Περιεχόμενα

Λίγα λόγια για τους συγγραφείς **19**

Πρόλογος **21**

Περίληψη του βιβλίου **23**

ΜΕΡΟΣ Ι Θεμελιώδεις έννοιες **25**

1 Εισαγωγή στην επαγωγική στατιστική **27**
1.1 Περιγραφική και επαγωγική στατιστική . . . 27
1.2 Πληθυσμός και δείγμα . . . 30
1.3 Παράμετροι και εκτιμητές . . . 32
1.4 Τυχαία μεταβλητή και κατανομές πιθανότητας . . . 34
1.4.1 Τυχαία μεταβλητή . . . 34
1.4.2 Κατανομή πιθανότητας . . . 35
1.5 Εισαγωγή στην R και Python για στατιστική ανάλυση . . . 37
1.5.1 Γιατί R και Python; . . . 37
1.5.2 Πρώτα βήματα . . . 39

2 Ανασκόπηση βασικών εννοιών πιθανοτήτων **43**
2.1 Βασικές έννοιες πιθανότητας . . . 43
2.1.1 Πείραμα, δειγματικός χώρος και γεγονότα . . . 43
2.1.2 Ορισμός της πιθανότητας . . . 45
2.1.3 Βασικοί κανόνες πιθανοτήτων . . . 46
2.2 Δεσμευμένη πιθανότητα και ανεξαρτησία . . . 49
2.2.1 Δεσμευμένη πιθανότητα . . . 49
2.2.2 Ανεξαρτησία γεγονότων . . . 50
2.3 Θεώρημα ολικής πιθανότητας και θεώρημα Bayes . . . 53
2.3.1 Διαμέριση του δειγματικού χώρου . . . 53
2.3.2 Θεώρημα ολικής πιθανότητας . . . 55
2.3.3 Θεώρημα Bayes . . . 57
2.3.4 Κοινά λάθη, πρακτικές συμβουλές και σύνοψη . . . 60
2.4 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 61
2.4.1 Ανάλυση επενδυτικών αποφάσεων με πολλαπλά σενάρια . . . 61
2.4.2 Διαχείριση αποθεμάτων με ποιοτικό έλεγχο . . . 64
2.4.3 Marketing και ανάλυση πελατών με πολυεπίπεδη κατηγοριοποίηση . . . 66
2.5 Εφαρμογές με R και Python . . . 69
2.6 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 76

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

ΜΕΡΟΣ II Διακριτές κατανομές 79

3 Διωνυμική κατανομή 81
3.1 Πείραμα Bernoulli . . . 81
3.2 Διωνυμική κατανομή . . . 83
3.3 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 87
3.3.1 Έλεγχος ποιότητας (Quality control) . . . 87
3.3.2 Marketing και πωλήσεις . . . 88
3.3.3 Χρηματοοικονομικά . . . 89
3.3.4 Σχεδιασμός συστήματος εξυπηρέτησης πελατών . . . 90
3.3.5 Στρατηγική αποθεμάτων . . . 91
3.3.6 Εφαρμογές στην υγεία και τις βιοεπιστήμες . . . 91
3.3.7 Εφαρμογές στην κοινωνική έρευνα . . . 93
3.4 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 94
3.5 Εφαρμογές με R και Python . . . 105
3.6 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 119

4 Κατανομή Poisson 123
4.1 Σπάνια γεγονότα και η διαδικασία Poisson . . . 124
4.2 Κατανομή Poisson . . . 125
4.3 Σχέση της κατανομής Poisson με τη διωνυμική κατανομή . . . 128
4.4 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 132
4.4.1 Διαχείριση ουρών εξυπηρέτησης . . . 132
4.4.2 Διαχείριση αποθεμάτων και εφοδιαστική αλυσίδα . . . 133
4.4.3 Ποιοτικός έλεγχος και αξιοπιστία συστημάτων . . . 133
4.4.4 Ανάλυση δικτυακής κίνησης . . . 134
4.4.5 Χρηματοοικονομική διαχείριση κινδύνου . . . 135
4.4.6 Εφαρμογές στην υγεία και την επιδημιολογία . . . 136
4.4.7 Εφαρμογές στην περιβαλλοντική επιστήμη . . . 137
4.5 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 138
4.6 Εφαρμογές με R και Python . . . 145
4.7 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 164

5 Άλλες διακριτές κατανομές 169
5.1 Γεωμετρική κατανομή . . . 170
5.2 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης της γεωμετρικής κατανομής . . . 175
5.2.1 Διαχείριση πωλήσεων και προσέγγιση πελατών . . . 175
5.2.2 Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού και προσλήψεις . . . 176
5.2.3 Τεχνική υποστήριξη και αξιοπιστία συστημάτων . . . 177
5.3 Υπεργεωμετρική κατανομή . . . 178
5.4 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης της υπεργεωμετρικής κατανομής . . . 183
5.4.1 Έλεγχος ποιότητας φαρμακευτικών προϊόντων . . . 183
5.4.2 Βιολογική έρευνα και οικολογία . . . 184
5.4.3 Αναλογική εκπροσώπηση και δημοκρατικά συστήματα . . . 185
5.5 Αρνητική διωνυμική κατανομή . . . 185
5.6 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης της αρνητικής διωνυμικής κατανομής . . . 191
5.6.1 Ανάλυση αξιοπιστίας συστημάτων . . . 191
5.6.2 Επιδημιολογία και δημόσια υγεία . . . 191
5.6.3 Πωλήσεις και διαχείριση πελατών . . . 192
5.7 Συγκριτική ανάλυση και επιλογή κατάλληλης κατανομής . . . 193
5.7.1 Διάγραμμα ροής επιλογής κατανομής . . . 196
5.7.2 Έλεγχος υποθέσεων του μοντέλου, συχνά λάθη και παγίδες . . . 197
5.8 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 199

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

5.9 Εφαρμογές με R και Python . . . 211
5.9.1 Γεωμετρική κατανομή . . . 211
5.9.2 Υπεργεωμετρική κατανομή . . . 212
5.9.3 Αρνητική διωνυμική κατανομή . . . 214
5.9.4 Σύγκριση κατανομών με οπτικοποίηση . . . 215
5.9.5 Προσομοίωση και σύγκριση . . . 217
5.10 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 219

ΜΕΡΟΣ III Συνεχείς κατανομές 225

6 Κανονική κατανομή 227
6.1 Ιδιότητες και χαρακτηριστικά . . . 227
6.1.1 Βασικές ιδιότητες . . . 229
6.1.2 Στατιστικά μέτρα . . . 230
6.1.3 Γραμμικός μετασχηματισμός . . . 231
6.1.4 Άθροισμα ανεξάρτητων κανονικών μεταβλητών . . . 233
6.2 Κανόνας των 68-95-99.7 . . . 234
6.2.1 Εφαρμογές του εμπειρικού κανόνα . . . 235
6.2.2 Ανίχνευση ακραίων τιμών . . . 236
6.3 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 237
6.3.1 Χρηματοοικονομικές εφαρμογές . . . 237
6.3.2 Έλεγχος ποιότητας και διαχείριση διεργασιών . . . 238
6.3.3 Ανθρώπινο δυναμικό και διοίκηση απόδοσης . . . 238
6.3.4 Λειτουργική διοίκηση και διαχείριση αποθεμάτων . . . 239
6.3.5 Marketing και συμπεριφορά καταναλωτή . . . 239
6.4 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 240
6.5 Εφαρμογές με R και Python . . . 248
6.6 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 259

7 Τυπική κανονική κατανομή 265
7.1 Τυποποίηση (z-score) . . . 266
7.1.1 Η διαδικασία της τυποποίησης . . . 266
7.1.2 Ερμηνεία του z-score . . . 268
7.1.3 Αντίστροφη τυποποίηση . . . 269
7.1.4 Σύγκριση παρατηρήσεων από διαφορετικές κατανομές . . . 271
7.2 Χρήση στατιστικών πινάκων . . . 272
7.2.1 Ανάγνωση του πίνακα . . . 272
7.2.2 Ιδιότητες της τυπικής κανονικής κατανομής . . . 272
7.2.3 Μέθοδοι υπολογισμού κβαντιλίων . . . 274
7.3 Υπολογισμός πιθανοτήτων . . . 276
7.3.1 Υπολογισμός πιθανότητας της μορφής $P(X \leq a)$ . . . 276
7.3.2 Υπολογισμός πιθανότητας της μορφής $P(X > a)$ . . . 276
7.3.3 Υπολογισμός πιθανότητας της μορφής $P(a < X < b)$ . . . 277
7.3.4 Εύρεση τιμών από δοσμένες πιθανότητες . . . 277
7.3.5 Συμμετρικά διαστήματα . . . 278
7.4 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 279
7.4.1 Αξιολόγηση απόδοσης και σύγκριση . . . 279
7.4.2 Διαχείριση αποθεμάτων και επίπεδα εξυπηρέτησης . . . 279
7.4.3 Έλεγχος ποιότητας και όρια ελέγχου . . . 280
7.4.4 Χρηματοοικονομική ανάλυση και διαχείριση κινδύνου . . . 280
7.4.5 Ανθρώπινο δυναμικό και επιλογή προσωπικού . . . 281
7.4.6 Marketing και στόχευση πελατών . . . 282
7.5 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 282

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

7.6 Εφαρμογές με R και Python . . . 295
7.7 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 305

8 Άλλες σημαντικές συνεχείς κατανομές 311
8.1 Ομοιόμορφη κατανομή . . . 312
8.2 Εκθετική κατανομή . . . 314
8.3 Κατανομή Gamma . . . 317
8.4 Κατανομή Student t . . . 319
8.5 Κατανομή χ^2 . . . 322
8.6 Κατανομή F . . . 324
8.7 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 326
8.7.1 Ομοιόμορφη κατανομή στις προσομοιώσεις . . . 326
8.7.2 Εκθετική κατανομή στην εξυπηρέτηση πελατών . . . 327
8.7.3 Κατανομή t στην έρευνα αγοράς . . . 327
8.7.4 Κατανομή χ^2 στον έλεγχο ποιότητας . . . 328
8.7.5 Κατανομή F στη σύγκριση στρατηγικών . . . 328
8.7.6 Σύνοψη . . . 328
8.8 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 329
8.8.1 Ομοιόμορφη κατανομή . . . 329
8.8.2 Εκθετική κατανομή . . . 331
8.8.3 Κατανομή Student t . . . 334
8.8.4 Κατανομή χ^2 . . . 336
8.8.5 Κατανομή F . . . 338
8.9 Εφαρμογές με R και Python . . . 341
8.9.1 Ομοιόμορφη κατανομή . . . 341
8.9.2 Εκθετική κατανομή . . . 343
8.9.3 Κατανομή t Student . . . 346
8.9.4 Κατανομές χ^2 και F . . . 348
8.9.5 Σύγκριση κατανομών . . . 351
8.9.6 Πρακτική εφαρμογή: σύγκριση κατανομών χ^2 και F . . . 354
8.10 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 356

ΜΕΡΟΣ IV Δειγματοληπτικές κατανομές 361

9 Μέθοδοι δειγματοληψίας και βασικές έννοιες 363
9.1 Πληθυσμός και δείγμα . . . 364
9.1.1 Ορισμοί . . . 364
9.1.2 Παράμετροι και στατιστικά . . . 365
9.2 Μέθοδοι δειγματοληψίας . . . 367
9.2.1 Απλή τυχαία δειγματοληψία . . . 367
9.2.2 Στρωματοποιημένη δειγματοληψία . . . 369
9.2.3 Συστηματική δειγματοληψία . . . 372
9.2.4 Δειγματοληψία κατά συστάδες . . . 375
9.2.5 Σύγκριση μεθόδων δειγματοληψίας . . . 378
9.3 Δειγματοληπτικό σφάλμα και μεροληψία . . . 378
9.3.1 Δειγματοληπτικό σφάλμα . . . 378
9.3.2 Τυπικό σφάλμα . . . 379
9.3.3 Μεροληψία . . . 380
9.3.3.1 Διάκριση μεταξύ δειγματοληπτικού σφάλματος και μεροληψίας . . . 381
9.3.3.2 Τύποι μεροληψίας . . . 382
9.3.4 Προσομοίωση δειγματοληπτικού σφάλματος και μεροληψίας . . . 384
9.3.5 Επίδραση μεγέθους δείγματος . . . 387
9.4 Εισαγωγή στις δειγματοληπτικές κατανομές . . . 389

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

9.5 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 394
9.5.1 Έλεγχος ποιότητας στη βιομηχανική παραγωγή . . . 394
9.5.2 Έρευνα αγοράς και ικανοποίηση πελατών . . . 397
9.5.3 Εκτίμηση μεροληψίας μη απόκρισης σε κοινωνική έρευνα . . . 402
9.5.4 Σχεδιασμός δειγματοληψίας για δημοσκόπηση . . . 406
9.6 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 411

10 Δειγματοληπτικές κατανομές και κεντρικό οριακό θεώρημα 413
10.1 Δειγματοληπτική κατανομή του μέσου . . . 414
10.1.1 Δειγματοληψία από κανονικό πληθυσμό . . . 415
10.2 Κεντρικό οριακό θεώρημα . . . 417
10.2.1 Προϋποθέσεις εφαρμογής . . . 418
10.2.2 Πρακτικά αποτελέσματα . . . 419
10.3 Δειγματοληπτική κατανομή της αναλογίας . . . 421
10.4 Δειγματοληπτική κατανομή της διασποράς . . . 425
10.4.1 Κατανομή χ^2 . . . 426
10.5 Διόρθωση για πεπερασμένο πληθυσμό . . . 427
10.5.1 Συντελεστής διόρθωσης πεπερασμένου πληθυσμού . . . 427
10.5.2 Ιδιότητες του συντελεστή FPC . . . 429
10.6 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 430
10.6.1 Έλεγχος ποιότητας στη βιομηχανική παραγωγή . . . 430
10.6.2 Χρηματοοικονομικά και διαχείριση κινδύνου . . . 432
10.6.3 Marketing και έρευνα αγοράς . . . 433
10.6.4 Εφαρμογές στην υγεία και τις βιοεπιστήμες . . . 435
10.6.5 Σχεδιασμός συστημάτων εξυπηρέτησης . . . 436
10.6.6 Εφαρμογές στην εκπαίδευση . . . 437
10.6.7 Εφαρμογές στη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας . . . 438
10.7 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 439
10.8 Εφαρμογές με R και Python . . . 449
10.9 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 460

ΜΕΡΟΣ V Στατιστική συμπερασματολογία 465

11 Σημειακή εκτίμηση 467
11.1 Εκτιμητές και ιδιότητες . . . 468
11.1.1 Βασικές ιδιότητες εκτιμητών . . . 468
11.1.1.1 Αμεροληψία . . . 469
11.1.1.2 Μέσο τετραγωνικό σφάλμα . . . 470
11.1.1.3 Αποτελεσματικότητα . . . 472
11.1.1.4 Συνέπεια . . . 474
11.1.1.5 Επάρκεια . . . 475
11.2 Αμεροληψία και συνέπεια . . . 476
11.2.1 Αμεροληψία βασικών εκτιμητών . . . 476
11.2.2 Ασυμπτωτική αμεροληψία . . . 479
11.2.3 Συνέπεια και κριτήρια . . . 479
11.2.4 Σχέση αμεροληψίας και συνέπειας . . . 481
11.3 Μέθοδος των ροπών . . . 482
11.3.1 Εκτιμητές ροπών για συνήθεις παραμέτρους . . . 483
11.3.2 Ιδιότητες εκτιμητών ροπών . . . 484
11.4 Μέθοδος μέγιστης πιθανοφάνειας . . . 485
11.4.1 Συνάρτηση πιθανοφάνειας . . . 485
11.4.2 Παραδείγματα για συνήθεις κατανομές . . . 486
11.4.3 Ιδιότητες εκτιμητών μέγιστης πιθανοφάνειας . . . 490

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

11.5 Εκτιμητές για μέση τιμή, διασπορά και αναλογία . . . 492
11.5.1 Εκτιμητές για τη μέση τιμή . . . 492
11.5.2 Εκτιμητές για τη διασπορά . . . 494
11.5.3 Εκτιμητές για την αναλογία . . . 496
11.5.4 Εκτίμηση διαφοράς μέσων . . . 498
11.5.5 Εκτίμηση διαφοράς αναλογιών . . . 500
11.6 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 502
11.7 Εφαρμογές με R και Python . . . 510
11.8 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 521

12 Διαστήματα εμπιστοσύνης **525**
12.1 Η έννοια του διαστήματος εμπιστοσύνης . . . 526
12.1.1 Ερμηνεία του διαστήματος εμπιστοσύνης . . . 526
12.1.2 Επιλογή επιπέδου εμπιστοσύνης . . . 527
12.1.3 Εύρος διαστήματος και ακρίβεια . . . 527
12.1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν το εύρος . . . 529
12.2 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή (γνωστή διασπορά) . . . 530
12.2.1 Κατασκευή διαστήματος εμπιστοσύνης . . . 531
12.2.2 Κρίσιμες τιμές . . . 532
12.2.3 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 533
12.3 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη μέση τιμή (άγνωστη διασπορά) . . . 534
12.3.1 Κατανομή t του Student . . . 534
12.3.2 Κατασκευή διαστήματος εμπιστοσύνης . . . 535
12.3.3 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 536
12.4 Διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά δύο μέσων . . . 537
12.4.1 Ανεξάρτητα δείγματα με ίσες διασπορές . . . 537
12.4.2 Ανεξάρτητα δείγματα με άνισες διασπορές . . . 539
12.4.3 Συζευγμένα δείγματα . . . 541
12.4.4 Σύγκριση των τριών μεθόδων . . . 542
12.4.5 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 543
12.5 Διάστημα εμπιστοσύνης για αναλογία . . . 543
12.5.1 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 545
12.6 Διάστημα εμπιστοσύνης για διασπορά . . . 547
12.6.1 Κατανομή Chi-Square (χ^2) . . . 547
12.6.2 Κατασκευή διαστήματος εμπιστοσύνης . . . 547
12.6.3 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 548
12.7 Προσδιορισμός μεγέθους δείγματος . . . 550
12.7.1 Μέγεθος δείγματος για εκτίμηση μέσης τιμής . . . 550
12.7.2 Μέγεθος δείγματος για εκτίμηση αναλογίας . . . 551
12.7.3 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 552
12.7.4 Trade-offs στον σχεδιασμό δείγματος . . . 553
12.8 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 553
12.9 Εφαρμογές με R και Python . . . 563
12.10 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 586

13 Έλεγχοι υποθέσεων **591**
13.1 Μηδενική και εναλλακτική υπόθεση . . . 592
13.1.1 Τύποι υποθέσεων . . . 592
13.1.2 Κανόνες διατύπωσης υποθέσεων . . . 593
13.2 Σφάλματα τύπου I και II . . . 595
13.2.1 Ορισμοί σφαλμάτων . . . 595
13.2.2 Επιλογή επιπέδου σημαντικότητας . . . 597

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

13.3 Στατιστική σημαντικότητα και p-value . . . 597
13.3.1 Ορισμός του p-value . . . 598
13.3.2 Υπολογισμός p-value για διαφορετικούς τύπους ελέγχων . . . 598
13.3.3 Συνήθεις παρερμηνείες του p-value . . . 600
13.3.4 Στατιστική σημαντικότητα . . . 600
13.4 Έλεγχοι για τη μέση τιμή . . . 603
13.4.1 Έλεγχος για μ (γνωστό σ) - Έλεγχος Z . . . 603
13.4.2 Έλεγχος για μ (άγνωστο σ) - Έλεγχος t . . . 604
13.4.3 Κρίσιμη περιοχή και κρίσιμες τιμές . . . 605
13.5 Έλεγχοι για την αναλογία . . . 607
13.5.1 Μεθοδολογία . . . 607
13.5.2 Εφαρμογές και μελέτες περίπτωσης . . . 608
13.6 Έλεγχοι για τη διασπορά . . . 609
13.7 Στατιστική vs πρακτική σημαντικότητα . . . 611
13.7.1 Μέγεθος επίδρασης . . . 612
13.7.1.1 Cohen's d . . . 612
13.7.1.2 Cohen's h . . . 613
13.7.1.3 Eta Squared (η^2) . . . 614
13.7.2 Σχέση μεγέθους δείγματος και σημαντικότητας . . . 614
13.7.3 Πρακτική σημασία στην επιχειρηματική λήψη αποφάσεων . . . 615
13.8 Απαιτητικές ασκήσεις . . . 617
13.9 Εφαρμογές με R και Python . . . 625
13.10 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 643

14 Παραμετρικοί έλεγχοι για δύο πληθυσμούς και ανάλυση διασποράς ANOVA 649
14.1 Σύγκριση δύο μέσων (ανεξάρτητα δείγματα) . . . 649
14.1.1 Περίπτωση 1: Γνωστές διασπορές (Z-test) . . . 651
14.1.2 Περίπτωση 2: Άγνωστες αλλά ίσες διασπορές . . . 652
14.1.3 Περίπτωση 3: Άγνωστες και άνισες διασπορές (Welch's t-test) . . . 652
14.1.4 Έλεγχος ισότητας διασπορών πριν τον κύριο έλεγχο . . . 653
14.2 Ζευγαρωτά δείγματα . . . 657
14.3 Σύγκριση δύο αναλογιών . . . 661
14.4 Σύγκριση δύο διασπορών . . . 664
14.5 Ανάλυση διασποράς (ANOVA) . . . 666
14.5.1 Στατιστικό μοντέλο του ANOVA . . . 667
14.6 Προϋποθέσεις του ANOVA και έλεγχοί τους . . . 672
14.6.1 Έλεγχος κανονικότητας . . . 672
14.6.2 Έλεγχος ομοιογένειας διακυμάνσεων . . . 675
14.6.3 Μεθοδολογία αντιμετώπισης της παραβίασης των προϋποθέσεων . . . 677
14.6.4 Εναλλακτικές μέθοδοι: Welch's ANOVA και Kruskal-Wallis . . . 677
14.7 Post-hoc αναλύσεις . . . 678
14.7.1 Μέθοδοι post-hoc . . . 679
14.7.1.1 Tukey HSD . . . 679
14.7.1.2 Διόρθωση Bonferroni . . . 679
14.7.1.3 Έλεγχος Scheffé . . . 679
14.7.1.4 Έλεγχος Dunnett . . . 679
14.7.2 Ερμηνεία post-hoc αποτελεσμάτων . . . 682
14.7.3 Σύνοψη βημάτων για το ANOVA . . . 683
14.8 Εφαρμογές με R και Python . . . 683
14.9 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 699

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

ΜΕΡΟΣ VI Παραρτήματα - Βιβλιογραφία 703

Α Κατανομές 705
Α.1 Διακριτές κατανομές . . . 705
Α.2 Συνεχείς κατανομές . . . 706

Β Στατιστικοί πίνακες 709
Β.1 Στατιστικός πίνακας διωνυμικής κατανομής . . . 709
Β.2 Πίνακας κατανομής Poisson . . . 712
Β.3 Στατιστικός πίνακας κανονικής κατανομής . . . 718
Β.4 Στατιστικός πίνακας t του Student . . . 719
Β.5 Στατιστικός πίνακας Chi-Square (χ^2) . . . 720
Β.6 Στατιστικός πίνακας F . . . 722

Γ Βασικές εντολές R για στατιστική 729
Γ.1 Εισαγωγή και βασικές εντολές . . . 729
Γ.1.1 Εγκατάσταση και φόρτωση πακέτων . . . 729
Γ.1.2 Δημιουργία και χειρισμός διανυσμάτων . . . 730
Γ.1.3 Δημιουργία και χειρισμός πινάκων DataFrames . . . 731
Γ.1.4 Εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων . . . 732
Γ.2 Περιγραφική στατιστική . . . 734
Γ.2.1 Μέτρα κεντρικής τάσης . . . 734
Γ.2.2 Μέτρα διασποράς . . . 735
Γ.2.3 Περιληπτικές στατιστικές . . . 736
Γ.2.4 Συσχέτιση και συνδιασπορά . . . 737
Γ.3 Κατανομές πιθανότητας . . . 739
Γ.3.1 Κανονική κατανομή . . . 739
Γ.3.2 Κατανομή t του Student . . . 741
Γ.3.3 Διωνυμική κατανομή . . . 742
Γ.4 Έλεγχοι υποθέσεων . . . 743
Γ.4.1 Έλεγχος για έναν μέσο (t-test) . . . 743
Γ.4.2 Έλεγχος κανονικότητας . . . 745
Γ.5 Γραφήματα και οπτικοποίηση . . . 746
Γ.5.1 Βασικά γραφήματα . . . 746
Γ.5.2 Ιστογράμματα και θηκογράμματα . . . 748
Γ.5.3 Διαγράμματα διασποράς . . . 749
Γ.5.4 Γραφήματα με ggplot2 . . . 751
Γ.5.5 Γραφήματα για κατανομές . . . 753
Γ.5.6 Προσαρμογή και εξαγωγή γραφημάτων . . . 755
Γ.6 Χρήσιμες συμβουλές και best practices . . . 758
Γ.6.1 Οργάνωση κώδικα . . . 758
Γ.6.2 Αντιμετώπιση προβλημάτων . . . 760
Γ.6.3 Βελτιστοποίηση απόδοσης . . . 763
Γ.7 Ασκήσεις προς επίλυση . . . 766

Δ Βασικές εντολές Python για στατιστική 769
Δ.1 Εισαγωγή και βασικές εντολές . . . 769
Δ.1.1 Εγκατάσταση και εισαγωγή βιβλιοθηκών . . . 769
Δ.1.2 Δημιουργία και χειρισμός πινάκων arrays . . . 770
Δ.1.3 Δημιουργία και χειρισμός DataFrames . . . 771
Δ.1.4 Εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων . . . 773

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική

Δ.2 Περιγραφική στατιστική 774
Δ.2.1 Μέτρα θέσης και διασποράς 774
Δ.2.2 Συσχέτιση και συνδιασπορά 776
Δ.3 Κατανομές πιθανότητας 778
Δ.3.1 Διακριτές κατανομές 778
Δ.3.2 Συνεχείς κατανομές 781
Δ.4 Έλεγχοι υποθέσεων 785
Δ.4.1 Έλεγχοι για τον μέσο 785
Δ.4.2 Έλεγχοι για αναλογίες και διασπορές 788
Δ.4.3 Έλεγχοι κανονικότητας 791
Δ.5 Γραφήματα 794
Δ.5.1 Βασικά γραφήματα με matplotlib 794
Δ.5.2 Στατιστικά γραφήματα με seaborn 798
Δ.6 Προχωρημένα θέματα 802
Δ.6.1 Βελτιστοποίηση και απόδοση 802
Δ.7 Ασκήσεις προς επίλυση 806

Βιβλιογραφία **809**

Ευρετήριο όρων **811**

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου - Ν. 2121/1993 | Εκδόσεις Κριτική