

Sommario

Prefazione	XIII	
Capitolo 1	Nozioni introduttive	1
1.1	Introduzione	1
1.2	Cenni storici sullo sviluppo della Statistica	2
1.3	La Statistica nelle scienze empiriche	5
1.4	La Statistica nelle attività operative e nella vita quotidiana	6
1.5	Cenni sulle fonti di dati statistici nazionali e internazionali	7
1.6	Terminologia essenziale: unità statistiche, collettivi statistici, caratteri	7
1.7	Misurazione dei caratteri	9
1.8	Lettura di tipiche tabelle di dati statistici	11
1.9	Genesi dei dati statistici	13
1.9.1	Indagini statistiche	14
1.9.2	Esperimenti	17
1.9.3	Studi di osservazione o sul campo	19
1.10	Matrice dei dati	20
1.11	Statistica descrittiva e inferenza statistica	21
1.12	Alcuni calcoli statistici elementari: differenze relative e rapporti statistici	22
	Riassunto 24 • Parole chiave 24 • Commenti e curiosità 25 • Esercizi 27 • Appendice 31	
Capitolo 2	Distribuzioni statistiche	35
2.1	Distribuzioni statistiche disaggregate	35
2.2	Distribuzioni di frequenze	35
2.2.1	Raggruppamento in classi	40
2.3	Distribuzioni doppie e multiple	48
2.4	Distribuzioni di quantità	50

2.5	Serie storiche e serie territoriali	52
	Riassunto 54 • Parole chiave 55 • Commenti e curiosità 55 • Esercizi 58 • Spoglio dei dati con Excel 61 • Spoglio dei dati con “Statistica descrittiva” 63 • Spoglio dei dati e prime elaborazioni con R 64	
Capitolo 3 Rappresentazioni grafiche		69
3.1	Introduzione	69
3.2	Caratteri quantitativi discreti	69
3.3	Caratteri quantitativi divisi in intervalli	72
3.4	Serie sconnesse	76
3.5	Serie storiche	80
3.6	Serie territoriali	82
3.7	Problemi di scala	83
	Riassunto 84 • Parole chiave 84 • Commenti e curiosità 85 • Esercizi 87 • Grafici con Excel 89 • Istogramma con “Statistica descrittiva” 89 • Grafici con R 90	
Capitolo 4 Medie		97
4.1	Introduzione	97
4.2	Media aritmetica	98
4.3	Media armonica	100
4.4	Media geometrica	101
4.5	Media quadratica	103
4.6	Medie analitiche per le distribuzioni di frequenze	103
	4.6.1 Il caso delle distribuzioni di frequenze con modalità raggruppate in classi	105
4.7	Medie analitiche ponderate	108
4.8	Mediana	110
4.9	Quartili e quantili	112
	4.9.1 Il caso delle distribuzioni di frequenze	114
	4.9.2 Il caso delle distribuzioni di frequenze con modalità raggruppate in classi	115
4.10	Valore centrale	116
4.11	Moda	117
4.12	Quale media utilizzare?	118
	Riassunto 120 • Parole chiave 120 • Commenti e curiosità 120 • Esercizi 122 • Medie con Excel 125 • Medie con “Statistica descrittiva” 125 • Medie con R 127	
Capitolo 5 Indici di variabilità		129
5.1	Introduzione	129
5.2	Scostamenti medi	130
	5.2.1 Il caso delle distribuzioni di frequenze	133
	5.2.2 Il caso delle distribuzioni di frequenze con modalità raggruppate in classi	134

5.3	Differenze medie	136
	5.3.1 Il caso delle distribuzioni di frequenze	138
5.4	Campo di variazione e differenza interquartile	138
5.5	Indici percentuali di variabilità	140
5.6	Variabilità per distribuzioni secondo caratteri trasferibili: concentrazione	141
	5.6.1 Misura della concentrazione nel caso delle distribuzioni disaggregate	142
	5.6.2 Misura della concentrazione nel caso delle distribuzioni di frequenze	145
	5.6.3 Misura della concentrazione nel caso delle distribuzioni di frequenze con modalità raggruppate in classi	147
5.7	Variabilità nelle distribuzioni secondo caratteri qualitativi: eterogeneità	148
5.8	Quale indice di variabilità impiegare?	149
	<ul style="list-style-type: none"> Riassunto 150 • Parole chiave 150 • Commenti e curiosità 151 • Esercizi 153 • Indici di variabilità con Excel 156 • Indici di variabilità con “Statistica descrittiva” 157 • Indici di variabilità con R 158 	
Capitolo 6 Indici di forma		161
6.1	Introduzione	161
6.2	Asimmetria	161
6.3	Curtosi	166
	<ul style="list-style-type: none"> Riassunto 169 • Parole chiave 169 • Commenti e curiosità 170 • Esercizi 170 • Indici di forma con Excel 171 • Indici di forma con “Statistica descrittiva” 172 • Indici di forma con R 172 	
Capitolo 7 Uno sguardo d’insieme alle costanti caratteristiche		173
7.1	Esame congiunto delle costanti caratteristiche	173
7.2	Grafici e costanti caratteristiche	174
	7.2.1 Diagramma a scatola	175
7.3	Disuguaglianza di Chebyshev	176
	Riassunto 178 • Esercizi 179 • Diagramma a scatola con R 179	
Capitolo 8 Numeri indici		181
8.1	Introduzione	181
8.2	Numeri indici	181
	8.2.1 Variazioni relative	186
	8.2.2 Variazioni relative medie	187
8.3	Numeri indici complessi	189
	Riassunto 193 • Parole chiave 194 • Commenti e curiosità 194 • Esercizi 197	
Capitolo 9 Analisi delle distribuzioni doppie: dipendenza		201
9.1	Introduzione	201
9.2	Rappresentazioni grafiche delle distribuzioni doppie	205

9.3	Analisi della dipendenza	207
9.3.1	Misura della dipendenza	208
9.4	Dipendenza in media	212
9.4.1	Misura della dipendenza in media	214
	Riassunto 216 • Parole chiave 216 • Commenti e curiosità 216 • Esercizi 218 • Analisi della dipendenza e della dipendenza in media con “Statistica descrittiva” 221 • Misura della dipendenza e della dipendenza in media con R 221	
Capitolo 10 Analisi delle distribuzioni doppie: regressione		223
10.1	Introduzione	223
10.2	Regressione lineare	225
10.2.1	Adattamento della retta di regressione ai dati	228
10.2.2	Il caso delle serie storiche	231
10.2.3	Il caso delle distribuzioni doppie di frequenze	233
10.3	Curva di regressione	236
	Riassunto 238 • Parole chiave 239 • Commenti e curiosità 239 • Esercizi 241 • Regressione con Excel 245 • Regressione con “Statistica descrittiva” 246 • Regressione con R 247	
Capitolo 11 Analisi delle distribuzioni doppie: correlazione		249
11.1	Introduzione	249
11.2	Coefficiente di correlazione lineare di Bravais	251
11.2.1	Massima concordanza e massima discordanza	253
11.2.2	Il caso delle distribuzioni doppie di frequenze	255
11.2.3	Correlazione tra graduatorie	256
	Riassunto 257 • Parole chiave 257 • Commenti e curiosità 258 • Esercizi 259 • Correlazione con Excel 260 • Correlazione con “Statistica descrittiva” 260 • Correlazione con R 262	
Capitolo 12 Introduzione alla probabilità		263
12.1	Introduzione	263
12.2	Esperimenti casuali	264
12.3	Spazio campionario ed eventi	264
12.4	Operazioni su insiemi	267
12.5	Probabilità	269
12.5.1	Interpretazione della probabilità	270
12.6	Calcolo delle probabilità	271
12.7	Probabilità condizionata	275
12.8	Indipendenza	276
12.9	Formula di Bayes	278
	Riassunto 279 • Parole chiave 279 • Commenti e curiosità 280 • Esercizi 280 • Simulazioni con R 283	

Capitolo 13	Variabili casuali	285
13.1	Introduzione	285
13.2	Variabili casuali discrete	286
13.3	Variabili casuali continue	292
	13.3.1 Quantili	295
13.4	Disuguaglianza di Chebyshev	297
13.5	Variabili casuali doppie discrete	298
	13.5.1 Indipendenza	301
	13.5.2 Combinazioni lineari di due variabili casuali	303
13.6	Variabili casuali doppie continue	305
13.7	Variabili casuali multiple	305
	Riassunto 306 • Parole chiave 307 • Commenti e curiosità 307 • Esercizi 309	
Capitolo 14	Alcuni particolari modelli probabilistici	313
14.1	Introduzione	313
14.2	Distribuzione di Bernoulli	313
14.3	Distribuzione binomiale	314
14.4	Distribuzione di Poisson	317
14.5	Distribuzione normale	320
	14.5.1 Approssimazione della binomiale con la normale	327
14.6	Distribuzione chi-quadrato	329
	Riassunto 331 • Parole chiave 331 • Commenti e curiosità 331 • Esercizi 332 • Modelli probabilistici con Excel 335 • Modelli probabilistici con “Probabilità e inferenza” 336 • Modelli probabilistici con R 337	
Capitolo 15	Popolazione, campione, distribuzioni campionarie	339
15.1	Introduzione	339
15.2	Campione casuale	339
15.3	Popolazione	341
15.4	Spazio campionario	343
15.5	Statistiche campionarie	345
15.6	Distribuzione campionaria della media	348
	15.6.1 Il caso di una popolazione generatrice normale	349
	15.6.2 Il caso dei grandi campioni	350
15.7	Distribuzione campionaria della varianza	352
	15.7.1 Il caso di una popolazione generatrice normale	353
15.8	Distribuzione campionaria della media quando la varianza non è nota	354
	15.8.1 Il caso dei grandi campioni	356
	Riassunto 357 • Parole chiave 357 • Commenti e curiosità 357 • Esercizi 360 • Distribuzione t di Student con Excel 363 • Simulazioni con il programma “Probabilità e inferenza” 363 • Simulazioni con R 365	

Capitolo 16	Stima puntuale dei parametri	367
16.1	Introduzione	367
16.2	Proprietà degli stimatori	368
	16.2.1 Proprietà asintotiche degli stimatori	374
16.3	Criteri per la scelta dello stimatore	376
	16.3.1 Il caso delle popolazioni descritte da modelli	377
16.4	Alcuni approfondimenti sullo stimatore \bar{X}	378
	Riassunto 381 • Parole chiave 382 • Commenti e curiosità 382 • Esercizi 385 • Simulazioni con il programma “Probabilità e inferenza” 386 • Simulazioni con R 389	
Capitolo 17	Stima per intervallo	391
17.1	Introduzione	391
17.2	Stima per intervallo della media di una popolazione normale con varianza nota	391
17.3	Stima per intervallo della media di una popolazione normale con varianza non nota	396
17.4	Stima per intervallo della media nel caso di grandi campioni	397
17.5	Stima per intervallo della varianza di una popolazione normale	400
17.6	Stima per intervallo di un parametro qualsiasi	401
	Riassunto 402 • Parole chiave 402 • Commenti e curiosità 402 • Esercizi 403 • Simulazioni con il programma “Probabilità e inferenza” 404 • Intervalli di con- fidenza con R 405	
Capitolo 18	Verifica delle ipotesi	409
18.1	Introduzione	409
18.2	Verifica di ipotesi sulla media di una popolazione normale con varianza nota: il test $Z_{\bar{X}}$	411
	18.2.1 La tecnica del livello di significatività osservato	417
18.3	Verifica di ipotesi sulla media di una popolazione normale con varianza incognita: il test $T_{\bar{X}}$	421
18.4	Verifica di ipotesi sulla media nel caso di grandi campioni	423
	18.4.1 Il caso delle popolazioni bernoulliane	424
18.5	Verifica di ipotesi sulla varianza di una popolazione normale	425
18.6	Criteri di ottimizzazione nella verifica delle ipotesi	428
	Riassunto 431 • Parole chiave 431 • Commenti e curiosità 432 • Esercizi 433 • Verifica di ipotesi con R 435	
Capitolo 19	Confronti tra due popolazioni	439
19.1	Introduzione	439
19.2	Inferenza sulle medie di due popolazioni normali	440
	19.2.1 Piccoli campioni	443

19.3	Inferenza sulle medie di due popolazioni nel caso di grandi campioni	447
	19.3.1 Popolazioni bernoulliane	449
19.4	Verifica di ipotesi sulle varianze di due popolazioni normali	451
	Riassunto 454 • Parole chiave 454 • Commenti e curiosità 454 • Esercizi 455 • Confronti tra due popolazioni con R 458	
Capitolo 20 Analisi di dati di frequenza		461
20.1	Introduzione	461
20.2	Statistica test chi-quadrato	462
	20.2.1 Verifica dell'ipotesi di indipendenza	466
	20.2.2 Verifica dell'ipotesi di omogeneità	469
	Riassunto 472 • Parole chiave 472 • Esercizi 472 • Analisi di dati di frequenza con R 474	
Capitolo 21 Inferenza sul modello di regressione lineare		475
21.1	Introduzione	475
21.2	Regressione lineare semplice	475
21.3	Stima puntuale dei parametri β_0 e β_1	478
21.4	Stima della varianza σ^2	481
21.5	Intervalli di confidenza e verifica di ipotesi su β_0 e β_1	483
21.6	Inferenza sul valore atteso della variabile dipendente	486
21.7	Intervallo predittivo per la variabile dipendente	487
21.8	Analisi dei residui	489
	Riassunto 493 • Parole chiave 493 • Commenti e curiosità 493 • Esercizi 495 • Inferenza sul modello di regressione con Excel 497 • Modello di regressione con R 498	
Appendice A		501
A.1	Uniforme distribuzione delle unità nelle classi	501
A.2	Il simbolo di sommatoria	502
A.3	Medie	502
	Dimostrazione della Proposizione 4.1	502
	Ordinamento delle medie analitiche	505
	Dimostrazione della Proposizione 4.3	505
A.4	Concentrazione ed eterogeneità	505
	Dimostrazione della Proposizione 5.3	505
	Dimostrazione della Proposizione 5.4	506
	Dimostrazione della (5.15)	507
	Caratterizzazione degli indici (5.16) e (5.17)	508
A.5	Asimmetria	509
	Dimostrazione della Proposizione 6.1	509
A.6	Disuguaglianza di Chebyshev	510
A.7	Dipendenza	511

Dimostrazione della Proposizione 9.2	511
Dimostrazione della (9.6)	512
A.8 Regressione	512
Dimostrazione della Proposizione 10.1	512
Dimostrazione dell'uguaglianza a 0 della somma dei residui	513
Dimostrazione della Proposizione 10.2	513
Dimostrazione della (10.9)	514
Dimostrazione della Proposizione 10.3	515
Trasformazione di variabili	515
Funzioni non lineari nei parametri	516
Appendice B	519
B.1 Probabilità	519
Regola della somma	519
Calcolo combinatorio	519
Disposizioni	520
Permutazioni	521
Combinazioni	521
Formula di Bayes	522
B.2 Variabili casuali	523
Disuguaglianza di Chebyshev	523
Media e varianza di una combinazione lineare di due variabili casuali	523
B.3 Modelli probabilistici	524
Binomiale	524
Valore atteso e varianza della v.c. binomiale	525
Valore atteso e varianza della v.c. di Poisson	526
Dimostrazione della Proposizione 14.5	527
Variabile casuale t di Student	527
B.4 Distribuzioni campionarie	528
Valore atteso e varianza di \bar{X}	528
Valore atteso di S^2	528
B.5 Consistenza di \bar{X}	529
B.6 Inferenza sul modello di regressione lineare	530
Dimostrazione della Proposizione 21.2	530
Dimostrazione della Proposizione 21.4	531
Dimostrazione della (21.11)	532
Appendice C	533
Soluzione degli esercizi	545
Bibliografia	571
Indice analitico	573