

Εφαρμοσμένη Στατιστική και Πιθανότητες για Μηχανικούς



Εφαρμοσμένη Στατιστική και Πιθανότητες για Μηχανικούς

6^η Έκδοση

Douglas C. Montgomery

Arizona State University

George C. Runger

Arizona State University

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

ΠΟΛΥΧΡΟΝΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ



**Τίτλος πρωτοτύπου: Applied Statistics and Probability for Engineers, Sixth Edition
Douglas C. Montgomery, George C. Runger**

Αποκλειστικότητα για την ελληνική γλώσσα: **ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ**

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ:

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Φιλίππου 91, Τ.Κ. 546 35

Τηλ. 2310 247887, 2310 213912, Fax. 2310 210729

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ:

ΑΘΗΝΑ

Χαρ. Τρικούπη 16 (Ύψος Ακαδημίας), Τ.Κ. 106 81

Τηλ. 210 3648055, Τηλ./ Fax. 210 3632600

Internet:

e-mail: info@tziola.gr

<http://www.tziola.gr>



Copyright © 2017 ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

Copyright © John Wiley & Sons, Inc.

ISBN 978-960-418-615-0

Σημείωση:

1. Το υλικό που παρέχεται στο παρόν βιβλίο είναι προϊόν μετάφρασης του αντίστοιχου ξενόγλωσσου. Η εταιρεία «Εκδόσεις Τζιόλα» έχει προσπαθήσει να προσφέρει στο κοινό μια όσο πιο αξιόπιστη και χωρίς λάθη μετάφραση και δε φέρει καμία ευθύνη για τυχόν παραφράσεις, λάθη, αβλεψίες ή παραλείψεις στην απόδοση της μετάφρασης. Η αγορά του συγκεκριμένου εγχειριδίου γίνεται με αποκλειστική ευθύνη του αγοραστή.
2. Η εταιρεία «Εκδόσεις Τζιόλα» δε φέρει ευθύνη για τη λειτουργία ή την ακρίβεια των URL που αναφέρονται στο παρόν βιβλίο, ούτε μπορεί να εγγυηθεί ότι το περιεχόμενο στους αναφερόμενους ιστότοπους είναι, ή θα παραμείνει, ακριβές ή κατάλληλο για οποιαδήποτε συγκεκριμένη χρήση.

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος του βιβλίου με οποιοδήποτε μέσο (**φωτοτυπία, εκτύπωση, μικροφίλμ, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών ή άλλη μηχανική ή ηλεκτρονική μέθοδο**) χωρίς την έγγραφη άδεια του εκδότη.

No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 Ο ρόλος της Στατιστικής στη Μηχανική 1

- 1-1 Μέθοδος του μηχανικού και στατιστικός τρόπος σκέψης 2
- 1-2 Συλλογή δεδομένων μηχανικής 4
 - 1-2.1 Βασικές αρχές 4
 - 1-2.2 Αναδρομική μελέτη 5
 - 1-2.3 Μελέτη παρατήρησης 5
 - 1-2.4 Σχεδιασμός Πειραμάτων 6
 - 1-2.5 Παρατήρηση διαδικασιών στο χρόνο 8
- 1-3 Μηχανιστικά κι εμπειρικά μοντέλα 11
- 1-4 Πιθανότητες και πιθανοτικά μοντέλα 12

Κεφάλαιο 2 Πιθανότητες 15

- 2-1 Δειγματοχώροι και ενδεχόμενα 16
 - 2-1.1 Πειράματα τύχης 16
 - 2-1.2 Δειγματοχώροι 17
 - 2-1.3 Ενδεχόμενα 20
 - 2-1.4 Τεχνικές απαρίθμησης 22
- 2-2 Ερμηνείες και αξιώματα των πιθανοτήτων 30
- 2-3 Προσθετικοί κανόνες 35
- 2-4 Δεσμευμένη πιθανότητα 40
- 2-5 Πολλαπλασιαστικός κανόνας και κανόνας ολικής πιθανότητας 45
- 2-6 Ανεξαρτησία 49
- 2-7 Θεώρημα Bayes 54
- 2-8 Τυχαίες μεταβλητές 57

Κεφάλαιο 3 Διακριτές τυχαίες μεταβλητές και κατανομές πιθανότητας 65

- 3-1 Διακριτές τυχαίες μεταβλητές 66
- 3-2 Κατανομές πιθανότητας και συναρτήσεις μάζας πιθανότητας 67
- 3-3 Αθροιστική συνάρτηση κατανομής 71
- 3-4 Μέση τιμή και Διασπορά διακριτής τυχαίας μεταβλητής 74
- 3-5 Διακριτή ομοιόμορφη κατανομή 78
- 3-6 Διωνυμική κατανομή 80
- 3-7 Γεωμετρική κατανομή και αρνητική διωνυμική κατανομή 86
 - 3-7.1 Γεωμετρική κατανομή 86
 - 3-7.2 Αρνητική διωνυμική κατανομή 89
- 3-8 Υπεργεωμετρική κατανομή 93
- 3-9 Κατανομή Poisson 98

Κεφάλαιο 4 Συνεχείς τυχαίες μεταβλητές και κατανομές πιθανότητας 107

- 4-1 Συνεχείς τυχαίες μεταβλητές 108
- 4-2 Κατανομές πιθανότητας και συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας 108
- 4-3 Αθροιστική συνάρτηση κατανομής 112

- 4-4 Μέση τιμή και διασπορά μιας συνεχούς τυχαίας μεταβλητής 114
- 4-5 Συνεχής ομοιόμορφη κατανομή 116
- 4-6 Κανονική κατανομή 119
- 4-7 Κανονική προσέγγιση της διωνυμικής και της Poisson κατανομής 128
- 4-8 Εκθετική κατανομή 133
- 4-9 Κατανομές Erlang και γάμμα 139
- 4-10 Κατανομή Weibull 143
- 4-11 Λογαριθμοκανονική κατανομή 145
- 4-12 Κατανομή βήτα 148

Κεφάλαιο 5 Από κοινού κατανομές πιθανότητας 155

- 5-1 Δύο ή περισσότερες τυχαίες μεταβλητές 156
 - 5-1.1 Από κοινού κατανομές πιθανότητας 156
 - 5-1.2 Περιθώριες κατανομές πιθανότητας 159
 - 5-1.3 Δεσμευμένες κατανομές πιθανότητας 161
 - 5-1.4 Ανεξαρτησία 164
 - 5-1.5 Περισσότερες από δύο τυχαίες μεταβλητές 167
- 5-2 Συνδιασπορά και συσχέτιση 174
- 5-3 Συνήθεις από κοινού κατανομές 179
 - 5-3.1 Πολυωνυμική κατανομή 179
 - 5-3.2 Διμεταβλητή κανονική κατανομή 181
- 5-4 Γραμμικές συναρτήσεις τυχαίων μεταβλητών 184
- 5-5 Γενικές συναρτήσεις τυχαίων μεταβλητών 188
- 5-6 Ροπογεννήτριες συναρτήσεις 191

Κεφάλαιο 6 Περιγραφική στατιστική 199

- 6-1 Αριθμητικά περιγραφικά μέτρα δεδομένων 200
- 6-2 Διαγράμματα μίσχου-φύλλου 206
- 6-3 Κατανομές συχνοτήτων και ιστογράμματα 213
- 6-4 Θηκογράμματα 217
- 6-5 Διαγράμματα χρονοσειρών 219
- 6-6 Διαγράμματα διασποράς 225
- 6-7 Διαγράμματα πιθανοτήτων 230

Κεφάλαιο 7 Σημειακή εκτίμηση παραμέτρων και δειγματοληπτικές κατανομές 239

- 7-1 Σημειακή εκτίμηση 240
- 7-2 Δειγματοληπτικές κατανομές και το κεντρικό οριακό θεώρημα 241
- 7-3 Γενικές έννοιες της σημειακής εκτίμησης 249
 - 7-3.1 Αμερόληπτες εκτιμήτριες 249
 - 7-3.2 Διασπορά σημειακής εκτιμήτριας 251
 - 7-3.3 Τυπικό σφάλμα: Παρουσιάζοντας μια σημειακή εκτίμηση 251
 - 7-3.4 Bootstrap τυπικό σφάλμα 252

- 7-3.5 Μέσο τετραγωνικό σφάλμα εκτιμήτριας 254
- 7-4 Μέθοδοι σημειακής εκτίμησης 256
 - 7-4.1 Μέθοδος ροπών 256
 - 7-4.2 Μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας 258
 - 7-4.3 Μπεϋζιανή εκτίμηση παραμέτρων 264

Κεφάλαιο 8 Διαστήματα εμπιστοσύνης για ένα δείγμα 271

- 8-1 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή μιας κανονικής κατανομής με γνωστή διασπορά 273
 - 8-1.1 Παρουσίαση του διαστήματος εμπιστοσύνης και των βασικών ιδιοτήτων του 273
 - 8-1.2 Επιλογή μεγέθους δείγματος 276
 - 8-1.3 Μονόπλευρα φράγματα εμπιστοσύνης 277
 - 8-1.4 Γενική μέθοδος για την κατασκευή διαστήματος εμπιστοσύνης 277
 - 8-1.5 Διάστημα εμπιστοσύνης μεγάλου δείγματος για τη μ 279
- 8-2 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή μιας κανονικής κατανομής με άγνωστη διασπορά 282
 - 8-2.1 t κατανομή 283
 - 8-2.2 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μ 284
- 8-3 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη διασπορά και την τυπική απόκλιση μιας κανονικής κατανομής 287
- 8-4 Διάστημα εμπιστοσύνης μεγάλου δείγματος για ένα ποσοστό του πληθυσμού 291
- 8-5 Οδηγίες για την κατασκευή διαστημάτων εμπιστοσύνης 296
- 8-6 Bootstrap διαστήματα εμπιστοσύνης 296
- 8-7 Διαστήματα ανοχής και πρόβλεψης 297
 - 8-7.1 Διάστημα πρόβλεψης μελλοντική παρατήρησης 297
 - 8-7.2 Διάστημα ανοχής κανονικής κατανομής 298

Κεφάλαιο 9 Έλεγχος υποθέσεων για ένα δείγμα 305

- 9-1 Έλεγχος υποθέσεων 306
 - 9-1.1 Στατιστικές υποθέσεις 306
 - 9-1.2 Έλεγχος στατιστικών υποθέσεων 308
 - 9-1.3 Μονόπλευρες και αμφίπλευρες υποθέσεις 313
 - 9-1.4 P -τιμές στους ελέγχους υποθέσεων 314
 - 9-1.5 Σύνδεση μεταξύ των ελέγχων υπόθεσης και των διαστημάτων εμπιστοσύνης 316
 - 9-1.6 Γενική διαδικασία για τους ελέγχους υποθέσεων 318
- 9-2 Έλεγχος για τη μέση τιμή κανονικής κατανομής με γνωστή διασπορά 322
 - 9-2.1 Έλεγχος υπόθεσης για τη μέση τιμή 322
 - 9-2.2 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 325
 - 9-2.3 Έλεγχος μεγάλου δείγματος 329

- 9-3 Έλεγχος για τη μέση τιμή κανονικής κατανομής με άγνωστη διασπορά 331
 - 9-3.1 Έλεγχος υπόθεσης για τη μέση τιμή 331
 - 9-3.2 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 336
- 9-4 Έλεγχος για τη διασπορά και την τυπική απόκλιση κανονικής κατανομής 340
 - 9-4.1 Έλεγχος υπόθεσης για τη διασπορά 341
 - 9-4.2 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 343
- 9-5 Έλεγχος για ένα ποσοστό ενός πληθυσμού 344
 - 9-5.1 Έλεγχος μεγάλου δείγματος για ένα ποσοστό 344
 - 9-5.2 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 347
- 9-6 Συγκεντρωτικός πίνακας για τις διαδικασίες συμπερασματολογίας για ένα δείγμα 350
- 9-7 Έλεγχος καλής προσαρμογής 350
- 9-8 Έλεγχος πινάκων συνάφειας 354
- 9-9 Μη παραμετρικές διαδικασίες 357
 - 9-9.1 Έλεγχος προσήμου 358
 - 9-9.2 Έλεγχος προσημασμένων τάξεων του Wilcoxon 362
 - 9-9.3 Σύγκριση με τον έλεγχο t 364
- 9-10 Έλεγχος ισοδυναμίας 365
- 9-11 Συνδυασμός P -τιμών 367

Κεφάλαιο 10 Στατιστική συμπερασματολογία για δύο δείγματα 373

- 10-1 Συμπερασματολογία για τη διαφορά των μέσων τιμών δύο κανονικών κατανομών, με γνωστή διασπορά 374
 - 10-1.1 Έλεγχος υποθέσεων για τη διαφορά των μέσων τιμών, με γνωστές διασπορές 376
 - 10-1.2 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 377
 - 10-1.3 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά των μέσων τιμών, με γνωστές διασπορές 379
- 10-2 Συμπερασματολογία για τη διαφορά των μέσων τιμών δύο κανονικών κατανομών, με άγνωστες διασπορές 383
 - 10-2.1 Έλεγχος υποθέσεων για τη διαφορά των μέσων τιμών, με άγνωστες διασπορές 383
 - 10-2.2 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 389
 - 10-2.3 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά των μέσων τιμών, με άγνωστες διασπορές 390
- 10-3 Ένας μη παραμετρικός έλεγχος για τη διαφορά δύο μέσων τιμών 396
 - 10-3.1 Περιγραφή του ελέγχου αθροίσματος διατάξεων του Wilcoxon 397
 - 10-3.2 Προσέγγιση μεγάλου δείγματος 398

- 10-3.3 Σύγκριση με τον έλεγχο t 399
- 10-4 Κατά ζεύγη έλεγχος t 400
- 10-5 Συμπερασματολογία για τις διασπορές δύο κανονικών κατανομών 407
 - 10-5.1 Κατανομή F 407
 - 10-5.2 Έλεγχοι υποθέσεων για τον λόγο δύο διασπορών 409
 - 10-5.3 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 411
 - 10-5.4 Διάστημα εμπιστοσύνης για τον λόγο δύο διασπορών 412
- 10-6 Συμπερασματολογία για τα ποσοστά δύο πληθυσμών 414
 - 10-6.1 Έλεγχοι μεγάλου δείγματος για τη διαφορά των ποσοστών στους πληθυσμούς 414
 - 10-6.2 Σφάλμα τύπου II και επιλογή μεγέθους δείγματος 416
 - 10-6.3 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά των ποσοστών στους πληθυσμούς 417
- 10-7 Συγκεντρωτικός πίνακας και οδικός χάρτης για τις διαδικασίες συμπερασματολογίας δύο δειγμάτων 420

Κεφάλαιο 11 Απλή γραμμική παλινδρόμηση και συσχέτιση 427

- 11-1 Εμπειρικά μοντέλα 428
- 11-2 Απλή γραμμική παλινδρόμηση 431
- 11-3 Ιδιότητες των εκτιμητριών ελαχίστων τετραγώνων 440
- 11-4 Έλεγχοι υποθέσεων της απλής γραμμικής παλινδρόμησης 441
 - 11-4.1 Χρήση των ελέγχων t 441
 - 11-4.2 Η προσέγγιση της ανάλυσης διασποράς για τον έλεγχο της σημαντικότητας της παλινδρόμησης 443
- 11-5 Διαστήματα εμπιστοσύνης 447
 - 11-5.1 Διαστήματα εμπιστοσύνης για την κλίση και τον σταθερό όρο 447
 - 11-5.2 Διαστήματα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή της μεταβλητής απόκρισης 448
- 11-6 Πρόβλεψη νέων παρατηρήσεων 449
- 11-7 Καταλληλότητα του μοντέλου παλινδρόμησης 452
 - 11-7.1 Ανάλυση υπολοίπων 453
 - 11-7.2 Συντελεστής προσδιορισμού (R^2) 454
- 11-8 Συσχέτιση 457
- 11-9 Παλινδρόμηση μετασχηματισμένων μεταβλητών 463
- 11-10 Λογιστική παλινδρόμηση 467

Κεφάλαιο 12 Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση 477

- 12.1 Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 478
 - 12-1.1 Εισαγωγή 478

- 12-1.2 Εκτίμηση ελαχίστων τετραγώνων των παραμέτρων 481
- 12-1.3 Προσέγγιση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με χρήση πινάκων 483
- 12-1.4 Ιδιότητες των εκτιμητριών ελαχίστων τετραγώνων 488
- 12-2 Έλεγχοι υποθέσεων στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση 497
 - 12-2.1 Έλεγχος σημαντικότητας της παλινδρόμησης 497
 - 12-2.2 Έλεγχοι για τους συντελεστές της παλινδρόμησης και για υποσύνολα των συντελεστών 500
- 12-3 Διαστήματα εμπιστοσύνης στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση 506
 - 12-3.1 Διαστήματα εμπιστοσύνης για τους συντελεστές της παλινδρόμησης 506
 - 12-3.2 Διαστήματα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή της μεταβλητής απόκρισης 507
- 12-4 Πρόβλεψη νέων παρατηρήσεων 508
- 12-5 Έλεγχος επάρκειας μοντέλου 511
 - 12-5.1 Ανάλυση υπολοίπων 511
 - 12-5.2 Παρατηρήσεις επιρροής 514
- 12-6 Πτυχές της μοντελοποίησης της πολλαπλής παλινδρόμησης 517
 - 12-6.1 Μοντέλα πολυωνυμικής παλινδρόμησης 517
 - 12-6.2 Κατηγορικές επεξηγηματικές μεταβλητές και δείκτριες μεταβλητές 519
 - 12-6.3 Επιλογή μεταβλητών και χτίσιμο μοντέλου 522
 - 12-6.4 Πολυσυγγραμμικότητα 529

Κεφάλαιο 13 Σχεδιασμός και ανάλυση μονοπαραγοντικών πειραμάτων: Ανάλυση διασποράς 539

- 13-1 Σχεδιασμός πειραμάτων του μηχανικού 540
- 13-2 Πλήρως τυχαιοποιημένο μονοπαραγοντικό πείραμα 541
 - 13-2.1 Παράδειγμα: αντοχή σε εφελκυσμό 541
 - 13-2.2 Ανάλυση διασποράς (ANOVA) 542
 - 13-2.3 Πολλαπλές συγκρίσεις ως συνέχεια της ANOVA 549
 - 13-2.4 Ανάλυση υπολοίπων και έλεγχος μοντέλου 551
 - 13-2.5 Καθορισμός μεγέθους δείγματος 553
- 13-3 Το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων 559
 - 13-3.1 Σταθεροί (προκαθορισμένοι) παράγοντες έναντι τυχαίων παραγόντων 559
 - 13-3.2 ANOVA και συνιστώσες διασποράς 560
- 13-4 Σχεδιασμός τυχαιοποιημένων πλήρων μπλοκ 565
 - 13-4.1 Σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση 565

- 13-4.2 Πολλαπλές συγκρίσεις 570
- 13-4.3 Ανάλυση υπολοίπων και έλεγχος μοντέλου 571

Κεφάλαιο 14 Σχεδιασμός πειραμάτων με πολλούς παράγοντες 575

- 14-1 Εισαγωγή κεφαλαίου 576
- 14-2 Παραγοντικά πειράματα 578
- 14-3 Διαπαραγοντικά πειράματα 582
 - 14-3.1 Στατιστική ανάλυση του μοντέλου σταθερών επιδράσεων 582
 - 14-3.2 Έλεγχος επάρκειας μοντέλου 587
 - 14-3.3 Μία παρατήρηση ανά κελί 588
- 14-4 Γενικά παραγοντικά πειράματα 591
- 14-5 2^k παραγοντικοί σχεδιασμοί 594
 - 14-5.1 Ο 2^2 σχεδιασμός 594
 - 14-5.2 Ο 2^k σχεδιασμός για $k \geq 3$ παράγοντες 600
 - 14-5.3 Μια επανάληψη του 2^k σχεδιασμού 607
 - 14-5.4 Προσθήκη κεντρικών σημείων σε έναν 2^k σχεδιασμό 611
- 14-6 Ομαδοποίηση και ανάμειξη στον 2^k σχεδιασμό 619
- 14-7 Κλασματική επανάληψη του 2^k σχεδιασμού 626
 - 14-7.1 Το ένα-δεύτερο κλάσμα του 2^k σχεδιασμού 626
 - 14-7.2 Μικρότερα κλάσματα: ο κλασματικός παραγοντικός 2^{k-p} σχεδιασμός 632
- 14-8 Μέθοδοι επιφάνειας απόκρισης και σχεδιασμοί 643

Κεφάλαιο 15 Στατιστικός έλεγχος ποιότητας 663

- 15-1 Βελτίωση ποιότητας και στατιστική 664
 - 15-1.1 Στατιστικός έλεγχος ποιότητας 665
 - 15-1.2 Στατιστικός έλεγχος διαδικασίας 666
- 15-2 Εισαγωγή στα διαγράμματα ελέγχου 666
 - 15-2.1 Βασικές αρχές 666
 - 15-2.2 Σχεδιασμός ενός διαγράμματος ελέγχου 670
 - 15-2.3 Ορθολογικά επιλεγμένες υποομάδες 671
 - 15-2.4 Ανάλυση μοτίβων στα διαγράμματα ελέγχου 672
- 15-3 Διαγράμματα ελέγχου για τη μέση τιμή \bar{X} και το εύρος R ή την τυπική απόκλιση S 674
- 15-4 Διαγράμματα ελέγχου μεμονωμένων μετρήσεων 684
- 15-5 Ικανότητα διαδικασίας 692
- 15-6 Διαγράμματα ελέγχου χαρακτηριστικών 697
 - 15-6.1 Διάγραμμα P (Διάγραμμα ελέγχου για ποσοστά) 697
 - 15-6.2 Διάγραμμα U (Διάγραμμα ελέγχου για τον μέσο αριθμό ελαττωμάτων ανά μονάδα) 699

- 15-7 Απόδοση διαγράμματος ελέγχου 704
- 15-8 Διαγράμματα σταθμισμένα ως προς το χρόνο 708
 - 15-8.1 Διάγραμμα ελέγχου σωρευτικού αθροίσματος 709
 - 15-8.2 Διάγραμμα ελέγχου εκθετικά σταθμισμένου κινούμενου μέσου 714
- 15-9 Εργαλεία επίλυσης άλλων προβλημάτων του στατιστικού ελέγχου διαδικασίας 722
- 15-10 Θεωρία αποφάσεων 723
 - 15-10.1 Μοντέλα αποφάσεων 723
 - 15-10.2 Κριτήρια αποφάσεων 724
- 15-11 Εφαρμογή στατιστικού ελέγχου διαδικασίας 726

Κεφάλαιο 16 Στατιστικοί πίνακες και διαγράμματα 735

- Πίνακας I Σύνοψη των συνήθων κατανομών πιθανότητας 736
- Πίνακας II Αθροιστικές διωνυμικές πιθανότητες $P(X \leq x)$ 737
- Πίνακας III Αθροιστική τυπική κανονική κατανομή 740
- Πίνακας IV Ποσοστιαία σημεία $\chi^2_{\alpha, \nu}$ της κατανομής χ^2 742
- Πίνακας V Ποσοστιαία σημεία $t_{\alpha, \nu}$ της κατανομής t 743
- Πίνακας VI Ποσοστιαία σημεία f_{α, ν_1, ν_2} της κατανομής F 744
- Διάγραμμα VII Καμπύλες λειτουργικών χαρακτηριστικών 749
- Πίνακας VIII Κρίσιμες τιμές για τον έλεγχο προσήμου 758
- Πίνακας IX Κρίσιμες τιμές για τον έλεγχο προσημασμένων τάξεων του Wilcoxon 758
- Πίνακας X Κρίσιμες τιμές για τον έλεγχο αθροίσματος διατάξεων του Wilcoxon 759
- Πίνακας XI Παράγοντες για την κατασκευή διαγραμμάτων ελέγχου μεταβλητών 760
- Πίνακας XII Παράγοντες για διαστήματα ανοχής 761

Κεφάλαιο 17 Βιβλιογραφία 763

Κεφάλαιο 18 Απαντήσεις σε επιλεγμένες ασκήσεις 767

Κεφάλαιο 19 Γλωσσάρι 785

Ευρετήριο 801

Ευρετήριο εφαρμογών σε παραδείγματα και ασκήσεις 809

Σύνοψη διαδικασιών ελέγχου υποθέσεων 818