

**Politecnico di Milano**  
**Facoltà di Ingegneria dei Sistemi**  
APPELLO DI STATISTICA APPLICATA  
24 Settembre 2010

©I diritti d'autore sono riservati. Ogni sfruttamento commerciale non autorizzato sarà perseguito.

*Nome e cognome:*

*Numero di matricola:*

**Problema 1**

La PoliPhone modella la spesa [€] settimanale di traffico telefonico in navigazione, in chiamata e in sms dei suoi clienti come una normale trivariata di media  $\mu$  e matrice di covarianza  $\Sigma$ :

$$\mu = \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \\ 3 \end{pmatrix} \quad \Sigma = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -3/4 \\ 0 & -3/4 & 1 \end{pmatrix}$$

- a) Si calcoli la probabilità che un utente spenda più di 10 €.
- b) Si calcoli la probabilità che un utente che spende 4 € in navigazione e 6 € in chiamata spenda almeno 6 € in sms.
- c) Si calcoli la probabilità che un utente che spende 10 € spenda almeno 6 € in sms.

## Problema 2

Nel file `eguys.txt` è riportata la spesa [€] annua in informatica, telefonia e musica di 100 adolescenti milanesi.

- a) Mediante un algoritmo di clustering gerarchico agglomerativo basato sulla distanza euclidea e sull'average linkage si individuino eventuali cluster. Inoltre si giustifichi qualitativamente la scelta del numero  $k$  di cluster utilizzati.
- b) Assumendo identiche le matrici di covarianza dei tre cluster e verificando opportune ipotesi di normalità, si esegua un test manova per la differenza delle medie.
- c) Ricorrendo alla disuguaglianza di Bonferroni si forniscano  $3 \cdot \frac{k(k-1)}{2}$  intervalli di confidenza per le differenze delle medie.
- d) Si commentino sinteticamente le conclusioni traibili dai punti precedenti.

### Problema 3

La PoliPharma ha somministrato a 10 studenti un farmaco per alzare il livello di Matina e abbassare il livello di Fisina nel sangue. Nei file `before.txt` e `after.txt` sono rispettivamente riportati i livelli di Matina, Fisina, Chimina ed Elettrina nel sangue dei 10 studenti prima e dopo la somministrazione del PoliFarmaco.

- a) Introducendo e verificando opportune ipotesi di normalità, si esegua un test di livello 1% per provare l'esistenza un qualche effetto del farmaco sui valor medi dei quattro enzimi.
- b) Si forniscano quattro intervalli  $T^2$ -simultanei per le medie dei quattro incrementi.
- c) Si esegua un test di livello 1% per confermare/smentire quanto dichiarato dalla PoliPharma, ovvero che l'assunzione del PoliFarmaco provochi un incremento medio pari a 2 unità della Matina, un decremento medio pari ad 1 unità della Fisina ed un incremento medio della Chimina uguale al decremento medio dell'Elettrina.

## Problema 4

Nel file `greenmoving.txt` sono riportati i tempi di viaggio [min] degli spostamenti dell'Ing. Green in funzione della lunghezza della tratta percorsa [km] e del mezzo di trasporto [piedi, bici, auto].

- a) Si stimino i parametri di un modello di regressione che ammetta, al variare del mezzo di trasporto, una dipendenza lineare tra la media del tempo di viaggio e la lunghezza della tratta.
- b) Si eseguano due test per verificare la significatività del mezzo di trasporto e della lunghezza della tratta.
- c) Sulla base dei precedenti test e di eventuali altri test si proponga un modello ridotto.
- d) Sulla base del modello (a), si forniscano degli intervalli di confidenza globale 90 % per la media del tempo impiegato per percorrere una tratta di 1 km a piedi, in bici e in auto.
- e) Sulla base del modello (c), si forniscano degli intervalli di confidenza globale 90 % per la media del tempo impiegato per percorrere una tratta di 1 km a piedi, in bici e in auto.