

15.4.4 Ταυτόχρονη M-Εκτίμηση Θέσης και Διασποράς	685
15.5 Υπολογισμός M-Εκτιμήσεων	686
15.5.1 Θέση με Προηγούμενη Εκτίμηση Διασποράς	686
15.5.2 Υπολογισμός Κλίμακας	687
15.5.3 Ταυτόχρονη Εκτίμηση Θέσης και Διασποράς	688
15.6 Ανθεκτικά Διαστήματα Εμπιστοσύνης και Έλεγχοι	689
15.6.1 Διαστήματα Εμπιστοσύνης	689
15.6.2 Στατιστικοί Έλεγχοι	690
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16 ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (ROBUST REGRESSION)	693
16.1 Outliers στην Ανάλυση Παλινδρόμησης	694
16.2 Ανίχνευση των Outliers – Διαγνωστικά για τα Outliers	700
16.2.1 Ο Πίνακας Hat (H) – Διαγνωστικά Μοχλότητας (leverage)	701
16.2.2 Διαγνωστικά Καταλοίπων	705
16.2.3 Διαγνωστικά Επίδρασης	709
16.2.4 Ανθεκτικά Διαγνωστικά των Outliers	712
16.3 Ανθεκτικοί M-Εκτιμητές Παλινδρόμησης	713
16.3.1 M-Εκτιμητές Huler	715
16.3.2 Υπολογισμός της Ανθεκτικής M-εκτίμησης	717
16.3.3 Πρακτική Ερμηνεία της M-Εκτίμησης Huber	718
16.4 Ανθεκτικοί GM-Εκτιμητές	719
16.5 Ανθεκτικοί Εκτιμητές Υψηλού Σημείου Κατάρρευσης (High-Breakdown Point, HBP)	723
16.5.1 M-Εκτιμητές με Φραγμένη ρ -συνάρτηση	723
16.5.2 MM-Εκτιμητές	725
16.5.3 Εκτιμητές με βάση την Κλίμακα Ανθεκτικών Καταλοίπων	726
16.5.4 Υπολογιστική Διαδικασία του LTS-Εκτιμητή	729
16.6 Συμπέρασμα	734
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17 ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ	735
17.1 Εισαγωγή	736
17.2 Εκτιμήσεις με βάση Ανθεκτική Κλίμακα	740
17.2.1 Εκτίμηση MVE (minimum volume ellipsoid)	740
17.2.2 S-Εκτίμηση	741
17.2.3 Ο Εκτιμητής MCD	742
17.3 Ανίχνευση Πολυμεταβλητών Outliers και Σημείων Μοχλότητας	745
17.4 Συμπέρασμα	750
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	753

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	571
13.1 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση	572
13.2 Εκτίμηση των Συντελεστών της Παλινδρόμησης	578
13.2.1 Δειγματική Διακύμανση της Παλινδρόμησης	584
13.3 Εξαγωγή Στατιστικών Συμπερασμάτων για τους Συντελεστές Παλινδρόμησης	586
13.3.1 Ιδιότητες των Εκτιμητών Ελαχίστων Τετραγώνων	586
13.3.2 Εκτίμηση Διαστημάτων Εμπιστοσύνης και Στατιστικός Έλεγχος	590
13.4 Συντελεστής Προσδιορισμού και Ανάλυση Διακύμανσης στην Γραμμική Παλινδρόμηση	603
13.4.1 Συσχέτιση	606
13.5 Μετασχηματισμός σε Γραμμική Παλινδρόμηση	609
13.6 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση	617
13.6.1 Ιδιότητες των Εκτιμητών Ελαχίστων Τετραγώνων	621
13.6.2 Διαστήματα Εμπιστοσύνης για την Πρόβλεψη	626
13.6.3 Έλεγχος για τη Σημαντικότητα Παλινδρόμησης	628
13.7 Κριτήρια για Επιλογή Μεταβλητών	636
13.8 Συμπερασματικά Σχόλια	640
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	641
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ: ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (ROBUST STATISTICS)	647
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14 ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (ROBUST STATISTICS)	649
14.1 Παραμετρικά Μοντέλα	652
14.2 Ποιοτική Ανθεκτικότητα	653
14.3 Ποσοτική Ανθεκτικότητα	656
14.3.1 Το Σημείο Θραύσης BP (Breakdown Point)	660
14.4 Βέλτιστη Ανθεκτικότητα	660
14.4.1 Προσέγγιση ελαχιστοποίησης - μεγίστου (min-max)	660
14.4.2 Προσέγγιση με Συνάρτηση Επίδρασης	661
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15 ΑΝΘΕΚΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΚΑΣ	665
15.1 Θέση και Κλίμακα (Location and Scale)	666
15.2 Το Μοντέλο Θέσης (Location Model)	669
15.3. Ανθεκτικές Εκτιμήσεις Θέσης (Robust Estimates of Location)	671
15.3.1 Γενικευμένη Μέγιστη Πιθανοφάνεια, M-Εκτιμήσεις	671
15.3.2 Ανθεκτικές M-Εκτιμήσεις Huber	672
15.3.3 Επανακατερχόμενες (Redescending) M-Εκτιμήσεις	677
15.3.4 Ελάχιστα Περικοπτόμενα Τετράγωνα, LTS-Εκτίμηση	679
15.4 M-εκτιμήσεις Κλίμακας (Scale)	679
15.4.1 Εκτιμήσεις Διασποράς	679
15.4.2 M-Εκτίμηση της Κλίμακας (Scale)	681
15.4.3 M-Εκτιμήσεις Θέσης με Άγνωστη Διασπορά	683

10.4 Περίληψη Κεφαλαίου	446
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	447
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	451
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	453
11.1 Ο ρόλος της Συμπερασματικής Στατιστικής	454
11.2 Τυχαία Δειγματοληψία	458
11.2.1 Δειγματικές Παρατηρήσεις – Τυχαίο Δείγμα	458
11.2.2 Στατιστικό Δείγματος	460
11.3 Εκτιμήτρια Συνάρτηση – Εκτιμητές	461
11.3.1 Σημειακή Εκτίμηση	462
11.3.2 Μέθοδοι Σημειακής Εκτίμησης	467
11.4 Εκτίμηση Διαστήματος Εμπιστοσύνης	470
11.4.1 Δειγματικό Λάθος	470
11.4.2 Διάστημα Εμπιστοσύνης	472
11.4.3 Διάστημα Εμπιστοσύνης για τη Μέση Τιμή μ	474
11.4.4 Μονόπλευρο Διάστημα Εμπιστοσύνης για τη Μέση Τιμή μ	483
11.4.5 Διάστημα Εμπιστοσύνης για τη Διακύμανση σ_x^2	484
11.4.6 Διάστημα Εμπιστοσύνης για την Αναλογία p	486
11.5 Περίληψη Κεφαλαίου	488
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	489
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ	499
12.1. Υποθέσεις	501
12.2. Επίπεδο Σημαντικότητας και Σφάλματα Ελέγχου	503
12.3. Στατιστικό Ελέγχου και Κρίσιμη Περιοχή	504
12.4. Έλεγχος για τη Μέση Τιμή Κανονικής Κατανομής	511
12.4.1. Γνωστή Διακύμανση	511
12.4.2. Άγνωστη Διακύμανση: Το t -τεστ	533
12.5. Έλεγχος Ισότητας Μέσων Τιμών δύο Κανονικών Πληθυσμών	540
12.5.1. Γνωστή Διακύμανση	540
12.5.2. Άγνωστη Διακύμανση	545
12.5.3. Άγνωστες και Άνισες Διακυμάνσεις	549
12.5.4. Ο Ζευγαρωτός t -έλεγχος	550
12.6. Στατιστικός Έλεγχος για τη Διακύμανση	552
12.6.1 Έλεγχος Ισότητας Διακυμάνσεων δύο Πληθυσμών	552
12.7. Στατιστικός Έλεγχος Αναλογίας (Bernoulli Κατανομή)	557
12.7.1. Έλεγχος Διαφοράς Αναλογιών (Πληθυσμών Bernoulli)	560
12.8 Περίληψη Κεφαλαίου	564
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	565

7.4 Κανονική Κατανομή (Normal ή Gauss)	305
7.4.1 Τυπική Κανονική Κατανομή	309
7.4.2 Κανονική Προσέγγιση στη Διωνυμική και Poisson Κατανομή	313
7.5 Λογαριθμο – Κανονική Κατανομή	315
7.6 Βήτα Κατανομή	319
7.7 Περίληψη Κεφαλαίου	320
ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	321
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΤΥΧΑΙΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	345
8.1 Ισοδύναμα Γεγονότα	346
8.2 Διακριτή Τυχαία Μεταβλητή $Y = H(X)$	348
8.2.1 Η Τυχαία Μεταβλητή X είναι Διακριτή	348
8.2.2 Η Τυχαία Μεταβλητή X είναι Συνεχής	350
8.3 Συνεχής Τυχαία Μεταβλητή $Y = H(X)$	351
8.4 Περίληψη Κεφαλαίου	362
ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	363
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΤΥΧΑΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ $X = (X, Y)$	377
9.1 Δισδιάστατη Τυχαία Μεταβλητή (X, Y) – Γεγονότα	378
9.2 Διακριτή Δισδιάστατη Τυχαία Μεταβλητή	381
9.2.1 Συνάρτηση Μάζας Πιθανότητας	381
9.2.2 Περιθωριακή Συνάρτηση Μάζας Πιθανότητας	385
9.2.3 Υπό συνθήκη Συνάρτηση Μάζας Πιθανότητας	388
9.3 Συνεχής Δισδιάστατη Τυχαία Μεταβλητή	390
9.3.1 Συνάρτηση Πυκνότητας Πιθανότητας	390
9.3.2 Περιθωριακή Συνάρτηση Μάζας Πιθανότητας	394
9.3.3 Υπό Συνθήκη Συνάρτηση Μάζας Πιθανότητας	396
9.4 Η Αθροιστική Συνάρτηση Πιθανότητας $F_{X,Y}(x,y)$	399
9.5 Ανεξάρτητες Τυχαίες Μεταβλητές	402
9.6 Συνάρτηση της Δισδιάστατης Τ.Μ., $Z = H(X, Y)$	409
9.7 Χαρακτηριστικά Δισδιάστατης Τυχαίας Μεταβλητής	412
9.7.1 Δεσμευμένη Μέση Τιμή	412
9.7.2 Μέση Τιμή Συνάρτησης Δισδιάστατης (X, Y)	415
9.7.3 Η Συσχέτιση και η Συνδιακύμανση των X, Y	416
9.8 Περίληψη Κεφαλαίου	421
ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	422
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ – ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ	431
10.1 Πίνακας Κατανομής Συχνοτήτων	432
10.2 Γραφικές Παραστάσεις Συχνοτήτων	435
10.3 Περιληπτική Αριθμητική Παρουσίαση Δεδομένων	442
10.3.1 Μετρήσεις Κεντρικής Τάσης	442
10.3.2 Μετρήσεις Διασποράς και Ασυμμετρίας	444

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΥΧΑΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ, ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ	143
4.1 Έννοια Τυχαίας Μεταβλητής	144
4.2 Συναρτήσεις Μάζας ή Πυκνότητας Πιθανότητας	149
4.2.1 Διακριτή Τυχαία Μεταβλητή	149
4.2.2 Συνεχής Τυχαία Μεταβλητή	152
4.3 Αθροιστική Συνάρτηση Πιθανότητας	158
4.3.1 Διακριτή Τυχαία Μεταβλητή	159
4.3.2 Συνεχής Τυχαία Μεταβλητή	160
4.3.3 Ιδιότητες Αθροιστικής Συνάρτησης Κατανομής $F(x)$	162
4.4 Μικτή Τυχαία Μεταβλητή	166
4.5 Περίληψη Κεφαλαίου	170
ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	171
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΧΑΙΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	191
5.1 Μέση τιμή	192
5.2 Διακύμανση	199
5.3 Τυπική Τυχαία Μεταβλητή	204
5.4 Ανισότητα Chebyshev	205
5.5 p -Ποσοστιαίο σημείο, Διάμεσος, Επικρατέστερη Τιμή	207
5.6 Άλλες Παράμετροι και Ροπές	211
5.7 Περίληψη Κεφαλαίου	213
ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	214
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΔΙΑΚΡΙΤΗ ΤΥΧΑΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	231
6.1. Η Κατανομή Bernoulli	232
6.2 Η Διωνυμική Κατανομή	234
6.3 Η Γεωμετρική Κατανομή	240
6.4 Η Αρνητική Διωνυμική Κατανομή (Pascal)	245
6.5 Η Υπεργεωμετρική Κατανομή	248
6.6 Διαδικασία Poisson	252
6.6.1 Κατανομή Poisson	252
6.6.2 Η Poisson σαν μία Προσέγγιση στη Διωνυμική Κατανομή	258
6.7 Πολυωνυμική Κατανομή	262
6.8 Σχέσεις μεταξύ Διακριτών Κατανομών	264
6.9 Περίληψη Κεφαλαίου	267
ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	268
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΥΝΕΧΗ ΤΥΧΑΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	287
7.1 Ομοιόμορφη Κατανομή	288
7.2 Εκθετική Κατανομή	293
7.3 Κατανομές Erlang και Γάμμα	301

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΣ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ	20
2.1 Αβεβαιότητα, Τυχαία Διαδικασία, και Συναφείς Έννοιες	20
2.1.1 Αβεβαιότητα και Τυχαίο Πείραμα	21
2.1.2 Δειγματοχώρος και Δειγματοσημεία	21
2.1.3 Σύνθετος Δειγματοχώρος	24
2.1.4 Γεγονότα	26
2.2 Πράξεις και Σχέσεις Γεγονότων	29
2.2.1 Πράξεις Γεγονότων	29
2.2.2 Ασυμβίβαστα Γεγονότα ή Αμοιβαίως Αποκλειόμενα	31
2.2.3 Κανόνες Πράξεων Γεγονότων	32
2.3 Χώρος Γεγονότων – Δυναμοσύνολο	36
2.4 Η Έννοια της Πιθανότητας	37
2.4.1 Κλασσική Θεωρία	37
2.4.2 Θεωρία Σχετικής Συχνότητας	40
2.4.3 Υποκειμενική Θεωρία	41
2.5 Αξιώματα και Θεωρήματα Πιθανότητας	42
2.6 Αρχές Απαρίθμησης	51
2.6.1 Ο Κανόνας του Γινομένου	51
2.6.2 Μεταθέσεις	53
2.6.3 Συνδυασμοί	56
2.6.4 Μεταθέσεις όταν όλα τα αντικείμενα δεν είναι ίδια	59
2.7 Περίληψη Κεφαλαίου	61
ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ, ΟΛΙΚΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ – ΘΕΩΡΗΜΑ BAYES, ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	75
3.1 Υπό Συνθήκη ή Δεσμευμένη Πιθανότητα	76
3.2. Ολική Πιθανότητα	82
3.3 Θεώρημα Bayes	87
3.4 Στατιστική Ανεξαρτησία και Συναφείς Έννοιες	90
3.4.1 Στατιστικά Ανεξάρτητα Γεγονότα	91
3.4.2 Ανεξάρτητα και Αμοιβαίως Αποκλειόμενα Γεγονότα	94
3.5. Περίληψη Κεφαλαίου	96
ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ	97