

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	19
Πώς να χρησιμοποιήσετε αυτό το βιβλίο.....	23
Ευχαριστίες.....	27
Σύμβολα που χρησιμοποιούνται στο βιβλίο	30
Λίγη επανάληψη στα μαθηματικά.....	32
1. Γιατί ο απαιτητικός καθηγητής σας πιέζει να μάθετε στατιστική;.....	33
1.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①.....	33
1.2. Τι στην ευχή κάνω εδώ; Δεν ανήκω εδώ! ①.....	34
1.3. Αρχική παρατήρηση: εντοπίζοντας κάτι που χρήζει εξήγησης ①.....	35
1.4. Ανάπτυξη και έλεγχος θεωριών ①.....	36
1.5. Συλλογή δεδομένων 1: τι μετράμε ①.....	38
1.5.1. Μεταβλητές ①.....	39
1.5.2. Σφάλμα μέτρησης ①.....	42
1.5.3. Εγκυρότητα και αξιοπιστία ①.....	43
1.6. Συλλογή δεδομένων 2: πώς μετράμε ①.....	44
1.6.1. Έρευνες συσχέτισης ①.....	44
1.6.2. Μέθοδοι πειραματικής έρευνας ①.....	45
1.6.3. Τυχαιοποίηση ①.....	49
1.7. Ανάλυση δεδομένων ①.....	50
1.7.1. Κατανομές συχνοτήτων ①.....	50
1.7.2. Το κέντρο της κατανομής ①.....	52
1.7.3. Η διασπορά σε μια κατανομή ①.....	55
1.7.4. Χρησιμοποιώντας την κατανομή συχνοτήτων για την περαιτέρω ανάλυση δεδομένων.....	56
1.7.5. Ανάλυση των δεδομένων με στατιστικά μοντέλα ①.....	59
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①.....	60
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	61
Βασικοί οροί που ανακαλύψαμε.....	61
Για περαιτέρω μελέτη.....	62
Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα.....	62
2. Όλα όσα θα θέλατε να μάθετε για τη στατιστική (περίπου).....	63
2.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①.....	63
2.2. Κατασκευή στατιστικών μοντέλων ①.....	64
2.3. Πληθυσμοί και δείγματα ①.....	66
2.4. Απλά στατιστικά μοντέλα ①.....	67
2.4.1. Η μέση τιμή: ένα πολύ απλό στατιστικό μοντέλο ①.....	67
2.4.2. Προσδιορίζοντας την προσαρμογή του μοντέλου: άθροισμα τετραγώνων, διασπορά και τυπική απόκλιση.....	67
2.4.3. Εκφράζοντας τη μέση τιμή ως μοντέλο ②.....	70

2.5. Προχωρώντας πέρα από τα δεδομένα ①	72
2.5.1. Το τυπικό σφάλμα ①	72
2.5.2. Διαστήματα εμπιστοσύνης ②	74
2.6. Η χρήση στατιστικών μοντέλων για τον έλεγχο ερευνητικών ερωτημάτων ①	80
2.6.1. Στατιστική συνάρτηση ελέγχου ①	82
2.6.2. Μονόπλευρος (one-tailed) ή δίπλευρος (two-tailed) έλεγχος ①	85
2.6.3. Σφάλμα Τύπου I και Τύπου II ①	87
2.6.4. Μεγέθη επίδρασης ②	88
2.6.5. Στατιστική Ισχύς ②	89
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	90
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	91
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	91
Για περαιτέρω μελέτη	91
Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	91

3. Το περιβάλλον της γλώσσας R..... 92

3.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①.....	92
3.2. Πριν ξεκινήσετε ①	93
3.2.1. Η αΡχιτεκτονική ①.....	93
3.2.2. Τα υπέρ και τα κατά της R ①	94
3.2.3. Λήψη και εγκατάσταση της R ①	95
3.2.4. Εκδόσεις της R ①	96
3.3 Ξεκινώντας ①	96
3.3.1. Τα κύρια παράθυρα στην R ①	96
3.3.2. Τα μενού στην R ①	97
3.4. Η χρήση της R ①	99
3.4.1. Εντολές, αντικείμενα και συναρτήσεις ①	99
3.4.2. Η χρήση των αρχείων εντολών (scripts) ①	105
3.4.3. Ο χώρος εργασίας της R ①	106
3.4.4. Ορίζοντας τον κατάλογο εργασίας ①	106
3.4.5. Εγκατάσταση πακέτων ①	108
3.4.6. Λήψη βοήθειας ①	110
3.5. Εισαγωγή δεδομένων στην R ①	110
3.5.1. Δημιουργία μεταβλητών ①	110
3.5.2. Δημιουργία πλαισίων δεδομένων ①	111
3.5.3. Υπολογισμός νέων μεταβλητών από ήδη υπάρχουσες ①	113
3.5.4. Η οργάνωση των δεδομένων σας ①	115
3.5.5. Ελλείπουσες τιμές ①	121
3.6. Εισαγωγή δεδομένων με τον R-Commander ①.....	121
3.6.1. Δημιουργία μεταβλητών και εισαγωγή δεδομένων με τον R Commander ①.....	123
3.6.2. Δημιουργία κατηγορικών μεταβλητών με τον R Commander ①.....	124
3.7. Χρήση άλλων προγραμμάτων για την εισαγωγή και την επεξεργασία δεδομένων ①	124
3.7.1. Εισαγωγή δεδομένων①.....	125
3.7.2. Απευθείας εισαγωγή αρχείων δεδομένων του SPSS ①	129
3.7.3. Εισαγωγή δεδομένων με τον R Commander ①	130
3.7.4. Πράγματα που μπορεί να πάνε στραβά ①	130
3.8. Αποθήκευση δεδομένων ①	131
3.9. Διαχείριση δεδομένων ③	133
3.9.1. Επιλογή τμημάτων ενός πλαισίου δεδομένων ②.....	133
3.9.2. Επιλογή δεδομένων με τη συνάρτηση subset() ②	134
3.9.3. Πλαίσια δεδομένων και πίνακες ②.....	135
3.9.4. Ανασχηματισμός των δεδομένων ③.....	136
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	142
Πακέτα R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	143
Συναρτήσεις R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	143
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	143

Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	143
Για περαιτέρω μελέτη	144
4. Εξερευνώντας τα δεδομένα με γραφήματα	145
4.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①.....	145
4.2. Η τέχνη της παρουσίασης δεδομένων ①.....	146
4.2.1. Γιατί χρειαζόμαστε τα γραφήματα ①	146
4.2.2. Τι καθιστά ένα γράφημα καλό; ①.....	146
4.2.3. Ψέματα, καταραμένα ψέματα και... εεε... γραφήματα ①	148
4.3. Τα πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο ①	149
4.4. Εισαγωγή στο <i>ggplot2</i> ①	150
4.4.1. Ανατομία ενός γραφήματος ①.....	150
4.4.2. Γεωμετρικά αντικείμενα (<i>geoms</i>) ①	152
4.4.3. Αισθητικά χαρακτηριστικά ①	154
4.4.4. Η ανατομία της εντολής <i>ggplot()</i> ①	155
4.4.5. Stats και <i>geoms</i> ①	157
4.4.6. Αποφυγή της υπερβολής στα γραφήματα ①	158
4.4.7. Αποθήκευση γραφημάτων ①	160
4.4.8. Συνοψίζοντας: ένα σύντομο μάθημα ②	161
4.5. Γραφικές σχέσεις: το διάγραμμα διασποράς ①	165
4.5.1. Απλό διάγραμμα διασποράς ①	165
4.5.2. Η προσθήκη μιας παράξενης γραμμής ①	167
4.5.3. Διαγράμματα διασποράς ①	169
4.6. Ιστογράμματα: ένας καλός τρόπος για να εντοπίζετε προφανή προβλήματα ①.....	171
4.7. Θηκογράμματα (διαγράμματα πλαισίου-απολήξεων) ①	173
4.8. Διαγράμματα πυκνότητας ①	178
4.9. Σχεδιασμός των μέσων τιμών ③	178
4.9.1. Ραβδογράμματα και ράβδοι σφαλμάτων ②	178
4.9.2. Γραμμικά γραφήματα ②	184
4.10. Θέματα και επιλογές ①.....	191
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	193
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	193
Λειτουργίες της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	193
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	193
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ	193
Για περαιτέρω μελέτη	194
Πραγματικά ενδιαφέροντα έρευνα	194
5. Διερευνώντας τις υποθέσεις.....	195
5.1 Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①.....	195
5.2 Ποιες είναι οι υποθέσεις; ①	196
5.3. Υποθέσεις παραμετρικών δεδομένων ①.....	196
5.4. Τα πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο ①	197
5.5. Η υπόθεση της κανονικότητας ①	198
5.5.1. Οχι, άντε πάλι αυτή η ενοχλητική κατανομή συχνότητας: οπτικός έλεγχος της κανονικότητας ①	198
5.5.2. Ποσοτικοποίηση της κανονικότητας με αριθμούς ①	200
5.5.3. Εξερευνώντας ομάδες δεδομένων ①.....	205
5.6. Ελέγχοντας κατά πόσο μια κατανομή είναι κανονική ①.....	211
5.6.1. Κάνοντας τον έλεγχο Shapiro-Wilk στην R ①.....	211
5.6.2. Η αναφορά του ελέγχου Shapiro-Wilk ①.....	213
5.7. Έλεγχος της ομοιογένειας της διακύμανσης ①	214
5.7.1. Ο έλεγχος Levene ①	215
5.7.2. Η αναφορά του ελέγχου Levene ①	217
5.7.3. Το F_{\max} του Hartley: η αναλογία της διακύμανσης ①.....	217
5.8. Διόρθωση προβλημάτων στα δεδομένα ②	218

5.8.1.	Αντιμετωπίζοντας τις ακραίες τιμές ②	218
5.8.2.	Αντιμετώπιση της μη κανονικότητας και των άνισων διακυμάνσεων ②	219
5.8.3.	Μετασχηματισμός των δεδομένων με τη χρήση της R ②	221
5.8.4.	Όταν πάνε όλα εντελώς στραβά ③	226
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	230
	Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	231
	Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	231
	Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	231
	Οι ασκήσεις του έξυπνου Αλεξ	232
	Για περαιτέρω μελέτη	232
6.	Συσχέτιση	233
6.1.	Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	233
6.2.	Εξετάζοντας σχέσεις ①	234
6.3.	Πώς μετράμε σχέσεις; ①	234
6.3.1.	Περιπλάνηση στον σκοτεινό κόσμο της συνδιακύμανσης ①	234
6.3.2.	Τυποποίηση και συντελεστής συσχέτισης ①	236
6.3.3.	Η σημαντικότητα του συντελεστή συσχέτισης ③	238
6.3.4.	Διαστήματα εμπιστοσύνης για το r ③	239
6.3.5.	Μια προειδοποίηση για την ερμηνεία: αιτιότητα ①	240
6.4.	Εισαγωγή δεδομένων για την εκτέλεση ανάλυσης συσχετίσεων ①	240
6.5.	Διμεταβλητή συσχέτιση ①	241
6.5.1.	Πακέτα για την ανάλυση συσχέτισης στην R ①	241
6.5.2.	Γενική διαδικασία για την εκτέλεση συσχετίσεων με τη χρήση εντολών της R ①	241
6.5.3.	Γενική διαδικασία συσχετίσεων με τη χρήση της R ①	243
6.5.4.	Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson ①	246
6.5.5.	Ο συντελεστής συσχέτισης του Spearman ①	250
6.5.6.	Ο συντελεστής ταυ του Kendall (μη παραμετρικός) ①	252
6.5.7.	Συσχετίσεις μέσω Bootstrap ③	253
6.5.8.	Δισειριακές και σημειακές-δισειριακές συσχετίσεις ③	254
6.6.	Μερική συσχέτιση ②	260
6.6.1.	Η θεωρία πίσω από τη μερική συσχέτιση ②	260
6.6.2.	Μερική συσχέτιση με τη χρήση της R ②	262
6.6.3.	Ημι-μερικές (ή επιμέρους) συσχετίσεις ②	264
6.7.	Σύγκριση συσχετίσεων ②	264
6.7.1.	Σύγκριση ανεξάρτητων συντελεστών r_s ③	264
6.7.2.	Σύγκριση εξαρτημένων συντελεστών r_s ③	265
6.8.	Υπολογισμός του μεγέθους επίδρασης ①	266
6.9.	Η αναφορά των συντελεστών συσχέτισης ①	267
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	269
	Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	269
	Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	269
	Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	269
	Οι ασκήσεις του έξυπνου Αλεξ ①	270
	Για περαιτέρω μελέτη	270
	Ενδιαφέρουσα πραγματική μελέτη	270
7.	Παλινδρόμηση	271
7.1.	Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	271
7.2.	Εισαγωγή στην παλινδρόμηση ①	272
7.2.1.	Μερικές σημαντικές πληροφορίες για τις ευθείες γραμμές ①	272
7.2.2.	Η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων ①	274
7.2.3.	Αξιολογώντας την καλή προσαρμογή: αθροίσματα τετραγώνων, R και R^2 ①	275
7.2.4.	Αποτιμώντας μεμονωμένους παράγοντες πρόβλεψης ①	278
7.3.	Πακέτα που χρησιμοποιούνται στο παρόν κεφάλαιο ①	279
7.4.	Γενική διαδικασία για παλινδρόμηση στην R ①	279

7.4.1.	Διεξάγοντας μια απλή παλινδρόμηση με τη χρήση του R Commander ①	279
7.4.2.	Η παλινδρόμηση στην R ①	281
7.5.	Ερμηνεύοντας μια απλή παλινδρόμηση	283
7.5.1.	Συνολική προσαρμογή του μοντέλου ①	283
7.5.2.	Παράμετροι του μοντέλου ①	284
7.5.3.	Χρησιμοποιώντας το μοντέλο ①	285
7.6.	Πολλαπλή παλινδρόμηση: τα βασικά ②	286
7.6.1.	Ένα παράδειγμα ενός μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης ②	287
7.6.2.	Αθροίσματα τετραγώνων, R και R^2 ②	288
7.6.3.	Μέτρα προσαρμογής προσαρμοσμένης φειδωλότητας ②	288
7.6.4.	Μέθοδοι παλινδρόμησης ②	289
7.7.	Πόσο ακριβές είναι το μοντέλο παλινδρόμησης; ②	291
7.7.1.	Αξιολόγηση του μοντέλου παλινδρόμησης I: διάγνωση ②	293
7.7.2.	Αξιολογώντας το μοντέλο παλινδρόμησης II: Γενικεύοντας το μοντέλο ②	296
7.8.	Πώς να κάνετε πολλαπλή παλινδρόμηση χρησιμοποιώντας τον R Commander και την R ②	301
7.8.1.	Κάποια πράγματα που πρέπει να σκεφτείτε πριν από την ανάλυση ②	301
7.8.2.	Πολλαπλή παλινδρόμηση: εκτελώντας το βασικό μοντέλο ②	301
7.8.3.	Ερμηνεία της βασικής πολλαπλής παλινδρόμησης ②	304
7.8.4.	Σύγκριση μοντέλων ②	309
7.9.	Έλεγχος της ακρίβειας του μοντέλου παλινδρόμησης ②	311
7.9.1.	Διαγνωστικοί έλεγχοι με τη χρήση του R Commander ②	311
7.9.2.	Ακραίες τιμές και περιπτώσεις επιρροής ②	312
7.9.3.	Αξιολόγηση της υπόθεσης της ανεξαρτησίας ②	315
7.9.4.	Αξιολόγηση της υπόθεσης της μη πολυσυγγραμμικότητας ②	316
7.9.5.	Έλεγχος των υποθέσεων σχετικά με τα κατάλοιπα ②	317
7.9.6.	Τι θα συμβεί εάν παραβιαστεί μία προϋπόθεση; ②	321
7.10.	Ανθεκτική παλινδρόμηση: κάνοντας bootstrap ③	322
7.11.	Πώς παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα μιας πολλαπλής παλινδρόμησης ②	324
7.12.	Κατηγορικές μεταβλητές πρόβλεψης και πολλαπλή παλινδρόμηση ③	325
7.12.1.	Εικονική κωδικοποίηση (ψευδοκωδικοποίηση) ③	325
7.12.2.	Παλινδρόμηση με ψευδομεταβλητές ③	328
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	331
	Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	332
	Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	332
	Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	332
	Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ ①	332
	Για περαιτέρω μελέτη	333
	Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	333

8. Λογιστική παλινδρόμηση 334

8.1.	Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	334
8.2.	Το υπόβαθρο της λογιστικής παλινδρόμησης ①	335
8.3.	Σε ποιες αρχές βασίζεται η λογιστική παλινδρόμηση; ③	335
8.3.1.	Προσδιορισμός του μοντέλου: το κριτήριο λογαριθμο-πιθανοφάνειας ③	337
8.3.2.	Προσδιορισμός του μοντέλου: το μέτρο απόκλισης ενός μοντέλου ③	337
8.3.3.	Εκτίμηση του μοντέλου: R και R^2 ③	338
8.3.4.	Αξιολόγηση του μοντέλου: Κριτήρια πληροφορίας ③	339
8.3.5.	Προσδιορισμός της συνεισφοράς των επεξηγηματικών μεταβλητών: η ελεγχουσύναρ- τηση z ③	340
8.3.6.	Λόγος σχετικών πιθανοτήτων ③	341
8.3.7.	Μέθοδοι παλινδρόμησης ②	342
8.4.	Παραδοχές και πράγματα που μπορεί να πάνε στραβά ④	343
8.4.1.	Παραδοχές του μοντέλου ②	343
8.4.2.	Επεξηγηματικές μεταβλητές με ελλειπή πληροφορία ④	344
8.4.3.	Πλήρης διαχωρισμός κατηγορικών δεδομένων ④	344
8.5.	Πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο ①	346
8.6.	Δίτημη λογιστική παλινδρόμηση: ένα παράδειγμα που θα σας κάνει να αισθανθείτε καλά χέλια ②	346

8.6.1.	Εισαγωγή δεδομένων ①	348
8.6.2.	Βασική ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης ②	349
8.6.3.	Βασική ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης με τη χρήση της R ②	351
8.6.4.	Ερμηνεία μιας βασικής ανάλυσης λογιστικής παλινδρόμησης ②	352
8.6.5.	Μοντέλο 1: Μοντέλο που συμπεριλαμβάνει μόνο τη μεταβλητή παρέμβασης (Intervention)②	352
8.6.6.	Μοντέλο 2: Παρέμβαση (Intervention) και Διάρκεια (Duration) ως επεξηγηματικές μεταβλητές ②	358
8.6.7.	Διαγνωστικά ανά παρατήρηση στη λογιστική παλινδρόμηση ②	360
8.6.8.	Υπολογισμός του μεγέθους επίδρασης ②	362
8.7.	Παρουσίαση της λογιστικής παλινδρόμησης ②	363
8.8.	Έλεγχος προϋποθέσεων: ένα ακόμα παράδειγμα ②	363
8.8.1.	Έλεγχος της πολυσυγγραμμικότητας ③	364
8.8.2.	Ελέγχοντας τη γραμμικότητα των λογαρίθμων των σχετικών πιθανοτήτων ③	365
8.9.	Πρόβλεψη πολλών κατηγοριών: πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση③	367
8.9.1.	Τρέχοντας μια πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση στη γλώσσα R ③	368
8.9.2.	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης③	371
8.9.3.	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων	375
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	376
	Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	376
	Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	376
	Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	377
	Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ	377
	Για περαιτέρω μελέτη	378
	Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	378
9.	Σύγκριση δύο μέσων	379
9.1.	Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	379
9.2.	Τα πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο ①	380
9.3.	Εξετάζοντας τις διαφορές ①	380
9.3.1.	Ένα πρόβλημα με τα διαγράμματα σφαλμάτων σε σχεδιασμούς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ①	380
9.3.2.	Βήμα 1: υπολογισμός του μέσου για κάθε συμμετέχοντα ②	383
9.3.3.	Βήμα 2: υπολογισμός του μεγάλου μέσου όρου ②	384
9.3.4.	Βήμα 3: υπολογισμός του παράγοντα προσαρμογής ②	384
9.3.5.	Η δημιουργία προσαρμοσμένων τιμών για κάθε μεταβλητή ②	385
9.4.	Ο έλεγχος t ①	386
9.4.1.	Αρχικές έννοιες του ελέγχου t ①	388
9.4.2.	Ο έλεγχος t ως ένα γενικό γραμμικό μοντέλο ②	389
9.4.3.	Παραδοχές του ελέγχου t ①	391
9.5.	Έλεγχος t με ανεξάρτητα δείγματα①	392
9.5.1.	Εξηγώντας τη συνάρτηση ελέγχου t ανεξάρτητων δειγμάτων ①	392
9.5.2.	Διεξαγωγή του ελέγχου t για ανεξάρτητα δείγματα①	394
9.6.	Ο έλεγχος t για εξαρτημένα δείγματα ①	404
9.6.1.	Η κατανομή του δείγματος και το τυπικό σφάλμα ①	404
9.6.2.	Η εξήγηση της εξίσωσης του ελέγχου t για κατά ζεύγη δείγματα ①	405
9.6.3.	Ο έλεγχος t ανά ζεύγη με τη χρήση της R ①	406
9.7.	Μεταξύ ομάδων ή επαναλαμβανόμενες μετρήσεις; ①	412
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	413
	Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	413
	Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	413
	Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	413
	Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ	413
	Για περαιτέρω μελέτη	414
	Ενδιαφέρουσα πραγματικά μελέτη	414

10. Σύγκριση διάφορων μέσων: ANOVA (GLM 1)	415
10.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	415
10.2. Η θεωρία της ANOVA ②	416
10.2.1. Διόγκωση του σφάλματος ②	416
10.2.2. Η παρουσίαση του λόγου F ②	416
10.2.3. Η ANOVA ως παλινδρόμηση ②	417
10.2.4. Η λογική του λόγου F ②	421
10.2.5. Συνολικό άθροισμα τετραγώνων (SS_T) ②	423
10.2.6. Άθροισμα τετραγώνων του μοντέλου (SS_M) ②	425
10.2.7. Άθροισμα τετραγώνων καταλοίπων (SS_R) ②	425
10.2.8. Μέσα τετράγωνα ②	426
10.2.9. Ο λόγος F ②	427
10.3. Οι προϋποθέσεις της ANOVA ③	427
10.3.1. Ομοιογένεια διακύμανσης ②	428
10.3.2. Η ANOVA είναι ανθεκτική; ③	428
10.4. Σχεδιασμένες συγκρίσεις ②	430
10.4.1. Επιλογή συγκρίσεων ②	430
10.4.2. Χρησιμοποιώντας συντελεστές στάθμησης για τον προσδιορισμό συγκρίσεων ②	434
10.4.3. Μη ορθογώνιες συγκρίσεις ②	439
10.4.4. Τυπικές συγκρίσεις ②	440
10.4.5. Πολυωνυμικές συγκρίσεις: ανάλυση τάσης ②	441
10.5. Εκ των υστέρων έλεγχοι ②	442
10.5.1. Ποσοστά σφάλματος Τύπου I (α) και Τύπου II και εκ των υστέρων έλεγχοι ②	445
10.5.2. Εκ των υστέρων έλεγχοι και παραβιάσεις των παραδοχών του ελέγχου ②	445
10.5.3. Εκ των υστέρων έλεγχοι: Ανακεφαλαίωση ②	446
10.6. Πραγματοποίηση ανάλυσης διακύμανσης κατά έναν παράγοντα (one-way ANOVA) με τη χρήση της R ②	446
10.6.1. Πακέτα για την ANOVA κατά έναν παράγοντα στην R ①	446
10.6.2. Γενικές διαδικασίες για ANOVA κατά έναν παράγοντα ①	447
10.6.3. Εισαγωγή των δεδομένων ①	447
10.6.4. ANOVA κατά έναν παράγοντα με τη χρήση του R Commander ②	448
10.6.5. Εξερευνώντας τα δεδομένα ②	449
10.6.6. Η κύρια ανάλυση ②	452
10.6.7. Προσχεδιασμένοι συνδυασμοί με τη χρήση της R ②	457
10.6.8. Εκ των υστέρων έλεγχοι με τη χρήση της R ②	460
10.7. Υπολογισμός του μεγέθους της επίδρασης ②	466
10.8. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης διακύμανσης κατά έναν παράγοντα για ανεξάρτητα δείγματα ②	470
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	471
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	471
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	471
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	472
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ	472
Για περαιτέρω μελέτη	473
Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	473
11. Ανάλυση συνδιακύμανσης, ANCOVA (GLM 2)	474
11.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ②	474
11.2. Τι είναι η ANCOVA; ②	475
11.3. Προϋποθέσεις και θέματα στην ANCOVA ③	476
11.3.1. Ανεξαρτησία συμμεταβλητής και πειραματικής επίδρασης ③	476
11.3.2. Ομοιογένεια των κλίσεων των ευθειών παλινδρόμησης ③	478
11.4. ANCOVA με τη χρήση της R ②	479
11.4.1. Πακέτα για ANCOVA στην R ①	479
11.4.2. Γενική διαδικασία για την ANCOVA ①	479
11.4.3. Εισαγωγή δεδομένων ①	480
11.4.4. ANCOVA με τη χρήση του R Commander ②	482

11.4.5. Εξερευνώντας τα δεδομένα ②	483
11.4.6. Είναι η επεξηγηματική μεταβλητή και η συμμεταβλητή ανεξάρτητες; ②	484
11.4.7. Προσαρμόζοντας ένα μοντέλο ANCOVA ②	485
11.4.8. Ερμηνεύοντας το κύριο μοντέλο ANCOVA ②	489
11.4.9. Σχεδιασμένες συγκρίσεις στην ANCOVA ②	490
11.4.10. Ερμηνεύοντας τη συμμεταβλητή ②	491
11.4.11. Εκ των υστέρων έλεγχοι στην ANCOVA ②	492
11.4.12. Διαγράμματα στην ANCOVA ②	493
11.4.13. Ορισμένες τελικές παρατηρήσεις ②	494
11.4.14. Ελέγχοντας την ομοιογένεια των κλίσεων παλινδρόμησης ③	494
11.5. Ανθεκτική ANCOVA ③	495
11.6. Υπολογίζοντας το μέγεθος της επίδρασης ②	502
11.7. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων ②	505
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	506
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	506
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	506
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	507
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	507
Για περαιτέρω μελέτη	508
Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	508
12. Παραγοντική ανάλυση διακύμανσης ANOVA (GLM 3).....	509
12.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ②.....	509
12.2. Θεωρία της κατά δύο παράγοντες ανάλυσης διακύμανσης (ανεξάρτητες μεταβλητές) ②.....	510
12.2.1. Σχεδιασμός παραγόντων ②	510
12.3. Η παραγοντική ανάλυση διακύμανσης ως γραμμικό μοντέλο ③.....	511
12.3.1. Ένα παράδειγμα με δύο ανεξάρτητες μεταβλητές ②	511
12.3.2. Επέκταση του παλινδρομικού μοντέλου ③	512
12.4. Ανάλυση διακύμανσης κατά δύο παράγοντες: το παρασκήνιο ②	516
12.4.1. Συνολικό άθροισμα τετραγώνων (SS_T) ②	516
12.4.2. Άθροισμα τετραγώνων του μοντέλου, SS_M ②	518
12.4.3. Άθροισμα τετραγώνων των καταλοίπων, (SS_R) ②	520
12.4.4. Οι συναρτήσεις ελέγχου F ②	521
12.5. Παραγοντική ανάλυση διακύμανσης με τη χρήση της R ②	522
12.5.1. Πακέτα για παραγοντική ανάλυση διακύμανσης στην R ①	522
12.5.2. Γενική διαδικασία για παραγοντική ανάλυση διακύμανσης ①	522
12.5.3. Παραγοντική ανάλυση διακύμανσης με τη χρήση του R Commander ②	522
12.5.4. Εισαγωγή των δεδομένων ②	523
12.5.5. Εξερευνώντας τα δεδομένα ②	526
12.5.6. Επιλογή αντιθετικών συνδυασμών ②	528
12.5.7. Προσαρμόζοντας ένα παραγοντικό μοντέλο ANOVA ②	530
12.5.8. Η ερμηνεία του παραγοντικού μοντέλου ANOVA ②	531
12.5.9. Ερμηνεία των παραμέτρων διαφορετικών αντιθετικών συνδυασμών (contrasts) ②	534
12.5.10. Ανάλυση απλών επιδράσεων ③	535
12.5.11. Εκ των υστέρων (<i>post hoc</i>) ανάλυση ②	538
12.5.12. Γενικά συμπεράσματα ②	540
12.5.13. Διαγράμματα στην Παραγοντική Ανάλυση Διακύμανσης ②	540
12.6. Ερμηνεύοντας τα διαγράμματα αλληλεπίδρασης ②	540
12.7. Ανθεκτική παραγοντική ANOVA ③	544
12.8. Υπολογίζοντας το μέγεθος της επίδρασης ③	551
12.9. Παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης ②	554
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	555
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	555
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	555
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	555
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	556
Για περαιτέρω μελέτη	557

Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	557
13. Σχεδιασμοί επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (GLM 4).....	558
13.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ②.....	558
13.2. Εισαγωγή στον σχεδιασμό επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ②	559
13.2.1. Η προϋπόθεση της σφαιρικότητας ②	560
13.2.2. Πώς μετριέται η σφαιρικότητα; ②	560
13.2.3. Αξιολόγηση της σημασίας των αποκλίσεων από τη σφαιρικότητα ②	561
13.2.4. Ποια είναι η επίδραση της παραβίασης της προϋπόθεσης της σφαιρικότητας; ③	561
13.2.5. Τι κάνουμε όταν παραβιάζεται η σφαιρικότητα; ②.....	562
13.3. Η θεωρία της ANOVA επαναλαμβανόμενων μετρήσεων κατά έναν παράγοντα ②.....	564
13.3.1. Συνολικό άθροισμα τετραγώνων, SS_T ②	565
13.3.2. Άθροισμα τετραγώνων εντός των συμμετεχόντων, SS_W ②	566
13.3.3. Άθροισμα τετραγώνων του μοντέλου, SS_M ②	567
13.3.4. Άθροισμα τετραγώνων των καταλοίπων, SS_R ②	568
13.3.5. Μέσα τετράγωνα ②	568
13.3.6. Ο δείκτης F ②	568
13.3.7. Το μεταξύ των συμμετεχόντων άθροισμα τετραγώνων ②	569
13.4. Μονόπλευροι σχεδιασμοί επαναλαμβανόμενων μετρήσεων με τη χρήση της R ②.....	569
13.4.1. Απαιτούμενα πακέτα για σχεδιασμούς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων στην R ①.....	569
13.4.2. Η γενική διαδικασία για τον σχεδιασμό επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ①.....	570
13.4.3. ANOVA επαναλαμβανόμενων μετρήσεων με τον εντολέα της R (R Commander) ② ...	570
13.4.4. Εισαγωγή δεδομένων ②.....	571
13.4.5. Διερεύνηση των δεδομένων ②	573
13.4.6. Επιλογή συνδυασμών ②	575
13.4.7. Ανάλυση των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων: δύο τρόποι χειρισμού ενός αρχείου .dat ②.....	576
13.4.8. Ανθεκτικότητα στις μονόπλευρες επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ANOVA ③	584
13.5. Μέγεθος επίδρασης για την ANOVA επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ③.....	588
13.6. Αναφορά αποτελεσμάτων για σχεδιασμούς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων κατά έναν παράγοντα ②.....	589
13.7.1. Εισαγωγή δεδομένων ②.....	592
13.7.2. Διερεύνηση των δεδομένων ②	593
13.7.3. Ορίζοντας συνδυασμούς ②.....	595
13.7.4. Παραγοντικές επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ANOVA ②.....	597
13.7.5. Παραγοντικοί σχεδιασμοί επαναλαμβανόμενων μετρήσεων όπως ένα GLM ③	602
13.7.6. Παραγοντικές επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ανθεκτικότητας ③.....	607
13.8. Τα μεγέθη επίδρασης για παραγοντικούς σχεδιασμούς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ③	607
13.9. Παρουσίαση των αποτελεμάτων της παραγοντικής ANOVA επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ② ...	608
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	609
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	609
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	610
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	610
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	610
Για περαιτέρω μελέτη	611
Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	611
14. Μεικτοί σχεδιασμοί ANOVA (GLM 5).....	612
14.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①.....	612
14.2. Μεικτοί σχεδιασμοί ②.....	613
14.3. Τι θέλουν οι άνδρες και οι γυναίκες από τον σύντροφό τους; ②.....	613
14.4. Εισαγωγή και επισκόπηση των δεδομένων ②	614
14.4.1. Πακέτα για μεικτούς σχεδιασμούς στην R ①	614
14.4.2. Γενική μεθοδολογία για μεικτούς σχεδιασμούς ①	615
14.4.3. Εισαγωγή δεδομένων ②.....	616
14.4.4. Επισκόπηση δεδομένων ②	618

14.5. Μεικτή ANOVA ②	620
14.6. Μεικτοί σχεδιασμοί ως GLM ③	624
14.6.1. Ορισμός αντιθετικών συνδυασμών ②	624
14.6.2. Κατασκευή του μοντέλου ②	626
14.6.3. Η κύρια επίδραση του φύλου ②	629
14.6.4. Η κύρια επίδραση της εμφάνισης ②	630
14.6.5. Η κύρια επίδραση της προσωπικότητας ②	631
14.6.6. Η αλληλεπίδραση μεταξύ φύλου και εμφάνισης ②	632
14.6.7. Η αλληλεπίδραση μεταξύ φύλου και προσωπικότητας ②	634
14.6.8. Η αλληλεπίδραση μεταξύ ελκυστικότητας και προσωπικότητας ②	636
14.6.9. Η αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ελκυστικότητα, προσωπικότητα και φύλο ③	641
14.6.10. Συμπεράσματα ③	645
14.7. Υπολογισμός του μεγέθους επίδρασης ③	646
14.8. Παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα της μεικτής ANOVA ②	647
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	655
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	656
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	656
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	656
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	656
Για περαιτέρω μελέτη	657
Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	657
15. Μη παραμετρικά μοντέλα	658
15.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①.....	658
15.2. Πότε χρησιμοποιούμε μη παραμετρικούς ελέγχους ①.....	659
15.3. Τα στατιστικά πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο ①.....	659
15.4. Συγκρίνοντας δύο ανεξάρτητες συνθήκες: ο έλεγχος Wilcoxon rank-sum ①.....	660
15.4.1. Η θεωρία του ελέγχου Wilcoxon rank-sum ②.....	660
15.4.2. Εισαγωγή δεδομένων και provisional analysis ①	664
15.4.3. Κάνοντας την ανάλυση με τον R Commander ①	666
15.4.4. Κάνοντας την ανάλυση με τη βοήθεια της R ①.....	667
15.4.5. Το αποτέλεσμα του ελέγχου Wilcoxon ①.....	668
15.4.6. Υπολογίζοντας το μέγεθος της επίδρασης ②	669
15.4.7. Γράφοντας τα αποτελέσματα ①	670
15.5. Συγκρίνοντας ζεύγη παρατηρήσεων: ο προσημικός έλεγχος τάξεων/βαθμών του Wilcoxon ①....	671
15.5.1. Η θεωρία για τον έλεγχο Wilcoxon signed-rank ②	672
15.5.2. Κάνοντας την ανάλυση με το R Commander ①	674
15.5.3. Κάνοντας την ανάλυση με τη βοήθεια της R ①.....	675
15.5.4. Αποτελέσματα προσημικού ελέγχου Wilcoxon ①	676
15.5.5. Υπολογισμός του μεγέθους της επίδρασης ②	677
15.5.6. Καταγραφή των αποτελεσμάτων ①	677
15.6. Διαφορές ανάμεσα σε πολλές ανεξάρτητες ομάδες: ο έλεγχος Kruskal-Wallis ①.....	678
15.6.1. Η θεωρία του ελέγχου Kruskal-Wallis ②.....	679
15.6.2. Εισαγωγή δεδομένων και αρχική ανάλυση ①	681
15.6.3. Κάνοντας τον έλεγχο Kruskal-Wallis με τον R Commander ①.....	683
15.6.4. Κάνοντας τον έλεγχο Kruskal-Wallis με την R ①	683
15.6.5. Τα αποτελέσματα του ελέγχου Kruskal-Wallis①.....	683
15.6.6. Εκ των υστέρων έλεγχοι για τον έλεγχο Kruskal-Wallis ②	685
15.6.7. Έλεγχος των τάξεων: Ο έλεγχος Jonckheere-Terpstra ②	688
15.6.8. Υπολογισμός του μεγέθους επίδρασης ②	689
15.6.9. Καταγραφή και ερμηνεία των αποτελεσμάτων ①	689
15.7. Διαφορές μεταξύ πολλών συσχετιζόμενων μεταξύ τους ομάδων: Friedman's ANOVA ①	690
15.7.1. Η θεωρία της Friedman's ANOVA ②	691
15.7.2. Εισαγωγή δεδομένων και αρχική ανάλυση ①	692
15.7.3. Εκτελώντας Friedman's ANOVA στον R Commander ①	693
15.7.4. Εκτελώντας τη Friedman's ANOVA με τη βοήθεια της R ①.....	693
15.7.5. Ο πίνακας αποτελεσμάτων της Friedman's ANOVA ①.....	694

15.7.6. Εκ των υστέρων έλεγχος για Friedman's ANOVA ②	694
15.7.7. Υπολογισμός ενός μεγέθους επίδρασης ②	695
15.7.8. Καταγραφή και ερμηνεία των αποτελεσμάτων ①	695
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ①	696
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	696
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	697
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ	697
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	697
Περαιτέρω μελέτη	698
Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	698
16. Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA)	699
16.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ②	699
16.2. Πότε χρησιμοποιείται η MANOVA ②	700
16.3. Εισαγωγή: Ομοιότητες και διαφορές σε σχέση με την ANOVA ②	700
16.3.1. Λίγα λόγια προειδοποίησης ②	702
16.3.2. Το παράδειγμα αυτού του κεφαλαίου ②	702
16.4. Η θεωρία της MANOVA ③	703
16.4.1. Εισαγωγή στους πίνακες ③	703
16.4.2. Κάποιοι σημαντικοί πίνακες και οι λειτουργίες τους ③	704
16.4.3. Υπολογίζοντας τη MANOVA με το χέρι: ένα παράδειγμα ③	705
16.4.4. Βασική αρχή του στατιστικού ελέγχου MANOVA ④	712
16.5. Πρακτικά ζητήματα κατά τη διεξαγωγή της MANOVA ③	718
16.5.1. Προϋποθέσεις και πώς να τις ελέγχετε ③	718
16.5.2. Επιλογή στατιστικού ελέγχου ③	719
16.5.3. Περαιτέρω ανάλυση ③	720
16.6. Η MANOVA με τη χρήση της R ②	720
16.6.1. Πακέτα για την παραγοντική ANOVA στην R ①	720
16.6.2. Η γενική διαδικασία για τη MANOVA ①	721
16.6.3. Η MANOVA με τη χρήση του R Commander ②	721
16.6.4. Εισαγωγή δεδομένων ②	721
16.6.5. Διερεύνηση των δεδομένων ②	723
16.6.6. Ορίζοντας τους αντιθετικούς συνδυασμούς ②	728
16.6.7. Το μοντέλο MANOVA ②	729
16.6.8. Η ανάλυση που ακολουθεί: οι μονομεταβλητοί στατιστικοί έλεγχοι ②	732
16.6.9. Αντιθετικοί συνδυασμοί ③	733
16.7. Η ανθεκτική MANOVA ③	734
16.8. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της MANOVA ②	738
16.9. Συνοδεύοντας τη MANOVA με μια διαχωριστική ανάλυση ③	739
16.10. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της διαχωριστικής ανάλυσης ②	744
16.11. Κάποιες τελικές παρατηρήσεις ④	744
16.11.1. Η τελική ερμηνεία ④	745
16.11.2. Μονομεταβλητή ANOVA ή διαχωριστική ανάλυση; ②	745
Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	746
Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	747
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	747
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	747
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ	747
Για περαιτέρω μελέτη	748
Ενδιαφέρουσα πραγματικά μελέτη	748
17. Διερευνητική παραγοντική ανάλυση	749
17.1. Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	749
17.2. Πότε χρησιμοποιούμε παραγοντική ανάλυση ②	750
17.3. Παράγοντες ②	750
17.3.1. Διαγραμματική αναπαράσταση των παραγόντων ②	752

17.3.2.	Μαθηματική αναπαράσταση των παραγόντων ②	753
17.3.3.	Παραγοντικά σκορ ②	755
17.3.4.	Επιλέγοντας μία μέθοδο ②	758
17.3.5.	Εταιρικότητα ②	759
17.3.6.	Παραγοντική ανάλυση έναντι ανάλυσης κυρίων συνιστωσών ②	760
17.3.7.	Η θεωρία πίσω από την ανάλυση κυρίων συνιστωσών ②	760
17.3.8.	Εξαγωγή παραγόντων: ιδιοτιμές και κρημνοδιάγραμμα ②	761
17.3.9.	Βελτιώνοντας την ερμηνεία: περιστροφή παραγόντων ③	763
17.4.	Ερευνητικό παράδειγμα ②	766
17.4.1.	Μέγεθος δείγματος ②	768
17.4.2.	Συσχετίσεις μεταξύ μεταβλητών ③	769
17.4.3.	Η κατανομή των δεδομένων ②	771
17.5.	Τρέχοντας την ανάλυση με τον R Commander ①	771
17.6.	Τρέχοντας την ανάλυση στην R ②	771
17.6.1.	Τα πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο ①	771
17.6.2.	Αρχική προετοιμασία και ανάλυση ②	771
17.6.3.	Εξαγωγή παραγόντων στην R ②	776
17.6.4.	Περιστροφή ②	786
17.6.5.	Παραγοντικά σκορ ②	792
17.6.6.	Σύνοψη ①	793
17.7.	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παραγοντικής ανάλυσης ①	793
17.8.	Ανάλυση αξιοπιστίας ②	795
17.8.1.	Μέτρα αξιοπιστίας ③	795
17.8.2.	Ερμηνεύοντας το α του Cronbach (μερικές προειδοποιητικές ιστορίες...) ②	797
17.8.3.	Ανάλυση αξιοπιστίας με τον R Commander ①	798
17.8.4.	Ανάλυση αξιοπιστίας με τη χρήση της R ②	798
17.8.5.	Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αξιοπιστίας ②	799
17.9.	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης αξιοπιστίας ②	804
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	805
	Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	805
	Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	805
	Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	805
	Οι ασκήσεις του έξυπνου Αλεξ	806
	Για περαιτέρω μελέτη	808
	Ενδιαφέρουσα πραγματική έρευνα	808
18.	Κατηγορικά δεδομένα	809
18.1.	Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	809
18.2.	Πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το κεφάλαιο ①	810
18.3.	Ανάλυση κατηγορικών δεδομένων ①	810
18.4.	Θεωρία ανάλυσης κατηγορικών δεδομένων ①	810
18.4.1.	Ο έλεγχος χ^2 του Pearson ①	811
18.4.2.	Ο ακριβής έλεγχος του Fisher ①	812
18.4.3.	Ο λόγος πιθανοφανειών ②	813
18.4.4.	Η διόρθωση Yates ②	813
18.5.	Οι προϋποθέσεις στην ανάλυση κατηγορικών δεδομένων ①	814
18.6.	Εφαρμόζοντας στην πράξη τον έλεγχο χ^2 στην R ①	815
18.6.1.	Εισάγοντας τα δεδομένα: οι ακατέργαστες τιμές ①	815
18.6.2.	Εισαγωγή δεδομένων: πίνακας συνάφειας ①	816
18.6.3.	Τρέχοντας την ανάλυση με τον R Commander ①	816
18.6.4.	Κάνοντας την ανάλυση με τη χρήση της R ①	817
18.6.5.	Εξερχόμενα αποτελέσματα από τη συνάρτηση <code>CrossTable()</code> ①	818
18.6.6.	Αναλύοντας ένα στατιστικά σημαντικό χ^2 με τη βοήθεια των τυποποιημένων καταλοίπων ②	821
18.6.7.	Υπολογισμός του μεγέθους της επίδρασης ②	822
18.6.8.	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του ελέγχου χ^2 ①	823
18.7.	Αρκετές κατηγορικές μεταβλητές: λογαριθμογραμμική ανάλυση ③	824

18.7.1	Το χ^2 ως παλινδρόμηση ④	825
18.7.2	Λογαριθμογραμμική ανάλυση ③	830
18.8	Οι προϋποθέσεις στη λογαριθμογραμμική ανάλυση ②	833
18.9	Λογαριθμογραμμική ανάλυση με τη χρήση της R ②	833
18.9.1	Αρχικές εκτιμήσεις ②	833
18.9.2	Λογαριθμογραμμική ανάλυση ως έλεγχος χ^2 ②	835
18.9.3	Το εξερχόμενο αποτέλεσμα της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης ως ένας έλεγχος χ^2 ②	838
18.9.4	Η λογαριθμογραμμική ανάλυση ②	840
18.10	Μετά τη λογαριθμογραμμική ανάλυση ②	845
18.11	Τα μεγέθη των επιδράσεων στη λογαριθμογραμμική ανάλυση ②	846
18.12	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της λογαριθμογραμμικής ανάλυσης ②	846
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	847
	Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	848
	Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	848
	Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε	848
	Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ	848
	Για περαιτέρω μελέτη	849
	Ενδιαφέρουσα πραγματική μελέτη	849
19.	Πολυεπίπεδα γραμμικά μοντέλα	850
19.1.	Τι θα μάθουμε στο κεφάλαιο αυτό; ①	850
19.2.	Ιεραρχικά δεδομένα ②	851
19.2.1.	Ενδοκατηγορική συσχέτιση ②	853
19.2.2.	Πλεονεκτήματα των πολυεπίπεδων μοντέλων ②	854
19.3.	Θεωρία των πολυεπίπεδων γραμμικών μοντέλων ③	855
19.3.1.	Ένα παράδειγμα ②	856
19.3.2.	Σταθεροί και τυχαίοι συντελεστές ③	857
19.4.	Το πολυεπίπεδο μοντέλο ④	860
19.4.1.	Αξιολόγηση της προσαρμογής και σύγκριση πολυεπίπεδων μοντέλων ④	862
19.4.2.	Τύποι συνδιακύμανσης ④	863
19.5.	Μερικά πρακτικά ζητήματα ③	864
19.5.1.	Προϋποθέσεις ③	864
19.5.2.	Μέγεθος δείγματος και ισχύς ③	865
19.5.3.	Κεντροποίηση μεταβλητών πρόβλεψης ④	865
19.6.	Πολυεπίπεδη μοντελοποίηση με τη χρήση της R ④	867
19.6.1.	Πακέτα για πολυεπίπεδα μοντέλα στην R ①	867
19.6.2.	Εισαγωγή δεδομένων ②	867
19.6.3.	Αναπαράσταση των δεδομένων ②	868
19.6.4.	Αγνοώντας τη δομή των δεδομένων: ANOVA ②	869
19.6.5.	Αγνοώντας τη δομή των δεδομένων: ANCOVA ②	870
19.6.6.	Αξιολογώντας την ανάγκη για πολυεπίπεδα μοντέλα ③	872
19.6.7.	Συμπερίληψη σταθερών επιδράσεων ③	875
19.6.8.	Εισαγωγή τυχαίων παραμέτρων κλίσης ④	878
19.6.9.	Προσθέτοντας μια αλληλεπίδραση στο μοντέλο ④	879
19.7.	Μοντέλα ανάπτυξης ④	885
19.7.1.	Καμπύλες ανάπτυξης (πολυωνυμικές) ④	885
19.7.2.	Ένα παράδειγμα: η περίοδος του «μήνα του μέλιτος» ②	887
19.7.3.	Μετασχηματισμός των δεδομένων ③	888
19.7.4.	Ορισμός του βασικού μοντέλου ④	888
19.7.5.	Προσθέτοντας τον χρόνο ως σταθερή επίδραση ③	890
19.7.6.	Εισαγωγή τυχαίων κλίσεων ④	890
19.7.7.	Μοντελοποίηση της συνδιασποράς ④	890
19.7.8.	Σύγκριση μοντέλων ③	891
19.7.9.	Προσθήκη πολωνύμων ανώτερης τάξης ③	893
19.7.10.	Περαιτέρω ανάλυση ④	897
19.8.	Αναφορά αποτελεσμάτων πολυεπίπεδων μοντέλων ③	898
	Τι ανακαλύψαμε για τη στατιστική; ②	899

Πακέτα της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	900
Συναρτήσεις της R που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο	900
Βασικοί όροι που ανακαλύψαμε.....	900
Οι ασκήσεις του έξυπνου Άλεξ.....	900
Για περαιτέρω μελέτη	901
Ενδιαφέρουσα Πραγματική Έρευνα	901
Επίλογος: Η ζωή μετά την ανακάλυψη της στατιστικής	902
Επίλυση προβλημάτων στην R.....	904
Γλωσσάρι	905
Παράρτημα	925
A.1 Πίνακας τυπικής κανονικής κατανομής	925
A.2 Κρίσιμες τιμές της κατανομής t	929
A.3 Κρίσιμες τιμές της κατανομής F	930
A.4 Κρίσιμες τιμές της κατανομής χ^2	934
Βιβλιογραφία	935
Ευρετήριο	942