

Laboratorio di Calcolo per Fisici, Esercitazione valutata del 14/12/2022

Canale A-De – A.A. 2022-2023

Nome _____ Cognome _____
Matricola _____ Ritirato/a

Lo scopo di questa prova d'esame è di scrivere un programma in C e uno script in python seguendo la traccia riportata di seguito. Si tenga presente che:

1. Per svolgere il compito avete a disposizione 3 ore.
2. Si possono usare libri di testo, prontuari e gli appunti, ma non è ammesso parlare con nessuno né utilizzare cellulari, tablet o laptop, pena l'annullamento del compito.
3. Seguite pedissequamente le istruzioni che trovate nel testo (nomi delle funzioni, dei file, delle variabili, formati di stampa, ecc).
4. Il programma va scritto e salvato esclusivamente sul computer del laboratorio, a cui si deve accedere utilizzando come username **studente** e come password **informatica**
5. Tutti i file vanno salvati in una cartella chiamata EXLR_NOME_COGNOME nella home directory, dove NOME e COGNOME indicano rispettivamente il vostro nome e cognome. Ad esempio lo studente Marco Rossi deve creare una cartella chiamata EXLR_MARCO_ROSSI contenente tutti i file specificati nel testo. Tutto ciò che non si trova all'interno della cartella non verrà valutato. All'inizio di tutti i programmi e script va inserito un commento con nome, cognome e numero di matricola.
6. Consegnate il presente testo indicando nome, cognome e numero di matricola, barrando la casella "Ritirato/a" se ci si vuole ritirare, ovvero se non si vuole che l'elaborato venga valutato.

Lo scopo di questo esercizio è di simulare i risultati di un esperimento, analizzandoli con il metodo dei minimi quadrati per trovare i parametri della legge lineare che li descrive.

► Background

Poniamo di avere un set di dati $\{x_i, y_i\}$ (con $i \in [0, N]$), e una legge lineare "teorica" che pensiamo possa descrivere i dati, $f(x) = mx + q$, con m e q parametri incogniti. Definiamo la somma delle differenze al quadrato tra i valori sperimentali e quelli teorici:

$$\sum_{i=0} (y_i - f(x_i))^2.$$

Con il metodo dei minimi quadrati il valore di m e q si stima minimizzando questa somma, ottenendo

$$m = \frac{N \sum_i x_i y_i - \sum_i x_i \sum_i y_i}{N \sum_i x_i^2 - (\sum_i x_i)^2} \quad (1)$$

$$q = \frac{\sum_i y_i - m \sum_i x_i}{N}. \quad (2)$$

Suggerimento: nel programma che scriverete conviene calcolare le somme richieste nelle equazioni precedenti in un ciclo, e poi usarle al di fuori del ciclo per stimare m e q .

► Prima parte

Il programma che scriverete deve generare $N = 50$ coppie di valori x_i, y_i , con $x_i = 0.0, 1.0, 2.0, \dots, 49.0$ e $y_i = Ax_i + B + R_i$, dove $A = 0.1$, $B = -0.5$ e R_i è un numero casuale generato uniformemente

nell'intervallo $[-0.1, 0.1)$ che simula la presenza di errori sperimentali nel dataset. Il programma dovrà poi analizzare questi dati utilizzando il metodo dei minimi quadrati per ottenere stime di A e B , che chiameremo m e q .

Per ottenere questo risultato scrivete un codice `minimi.c` che svolga le seguenti operazioni:

1. definisca, attraverso opportune direttive `#define`, il numero di punti (50) e i parametri $A = 0.1$ e $B = -0.5$;
2. definisca e utilizzi una funzione `generate_points` che prende in input due array `x` e `y` e li inizializzi con i valori di x_i e $y_i = Ax_i + B + R_i$ descritti prima;
3. stampi i valori di x_i e $y_i \forall i$ come due colonne in un file `points.dat`, utilizzando tre cifre dopo la virgola;
4. definisca e utilizzi una funzione `least_squares` che prende in input gli array `x` e `y` e gli indirizzi di due variabili, `m` e `q` (passaggio *by reference*). La funzione applica il metodo dei minimi quadrati (equazioni (1) e (2)) per stimare i due parametri incogniti;
5. stampi i valori di x_i e $f(x_i) = mx_i + q \forall i$ come due colonne in un file `fit.dat`, utilizzando tre cifre dopo la virgola.

► **Seconda parte**

Scrivete uno script Python `minimi.py` che grafichi i punti sperimentali (contenuti in `points.dat`) e la curva teorica (contenuta in `fit.dat`). I primi devono essere mostrati come simboli, la seconda come una linea. Il grafico, che si chiamerà `minimi.png`, dovrà contenere una legenda e opportuni *label* sugli assi.