a studente/ssa, dato un certo problema, dovrà essere in grado di riconoscere se il problema dato sia o meno ben condizionato e quindi adatto alla risoluzione numerica;</p> <ul style="list-style-type: none"> -nel caso in cui il problema fosse ben condizionato, individuare la tecnica numerica più efficiente alla risoluzione del problema dato; -realizzare un programma in Matlab per l'implementazione della tecnica scelta; -testare il programma per accertarsi del corretto funzionamento dello stesso, a tale fine lo/a studente/ssa deve essere in grado di creare un test ossia un facile problema di cui si conosce o si può facilmente predire la soluzione teorica; -solo dopo aver testato il corretto funzionamento del programma, utilizzare il programma per risolvere il problema di partenza; -riconoscere se la soluzione ottenuta soddisfa le esigenze di partenza per completare lo studio del problema. <p><i>Livello superiore di conoscenza</i></p> <p><i>Lo studente dovrà fornire rigorose dimostrazioni teoriche dei passaggi utilizzati per la risoluzione del problema di partenza.</i></p>
<p>Altro</p>	