Indice

Prefazione . . . . . Pag. v
Nota del curatore dell'edizione italiana . . . . . " vii

Capitolo 1 - *Equazioni alle differenze*

1.1 - Equazioni alle differenze del primo ordine . . . . . " 1
1.2 - Equazioni alle differenze di ordine p . . . . . " 8
1.A - Appendice A. Dimostrazioni delle proposizioni del Capitolo 1 . . . . " 23
- Bibliografia del Capitolo 1 . . . . . " 28

Capitolo 2 - *Operatori di ritardo*

2.1 - Introduzione . . . . . " 29
2.2 - Equazioni alle differenze del primo ordine . . . . . " 32
2.3 - Equazioni alle differenze del secondo ordine . . . . . " 35
2.4 - Equazioni alle differenze di p-esimo ordine . . . . . " 39
2.5 - Condizioni iniziali e sequenze non limitate . . . . . " 43
- Bibliografia del Capitolo 2 . . . . . " 49

Capitolo 3 - *Processi stazionari di tipo ARMA*

3.1 - Valori attesi, stazionarietà ed ergodicità . . . . . " 51
3.2 - Il processo *white noise* . . . . . " 57
3.3 - Processi a media mobile . . . . . " 57
3.4 - Processi autoregressivi . . . . . " 63
3.5 - Processi misti autoregressivi e a media mobile . . . . . " 71
3.6 - La funzione generatrice della covarianza . . . . . " 73
3.7 - Invertibilità . . . . . " 77
3.A - Appendice A. Dimostrazione di alcune proprietà di convergenza per processi a media mobile di ordine infinito . . . . . " 82
- Esercizi del Capitolo 3 . . . . . " 85
- Bibliografia del Capitolo 3 . . . . . " 86

Capitolo 4 - *La previsione delle serie storiche*

4.1 - Principi della previsione . . . . . Pag. 88
4.2 - Previsioni basate su un numero infinito di osservazioni . . . . . " 94
4.3 - Previsioni basate su un numero finito di osservazioni . . . . . " 102
4.4 - La fattorizzazione triangolare di una matrice definita positiva e simmetrica . . . . . " 105
4.5 - Aggiornamento di una proiezione lineare . . . . . " 111
4.6 - Previsioni ottimali per processi gaussiani . . . . . " 121
4.7 - Somme di processi $ARMA$ . . . . . " 124
4.8 - La scomposizione di Wold e la filosofia di modellazione alla Box-Jenkins " 131
4.A - Appendice A. Il parallelismo tra regressioni MQO e proiezioni lineari . " 137
4.B - Appendice B. Fattorizzazione triangolare della matrice di covarianza di un processo $MA(1)$ . . . . . " 139
- Esercizi del Capitolo 4 . . . . . " 140
- Bibliografia del Capitolo 4 . . . . . " 141

Capitolo 5 - *Il metodo della massima verosimiglianza*

5.1 - Introduzione . . . . . " 143
5.2 - La funzione di verosimiglianza per un processo $AR(1)$ gaussiano . . . " 144
5.3 - La funzione di verosimiglianza di un processo gaussiano $AR(p)$ . . . . " 151
5.4 - La funzione di verosimiglianza di un processo $MA(1)$ . . . . . " 155
5.5 - La funzione di verosimiglianza di un processo gaussiano $MA(q)$ . . . . " 159
5.6 - La funzione di verosimiglianza di un processo gaussiano $ARMA(p, q)$. " 161
5.7 - Metodi di ottimizzazione numerica . . . . . " 163
5.8 - Inferenza statistica nell'ambito della stima di massima verosimiglianza " 174
5.9 - Restrizioni espresse con disuguaglianze . . . . . " 179
5.A - Appendice A. Dimostrazioni delle proposizioni del Capitolo 5 . . . . " 182
- Esercizi del Capitolo 5 . . . . . " 184
- Bibliografia del Capitolo 5 . . . . . " 184

Capitolo 6 - *Analisi spettrale*

6.1 - Lo spettro della popolazione . . . . . " 188
6.2 - Il periodogramma campionario . . . . . " 194
6.3 - Stima dello spettro della popolazione . . . . . " 201
6.4 - Modi di impiego dell'analisi spettrale . . . . . " 206
6.A - Appendice A. Dimostrazioni delle proposizioni del Capitolo 6 . . . . " 212
- Esercizi del Capitolo 6 . . . . . " 220
- Bibliografia del Capitolo 6 . . . . . " 221

Capitolo 7 - *Teoria delle distribuzioni asintotiche*

7.1 - Rassegna della teoria delle distribuzioni asintotiche . . . . . " 223

7.2 - Teoremi limite per osservazioni serialmente dipendenti . . . . . Pag. 230
7.A - Appendice A. Dimostrazione degli enunciati del Capitolo 7 . . . . . " 242
- Esercizi del Capitolo 7 . . . . . " 247
- Bibliografia del Capitolo 7 . . . . . " 248

Capitolo 8 - *Modelli di regressione lineare*

8.1 - Analisi dei minimi quadrati ordinari con regressori deterministici e disturbi i.i.d. gaussiani . . . . . " 249
8.2 - Minimi quadrati ordinari sotto condizioni più generali . . . . . " 258
8.3 - Minimi quadrati generalizzati . . . . . " 273
8.A - Appendice A. Dimostrazione delle proposizioni del Capitolo 8 . . . . " 283
- Esercizi del Capitolo 8 . . . . . " 287
- Bibliografia del Capitolo 8 . . . . . " 288

Capitolo 9 - *Sistemi lineari ad equazioni simultanee*

9.1 - Distorsione delle equazioni simultanee . . . . . " 291
9.2 - Variabili strumentali e minimi quadrati a due stadi . . . . . " 297
9.3 - Identificazione . . . . . " 303
9.4 - Stima di massima verosimiglianza ad informazione completa . . . . . " 309
9.5 - Stima basata sulla forma ridotta . . . . . " 312
9.6 - Sintesi della distorsione delle equazioni simultanee . . . . . " 315
9.A - Appendice A. Dimostrazione delle proposizioni del Capitolo 9 . . . . " 316
- Esercizi del Capitolo 9 . . . . . " 319
- Bibliografia del Capitolo 9 . . . . . " 319

Capitolo 10 - *Processi vettoriali stazionari in covarianza*

10.1 - Introduzione ai processi autoregressivi vettoriali . . . . . " 321
10.2 - Autocovarianze e risultati sulla convergenza per processi vettoriali . . " 326
10.3 - La funzione generatrice delle autocovarianze per un processo vettoriale " 332
10.4 - Lo spettro per i processi vettoriali . . . . . " 334
10.5 - La media campionaria di un processo vettoriale . . . . . " 346
10.A - Appendice A. Dimostrazione delle proposizioni del Capitolo 10 . . . " 355
- Esercizi del Capitolo 10 . . . . . " 361
- Bibliografia del Capitolo 10 . . . . . " 362

Capitolo 11 - *Autoregressioni vettoriali*

11.1 - Stima di massima verosimiglianza e verifica delle ipotesi per un processo vettoriale autoregressivo . . . . . " 363
11.2 - I test di causalità di Granger bivariati . . . . . " 377
11.3 - Stima di massima verosimiglianza delle autoregressioni vettoriali . . " 385
11.4 - La funzione impulso-risposta . . . . . " 398
11.5 - La scomposizione della varianza . . . . . " 404

11.6 - Autoregressioni vettoriali e modelli econometrici strutturali . . . . . Pag. 405
11.7 - Standard error per le funzioni impulso-risposta . . . . . " 419
11.A - Appendice A. Dimostrazioni delle proposizioni del Capitolo 11 . . . " 424
11.B - Appendice B. Calcolo delle derivate analitiche . . . . . " 431
- Esercizi del Capitolo 11 . . . . . " 436
- Bibliografia del Capitolo 11 . . . . . " 438

Capitolo 12 - *Analisi bayesiana*

12.1 - Introduzione all'analisi bayesiana . . . . . " 441
12.2 - Analisi bayesiana delle autoregressioni vettoriali . . . . . " 452
12.3 - Metodi bayesiani numerici . . . . . " 454
12.A - Appendice A. Dimostrazione delle proposizioni del Capitolo 12 . . . " 459
- Esercizi del Capitolo 12 . . . . . " 465
- Bibliografia del Capitolo 12 . . . . . " 465

Capitolo 13 - *Il filtro di Kalman*

13.1 - La rappresentazione spazio-stato di un sistema dinamico . . . . . " 467
13.2 - Derivazione del filtro di Kalman . . . . . " 474
13.3 - Previsioni basate sulla rappresentazione spazio-stato . . . . . " 480
13.4 - Stima di massima verosimiglianza dei parametri . . . . . " 485
13.5 - Il filtro di Kalman di stato stazionario . . . . . " 491
13.6 - Smorzamento (Smoothing) . . . . . " 497
13.7 - Inferenza statistica con il filtro di Kalman . . . . . " 501
13.8 - Parametri che variano nel tempo . . . . . " 504
13.A - Appendice A. Dimostrazioni delle proposizioni del Capitolo 13 . . . " 509
- Esercizi del Capitolo 13 . . . . . " 515
- Bibliografia del Capitolo 13 . . . . . " 516

Capitolo 14 - *Metodo generalizzato dei momenti*

14.1 - Stima sulla base del metodo generalizzato dei momenti . . . . . " 519
14.2 - Alcuni esempi . . . . . " 527
14.3 - Alcuni sviluppi . . . . . " 539
14.4 - MGM e stime di massima verosimiglianza . . . . . " 542
14.A - Appendice A. Dimostrazioni delle proposizioni del Capitolo 14 . . . " 548
- Esercizi del Capitolo 14 . . . . . " 549
- Bibliografia del Capitolo 14 . . . . . " 550

Capitolo 15 - *Modelli per serie non stazionarie*

15.1 - Introduzione . . . . . " 555
15.2 - Perché trend lineari e radici unitarie? . . . . . " 558
15.3 - Confronto tra processi trend-stazionari e a radice unitaria . . . . . " 560

15.4 - Il significato dei test per radici unitarie . . . . . Pag. 567
15.5 - Altri approcci alla modellizzazione di serie con trend . . . . . " 571
15.A - Appendice A. Derivazioni scelte per il Capitolo 15 . . . . . " 575
- Bibliografia del Capitolo 15 . . . . . " 576

Capitolo 16 - *Processi con trend temporali deterministici*

16.1 - Distribuzione asintotica delle stime MQO per il modello con trend temporale semplice . . . . . " 580
16.2 - Prova delle ipotesi per un modello con trend temporale semplice . . " 587
16.3 - Inferenza asintotica per un processo autoregressivo intorno ad un trend temporale . . . . . " 591
16.A - Appendice A. Derivazione di equazioni scelte per il Capitolo 16 . . . " 602
- Esercizi del Capitolo 16 . . . . . " 605
- Bibliografia del Capitolo 16 . . . . . " 605

Capitolo 17 - *Processi univariati con radici unitarie*

17.1 - Introduzione . . . . . " 608
17.2 - Il moto browniano . . . . . " 610
17.3 - Il teorema del limite centrale funzionale . . . . . " 612
17.4 - Distribuzione asintotica della stima di un modello autoregressivo del primo ordine con radice unitaria . . . . . " 621
17.5 - Risultati asintotici per processi con radice unitaria e con correlazione seriale a schema generale . . . . . " 643
17.6 - I test di radice unitaria di Phillips e Perron . . . . . " 646
17.7 - Proprietà asintotiche di un modello autoregressivo di ordine p e test di Dickey-Fuller "Augmented" . . . . . " 659
17.8 - Altri approcci alla verifica della presenza di radici unitarie . . . . . " 677
17.9 - Analisi bayesiana e radici unitarie . . . . . " 678
17.A - Appendice A. Dimostrazioni delle proposizioni del Capitolo 17 . . . " 681
- Esercizi del Capitolo 17 . . . . . " 685
- Bibliografia del Capitolo 17 . . . . . " 692

Capitolo 18 - *Radici unitarie nelle serie storiche multivariate*

18.1 - Risultati asintotici per processi vettoriali non stazionari . . . . . " 697
18.2 - Autoregressioni vettoriali che contengono radici unitarie . . . . . " 703
18.3 - Regressioni spurie . . . . . " 714
18.A - Appendice A. Dimostrazione delle proposizioni del Capitolo 18 . . . " 720
- Esercizi del Capitolo 18 . . . . . " 729
- Bibliografia del Capitolo 18 . . . . . " 730

Capitolo 19 - *La cointegrazione*

19.1 - Introduzione . . . . . " 733
19.2 - Verifica dell'ipotesi nulla dell'assenza di cointegrazione . . . . . " 747

19.3 - Test delle ipotesi sul vettore di cointegrazione . . . . . Pag. 770
19.A - Appendice A. Dimostrazione delle proposizioni del Capitolo 19 . . . " 791
- Esercizi del Capitolo 19 . . . . . " 801
- Bibliografia del Capitolo 19 . . . . . " 804

Capitolo 20 - *Analisi di massima verosimiglianza ad informazione completa di sistemi cointegrati*

20.1 - La correlazione canonica . . . . . " 808
20.2 - Stima di massima verosimiglianza . . . . . " 814
20.3 - Prova delle ipotesi . . . . . " 826
20.4 - Ricapitolazione del problema delle radici unitarie: differenziare o non differenziare? . . . . . " 834
20.A - Appendice A. Dimostrazione della proposizione del Capitolo 20 . . . " 836
- Esercizi del Capitolo 20 . . . . . " 838
- Bibliografia del Capitolo 20 . . . . . " 839

Capitolo 21 - *Modelli per l'eteroschedasticità nelle serie storiche*

21.1 - Eteroschedasticità condizionale autoregressiva (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity - ARCH) . . . . . " 841
21.2 - Estensioni . . . . . " 851
21.A - Appendice A. Derivazione di alcune equazioni per il Capitolo 21 . . " 860
- Bibliografia del Capitolo 21 . . . . . " 862

Capitolo 22 - *Modelli per le serie storiche con cambiamenti di regime*

22.1 - Introduzione . . . . . " 867
22.2 - Catene di Markov . . . . . " 869
22.3 - Analisi statistica delle misture di distribuzioni i.i.d. . . . . " 877
22.4 - Modelli a serie storiche dei cambiamenti di regime . . . . . " 882
22.A - Appendice A. Derivazione di alcune equazioni per il Capitolo 22 . . " 893
- Esercizi del Capitolo 22 . . . . . " 897
- Bibliografia del Capitolo 22 . . . . . " 897

Appendice A - *Rassegna matematica*

A.1 - Trigonometria . . . . . " 899
A.2 - Numeri complessi . . . . . " 903
A.3 - Calcolo infinitesimale . . . . . " 907
A.4 - Algebra matriciale . . . . . " 918
A.5 - Probabilità e statistica . . . . . " 941
- Bibliografia dell'Appendice A . . . . . " 954

Appendice B - *Tabelle statistiche* . . . . . " 957

Appendice C - *Risposte ad alcuni esercizi* . . . . . " 975

Appendice D - *Lettere greche e simboli matematici usati nel testo* . . . . . Pag. 999

Indice degli argomenti . . . . . " 1003