

Corso di Laurea in Fisica

Esame di Laboratorio II (I modulo)

25/10/2017

Istruzioni

Si risolva il seguente esercizio, scrivendo il codice in C++. Ai fini della valutazione, verrà considerato **solo il codice che compila ed esegue senza errori**. Per la valutazione sarà inoltre tenuto in considerazione il fatto che i codici siano scritti con ordine, utilizzando opportunamente l'**indentazione** e i **commenti**. Si richiede infine di iniziare i codici con una riga di commento contenente il comando necessario per creare l'eseguibile o per lanciare la Macro di ROOT.

Nella cartella TESTO trovate:

- il testo del compito
- ifiles "datiS.txt" e "datiL.txt"
- il file *PrototipoROOT.cpp* che contiene un prototipo di *main* che usa *TApplication* per la grafica e *argc/argv* per il passaggio dei parametri
- le slides del corso

Nella cartella CONSEGNA dovete copiare la cartella che contiene il vostro codice e il file di testo (OBBLIGATORIO) che commenta e spiega le operazioni di statistica effettuate. Il nome della cartella che consegnate deve essere della forma: COGNOME_NOME_MATRICOLA.

1 Likelihood vs. Chiquadro

Si vuole implementare un codice che illustri come, nel fittare istogrammi con pochi conteggi, il metodo del minimo Chiquadro e quello della Maximum Likelihood non siano equivalenti.

Il file `datiS.txt` contiene N numeri casuali campionati da una pdf uniforme:

$$pdf(x) = \begin{cases} 0.1 & \text{se } 0 \leq x < 10 \\ 0 & \text{se } x < 0 \text{ o } x \geq 10 \end{cases}$$

Lo si legge e si riempiono – con gli stessi dati – due istogrammi `TH1D` (che avranno contenuto identico). Si usa poi il metodo `Fit()` per interpolare gli istogrammi con una funzione costante, usando per il primo istogramma il metodo del Chiquadro (opzione `"C"`) e per il secondo istogramma quello della Likelihood (opzione `"L"`). Si confrontano i risultati ottenuti nei due casi con il risultato atteso. Si verifica quindi come è calcolato il chiquadro associato ai due fit usando le formule descritte nella traccia indicata qui di seguito.

1. Definire due istogrammi (p.es. `TH1D *histoC` e `TH1D *histoL`) entrambi di 10 bin e di estremi 0 e 10. Riempirli con le N estrazioni lette dal file `datiS.txt` usando il metodo `Fill()`. Nel ciclo di lettura del file calcolare N . Stampare quindi a schermo:
 - il numero N di estrazioni effettuate dalla $pdf(x)$ uniforme;
 - il contenuto k_i di ciascun bin dell'istogramma (dove $i = 0, 1, 2, \dots, 9$);
 - l'errore e_i che `ROOT` ha associato a ciascun bin dell'istogramma;
 - **un commento** su quale sia la $pdf(k_i)$ che descrive la variabile random k_i , e su come abbia fatto `ROOT` ad associare un errore a ciascun k_i ;
 - il valore di aspettazione $\mu = E[k_i]$ per la variabile random k_i e la sua deviazione standard $\sigma = \sqrt{Var[k_i]}$ determinati conoscendo la $pdf(k_i)$ e il numero N di estrazioni (ovviamente tutti i bin hanno lo stesso valore di aspettazione e la stessa varianza e deviazione standard, ricordate che i vostri istogrammi non sono una pdf perchè non sono normalizzati per avere area 1);
2. Fittare entrambi gli istogrammi con una funzione costante $k_i = K$ definita nell'intervallo $[0, 10]$:
 - fittare `TH1D *histoC` usando il metodo del Chiquadro, stampare a schermo il valore di K così stimato (sia K_C), il suo errore e il relativo chiquadro;
 - fittare `TH1D *histoL` con il metodo della Likelihood, stampare a schermo il valore di K così stimato (sia K_L), il suo errore e il relativo chiquadro;
3. Confrontare (quantitativamente) il valore ottenuto per la costante K nei due casi (K_C e K_L) con il valore atteso $\mu = E[k_i]$ calcolato al punto 1.

Inserire **un commento** che spieghi che metodo è stato usato per fare il confronto e quale è il suo esito.

4. Implementare una funzione `void chiquadro(TH1D *histo, double K)` che usando i valori di k_i contenuti nell'istogramma, e il valore stimato della costante K , determini il valore del chiquadro associato ai due fit considerando le seguenti due definizioni:

$$\chi_C = \sum_{i=1}^N \frac{(k_i - K)^2}{e_i^2} \text{ solo per bin non vuoti} \quad (1)$$

$$\chi_L = \sum_{i=1}^N \frac{(k_i - K)^2}{e_i^2} \text{ per bin vuoti } e_i^2 = 1 \quad (2)$$

$$(3)$$

Nel primo caso fare la somma solo sui bin a contenuto non nullo ($k_i > 0$). Questo primo metodo è la funzione che ROOT ha minimizzato per stimare K . Come si calcolano i gradi di libertà ? Nel secondo caso mettere al denominatore $e_i^2 = 1$ se il bin ha contenuto 0 ma contare tutti i bin. Questo secondo metodo è associato a quello di Baker-Cousins, usato da ROOT nel fit col metodo Likelihood, in cui si tiene conto dei bin a contenuto nullo. Stampare a schermo i due chiquadro e i corrispondenti chiquadro ridotti. Inserire **un commento** sul confronto fra risultati dei fit e risultati del calcolo, e su come e perchè devono essere valutati i gradi di libertà per i due chiquadro.

5. Ripetere l'esecuzione del programma leggendo il file `datiL.txt`; riportare i dati nel file di commento e confrontare con i rispettivi dati del caso precedente. Cosa è cambiato? e, secondo voi, perchè? Anche qui inserire **un commento**

Tutti i **commenti** possono essere contenuti in un file di testo che va consegnato OBBLIGATORIAMENTE assieme al codice o possono essere inseriti nel codice stesso (come commenti o come uscite sullo `stdo`).