

Un fisico ha misurato una grandezza fisica  $y$  al variare di un'altra grandezza fisica  $x$ . Gli errori relativi sulla grandezza fisica  $x$  sono trascurabili, mentre quelli sulla grandezza fisica  $y$  in generale non lo sono. I dati sono stati trascritti, per due esperimenti diversi, in due distinti file chiamati `dataset-1.dat` e `dataset-2.dat`. In ciascun file, su ogni riga, sono riportati il valore della grandezza fisica  $x$ , quello della grandezza fisica  $y$  e il suo errore.

Si vuole verificare se i due insiemi di dati siano compatibili, se si possano descrivere con un modello nel quale  $y = Ax + B$  oppure se si possa assumere  $y = \text{const}$ . Per verificare che i due insiemi di dati siano o meno compatibili si può calcolare la grandezza

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(y_i^a - y_i^b)^2}{\sigma_{a,i}^2 + \sigma_{b,i}^2}$$

dove  $y_i^j$  rappresenta la misura  $i$ -esima ottenuta nell'esperimento  $j$  e  $\sigma_{j,i}$  l'errore sulla misura  $i$ -esima nell'esperimento  $j$ . Affinché i due insiemi di dati si possano considerare compatibili il  $\chi^2$  deve essere dell'ordine di  $\chi^2 \simeq N$  dove  $N$  è il numero di misure.

Per verificare che i dati si possano descrivere attraverso un modello del tipo  $y = Ax + B$  si deve eseguire un fit lineare a entrambi i dati, ricavandone i valori di  $A$  e  $B$ , insieme ai loro errori, nonché calcolare il  $\chi^2$  che ne risulta che ci si aspetta essere dell'ordine di  $N - 2$ . Se i due insiemi di dati sono risultati compatibili i valori di  $A$  e di  $B$  ottenuti nei due esperimenti devono essere uguali entro gli errori.

Per determinare se i dati si possono descrivere assumendo che  $y = \text{const}$  basta verificare se il coefficiente angolare della retta ottenuta con il fit sopra descritto sia o meno compatibile con zero. In tal caso il valore di  $B = \text{const}$ .

I dati degli esperimenti si possono scaricare dall'indirizzo [http://labcalc.fisica.uniroma1.it/docenti/organtin/public\\_html](http://labcalc.fisica.uniroma1.it/docenti/organtin/public_html).

Scrivete un programma che faccia le operazioni descritte nel seguito, verificando a ogni passo che il programma scritto compili e funzioni.

- (1) Il programma legge il nome del file da analizzare dalla tastiera. Qualora l'utente introduca il nome di un file inesistente il programma dovrà richiederlo.
- (2) Una volta acquisito il nome del file, il programma lo apre e ne legge il contenuto assumendo che ogni record sia composto di tre campi. Ciascuno dei valori deve essere memorizzato in un array di lunghezza adeguata.
- (3) A questo punto il programma viene modificato come segue: l'utente inserisce una stringa da tastiera e il programma prova ad aprire i file il cui nome si compone concatenando la stringa inserita dall'utente con le stringhe `-1.dat` e `-2.dat`, rispettivamente, legge i dati in essi contenuti e li memorizza in appositi array (la cui organizzazione è a vostra scelta: si possono

usare vari array unidimensionale oppure uno o piú array multidimensionali). Nel caso in cui le operazioni di lettura falliscano il programma deve richiedere all'utente di inserire nuovamente la stringa iniziale dei file.

- (4) Ottenuti tutti i dati il programma calcolerà il valore del  $\chi^2$  risultante dal confronto dei due insiemi di dati e scriverà sullo schermo il valore del  $\chi^2$ , dei gradi di libertà  $N$  e del  $\chi^2$  normalizzato a questo  $\chi^2/N$ .
- (5) Gli stessi risultati, preceduti da una scritta esplicativa, andranno quindi scritti su un file di nome `analysis.txt`.
- (6) Il programma esegue quindi un fit lineare ai due insiemi di dati separatamente, ricavando i parametri  $A$  e  $B$  della retta che meglio approssima ciascun insieme di dati, i loro errori, il  $\chi^2$  del fit e il numero  $N - 2$  di gradi di libertà, stampando tutte le informazioni sullo schermo. Il calcolo si può eseguire nel modo che si preferisce (si può scegliere liberamente di rendere il programma modulare e leggibile oppure efficiente dal punto di vista computazionale).
- (7) Gli stessi risultati, preceduti da una nota esplicativa, andranno scritti quindi sullo stesso file `analysis.txt`.
- (8) Detti  $A_i$  e  $B_i$  i valori di  $A$  e  $B$  per ciascun insieme di dati il programma valuterà la compatibilità tra i risultati valutando la differenza dei rispettivi valori in unità di errore. Ricordiamo che, se  $\delta_i$  è l'errore sulla variabile  $i$ , l'errore sulla differenza  $x - y$  è dato da  $\sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2}$ .
- (9) Il programma valuterà quindi se i due valori di  $A$  ottenuti siano o meno compatibili con l'ipotesi  $A = 0$ .
- (10) Il risultato delle due valutazioni di cui sopra dovrà essere riportato sullo stesso file `analysis.txt`

Se volete visualizzare i dati sperimentali su un grafico potete dare il seguente comando in `gnuplot`: `plot [] [0:200] 'dataset-1.dat' with errorbars` (la prima coppia di parentesi quadre indica l'intervallo delle ascisse - automatico, se vuoto -, mentre la seconda l'intervallo delle ordinate). Con `gnuplot` potete anche eseguire un fit lineare con il comando `fit a*x+b 'uniform.dat' via a,b with errorbars`. I valori di `a` e `b` trovati dal fit si possono leggere sotto la dicitura `Final set of parameters`. Potete quindi usarli per fare un grafico dei dati con, sovrapposto, il grafico della retta interpolante. Se, ad esempio,  $a = 0.026884$  e  $b = 109.888$ , potete dare il comando `plot [] [0:200] 'uniform.dat' with errorbars, 0.026884*x+109.888`.