

# Corso Integrato di Statistica Informatica e Analisi dei Dati Sperimentali

A.A 2009-2010

## Esercitazione C

nella pag web:

lezione xx

Uso del programma Gnuplot come calcolatrice grafica per la presentazione di dati e funzioni algebriche. Alcune macro utili: grafica di dati, grafica di funzioni, preparazione di un istogramma di frequenze assolute o relative. Download di Gnuplot. Istruzioni per installare l'help. Note, lucide etc...

## 1 Esercizi ed esperimenti pratici proposti

### 1.1 Esercizi

#### Esercizio C1

**Istruzioni:** preparate un file Script per Gnuplot per eseguire i calcoli. Salvate lo script e inviatelo all'indirizzo:

CI.biologia[at]gmail.com

Nota: il file script deve essere un file di tipo ASCII (estensione .txt) che viene eseguito mediante il comando `load 'script_C1a.txt'`. Ad esempio salvando nel file `script_C1a.txt` la sequenza:

```
a = 1.5; b = 7.5
R = 3*a + b
pr 'R =',R, '[cm^2]'
```

e digitando il comando `load 'script_C1a.txt'` si ottiene:

```
R =12.0 [cm^2]
```

ovvero il valore di  $R = 3 \cdot 1.5 + 7.5$ .

**Scopo:** calcolo di espressioni algebriche e uso delle unità di misura. Pratica con gli script di Gnuplot.

Calcolare il valore delle seguenti grandezze nelle unità di misura date:

1.  $k$  [N m] =  $\frac{mg}{L}$  per  $m = 15$  [g],  $g = 981$  [cm s<sup>-2</sup>],  $L = 14$  [cm].
2.  $\rho$  [kg m<sup>-3</sup>] =  $\frac{m}{V}$  per  $m=125$  [g],  $V=13$  [cm<sup>3</sup>].
3.  $P$  [N m<sup>-2</sup>] =  $\frac{Mg}{\pi r^2}$  per  $M = 3450$  [g],  $g = 981$  [cm s<sup>-2</sup>],  $r = 75$  [mm].

Calcolare il valore delle seguenti grandezze utilizzando le unità derivate del sistema internazionale:

1. velocità  $v$  [m/s] di un punto materiale che percorre 75 cm in 13 secondi
2. accelerazione  $a$ [m/s<sup>2</sup>] di una macchina che in 10 secondi raggiunge i 63 km/h
3. pressione  $p$ [N/m<sup>2</sup>] esercitata da una massa di 175 g su una superficie di 45 cm<sup>2</sup>
4. frequenza  $f$ [Hz] di rotazione della terra
5. periodo  $T$ [s] di rotazione della terra
6. il volume  $V$ [m<sup>3</sup>] di un cubo di lato  $L=35$  mm

Calcolare il valore delle seguenti espressioni per i valori dati dei parametri:

1.  $A = \frac{\pi^4(1+a^2)^3}{a^2}$  per  $a = 1.5$  [1486.16]
2.  $E_k = \frac{\nu}{2\Omega L^2 \sin \theta}$  per  $\nu = 1.2$ ,  $L = 0.25$ ,  $\Omega = 16$  e  $\theta = 45$  deg. [0.8485]
3.  $F_r = \frac{\nu}{\sqrt{gL}}$  per  $\nu = 1.4$ ,  $L = 0.25$  e  $g = 98$
4.  $\gamma = \frac{I}{Mr^2}$  per  $I = 123$ ,  $M = 12.47$  e  $r = 0.4$
5.  $\frac{k}{pg \cos \theta}$  per  $k = 0.45$ ,  $p = 1.7$   $g = 8.5$  e  $\theta = 0.7$  rad.

## Esercizio C2

**scopo:** utilizzare il programma Gnuplot per graficare funzioni algebriche. Per i grafici utilizzare un file di script mediante il comando `load 'fileMacro.plt'`. Ricordarsi di utilizzare un editor di testo per il file di macro (notepad, notepad++, blocnotes) e non programmi come Word, Write o simili.

Qui di seguito un esempio di script che definisce una funzione  $f(x)$  e ne riporta il grafico quando eseguito da Gnuplot. Salvare lo script in un file ASCII da richiamare mediante il comando `load 'nome_file.txt'`. Lo script può essere modificato inserendo la definizione corretta di funzione, modificando i titoli degli assi e gli intervalli di definizione.

```
# script per grafici di funzioni
# definisce il terminale
set term win

# definizione dei titoli
set title "titolo del grafico"
set xlabel "Ascisse [u.m.]"
set ylabel "Ordinate [u.m.]"

# definizione della funzione
f(x) = a*sin(b*x)*exp(-x/c)+d*x**2

# valori delle costanti
a=1.5; b=4.5; c=2.; d=0.45

# grafica
pl [0:5][:] f(x) t 'f(x)' w
```

Riportare su un grafico le seguenti funzioni nell'intervallo richiesto utilizzando i parametri dati. Riportare sugli assi le unità di misura corrette:

$$f_1(x) = \frac{\tan x}{\sqrt{1 + \tan^2 x}} e^{-x/x_o} \quad (1)$$

per  $x_o = 1.2$  rad nell'intervallo  $0 \leq x \leq 1.5$  rad

$$f_2(x) = \frac{m_o e^{ax}}{1 - m_o + m_o e^{ax}} \quad (2)$$

per  $m_o = 1.2$ ,  $a = 0.45$  s nell'intervallo  $0 \leq x \leq 13$  s.  $x$

$$f_3(x) = A \left(1 - e^{2x/x_o}\right) \quad (3)$$

per  $x_o = 1.2$ ,  $A = 1.45$  s nell'intervallo  $0 \leq x \leq 3$

$$f_4(x) = R e^{-\gamma(1-x/x_o)} \quad (4)$$

per  $R = 3.2$ ,  $x_o = 1.9$ ,  $\gamma = 0.45$  nell'intervallo  $-5 \leq x \leq 12$

$$f_5(x) = A \cos \left( x \sqrt{\frac{k}{m}} + \theta_o \right) \quad (5)$$

per  $A = 5.$ ,  $k = 0.18$  g s<sup>2</sup>,  $m = 0.72$  g,  $\theta_o = 2$  rad nell'intervallo  $-10 \leq x \leq 10$  s

$$f_6(x) = A e^{-x/x_o} \cos \left( x \sqrt{\frac{k}{m}} \right) \quad (6)$$

per  $A = 5.$ ,  $k = 0.18$  g s<sup>2</sup>,  $m = 0.72$  g,  $x_o = 2$  rad nell'intervallo  $0 \leq x \leq 10$  s

$$f_7(x) = \frac{A}{\sqrt{(x^2 - x_o^2)^2 + \gamma^2 x_o^2}} \quad (7)$$

per  $A = 12.8$ ,  $x_o = 7.4$ ,  $\gamma = 2.1$  nell'intervallo  $0 \leq x \leq 20$

$$f_8(x) = \arctan \left( \frac{\gamma x_o}{x^2 - x_o^2} \right) \quad (8)$$

per  $A = 12.8$ ,  $x_o = 7.4$ ,  $g = 2.1$  nell'intervallo  $0 \leq x \leq 20$

$$f_9(x) = f_7 \cos(b * x) \quad (9)$$

per  $A = 12.8$ ,  $x_o = 7.4$ ,  $g = 2.1$  nell'intervallo  $0 \leq x \leq 20$

### Esercizio 3

**scopo:** utilizzare Gnuplot per graficare dati. Ricordarsi di salvare i dati in colonne su un file di tipo ASCII utilizzando il carattere # per indicare linee di commento. Anche per graficare i dati è utile utilizzare un file di script da richiamare con il comando load . Ricordarsi di utilizzare un editor di testo per il file di macro (notepad, notepad++, blocnotes) e non programmi come Word, Write o simili.

Qui di seguito un esempio di macro per graficare dati salvati in un file generico nominato file.dat. Sostituire il nome del file con il proprio, usare le colonne giuste, modificare i titoli e le etichette dei dati.

```
# macro per graficare dati da un file ASCII
# definisce il terminale
set term win

# definizione dei titoli per il grafico
set title "titolo del grafico"
set xlabel "Ascisse [u.m.]"
set ylabel "Ordinate [u.m.]"

# grafica
pl [:][:] 'file.dat' using 1:2 t 'etichetta' w points

# file.dat = nome del file.
# using 1:2 = i dati in colonna 1 come ascissa e
#           quelli in colonna 2 come ordinata
# t 'etichetta' = definisce l'etichetta dei dati
# w points     = definisce lo stile del plot
```

Usare i dati di esercizi precedenti (conteggio di lenticchie, spaghetti, allungamento dell'elastico) e graficarli usando Gnuplot.

### Esercizio 4

**scopo:** utilizzare Gnuplot per graficare istogrammi di frequenza di dati. Lo script seguente permette di calcolare un istogramma di frequenza da un set di dati. La funzione

$classe(x, a) = a * \text{int}(x/a) + a/2.0$

associa ad ogni valore di  $x$  la sua classe,  $a$  è il parametro che regola l'ampiezza della classe. Il termine  $a/2.0$  associa al valore di  $x$  il punto medio di ciascuna classe. Il parametro  $Nt=1$  calcola le frequenze assolute. Per calcolare le frequenze relative usar  $Nt=$ numero di valori.

```
# definisce la funzione classe:
#
classe(x, a) = a*int(x/a) + a/2.0
#definisce la larghezza della classe
a = 2.
# larghezza colonne
set boxwidth a/2.
set title " Titolo del grafico "
set xlabel " asse ascisse [u.m.]"
set ylabel " Frequenze "
# numero totale di punti
# se Nt = 1 frequenze assolute
Nt = 1
grafico
#inserisci tra parentesi i limiti per il grafico
pl [:][0:5] 'dati_discreti.txt' u (classe($2,a)):(1./Nt) smooth frequency t '' w boxes
```

Utilizzare i dati di esercizi precedenti per preparare istogrammi di frequenza utilizzando Gnuplot.

### Esercizio 5

**scopo:** Utilizzare un foglio elettronico per effettuare calcoli che utilizzino il teorema di Bayes. Seguendo gli esempi forniti nel file: `Es.08.Bayes.xls` (Dati Esercizi in Aula) preparare i fogli elettronici che consentano di calcolare:

- 1) la probabilità di risultare malati in caso di positività ad un test, data la specificità  $P(-|S)$ , la sensibilità  $P(+|M)$  e nota l'incidenza della malattia  $P(M)$
- 2) il calcolo della prevalenza
- 3) la probabilità di una ipotesi alla luce dei risultati sperimentali.

## 2 esperimenti

### 2.1 istruzioni

Per ogni esperimento preparare una cartella di lavoro con il file dei dati, il file di lavoro (foglio elettronico) e il file della relazione. Volendo si può utilizzare lo schema proposto sulla pagina web del corso per la relazione.

Finito l'esercizio salvare i files, comprimere la cartella di lavoro (zip, rar,...) e inviarla via mail a:

ci.biologia[at]gmail.com

indicando nell'oggetto: l'esercizio svolto e l'esercitazione cui si riferisce.

### 2.2 Esperimento C1

In un secchio contenente un numero  $N_B$  incognito di fagioli bianchi sono stati aggiunti  $N_n = 150$  fagioli neri. Per  $N_p = 100$  volte pescare un fagiolo a caso e rimetterlo nel secchio, alla fine contare il numero di fagioli neri  $K_n$  ottenuti.

La probabilità di pescare un fagiolo nero è  $p = N_n / (N_B + N_n)$  ma il numero di fagioli bianchi non è noto. La frazione di fagioli neri tra quelli pescati è  $f_n = K_n / N_p$  e rappresenta una stima della probabilità di pescare un fagiolo nero. Nota  $f_n$  è possibile stimare il numero di fagioli bianchi presente nel secchio, infatti, assumendo  $f_n \sim p$  si ha

$$N_B = \left( \frac{N_p}{K_n} - 1 \right) N_n$$

*Nota:* Anche se l'esperimento corretto consiste nel rimettere il fagiolo pescato nel secchio, dal momento che i fagioli neri sono molti (150) si può anche pescare un pugno di fagioli e contare  $N_p$  (numero di fagioli pescati) e  $K_n$  (numero di fagioli neri pescati).

*Nota:* Per consentire più turni c'è anche l'esperimento in cui  $N_B = 300$  fagioli bianchi sono mischiati ad un numero incognito di fagioli neri. Ovviamente si applica un ragionamento identico invertendo bianchi con neri.

### 2.3 Esperimento C2

In un secchio sono mescolati alcuni fagioli neri insieme a molti bianchi. Pescare una manciata di fagioli e contare il numero di fagioli neri per 30 volte. Il numero di fagioli neri pescato è una variabile aleatoria che segue una distribuzione di Poisson il cui parametro  $\lambda$  è il numero medio di fagioli neri nel pugno. Confrontare la distribuzione sperimentale di frequenze relative di fagioli neri con una distribuzione di Poisson che abbia il valore aspettato stimato dalla distribuzione. Commentare i risultati in una relazione.

### 2.4 Esperimento C3

Un sacchetto ci sono fagioli neri e bianchi. Pescare per 30 volte 10 fagioli e salvare in un file il numero di fagioli bianchi ottenuto ad ogni pescata. La variabile  $K = \text{numero di fagioli bianchi}$  è una variabile aleatoria che segue una distribuzione binomiale  $P_{bin}(k|N)$  con  $N = 10$ :

$$P_{bin}(k|N) = \binom{N}{k} p^k q^{n-k}$$

- Riportare su un grafico la distribuzione sperimentale di frequenze relative e la distribuzione teorica ottenuta usando  $p = 0.3$ .

- Calcolare il valor medio di successi (numero di fagioli bianchi) ottenuto  $\bar{k}$  e, sapendo che per una distribuzione binomiale  $\bar{k} = Np$  calcolare  $p_e = \bar{k}/N$ .
- Riportare su un grafico la distribuzione sperimentale e la distribuzione teorica calcolata utilizzando il valore sperimentale  $p_e$ .
- commentare l'esperimento in una relazione.