

**Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
Seconda Università degli Studi di Napoli**

**Corso di Laurea Triennale in Matematica e Informatica**

**Programma del corso di Calcolo Numerico (8 CFU)**

**A.A. 2008/2009**

**Prof. Daniela di Serafino**

## **1. Argomenti trattati**

### **Risoluzione di sistemi lineari con metodi diretti**

Fattorizzazione LU di una matrice. Il pivoting parziale nella fattorizzazione LU. Matrici elementari di Gauss. Equivalenza tra eliminazione di Gauss e fattorizzazione LU. Fattorizzazione LU di matrici tridiagonali. Fattorizzazione  $LDL^T$ . Fattorizzazione di Cholesky.

### **Rappresentazione di dati**

Funzioni spline. Interpolazione di Lagrange mediante spline naturali. Costruzione della spline naturale cubica interpolante, secondo Lagrange, un insieme assegnato di punti. Approssimazione nel senso dei minimi quadrati, caso lineare: formulazione matriciale, equazioni normali, interpretazione geometrica. Risoluzione del problema lineare dei minimi quadrati mediante fattorizzazione di Cholesky e mediante fattorizzazione QR.

### **Quadratura**

Formule di quadratura esatte per polinomi algebrici. Formule di Newton-Cotes. Formule composite. Analisi della convergenza delle formule di Newton-Cotes, semplici e composite. Analisi dell'errore nelle formule di Newton-Cotes mediante il teorema di Peano. Integratori automatici. Algoritmi adattativi per la quadratura: strategia globale e strategia locale. Stime calcolabili dell'errore e criteri di arresto.

### **Risoluzione numerica di equazioni non lineari**

Metodi globalmente e localmente convergenti. Metodi di bisezione, di Newton e delle secanti. Convergenza ed ordine di convergenza di tali metodi. Metodi ibridi: il metodo di Dekker e Brent. Criteri di arresto.

### **Risoluzione di sistemi lineari con metodi iterativi.**

Metodi iterativi lineari stazionari ad un passo: i metodi di Jacobi e Gauss-Seidel. Formulazione matriciale ed interpretazione geometrica di tali metodi. Consistenza, convergenza e velocità di convergenza. Stime calcolabili dell'errore e criteri di arresto. Matrici sparse, grado di sparsità, memorizzazione di matrici sparse, cenni all'implementazione dei metodi di Jacobi e Gauss-Seidel utilizzando schemi di memorizzazione per matrici sparse.

### **Linguaggio di programmazione C**

Schema generale di un programma in linguaggio C. Tipi di dati primitivi, array, puntatori e strutture. Allocazione dinamica della memoria. Istruzioni di assegnazione ed espressioni. Costrutti di controllo. Funzioni. Passaggio dei parametri. Input ed output formattato.

## 2. Attività di laboratorio

Costituiscono parte integrante del programma del corso le attività di seguito elencate.

1. Sviluppo ed applicazione, in ambiente Unix, di programmi in linguaggio C per la risoluzione dei seguenti problemi:
  - calcolo della soluzione di un sistema lineare con matrice dei coefficienti generica, mediante fattorizzazione LU;
  - calcolo della soluzione di un sistema lineare con matrice dei coefficienti tridiagonale, mediante fattorizzazione LU;
  - calcolo della soluzione di un sistema lineare con matrice dei coefficienti simmetrica definita positiva, mediante fattorizzazione di Cholesky;
  - costruzione e valutazione, in uno o più punti, della spline naturale cubica interpolante un insieme assegnato di dati;
  - calcolo di un integrale definito utilizzando un algoritmo adattativo di quadratura, basato sulla strategia locale oppure su quella globale (è richiesta l'implementazione di opportune strutture dati - pile, liste, etc. - utilizzando l'istruzione `struct`);
  - calcolo della soluzione di un sistema di equazioni lineari, utilizzando il metodo iterativo di Jacobi o quello di Gauss-Seidel.
  
2. Uso dell'ambiente Matlab:
  - operazioni di base del calcolo matriciale;
  - realizzazione di grafici;
  - programmazione in ambiente Matlab;
  - risoluzione dei seguenti problemi utilizzando le funzioni disponibili in Matlab:
    - calcolo della soluzione di un sistema lineare (fattorizzazione LU e fattorizzazione di Cholesky);
    - interpolazione polinomiale e mediante spline cubiche;
    - costruzione del polinomio di migliore approssimazione nel senso dei minimi quadrati, con la funzione `polyfit` e con l'applicazione esplicita della fattorizzazione di Cholesky e della fattorizzazione QR;
    - calcolo di un integrale definito;
  - sviluppo di una funzione Matlab per il calcolo di uno zero di una funzione non lineare con il metodo di Dekker-Brent.

I programmi realizzati devono essere presentati in sede di esame, con i risultati di esecuzioni che ne evidenzino le caratteristiche fondamentali. I programmi in linguaggio C ed il programma in ambiente Matlab per il calcolo di uno zero di una funzione non lineare devono essere corredati di opportuna documentazione esterna.

## 3. Riferimenti bibliografici

- [1] A. Murli, *Matematica Numerica: metodi, algoritmi e software (parte prima)*, Liguori editore, 2007, capitoli 2 e 3.
- [2] D. Kincaid, W. Cheney, *Numerical Analysis*, II edition, Brooks/Cole Pub. Company (ITP), 1996, capitolo 3.

- [3] A. Murli, *La quadratura*, Rapporto Tecnico del Centro di Ricerche sul Calcolo Parallelo e i Supercalcolatori del CNR, CPS TR-97-04, 1997.
- [4] A. Murli, *Algebra Lineare Numerica: Metodi Iterativi*, Rapporto Tecnico del Centro di Ricerche sul Calcolo Parallelo e i Supercalcolatori del CNR, CPS TR-98-08, 1998.
- [5] D.M. Ritchie, B.W. Kernighan, *Linguaggio C*, seconda edizione, Jackson, 1989.

Caserta, 15 giugno 2009

Il docente del corso  
Prof. Daniela di Serafino