

**Programma del Corso di “Calcolo Numerico con Elementi di Programmazione”
Ing. per l’Ambiente e il Territorio, Ing. Elettrotecnica
Proff. F. Pitolli, A. Nascetti
A.A. 2013-2014**

I testi di riferimento sono i seguenti:

[A] **L. Gori**, *Calcolo Numerico* (V Ediz.), Ed. Kappa, Roma, 2006.

[B] **L. Gori, M.L. Lo Cascio, F. Pitolli**, *Esercizi di Calcolo Numerico* (II Ed.), Ed. Kappa, Roma, 2007.

[C] **F. Pitolli**, *Problemi ai limiti per equazioni differenziali ordinarie*, Dispensa 2010.

Altro materiale disponibile sulla pagina del corso su E-learning Sapienza (elearning2.uniroma1.it)

Nozioni introduttive: rappresentazione dei numeri, errori e loro propagazione, condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo ([A] Cap. 1).

Soluzione numerica del problema di Cauchy: richiami, errore di troncamento, convergenza, consistenza, stabilità, metodi one-step espliciti e loro convergenza, metodi impliciti, metodi predictor-corrector, soluzione di sistemi di equazioni differenziali.

[A] Cap. 9: §§ 9.1-9.6, 9.8 (solo metodo di Eulero modificato), 9.14

[B] *Esercizi consigliati:* 6.1-6.8

Problemi ai limiti: generalità sui problemi ai limiti per equazioni differenziali ordinarie, metodi alle differenze finite, formule alle differenze finite centrate, schema lineare, concetti di convergenza, consistenza e stabilità, convergenza dello schema lineare, cenni sullo schema non lineare.

[C] §§ 1-3, [A] Cap. 9: §§ 9.13 (solo metodi alle differenze finite)

Esercizi disponibili sulla pagina web del corso

Schemi alle differenze finite per le equazioni alle derivate parziali: generalità sulle equazioni alle derivate parziali, schemi numerici per l’equazione del trasporto, schema upwind, schema di Crank-Nicholson, cenni sugli schemi numerici per l’equazione della propagazione del calore.

[A] Cap. 10: §§ 10.1, 10.3, 10.4 (metodo upwind e metodo di Crank-Nicholson)

Esercizi disponibili sulla pagina web del corso

Metodi numerici per la soluzione dei sistemi lineari: cenni sui metodi diretti, fattorizzazione LU e sue applicazioni, algoritmi di sostituzione indietro e in avanti, algoritmo di Thomas per la soluzione di sistemi lineari tridiagonali, costo computazionale di un algoritmo. Generalità sui metodi iterativi, errore di troncamento, norme di vettore e di matrice e loro proprietà, convergenza dei metodi iterativi, velocità asintotica di convergenza, criteri di arresto. Metodi di Jacobi, di Gauss-Seidel e SOR e loro convergenza. Matrici definite positive e loro proprietà. Condizionamento di un sistema lineare.

[A] Cap. 2: §§ 2.8-2.11, Cap. 4: §§ 4.1-4.6, 4.8, 4.10 (solo enunciati dei teoremi), 4.12

[B] *Esercizi consigliati:* 2.1-2.5, 2.19-2.25, 2.29-2.30

Equazioni e sistemi di equazioni non lineari: generalità sui sistemi di equazioni non lineari, contrazione in \mathbb{R}^n , condizione sufficiente di contrazione; metodi iterativi a un punto, metodo delle approssimazioni successive in \mathbb{R}^n e sua convergenza, metodo di Newton in \mathbb{R}^n e sua convergenza; generalità sulle equazioni non lineari, separazione delle radici, metodi iterativi, errore di troncamento, concetti di convergenza, ordine e velocità di convergenza, criteri di arresto; metodi a due punti: metodi delle bisezioni e delle secanti (cenni) e loro convergenza; metodi iterativi a un punto: problema di punto unito, metodo delle approssimazioni successive e sua convergenza, ordine, fattore e velocità di convergenza, metodo delle tangenti e sua convergenza, ordine di convergenza, estremo di Fourier.

[A] Cap. 2: § 2.11, Cap. 3: §§ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 (escluso metodo di falsa posizione), 3.5 3.6 (escluso metodo delle secanti), 3.7, 3.9, 3.10; [C] §3

[B] *Esercizi consigliati:* 1.1-1.11, 1.14, 1.18, 1.20, 1.22, 1.25-1.26, 1.27-1.30

Approssimazione di dati e funzioni: generalità sul problema dell’approssimazione, approssimazione ai minimi quadrati, sistema delle equazioni normali e sue proprietà, approssimazione algebrica ai minimi quadrati, retta di regressione, interpolazione polinomiale, polinomi di base di Lagrange ed espressione di Lagrange del polinomio interpolatore, errore di troncamento, convergenza del polinomio interpolatore, errore di propagazione e funzione di Lebesgue, approssimazione trigonometrica di dati periodici, cenni all’analisi di Fourier discreta, interpolazione con funzioni spline, definizione delle funzioni spline, spline lineare interpolante, cenni alla spline cubica interpolante.

[A] Cap. 6: §§ 6.1, 6.2, 6.3 (fino al Teorema 6.10.3 escluso), 6.11, 6.12, 6.13

6.12, 6.13

[B] *Esercizi consigliati:* 3.1, 3.3-3.6, 3.8-3.10, 3.12-3.15, 3.18, 3.20-3.21

Esercizi disponibili sulla pagina web del corso

Integrazione numerica: generalità, grado di precisione, formule di quadratura interpolatorie, resto ed errore di propagazione, formule di Newton-Cotes; formule elementari, formule del trapezio e di Cavalieri-Simpson e loro resto; formule generalizzate, formula dei trapezi e delle parabole e loro convergenza, criterio di Runge, estrapolazione di Richardson.

[A] §§ 7.1, 7.2, 7.3 (solo formule del trapezio e di Cavalieri-Simpson), 7.4 (escluse dimostrazioni), 7.5 (solo estrapolazione di Richardson), 7.9

[B] *Esercizi consigliati:* 4.2, 4.3, 4.4, 4.9, 4.10, 4.12

Elementi di programmazione in C: Generalità sul linguaggio di programmazione C. Il codice sorgente e il linguaggio macchina. Il compilatore: installazione del compilatore gnu-gcc e suo utilizzo. Elementi base del linguaggio C: variabili e loro tipo (Int, Float, Double, Char); espressioni; operatori aritmetici logici e funzionali (operatori aritmetici e relazionali, operatori di pre- e post-incremento.); utilizzo dei commenti all’interno del codice sorgente. Funzioni: la funzione main; le funzioni di libreria, la libreria standard; utilizzo di nuove funzioni (prototipo, implementazione).

Scomposizione degli algoritmi attraverso le strutture codificate nel linguaggio C. Strutture di controllo: if, if-else e switch-case. Strutture iterative: ciclo for, ciclo while. Gestione degli array multidimensionali (Vettori e matrici). Istruzioni di input/output su schermo e su file: utilizzo delle funzioni delle librerie standard (printf-fprintf, scanf-fscanf, fopen, fclose) e formattazione dei risultati.

Programmi elementari: il programma ‘hello world’, programma per riconoscere se un numero intero è pari o dispari, programma per il calcolo del fattoriale, programma per individuare il massimo e il minimo dei vari tipi di dati sul proprio computer, programma per il calcolo della media, programma per la stampa di una matrice, programma per il calcolo della norma di un vettore, programmi per il calcolo della norma e della traccia di una matrice, del prodotto di matrici.

Programmi per implementare i metodi one-step: metodo di Eulero, metodo di Heun, metodo di Runge-Kutta classico in una e due dimensioni. Programmi per approssimare la soluzione di un sistema lineare con i metodi di Jacobi, Gauss-Seidel e sovrarilassamento. Programma per la soluzione dei sistemi lineari tridiagonali con il metodo di Thomas. Programmi per la soluzione delle equazioni non lineari con i metodi delle tangenti, secanti e bisezione. Programmi per calcolare la retta di regressione e per l’interpolazione con i polinomi di Lagrange.

Appunti delle lezioni, programmi ed esercizi disponibili sulla pagina web del corso

Esercizi d’esame consigliati:

[B] 7.2, 7.3, 7.8, 7.11-7.20, 7.22, 7.23, 7.28, 7.29, 7.35, 7.36, 7.37, 7.40, 7.42, 7.43, 7.47-7.50, 7.52, 7.53-7.59, 7.64, 7.70, 7.71, 7.76, 7.79, 7.80, 7.82-7.85

Esercizi di calcolo numerico e di programmazione disponibili sulla pagina web del corso