
Περιεχόμενα

1	Εισαγωγικές Έννοιες	1
1.1	Αριθμητική ή Στατιστική Εγγραμματοσύνη	1
1.2	Η Στατιστική και οι Εφαρμοσμένες Επιστήμες	2
1.3	Η Μεταβλητότητα	3
1.4	Η Στατιστική Ανάλυση	3
1.5	Η Στατιστική Ανάλυση Ανάλογα με το Είδος των Δεδομένων	4
1.5.1	Είδη μεταβλητών	4
1.5.2	Η κλίμακα μέτρησης	5
1.5.3	Δεδομένα απογραφής ή δειγματοληψίας	7
1.6	Στατιστικός Πληθυσμός και Δείγμα	8
1.7	Το...Στατιστικό Ψέμα	9
1.8	Για τη Στατιστική ως Επάγγελμα	10
1.9	Οι Τελεστές $\sum$ και $\prod$	10
I	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	13
2	Κατηγορικά Δεδομένα	15
2.1	Γενικά	15
2.2	Ονομαστικά Δεδομένα	15
2.2.1	Τα τρισδιάστατα κυκλικά διαγράμματα	17
2.3	Διατακτικά Δεδομένα	18
2.3.1	Η χρονική εξέλιξη ενός χαρακτηριστικού	19
2.4	Διμεταβλητά Κατηγορικά Δεδομένα	21
2.4.1	Πίνακας διπλής εισόδου	21
2.4.2	Περιθώριες και δεσμευμένες κατανομές	21
2.4.3	Ανεξαρτησία ή σύνδεση;	24
2.4.4	Λανθάνουσα σύνδεση. Το παράδοξο του Simpson	24
3	Αριθμητικά Δεδομένα	29
3.1	Γενικά	29
3.2	Πίνακες και Γραφήματα για Επαναλαμβανόμενες Τιμές	29
3.2.1	Η αθροιστική και η αφαιρετική κατανομή συχνοτήτων	32
3.3	Ομαδοποίηση	33
3.4	Κατανομή Συχνοτήτων με Ανοιχτές τις Ακραίες Τάξεις	35
3.5	Το Ιστόγραμμα και το Πολύγωνο Συχνοτήτων	36
3.5.1	Το ιστόγραμμα μιας κατανομής με άνισα ταξικά διαστήματα	37

3.5.2	Ιστόγραμμα και πολύγωνο συχνοτήτων που περικλείουν επιφάνεια ίση με τη μονάδα	38
3.6	Ερμηνεύοντας το Ιστόγραμμα	40
3.6.1	Ιστόγραμμα και ομαδοποίηση	40
3.6.2	Συμμετρία	41
3.6.3	Λοξότητα και μετασχηματισμοί	42
3.6.4	Η δίκورφη κατανομή	42
3.7	Το Φυλλογράφημα	44
3.7.1	Η πρακτική χρησιμότητα του φυλλογραφήματος	49
4	Αριθμητικά Δεδομένα. Μέτρα Θέσης	51
4.1	Γενικά	51
4.2	Ο Αριθμητικός Μέσος	51
4.2.1	Επαναλαμβανόμενες τιμές	52
4.2.2	Ομαδοποιημένες παρατηρήσεις	53
4.2.3	Ιδιότητες του αριθμητικού μέσου	53
4.2.4	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του αριθμητικού μέσου	54
4.2.5	Ο αποκομμένος μέσος	55
4.3	Ο Σταθμισμένος Μέσος	55
4.3.1	Ο σταθμισμένος μέσος ως αριθμητικός μέσος	56
4.4	Η Διάμεσος	57
4.4.1	Προσδιορισμός της διαμέσου από την κατανομή συχνοτήτων	58
4.4.2	Ιδιότητες και πλεονεκτήματα της διαμέσου	60
4.5	Η Επικρατούσα Τιμή	61
4.6	Επιλογή του Κατάλληλου Μέτρου Θέσης	61
4.6.1	Εκτίμηση των παρατηρήσεων με ένα μέτρο θέσης	61
4.7	Μέση Σχετική Μεταβολή. Ο Γεωμετρικός Μέσος	62
4.7.1	Το μέσο επιτόκιο	63
5	Αριθμητικά Δεδομένα. Μέτρα Διασποράς & Λοξότητας	67
5.1	Εισαγωγή	67
5.2	Το Εύρος	67
5.2.1	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του εύρους ως μέτρου της διασποράς	68
5.3	Το Ενδοτεταρτημοριακό Εύρος	68
5.4	Το Θηκόγραμμα	71
5.5	Η Διακύμανση και η Τυπική Απόκλιση	75
5.5.1	Εναλλακτικός τύπος για τον υπολογισμό της διακύμανσης	76
5.5.2	Η διακύμανση και η τυπική απόκλιση από την κατανομή συχνοτήτων	78
5.5.3	Ιδιότητες της διακύμανσης	79
5.5.4	Πρακτική χρησιμότητα της διακύμανσης. Το διάστημα του Chebychev	79
5.5.5	Τυποποιημένες ή z -τιμές	80
5.6	Σχετική Διασπορά	81
5.7	Αριθμητικά Μέτρα Λοξότητας	82
5.7.1	Ο λογαριθμικός μετασχηματισμός	84

II ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΙΑΣ**99**

6	Η Έννοια του Τυχαίου Πειράματος	101
6.1	Εισαγωγή	101
6.2	Δειγματικός Χώρος. Ενδεχόμενα	102
6.3	Πράξεις με Ενδεχόμενα	102
6.4	Η Πιθανότητα	105
6.4.1	Η κλασική πιθανότητα	105
6.4.2	Η πιθανότητα ως όριο σχετικής συχνότητας	107
6.4.3	Η υποκειμενική πιθανότητα	108
6.5	Χρήσιμοι Κανόνες για τον Υπολογισμό των Πιθανοτήτων	109
6.6	Αρχές Απαρίθμησης	112
6.6.1	Η προσθετική αρχή	112
6.6.2	Η πολλαπλασιαστική αρχή	112
7	Δεσμευμένη Πιθανότητα-Στοχαστική Ανεξαρτησία-Το θεώρημα του Bayes	117
7.1	Η Έννοια της Δεσμευμένης Πιθανότητας	117
7.2	Υπολογισμός της Δεσμευμένης Πιθανότητας	117
7.2.1	Το θεώρημα του πολλαπλασιασμού για την υπό συνθήκη πιθανότητα	120
7.3	Στοχαστική Ανεξαρτησία	121
7.3.1	Ασυμβίβαστα και ανεξάρτητα ενδεχόμενα	126
7.4	Δέντρα Πιθανότητας	127
7.4.1	Πίνακας Διπλής Εισόδου	129
7.5	Οι Πιθανότητες στην Απλή Τυχαία Δειγματοληψία από Πεπερασμένο Πληθυσμό	130
7.6	Περιθώρια ή Ολική Πιθανότητα	135
7.6.1	Η τεχνική της τυχαιοποιημένης απάντησης	135
7.6.2	Περιθώριες πιθανότητες σε συνθήκες στατιστικής ανεξαρτησίας	136
7.7	Το Θεώρημα του Bayes	137
7.7.1	Το θεώρημα του Bayes στη διάγνωση μιας ασθένειας	140
8	Τυχαίες Μεταβλητές και Κατανομές Πιθανοτήτων	147
8.1	Η Έννοια της Τυχαίας Μεταβλητής	147
8.2	Η Κατανομή Πιθανοτήτων μιας Διακριτής Τυχαίας Μεταβλητής	148
8.2.1	Η αθροιστική συνάρτηση πιθανότητας	149
8.3	Η Κατανομή Πιθανοτήτων μιας Συνεχούς Τυχαίας Μεταβλητής	149
8.4	Μέτρα Θέσης και Διασποράς μιας Κατανομής Πιθανοτήτων	151
8.4.1	Η μέση ή αναμενόμενη τιμή	151
8.4.2	Οι κυριότερες ιδιότητες της $E(X)$	152
8.4.3	Η μέση τιμή συνάρτησης μιας τυχαίας μεταβλητής	153
8.4.4	Τα εκατοστημόρια και η διάμεσος	154
8.4.5	Η επικρατούσα ή τυπική τιμή	154
8.4.6	Η διακύμανση και η τυπική απόκλιση	155
8.4.7	Χρήσιμες ιδιότητες της διακύμανσης	156
8.5	Η Μέση Τιμή και η Τυπική Απόκλιση στην Αξιολόγηση Αβέβαιων Διαδικασιών	157
8.5.1	Ο ορθολογικός παίκτης	159
8.6	Ανισότητες για τις Κατανομές Πιθανοτήτων	159
8.6.1	Η ανισότητα του Chebychev	159
8.6.2	Η ανισότητα του Markov	160

8.7	Εκτίμηση της Κατανομής Πιθανοτήτων	161
8.7.1	Διακριτή τυχαία μεταβλητή	161
8.7.2	Συνεχής τυχαία μεταβλητή	161
8.7.3	Εκτίμηση της μέσης τιμής	163
8.7.4	Εκτίμηση της διακύμανσης	163
9	Διακριτές Κατανομές Πιθανοτήτων	167
9.1	Εισαγωγή	167
9.2	Η Διακριτή Ομοιόμορφη Κατανομή	168
9.2.1	Εκτίμηση της παραμέτρου k	168
9.3	Η Κατανομή Bernoulli	169
9.4	Η Δυωνυμική Κατανομή	170
9.4.1	Μέση τιμή και διακύμανση της δυωνυμικής κατανομής	171
9.4.2	Η αναλογία των επιτυχιών στο δείγμα	173
9.4.3	Η δυωνυμική κατανομή στην πράξη	173
9.4.4	Δειγματοληψία αποδοχής	173
9.5	Η Γεωμετρική Κατανομή	174
9.6	Η Αρνητική Δυωνυμική ή Κατανομή Pascal	176
9.7	Η Υπεργεωμετρική Κατανομή	178
9.8	Η Κατανομή Poisson	180
9.8.1	Η κατανομή Poisson ως προσέγγιση της δυωνυμικής κατανομής	183
10	Συνεχείς Κατανομές Πιθανοτήτων	189
10.1	Η Συνεχής Ομοιόμορφη Κατανομή	189
10.1.1	Μέση τιμή και διακύμανση της ομοιόμορφης κατανομής	190
10.1.2	Εφαρμογές της ομοιόμορφης κατανομής	191
10.2	Η Εκθετική Κατανομή	192
10.2.1	Μέση τιμή και διακύμανση της εκθετικής κατανομής	194
10.3	Η Κανονική Κατανομή	195
10.3.1	Η κανονική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας	195
10.3.2	Η κανονική καμπύλη	196
10.3.3	Η τυπική κανονική κατανομή	197
10.4	Η Κανονικότητα στην Πράξη	202
10.4.1	Το κανονικό γράφημα Q-Q	203
10.5	Το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα	205
10.6	Η Κανονική Κατανομή ως Προσέγγιση της Δυωνυμικής	209
10.6.1	Διόρθωση για συνέχεια	211
10.7	Η Κανονική Κατανομή ως Προσέγγιση της Κατανομής Poisson	214
10.7.1	Διόρθωση για συνέχεια	215
11	Απλή Τυχαία Δειγματοληψία-Κατανομές Δειγματοληψίας	221
11.1	Απαγωγική και Επαγωγική Συμπερασματολογία	221
11.2	Ένας Γενικός Ορισμός του Τυχαίου Δείγματος	221
11.3	Παράμετροι και Στατιστικές	223
11.4	Δειγματοληπτική Κατανομή του Μέσου	224
11.4.1	Ο συντελεστής πεπερασμένου πληθυσμού	229
11.5	Δειγματοληπτική Κατανομή της Διακύμανσης	230
11.5.1	Η κατανομή χ^2 -τετράγωνο	230

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

11.6	Δειγματοληπτική Κατανομή του Μέσου όταν η Διακύμανση Πληθυσμού είναι Άγνωστη	235
11.7	Η Κατανομή t -student	235
11.8	Δειγματοληπτική Κατανομή της Αναλογίας	237
11.9	Δειγματοληπτική Κατανομή του Αθροίσματος και της Διαφοράς Δύο Μέσων. Ανεξάρτητα Δείγματα	241
11.10	Δειγματοληπτική Κατανομή της Διαφοράς Δύο Δειγματικών Μέσων. Ζευγαρωτές Παρατηρήσεις	242
11.11	Δειγματοληπτική Κατανομή της Αναλογίας Δύο Διακυμάνσεων	243
11.11.1	Η κατανομή F	243
11.12	Δειγματοληπτική Κατανομή της Διαφοράς Δύο Αναλογιών	245
11.13	Η Έννοια των Βαθμών Ελευθερίας	246
III ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ		253
12	Εκτιμητική	255
12.1	Εκτιμήτρια Συνάρτηση και Σημειακή Εκτίμηση	255
12.1.1	Επιθυμητές ιδιότητες μιας εκτιμήτριας	255
12.2	Το Διάστημα Εμπιστοσύνης	259
12.3	Διάστημα Εμπιστοσύνης για τη Μέση Τιμή	260
12.3.1	Κατανομή πληθυσμού κανονική με διακύμανση σ^2 γνωστή	260
12.3.2	Κατανομή πληθυσμού κανονική με διακύμανση άγνωστη	263
12.3.3	Μη κανονική κατανομή πληθυσμού. Μεγάλα δείγματα	265
12.3.4	Μη κανονική κατανομή πληθυσμού. Μικρά δείγματα	266
12.4	Διάστημα Εμπιστοσύνης για την Αναλογία	268
12.5	Διάστημα Εμπιστοσύνης για τη Διακύμανση ενός Κανονικού Πληθυσμού	270
12.6	Η Ακρίβεια του Διαστήματος Εμπιστοσύνης	271
12.6.1	Επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης	271
12.6.2	Επιλογή του δειγματικού μεγέθους	271
13	Έλεγχος των Στατιστικών Υποθέσεων	279
13.1	Η Στατιστική Υπόθεση	279
13.2	Διαδικασία Ελέγχου μιας Στατιστικής Υπόθεσης	280
13.2.1	Ο έλεγχος μιας στατιστικής υπόθεσης σε 4 στάδια	281
13.3	Έλεγχος για τη Μέση Τιμή	285
13.4	Η Πιθανότητα Σφάλματος Τύπου II στον Έλεγχο της Μέσης Τιμής	295
13.5	Έλεγχος για τη Διακύμανση	302
13.6	Έλεγχος της Διαφοράς Δύο Μέσων. Ανεξάρτητα Δείγματα	306
13.7	Έλεγχος της Διαφοράς Δύο Μέσων. Ζευγαρωτές Παρατηρήσεις	310
13.8	Έλεγχος της Ισότητας Δύο Διακυμάνσεων	312
13.9	Έλεγχος για την Αναλογία	314
13.9.1	Μεγάλο δείγμα	314
13.10	Η Πιθανότητα Σφάλματος Τύπου II στον Έλεγχο για την Αναλογία	318
13.11	Έλεγχος της Διαφοράς Δύο Αναλογιών	322
13.12	Ο Δίπλευρος Έλεγχος των Παραμετρικών Υποθέσεων και το Διάστημα Εμπιστοσύνης	324

14 Έλεγχος των Στατιστικών Υποθέσεων II. Μη Παραμετρικοί Έλεγχοι	335
14.1 Εισαγωγή	335
14.2 Έλεγχος Καλής Προσαρμογής με το κριτήριο χ^2	336
14.2.1 Ο έλεγχος χ^2 όταν ορισμένες παράμετροι είναι άγνωστες	339
14.3 Έλεγχος Καλής Προσαρμογής με το κριτήριο Kolmogorov-Smyrnov	342
14.4 Έλεγχος για τη Διάμεσο. Το Προσημικό Κριτήριο	344
14.5 Έλεγχοι για τη Διαφορά της Θέσης Δύο Κατανομών Πληθυσμού	346
14.5.1 Ο έλεγχος με το προσημικό κριτήριο	347
14.5.2 Ζευγαρωτές παρατηρήσεις. Έλεγχος με το κριτήριο Wilcoxon	350
14.5.3 Ανεξάρτητα δείγματα. Έλεγχος με το κριτήριο Mann-Whitney	355
14.6 Έλεγχος της Ομοιογένειας Δύο Δειγμάτων. Το κριτήριο Kolmogorov-Smyrnov	362
14.6.1 Ο μονόπλευρος έλεγχος	362
14.7 Έλεγχος της Τυχαιότητας του Δείγματος. Το κριτήριο των Ροών	363
14.7.1 Ροές πάνω και κάτω από τη διάμεσο	365
 IV ΔΙΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΣΧΕΣΕΙΣ	 375
15 Ποιοτικά Διμεταβλητά Δεδομένα	377
15.1 Ο Έλεγχος Ανεξαρτησίας χ^2	377
15.2 Μέτρηση της Σύνδεσης Δύο Ποιοτικών Μεταβλητών	381
16 Συσχέτιση	389
16.1 Το Διάγραμμα Διασποράς	389
16.1.1 Ερμηνεύοντας το διάγραμμα διασποράς	389
16.2 Η Συνδιακύμανση	392
16.2.1 Υπολογισμός της συνδιακύμανσης	394
16.3 Ο Συντελεστής Συσχέτισης	395
16.3.1 Έλεγχος σημαντικότητας του συντελεστή συσχέτισης	397
16.3.2 Στατιστική σημαντικότητα και πρακτική σημαντικότητα	399
16.4 Συσχέτιση και Αιτιότητα	399
16.4.1 Συσχέτιση και ακραίες τιμές	400
16.4.2 Συσχέτιση και διατακτικά δεδομένα	402
16.5 Ο Συντελεστής Συσχέτισης κατά Τάξεις	405
16.5.1 Έλεγχος σημαντικότητας του r_s	406
16.5.2 Χρησιμότητα του συντελεστή συσχέτισης κατά τάξεις	407
17 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση	413
17.1 Εισαγωγή	413
17.2 Προσαρμόζοντας μια Ευθεία στα Δεδομένα	413
17.2.1 Η ευθεία ελαχίστων τετραγώνων	415
17.3 Τα Σφάλματα Εκτίμησης ή Κατάλοιπα	418
17.4 Η Ευθεία Ελαχίστων Τετραγώνων και ο Συντελεστής Συσχέτισης	421
17.4.1 Παλινδρόμηση προς τον μέσο	421
17.5 Ανάλυση Διακυμάνσεως	422
17.5.1 Ο συντελεστής προσδιορισμού	423
17.6 Το Απλό Γραμμικό Μοντέλο Παλινδρόμησης	424
17.7 Στατιστική Συμπερασματολογία	426
17.7.1 Έλεγχος σημαντικότητας του 1	427

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

17.7.2	Ολικός έλεγχος σημαντικότητας του μοντέλου. Το κριτήριο F	428
17.7.3	Διαστήματα Εμπιστοσύνης	429
17.8	Οι Συνηθέστερες Παγίδες στην Εκτίμηση ενός Απλού Γραμμικού Μοντέλου	435
V	ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ	443
18	Η Τυχαία Δειγματοληψία στην Πράξη	445
18.1	Το αντιπροσωπευτικό Δείγμα	445
18.2	Η επιλογή του Τυχαίου Δείγματος	446
18.2.1	Πληθυσμός απαριθμήσιμος. Το δειγματικό πλαίσιο	446
18.2.2	Το τυχαίο δείγμα από πληθυσμό θεωρητικό	449
18.3	Συστηματικό ή Σφάλμα Μεροληψίας	449
18.3.1	Χαρακτηριστικές περιπτώσεις μεροληπτικής δειγματοληψίας	450
18.4	Άλλα Είδη Δειγματοληψίας	452
18.4.1	Συστηματική δειγματοληψία	452
18.4.2	Στρωματοποιημένη δειγματοληψία	453
18.5	Μη Τυχαία Δειγματοληψία	453
18.5.1	Δειγματοληψία ποσοτώσεων	454
18.5.2	Δειγματοληψία με κρίση	454
18.6	Η Δημοσκοπήση. Το Ερωτηματολόγιο	454
18.6.1	Χρήσιμοι κανόνες για το ερωτηματολόγιο	456
18.7	Μελέτη Παρατήρησης ή Σχεδιασμένο Πείραμα	457
19	Αριθμοδείκτες	461
19.1	Εισαγωγή	461
19.2	Απλοί Αριθμοδείκτες	461
19.3	Σύνθετοι Αριθμοδείκτες	462
19.3.1	Αστάθμητοι αριθμοδείκτες	463
19.3.2	Σταθμισμένοι αριθμοδείκτες. Δείκτες τιμών	464
19.3.3	Σταθμισμένοι αριθμοδείκτες. Δείκτες ποσοτήτων	466
19.3.4	Ο ιδανικός αριθμοδείκτης του Fisher	467
19.4	Ειδικά Θέματα για την Κατάρτιση και τη Χρήση Αριθμοδεικτών	467
19.4.1	Επιλογή των ειδών	467
19.4.2	Επιλογή της περιόδου βάσης	468
19.4.3	Σύνδεση δεικτών με διαφορετική περίοδο βάσης	468
19.4.4	Αποπληθωρισμός χρονικών σειρών	469
20	Οι Λύσεις των Ασκήσεων	473
	Πίνακες	555
	Βιβλιογραφία	591
	Ευρετήριο	595

