

Ε. ΜΠΟΡΑ - ΣΕΝΤΑ
Λέκτορας Α.Π.Θ.

Χ. ΜΩΥΣΙΑΔΗΣ
Επικ. Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

**Πολλαπλή Παλινδρόμηση
Ανάλυση Διασποράς
Χρονοσειρές**

 **ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΖΗΤΗ**
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αναζήτηση μοντέλων για την περιγραφή και πρόβλεψη διαφόρων φαινομένων, με τη βοήθεια πραγματικών δεδομένων, ήταν είναι και θα είναι, αντικείμενο μελέτης και έρευνας σε όλες τις επιστήμες.

Η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, απαιτεί πολλούς και πολύπλοκους, υπολογισμούς, που αντιμετωπίζονται μόνο με τη βοήθεια των Η/Υ. Η ραγδαία εξάπλωση των προσωπικών υπολογισμών καθώς και η παράλληλη ανάπτυξη έτοιμων προγραμμάτων, έκανε την ανάλυση δεδομένων, προσιτή σε μεγάλο πλήθος ενδιαφερομένων από όλες τις ειδικότητες.

Η κατανόηση της λειτουργίας των προγραμμάτων, καθώς και η γνώση της θεωρίας των μεθόδων που χρησιμοποιούνται, έγινε έτσι απαραίτητη ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα εξαγωγής λαθεμένων συμπερασμάτων.

Το εγχειρίδιο αυτό είναι μια προσπάθεια προς την κατεύθυνση αυτή. Αποτελείται από δύο μέρη με τέσσερα κεφάλαια το καθένα. Στο πρώτο μέρος ασχολούμαστε με την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση και την ανάλυση διασποράς, ενώ στο δεύτερο με χρονικές σειρές. Σε κάθε κεφάλαιο, αφού αναπτύξουμε τη βασική θεωρία που αντιστοιχεί, σ' αυτό την εφαρμόζουμε σε πρακτικά προβλήματα. Σ' αυτές τις εφαρμογές, δίνουμε ιδιαίτερη έμφαση στην ανάγνωση και ερμηνεία των πληροφοριών που λαμβάνονται από τον υπολογιστή.

Για την επεξεργασία των προγραμμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS μέσω του κεντρικού υπολογιστή IBM του ΑΠΘ. Για τις χρονικές σειρές χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα TRENDS του SPSS, προσαρμοσμένο για προσωπικούς υπολογιστές. Βεβαίως υπάρχουν και πολλά άλλα στατιστικά πακέτα που επεξεργάζονται τέτοια προβλήματα, που οδηγούν όμως σε ακριβώς ανάλογα συμπεράσματα.

Στη συνέχεια δίνονται δύο παραρτήματα. Στο πρώτο περιέχεται μια σύντομη περίληψη της Άλγεβρας πινάκων και στο δεύτερο, διάφοροι στατιστικοί πίνακες.

Η δακτυλογράφηση του κειμένου και η επιμέλεια της έκδοσης, έγινε από τις εκδόσεις Ζήτη, τις οποίες και ευχαριστούμε.

Μάϊος 1990

Ε. Μπόρα-Σέντα

Χ. Μωϋσιάδης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Ι' ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ - ΑΝΟΒΑ

1 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

	σελ.
1.1. Εισαγωγή	7
1.2. Εκτίμηση των παραμέτρων του γραμμικού μοντέλου	9
1.3. Πρόβλεψη και παρεμβολή	14
1.4 Το σφάλμα μετά την προσαρμογή του μοντέλου	15
1.5. Ανάλυση της διασποράς μετά την παλινδρόμηση	17
1.6. Συντελεστής προσδιορισμού	25
1.7. Έλεγχοι υποθέσεων	26
1.8. Σφάλμα προσαρμογής - Επαναλαμβανόμενες μετρήσεις	33
1.9. Το πρόγραμμα REGRESSION	38
1.10. Ασκήσεις	46

2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

2.1. Πολυσυγγραμμικότητα	52
2.2. Απαλειφή μεταβλητών - Περιορισμένο μοντέλο	54
2.3. Παλινδρόμηση υπό περιορισμούς - Συμπτηγμένο μοντέλο	61
2.4. Μερικός συντελεστής προσδιορισμού - συσχέτισης	64
2.5. Όριο ανοχής	72
2.6. Επίλογή του καλύτερου μοντέλου απ' όλα τα δυνατά	74
2.7. Σταδιακή επιλογή μεταβλητών	81
2.8. Ασκήσεις	86

3 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

3.1. Εισαγωγή	88
3.2. Ποιοτικές μεταβλητές ως προβλέπουσες	88
3.3. Επίδραση του χρόνου στα δεδομένα	92
3.4. Ετεροσκεδαστικότητα	95
3.5. Μέθοδος σταθμισμένων ελαχίστων τετραγώνων	99
3.6. Το στατιστικό Durbin - Watson	102
3.7. Μεροληψία	103
3.8. Ασκήσεις	109

4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

4.1. Εισαγωγή	108
4.2. Ανάλυση διασποράς μ' ένα παράγοντα	108
4.3. Ισοδυναμία ανάλυσης διασποράς και παλινδρόμησης	118
4.4. Ανάλυση διασποράς με δύο παράγοντες	124
4.5. Παραγοντικά πειράματα	137
4.6. BIB-σχεδιασμοί	139
4.7. Λατινικά τετράγωνα	141
4.8. Ελληνολατινικά τετράγωνα	144
4.9. Ασκήσεις	146

ΜΕΡΟΣ ΙΙ'

ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΣΕΙΡΕΣ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΣΕΙΡΕΣ

1.1. Εισαγωγή	153
1.2. Στατικότητα	156
1.3. Συνάρτηση αυτοσυσχέτισης	158
1.4. Ασκήσεις	165

2 ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΤΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

2.1. Το γενικό γραμμικό μοντέλο (GLM)	167
2.2. Αυτοπαλινδρομούμενα μοντέλα AR (p)	170
2.3. Συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης	176
2.4. Κινούμενου μέσου μοντέλα MA(q)	179
2.5. Το μεικτό μοντέλο ARMA (p, q)	184
2.6. Εύρεση τάξης ενός γραμμικού στατικού μοντέλου. Κριτήριο Akaike	187
2.7. Έλεγχος του μοντέλου	188
2.8. Ασκήσεις	191

3 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ - ΕΠΟΧΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

3.1. Εισαγωγή	195
3.2. Τα ολοκληρωμένα μεικτά μοντέλα ARIMA (p, d, q)	195
3.3. Εκτίμηση των παραμέτρων ενός ARIMA μοντέλου	196
3.4. Το πρόγραμμα TRENDS για ARIMA (p, d, q) μοντέλα	199
3.5. Χρονικές σειρές με εποχικότητα (seasonal time series)	207
3.6. Ασκήσεις	

4 ΠΡΟΒΛΕΨΗ

4.1. Η μέθοδος πρόβλεψης των Box και Jenkins	224
4.2. Διαστήματα εμπιστοσύνης για τις προβλέψεις	227
4.3. Ασκήσεις	230

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

A ΑΛΓΕΒΡΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

A.1. Πράξεις πινάκων	235
A.2. Ορίζουσα και αντιστροφή πινάκων	238
A.3. Τετραγωνικές μορφές	241
A.4. Βαθμός πίνακα - Γραμμικά συστήματα	241
A.5. Γενικευμένος αντίστροφος	243
A.6. Ίχνος πίνακα	245
A.7. Ειδικά γινόμενα πινάκων	245
A.8. Ιδιοτιμές - Ιδιοδιανύσματα	246
A.9. Μετασχηματισμοί πινάκων	249
A.10. Παραγωγή ως προς διάνυσμα ή πίνακα	250

B ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

B.1. Αθροιστική σ.κ. τυπικής κανονικής κατανομής	255
B.2. Τυχαίοι κανονικοί αριθμοί $\mu=0$ $\sigma=1$	256
B.3. Κρίσιμες τιμές της κατανομής t_n , σε σ.σ. α	258
B.4. Κρίσιμες τιμές της κατανομής χ_n^2 σε σ.σ. α	259
B.5. Κρίσιμες τιμές της κατανομής $F_{m, n}$ σε σ.σ. α	260
B.6. Κρίσιμες τιμές για το στατιστικό Durbin - Watson	262
B.7. Γραφικές παραστάσεις ACF-PACF, ειδικών μοντέλων	264
Ευρετήριο όρων	267