

REGISTRO DELLE LEZIONI DI
CALCOLO SCIENTIFICO E METODI NUMERICI
CORSI DI LAUREA IN INFORMATICA
6 CFU - A.A. 2018/2019
DOCENTE: DOTT.SSA LUISA FERMO
ULTIMO AGGIORNAMENTO: 15 DICEMBRE 2018

1. Martedì 25/09/2018, 9–11. ore: 2(2)

Introduzione al corso. Problemi risolvibili: problemi ben posti, condizionamento, stabilità, complessità computazionale.

2. Venerdì 28/09/2018, 15–17. ore: 2(4)

Sistemi di numerazione in base qualsiasi. Rappresentazione in virgola fissa e virgola mobile. Condizione di normalizzazione. Insieme dei numeri macchina. Segno, mantissa e caratteristica. Standard IEEE 754. Variabili in singola e doppia precisione. Underflow e overflow. Troncamento e arrotondamento. Errore relativo e errore assoluto. Precisione di macchina. Operazioni di macchina. Esercizi.

3. Martedì 2/10/2018, 9–11. ore: 2(6)

Cancellazione numerica. Esercizi. Spazi vettoriali: definizione ed esempi. Combinazioni lineari. Spazio generato da n vettori. Dipendenza e indipendenza lineare. Basi e dimensioni. Esempi. Spazi normati.

E1. Giovedì 4/10/2018, 9–11. ore: 2(2)

Laboratorio Introduzione al Matlab. Variabili scalari. La function diary. Operatori aritmetici e funzioni trascendenti. Valutazione dei tempi di calcolo (tic e toc). Formato di output dei calcoli `format long`, `format short`, `format long e`, `format short e`, `format rat`. Variabili e controllo del workspace: comandi `who`, `whos`, `clear`, `clear all`, `clc`, `save`, `load`. Numeri complessi. Comando `chop`. Esercizio sull'aritmetica finita. Generalità sulla programmazione in matlab. File script e istruzione `input`. Esempio di file script con esercizio sulla cancellazione numerica.

E2. **Venerdì 5/10/2018, 9–11.** **ore: 2(4)**

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 4/10/2018.

4. **Venerdì 6/10/2018, 15–17.** **ore: 2(8)**

Norme vettoriali in \mathbb{R}^n e \mathbb{C}^n con indice 1, 2 e ∞ . Definizione di matrice ed esempi. Matrice trasposta e matrice aggiunta. Somma di matrici e prodotto di una matrice per uno scalare. Prodotto tra matrici. Proprietà del prodotto tra matrici. Proprietà della matrice trasposta e matrice aggiunta. Potenza di una matrice. Definizione di matrice inversa. Proprietà della matrice inversa. Esercizio.

5. **Martedì 9/10/2018, 12–14.** **ore: 2(10)**

Determinante e sue proprietà. Regola di Laplace per il calcolo del determinante. Autovalori e autovettori. Definizione di spettro e raggio spettrale. Proprietà degli autovalori. Esercizio. Matrici strutturate: matrici diagonali, triangolari (superiore o inferiore), unitarie e ortogonali.

6. **Venerdì 12/10/2018, 15–17.** **ore: 2(12)**

Matrici Hermitiane e simmetriche. Matrici definite positive e semidefinite positive. Norme matriciali. Proprietà di submoltiplicatività e consistenza. La norma di Frobenius. Norme naturali. Espressione della norma naturale indotta dalla norma vettoriale con indice ∞ , 1, 2. Osservazioni sulle norme di matrici simmetriche e matrici ortogonali. Condizionamento relativo di un sistema lineare in presenza di errori sui soli termini noti.

E3. Venerdì 19/10/2018, 9–11. **ore: 2(6)**

Laboratorio Vettori e matrici in matlab. Comandi `length`, `size`, `zeros`, `ones`, `linspace`, `eye`, `rand`, `randn`. Concatenazione tra vettori, estrapolazione di riga, colonna o blocco matriciale da una matrice. Individuazione di una componente vettoriale o matriciale. Operazioni tra matrici e vettori. Matrice trasposta. Matrice identità (comando `eye`). Matrice inversa (comando `inv`). Esercizio sulla costruzione di una matrice tridiagonale (comando `diag`). Esercizio sulla costruzione di una matrice triangolare superiore (comando `triu`), triangolare inferiore (comando `tril`), tridiagonale, bidiagonale superiore e bidiagonale inferiore.

7. Venerdì 19/10/2018, 15–17. **ore: 2(14)**

Indice di condizionamento. Proprietà dell'indice di condizionamento. Il caso delle matrici ortogonali. Il caso delle matrici simmetriche. Esercizi sul condizionamento. Metodo di risoluzione di un sistema lineare ortogonale e sua complessità computazionale. Sistemi lineari diagonali: algoritmo di risoluzione e complessità. Risoluzione di un sistema triangolare inferiore o superiore: algoritmo e complessità.

E4. Martedì 23/10/2018, 9–11. **ore: 2(8)**

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 19/10/2018.

E5. Giovedì 25/10/2018, 9–11. **ore: 2(10)**

Laboratorio Programmare in Matlab: file script e file function, analogie e differenze. Ripetere un'istruzione con i loop `for` e `while`. Istruzione di controllo `if`. Esercizi di programmazione. Comandi `exist`, `sum`, `floor`, `ceil`. Operazione vettoriale componente per componente. Operatori relazionali. Confronto tra due array.

E6. Venerdì 26/10/2018, 9–11. **ore: 2(12)**

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 25/10/2018.

8. Venerdì 26/10/2018, 15–17. ore: 2(16)

Introduzione ai metodi diretti. Principi di equivalenza per i sistemi lineari. Analisi dei primi due passi del metodo di eliminazione di Gauss (senza pivoting). Complessità computazionale. Fattorizzazione $A = LU$. Applicazione della fattorizzazione $A = LU$ al calcolo del determinante.

9. Martedì 06/11/2018, 9–11. ore: 2(18)

Applicazione della fattorizzazione $A=LU$ alla risoluzione di sistemi lineari e al calcolo dell'inversa. Esercizio. Arresto dell'algoritmo di Gauss in presenza di un pivot nullo. Matrici diagonalmente dominanti per riga e per colonna. Problemi di accumulo errori nell'algoritmo di Gauss. Algoritmo di Gauss con pivoting parziale.

E7. Giovedì 8/11/2018, 9–11. ore: 2(14)

Laboratorio Sperimentazione numerica sul condizionamento di un sistema lineare. Comandi `\`, `cond`, `norm`, `fprintf`, `hilb` del Matlab.

E8. Venerdì 9/11/2018, 9–11. ore: 2(16)

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 8/11/2018.

10. Venerdì 9/11/2018, 15–17. ore: 2(20)

Fattorizzazione $PA = LU$. Matrici di scambio e di permutazione. Osservazioni sulla stabilità, sul condizionamento e sul costo computazionale. Applicazioni della fattorizzazione $PA = LU$ alla risoluzione di sistemi lineari, al calcolo del determinante e al calcolo dell'inversa. Vantaggi e svantaggi dei metodi diretti. Introduzione ai metodi iterativi.

E9. Giovedì 15/11/2018, 9–11. ore: 2(18)

Laboratorio Implementazione numerica del metodo di sostituzione all'indietro, in avanti e del metodo di eliminazione di Gauss.

E10. Venerdì 16/11/2018, 9–11. **ore: 2(20)**

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 15/11/2018.

11. Venerdì 16/11/2018, 15–17. **ore: 2(22)**

Metodi iterativi stazionari del primo ordine. Calcolo iterate. Convergenza e consistenza di un metodo iterativo. Condizione sufficiente per la convergenza di un metodo iterativo. Condizione necessaria e sufficiente per la convergenza di un metodo iterativo. Criteri di arresto: scarto tra iterazioni successive, numero massimo di iterazioni, condizione sul residuo. Metodo di Jacobi. Esercizio.

E11. Giovedì 22/11/2018, 9–11. **ore: 2(22)**

Laboratorio Istruzioni Matlab `max`, `min`. Implementazione del metodo di Gauss con pivoting. Comando Matlab `lu`. Implementazione in Matlab della risoluzione di un sistema mediante la fattorizzazione $PA = LU$ e verifica della singolarità di una matrice tramite tale fattorizzazione. Costruzione di algoritmi efficienti per la risoluzione numerica di sistemi che coinvolgono prodotti matriciali.

E12. Venerdì 23/11/2018, 9–11. **ore: 2(24)**

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 22/11/2018.

12. Venerdì 23/11/2018, 15–17. **ore: 2(24)**

Espressione matriciale e espressione in componenti. Parallelizabilità. Metodo iterativo di Gauss-Seidel. Espressione matriciale del metodo ed espressione in componenti. Parallelizabilità. Teoremi di convergenza per matrici simmetriche definite positive e diagonalmente dominanti. Esercizi. Introduzione alle equazioni non lineari. Radici semplici e radici multiple.

13. **Martedì 27/11/2018, 9–11.** **ore: 2(26)**

Caratterizzazione delle radici semplici e radici multiple. Generalità sugli schemi iterativi per l'approssimazione di una radice di una equazione non lineare. Metodi convergenti e ordine di convergenza. Metodi localmente convergenti e globalmente convergenti. Criteri di arresto. Il metodo di bisezione. Calcolo delle iterate e stima dell'errore. Esercizio.

E13. **Giovedì 29/11/2018, 9–11.** **ore: 2(26)**

Laboratorio Comandi Matlab `eig`, `nargin`. Sperimentazione numerica sulla convergenza dei metodi iterativi di Jacobi e Gauss-Seidel. Implementazione dell'algoritmo di Jacobi e Gauss-Seidel.

E14. **Venerdì 30/11/2018, 9–11.** **ore: 2(28)**

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 29/11/2018.

14. **Venerdì 30/11/2018, 15–17.** **ore: 2(28)**

Metodi di approssimazione di radici di equazioni non lineari mediante rette. Derivazione dello schema numerico. Il metodo di Newton: schema numerico, scelta del vettore iniziale, studio della convergenza e del relativo ordine. Cenno al metodo delle corde e al metodo delle secanti. Esercizio.

15. **Martedì 4/12/2018, 9–11.** **ore: 2(30)**

Approssimazione polinomiale. Teorema di Weierstrass. Esistenza e Unicità del polinomio interpolante. Espressione del polinomio interpolante nella base canonica. Matrici di Vandermonde. Polinomi fondamentali di Lagrange. Polinomio di Lagrange. Errore di interpolazione. Discussione dell'andamento dell'errore in funzione della distribuzione dei nodi di interpolazione. Teorema di Faber. Teorema di Bernstein. Polinomi di Chebychev.

E15. **Giovedì 6/12/2018, 9–11.** **ore: 2(30)**

Laboratorio Comandi Matlab `fplot`, `plot`, `title`, `xlabel`, `ylabel`, `gtext`, `inline`, `function handle`, `feval`, `fzero`. Implementazione del metodo di bisezione e del metodo di Newton per equazioni non lineari. Sperimentazione numerica.

E16. **Venerdì 7/12/2018, 9–11.** **ore: 2(32)**

Laboratorio [Anna Concas] Stessi argomenti del laboratorio del 5/12/2018.

E17. **Giovedì 13/12/2018, 9–11.** **ore: 2(34)**

Laboratorio Comandi Matlab `polyfit`, `polival`. Funzione di Runge. Sperimentazione numerica sull'interpolazione polinomiale basata su nodi equispaziati e nodi di Chebichev. Implementazione del polinomio di Lagrange basato sia su nodi equispaziati che su nodi di Chebichev.

E18. **Venerdì 14/12/2018, 9–11.** **ore: 2(36)**

Laboratorio Stessi argomenti del laboratorio del 14/12/2018.

Totale ore: 30 (lezione), 36 (laboratorio)