Indice

1 **1**

1.1 Introduzione . . . 1
1.2 Organizzazione e decisione dei dati . . . 1
1.2.1 Tabelle . . . 1
1.2.2 Grafico a bastoncini, grafico a barre e grafico a linee . . . 2
1.2.3 Diagramma a torta . . . 3
1.2.4 Classi . . . 3
1.2.5 Grafico comulativo . . . 4
1.3 Le grandezze che sintetizzano i dati . . . 4
1.3.1 Media campionaria . . . 5
1.3.2 Mediana . . . 7
1.3.3 La moda . . . 7

2 **8**

2.1 Riassunto lezione precedente . . . 8
2.2 Varianza e deviazione standard . . . 8
2.2.1 Varianza campionaria . . . 9
2.2.2 Deviazione standard . . . 10
2.3 Percentili campionari e box plot . . . 10

3 **12**

3.1 Riassunto lezione precedente . . . 12
3.2 Quartili . . . 13
3.3 Esercitazione di *R* . . . 14
3.3.1 Liste . . . 15
3.3.2 Salvataggio in cartella . . . 15

4 **16**

4.1 Ripasso software R . . . 16
4.1.1 Codice . . . 17
4.2 Riassunto lezione precedente . . . 18
4.3 Covarianza e correlazione campionaria . . . 18
4.3.1 Proprietà del coefficiente di correlazione . . . 20

5 **22**

5.1 Riassunto lezione precedente . . . 22
5.2 Esercizi in R . . . 23

6 **25**

6.1 Elementi di probabilità . . . 25
6.2 Interpretazioni della probabilità . . . 26
6.2.1 Interpretazione frequentistica . . . 26
6.2.2 Interpretazione soggettivistica . . . 26
6.2.3 Recap . . . 26
6.3 Spazio degli esiti/eventi . . . 27
6.3.1 Proprietà per insiemi generici . . . 28

master copy

6.4 Assiomi di probabilità . . . 28
6.4.1 Condizioni (assiomi) su $\mathbb{P}$ . . . 28

7 **30**
7.1 Riassunto lezione precedente . . . 30
7.1.1 Operazioni sugli insiemi/eventi $E, F \subseteq S$ . . . 30
7.2 Conseguenze degli assiomi di probabilità . . . 30
7.3 Esiti ugualmente probabili . . . 31

8 **33**
8.1 Riassunto lezione precedente . . . 33
8.2 Esercizi . . . 33

9 **35**
9.1 Riassunto lezione precedente . . . 35
9.1.1 Assiomi di probabilità . . . 35
9.1.2 Altre regole . . . 35
9.2 Coefficiente binomiale . . . 37
9.3 Probabilità condizionale . . . 37
9.3.1 Formula generale per la probabilità condizionale . . . 38

10 **40**
10.1 Riassunto lezione precedente . . . 40
10.2 Formula di Bayes . . . 41
10.2.1 Formula di Bayes nel caso generale . . . 43
10.3 Indipendenza . . . 44

11 **46**
11.1 Esercizi . . . 46

12 **49**
12.1 Riassunto lezione precedente . . . 49
12.2 Generalizzazione a più di due variabili aleatorie indipendenti . . . 50
12.2.1 Distribuzione geometrica . . . 52
12.2.2 Distribuzione binomiale . . . 52
12.3 Variabili aleatorie . . . 54
12.3.1 Cos'è una variabile aleatoria . . . 54

13 **56**
13.1 Riassunto lezione precedente . . . 56
13.2 Funzioni di variabili aleatorie . . . 57
13.2.1 Coppie di variabili aleatorie . . . 58
13.2.2 Applicazioni . . . 59
13.2.3 Indipendenza di variabili aleatorie . . . 59

14 **60**
14.1 Esercizi . . . 60

15 **64**
15.1 Riassunto lezione precedente . . . 64
15.2 Valore atteso . . . 66
15.2.1 Interpretazioni del valore atteso . . . 66
15.3 Valore atteso di funzioni di VA . . . 67
15.4 Valore atteso di somme di VA . . . 68

master COPY
master COPY

16 **70**
16.1 Riassunto lezione precedente . . . 70
16.2 Regola del prodotto per valori attesi . . . 70
16.2.1 Un'altra interpretazione di $\mathbb{E}(X)$ . . . 71
16.3 Metodo degli indicatori . . . 71
16.4 Varianza e deviazione standard . . . 72

17 **74**
17.1 Riassunto lezione precedente . . . 74
17.2 Variabili aleatorie di Poisson . . . 76
17.3 Esercizi . . . 77

18 **80**
18.1 Riassunto lezione precedente . . . 80
18.2 Somme di variabili aleatorie di Poisson . . . 81
18.2.1 Un metodo più formale per le somme di VA di Poisson . . . 81
18.3 Esercitazione in R . . . 81

19 **84**
19.1 Riassunto lezione precedente . . . 84
19.2 Somme di variabili aleatorie indipendenti . . . 85
19.3 Traslazione e scaling . . . 86
19.4 Code di distribuzione . . . 88
19.4.1 Disuguaglianza di Malkov . . . 88
19.4.2 Teorema: disuguaglianza di Chebyshev . . . 89
19.5 Legge dei grandi numeri . . . 89

20 **90**
20.1 Riassunto lezione precedente . . . 90
20.2 Approssimazione della distribuzione binomiale . . . 90
20.3 Distribuzione normale standard . . . 91

21 **94**
21.1 Riassunto lezione precedente . . . 94
21.1.1 Distribuzione normale . . . 94
21.1.2 Distribuzione normale standard . . . 94
21.2 Caso z'=z . . . 95
21.3 Teorema del limite centrale (CLT) . . . 97
21.3.1 Teorema del limite centrale per le somme . . . 97
21.3.2 Correzione di continuità . . . 97
21.3.3 Riepilogo . . . 98
21.3.4 Formulazione simile per la frequenza relativa di successi . . . 98
21.3.5 Teorema del limite centrale per proporzioni . . . 99
21.3.6 Ricapitolazione . . . 99
21.4 Intervalli di confidenza . . . 100

22 **102**
22.1 Riassunto lezione precedente . . . 102
22.1.1 Teorema (CLT per le somme) . . . 102
22.1.2 Teorema (CLT per le proporzioni) . . . 102
22.1.3 Intervalli di confidenza . . . 102
22.2 Variabili aleatorie continue . . . 104
22.3 Funzione di densità . . . 104
22.3.1 Proprietà della funzione di densità . . . 105

23 **106**
23.1 Esercizi . . . 106

master COPY
master COPY

24 **110**
24.1 Riassunto lezione precedente . . . 110
24.1.1 Variabili aleatorie discrete e continue . . . 110
24.1.2 Funzione di partizione . . . 110
24.1.3 Variabili aleatorie discrete . . . 110
24.2 Variabili aleatorie continue . . . 111
24.2.1 Distribuzione uniforme . . . 111
24.3 Distribuzione normale (gaussiana) . . . 111
24.3.1 Distribuzione normale standard . . . 111
24.3.2 Distribuzione normale/gaussiana . . . 112

25 **114**
25.1 Riassunto lezione precedente . . . 114
25.2 Teorema: CLT per le somme . . . 115
25.3 Teorema: CLT per la media . . . 116
25.4 Intervalli di confidenza . . . 116

26 **118**
26.1 Riassunto lezione precedente . . . 118
26.2 Distribuzioni congiunte . . . 118
26.3 Esercizi . . . 120

27 **124**
27.1 Statistica inferenziale . . . 124
27.2 Stime parametriche . . . 124

28 **128**
28.1 Riassunto lezione precedente . . . 128
28.2 Stimatore corretto . . . 129
28.3 Stimatore consistente . . . 129
28.4 Media e varianza campionarie . . . 130

29 **133**
29.1 Riassunto lezione precedente . . . 133
29.2 Metodo di Monte Carlo . . . 133
29.3 Esercizi in R . . . 134
29.4 Esercizi . . . 134

30 **139**
30.1 Riassunto lezione precedente . . . 139
30.2 Statistica . . . 139
30.3 Campioni *iid* pescati da una distribuzione normale $N(\mu, \sigma^{*2})$ . . . 140

31 **142**
31.1 Riassunto lezione precedente . . . 142
31.2 Intervalli di confidenza per le differenze di VA gaussiane . . . 142
31.3 Intervalli di confidenza per μ di VA gaussiane con σ^2 non dato . . . 144

32 **147**
32.1 Esercizi . . . 147

33 **151**
33.1 Riassunto lezione precedente . . . 151
33.2 Calcolo degli IC per μ di VA normale con σ^2 non dato . . . 152
33.3 Intervallo di confidenza di differenza di medie $\mu_X - \mu_Y$ con σ sconosciuto . . . 152
33.4 IC per il parametro p per una distribuzione di Bernoulli . . . 153

master COPY
master COPY

34 **155**
34.1 Test statistici 155
34.2 Introduzione ai test statistici 155
34.3 Test per μ con X_i normale con σ^2 conosciuto (bilaterale) 156
34.4 Test unilaterale per popolazione normale con σ^2 dato 157

35 **158**
35.1 Esercizi 158

36 **161**
36.1 Riassunto lezione precedente 161
36.2 Test per differenza di medie in popolazioni normali con σ_x, σ_y dati 162
36.3 Caso di varianza sconosciuto 163
36.4 Test per differenza di medie in popolazioni normali con σ_X, σ_Y non date 163

master COPY

master COPY