

# Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Οι κόσμοι των συστημάτων βάσεων δεδομένων</b>	<b>1</b>
1.1	Η εξέλιξη των συστημάτων βάσεων δεδομένων . . . . .	1
1.1.1	Πρώιμα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων . . . . .	2
1.1.2	Σχεσιακά συστήματα βάσεων δεδομένων . . . . .	3
1.1.3	Ολοένα και πιο μικρά συστήματα . . . . .	4
1.1.4	Ολοένα και πιο μεγάλα συστήματα . . . . .	4
1.1.5	Ενοποίηση των πληροφοριών . . . . .	5
1.2	Επισκόπηση των συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων . . . . .	5
1.2.1	Εντολές των γλωσσών ορισμού δεδομένων . . . . .	6
1.2.2	Επισκόπηση της επεξεργασίας των ερωτημάτων . . . . .	7
1.2.3	Η διαχείριση της αποθήκευσης και της ενταμίευσης . . . . .	8
1.2.4	Επεξεργασία δοσοληψιών . . . . .	9
1.2.5	Ο επεξεργαστής των ερωτημάτων . . . . .	10
1.3	Περίγραμμα της μελέτης των βάσεων δεδομένων . . . . .	11
1.4	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 1 . . . . .	13
<b>I</b>	<b>Το πρότυπο των σχεσιακών βάσεων δεδομένων</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Το σχεσιακό πρότυπο δεδομένων</b>	<b>17</b>
2.1	Γενική επισκόπηση των προτύπων δεδομένων . . . . .	17
2.1.1	Τι είναι τα πρότυπα δεδομένων; . . . . .	17
2.1.2	Τα πιο σημαντικά πρότυπα δεδομένων . . . . .	18
2.1.3	Συνοπτική παρουσίαση του σχεσιακού προτύπου . . . . .	19
2.1.4	Συνοπτική παρουσίαση του προτύπου των ημιδομημένων δεδομένων . . . . .	20
2.1.5	Άλλα πρότυπα δεδομένων . . . . .	21
2.1.6	Σύγκριση των διαφόρων προτύπων . . . . .	21
2.2	Οι βασικές αρχές του σχεσιακού προτύπου . . . . .	22
2.2.1	Γνωρίσματα . . . . .	22
2.2.2	Σχήματα . . . . .	22
2.2.3	Πλειάδες . . . . .	23
2.2.4	Πεδία τιμών . . . . .	23

2.2.5	Ισοδύναμες αναπαραστάσεις μιας σχέσης . . . . .	24
2.2.6	Στιγμιότυπα σχέσεων . . . . .	24
2.2.7	Τα κλειδιά των σχέσεων . . . . .	25
2.2.8	Ένα παράδειγμα σχήματος βάσης δεδομένων . . . . .	26
2.2.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 2.2 . . . . .	29
2.3	Ο ορισμός του σχήματος μιας σχέσης στην SQL . . . . .	29
2.3.1	Σχέσεις στην SQL . . . . .	30
2.3.2	Τύποι δεδομένων . . . . .	31
2.3.3	Απλές δηλώσεις πινάκων . . . . .	32
2.3.4	Η τροποποίηση του σχήματος μιας σχέσης . . . . .	34
2.3.5	Προεπιλεγμένες τιμές . . . . .	35
2.3.6	Η δήλωση των κλειδιών . . . . .	35
2.3.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 2.3 . . . . .	37
2.4	Μια αλγεβρική γλώσσα ερωτημάτων . . . . .	39
2.4.1	Για ποιο λόγο χρειαζόμαστε μια ειδική γλώσσα ερωτημάτων; . . . . .	39
2.4.2	Τι είναι μια άλγεβρα; . . . . .	40
2.4.3	Γενική επισκόπηση της σχεσιακής άλγεβρας . . . . .	40
2.4.4	Πράξεις συνόλων σε σχέσεις . . . . .	40
2.4.5	Προβολή . . . . .	42
2.4.6	Επιλογή . . . . .	43
2.4.7	Καρτεσιανό γινόμενο . . . . .	44
2.4.8	Φυσικές συνενώσεις . . . . .	45
2.4.9	Συνενώσεις $\theta$ . . . . .	47
2.4.10	Ο συνδυασμός τελεστών για τη διατύπωση ερωτημάτων . . . . .	49
2.4.11	Ονοματοδοσία και μετονομασία . . . . .	50
2.4.12	Συσχετισμοί μεταξύ των πράξεων . . . . .	51
2.4.13	Ένας γραμμικός συμβολισμός για τις αλγεβρικές εκφράσεις . . . . .	53
2.4.14	Ασκήσεις για την Ενότητα 2.4 . . . . .	54
2.5	Περιορισμοί σε σχέσεις . . . . .	60
2.5.1	Η σχεσιακή άλγεβρα ως γλώσσα διατύπωσης περιορισμών . . . . .	60
2.5.2	Περιορισμοί παραπεμπτικής ακεραιότητας . . . . .	61
2.5.3	Περιορισμοί κλειδιού . . . . .	62
2.5.4	Κάποια επιπλέον παραδείγματα περιορισμών . . . . .	63
2.5.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 2.5 . . . . .	64
2.6	Περίληψη του Κεφαλαίου 2 . . . . .	65
2.7	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 2 . . . . .	67
3	<b>Θεωρία σχεδίασης σχεσιακών βάσεων δεδομένων</b> . . . . .	<b>69</b>
3.1	Συναρτησιακές εξαρτήσεις . . . . .	70
3.1.1	Ο ορισμός της συναρτησιακής εξάρτησης . . . . .	70
3.1.2	Τα κλειδιά των σχέσεων . . . . .	72
3.1.3	Υπερκλειδιά . . . . .	73
3.1.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 3.1 . . . . .	74
3.2	Κανόνες για τις συναρτησιακές εξαρτήσεις . . . . .	75
3.2.1	Εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις συναρτησιακές εξαρτήσεις . . . . .	75

3.2.2	Ο κανόνας κατάτμησης/συσσωμάτωσης . . . . .	76
3.2.3	Τετριμμένες συναρτησιακές εξαρτήσεις . . . . .	77
3.2.4	Ο υπολογισμός του πληρώματος γνωρισμάτων . . . . .	78
3.2.5	Γιατί ο αλγόριθμος υπολογισμού του πληρώματος λειτουργεί σωστά . . . . .	80
3.2.6	Ο κανόνας μεταβατικότητας . . . . .	82
3.2.7	Πλήρωμα συνόλων συναρτησιακών εξαρτήσεων . . . . .	83
3.2.8	Προβολή συναρτησιακών εξαρτήσεων . . . . .	84
3.2.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 3.2 . . . . .	86
3.3	Η σχεδίαση σχεσιακών σχημάτων βάσεων δεδομένων . . . . .	88
3.3.1	Ανωμαλίες . . . . .	89
3.3.2	Η διάσπαση των σχέσεων . . . . .	90
3.3.3	Η κανονική μορφή Boyce-Codd . . . . .	91
3.3.4	Διάσπαση μιας σχέσης προκειμένου να αποκτήσει μορφή BC . . . . .	93
3.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 3.3 . . . . .	96
3.4	Διάσπαση: Ο καλός, ο κακός και ο άσχημος . . . . .	97
3.4.1	Η ανάκτηση των πληροφοριών μετά από μια διάσπαση . . . . .	97
3.4.2	Ο «έλεγχος της λάξευσης» για τις διατηρητικές συνενώσεις . . . . .	100
3.4.3	Για ποιο λόγο ο αλγόριθμος της λάξευσης δίνει σωστά αποτελέσματα; . . . . .	103
3.4.4	Διατήρηση των εξαρτήσεων . . . . .	104
3.4.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 3.4 . . . . .	106
3.5	Τρίτη κανονική μορφή . . . . .	106
3.5.1	Ορισμός της τρίτης κανονικής μορφής . . . . .	107
3.5.2	Ο αλγόριθμος της σύνθεσης σχέσεων σε 3KM . . . . .	107
3.5.3	Γιατί ο αλγόριθμος σύνθεσης σχέσεων σε 3KM δίνει σωστά αποτελέσματα; . . . . .	108
3.5.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 3.5 . . . . .	109
3.6	Πλειότιμες εξαρτήσεις . . . . .	110
3.6.1	Η ανεξαρτησία των γνωρισμάτων και η πλεονασματικότητα που αυτή συνεπάγεται . . . . .	110
3.6.2	Ο ορισμός των πλειότιμων εξαρτήσεων . . . . .	111
3.6.3	Εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις πλειότιμες εξαρτήσεις . . . . .	113
3.6.4	Η τέταρτη κανονική μορφή . . . . .	115
3.6.5	Διάσπαση σε σχέσεις με 4KM . . . . .	116
3.6.6	Συσχετισμοί μεταξύ των κανονικών μορφών . . . . .	117
3.6.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 3.6 . . . . .	118
3.7	Ένας αλγόριθμος για την εύρεση ΠΕ . . . . .	119
3.7.1	Ο αλγόριθμος του πληρώματος και ο αλγόριθμος της λάξευσης . . . . .	120
3.7.2	Η επέκταση του αλγορίθμου της λάξευσης για τον έλεγχο ΠΕ . . . . .	121
3.7.3	Γιατί η λάξευση δίνει τα σωστά αποτελέσματα για τις ΠΕ . . . . .	123
3.7.4	Η προβολή ΠΕ . . . . .	124
3.7.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 3.7 . . . . .	125
3.8	Περίληψη του Κεφαλαίου 3 . . . . .	126
3.9	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 3 . . . . .	128

<b>4</b>	<b>Υψηλού επιπέδου πρότυπα βάσεων δεδομένων</b>	<b>129</b>
4.1	Το οντοσυσχετιστικό πρότυπο . . . . .	130
4.1.1	Οντοσύνολα . . . . .	130
4.1.2	Γνωρίσματα . . . . .	131
4.1.3	Συσχετίσεις . . . . .	131
4.1.4	Οντοσυσχετιστικά διαγράμματα . . . . .	132
4.1.5	Στιγμιότυπα ενός Ο/Σ διαγράμματος . . . . .	133
4.1.6	Πολλαπλότητα των διμελών Ο/Σ συσχετίσεων . . . . .	133
4.1.7	Πολυμελείς συσχετίσεις . . . . .	135
4.1.8	Οι ρόλοι στις συσχετίσεις . . . . .	136
4.1.9	Γνωρίσματα συσχετίσεων . . . . .	138
4.1.10	Η μετατροπή πολυμελών συσχετίσεων σε διμελείς . . . . .	139
4.1.11	Υποκλάσεις στο Ο/Σ πρότυπο . . . . .	140
4.1.12	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.1 . . . . .	143
4.2	Σχεδιαστικές αρχές . . . . .	146
4.2.1	Πιστότητα . . . . .	146
4.2.2	Αποφυγή της πλεονασματικότητας . . . . .	147
4.2.3	Η απλότητα έχει σημασία . . . . .	147
4.2.4	Η επιλογή των σωστών συσχετίσεων . . . . .	148
4.2.5	Η επιλογή του σωστού είδους στοιχείων . . . . .	150
4.2.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.2 . . . . .	152
4.3	Περιορισμοί στο Ο/Σ πρότυπο . . . . .	154
4.3.1	Κλειδιά στο Ο/Σ πρότυπο . . . . .	155
4.3.2	Η αναπαράσταση των κλειδιών στο Ο/Σ πρότυπο . . . . .	155
4.3.3	Παραπεμπτική ακεραιότητα . . . . .	156
4.3.4	Περιορισμοί βαθμού . . . . .	157
4.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.3 . . . . .	158
4.4	Ασθενή οντοσύνολα . . . . .	158
4.4.1	Αιτίες ύπαρξης των ασθενών οντοσυνόλων . . . . .	158
4.4.2	Απαιτήσεις για τα ασθενή οντοσύνολα . . . . .	160
4.4.3	Συμβολισμός για τα ασθενή οντοσύνολα . . . . .	162
4.4.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.4 . . . . .	162
4.5	Από τα Ο/Σ διαγράμματα στα σχεσιακά σχέδια . . . . .	163
4.5.1	Από οντοσύνολα σε σχέσεις . . . . .	164
4.5.2	Από Ο/Σ συσχετίσεις σε σχέσεις . . . . .	164
4.5.3	Η συσσωμάτωση σχέσεων . . . . .	166
4.5.4	Ο χειρισμός των ασθενών οντοσυνόλων . . . . .	168
4.5.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.5 . . . . .	171
4.6	Η μετατροπή δομών με υποκλάσεις σε σχέσεις . . . . .	172
4.6.1	Η Ο/Σ προσέγγιση για τη μετατροπή . . . . .	172
4.6.2	Μια οντοστρεφής προσέγγιση . . . . .	174
4.6.3	Η χρήση κενών τιμών για τη συσσωμάτωση σχέσεων . . . . .	175
4.6.4	Σύγκριση των διαφορετικών προσεγγίσεων . . . . .	175
4.6.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.6 . . . . .	178
4.7	UML . . . . .	178
4.7.1	Κλάσεις της UML . . . . .	179

4.7.2	Τα κλειδιά των κλάσεων UML . . . . .	180
4.7.3	Συζεύξεις . . . . .	180
4.7.4	Αυτοσυζεύξεις . . . . .	182
4.7.5	Κλάσεις σύζευξης . . . . .	182
4.7.6	Υποκλάσεις στη UML . . . . .	183
4.7.7	Συγκεντρώσεις και συνθέσεις . . . . .	185
4.7.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.7 . . . . .	186
4.8	Από τα διαγράμματα UML στις σχέσεις . . . . .	187
4.8.1	Τα βασικά στοιχεία της μετατροπής από διαγράμματα UML σε σχέσεις . . . . .	187
4.8.2	Από υποκλάσεις UML σε σχέσεις . . . . .	188
4.8.3	Από συγκεντρώσεις και συνθέσεις σε σχέσεις . . . . .	188
4.8.4	Το αντίστοιχο των ασθενών οντοσυνόλων σε UML . . . . .	189
4.8.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.8 . . . . .	190
4.9	ODL . . . . .	191
4.9.1	Δηλώσεις κλάσεων . . . . .	191
4.9.2	Γνωρίσματα στην ODL . . . . .	192
4.9.3	Συσχετίσεις στην ODL . . . . .	193
4.9.4	Αντίστροφες συσχετίσεις . . . . .	194
4.9.5	Πολλαπλότητα των συσχετίσεων . . . . .	194
4.9.6	Τύποι στην ODL . . . . .	196
4.9.7	Υποκλάσεις στην ODL . . . . .	198
4.9.8	Η δήλωση κλειδιών στην ODL . . . . .	199
4.9.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.9 . . . . .	200
4.10	Από τα σχέδια ODL στα σχεσιακά σχέδια . . . . .	201
4.10.1	Από κλάσεις ODL σε σχέσεις . . . . .	202
4.10.2	Κλάσεις με σύνθετα γνωρίσματα . . . . .	203
4.10.3	Η αναπαράσταση συνολότιμων γνωρισμάτων . . . . .	203
4.10.4	Η αναπαράσταση άλλων τυποκατασκευαστών . . . . .	205
4.10.5	Η αναπαράσταση συσχετίσεων της ODL . . . . .	206
4.10.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 4.10 . . . . .	207
4.11	Περίληψη του Κεφαλαίου 4 . . . . .	208
4.12	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 4 . . . . .	210

## II Προγραμματισμός σχεσιακών βάσεων δεδομένων 213

5	Αλγεβρικές και λογικές γλώσσες ερωτημάτων	215
5.1	Σχεσιακές πράξεις σε σάκους . . . . .	215
5.1.1	Γιατί χρησιμοποιούμε σάκους; . . . . .	216
5.1.2	Ένωση, τομή και διαφορά σάκων . . . . .	217
5.1.3	Προβολή σάκων . . . . .	218
5.1.4	Επιλογή σε σάκους . . . . .	219
5.1.5	Γινόμενο σάκων . . . . .	220
5.1.6	Συνένωση σάκων . . . . .	220

5.1.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 5.1 . . . . .	222
5.2	Επεκτεταμένοι τελεστές της σχεσιακής άλγεβρας . . . . .	223
5.2.1	Απαλοιφή διπλοεγγραφών . . . . .	224
5.2.2	Συγκεντρωτικοί τελεστές . . . . .	225
5.2.3	Ομαδοποίηση . . . . .	225
5.2.4	Ο τελεστής ομαδοποίησης . . . . .	226
5.2.5	Η επέκταση του τελεστή προβολής . . . . .	228
5.2.6	Ο τελεστής ταξινόμησης . . . . .	229
5.2.7	Εξωτερικές συνενώσεις . . . . .	230
5.2.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 5.2 . . . . .	232
5.3	Μια λογική για σχέσεις . . . . .	233
5.3.1	Κατηγορήματα και άτομα . . . . .	233
5.3.2	Αριθμητικά άτομα . . . . .	234
5.3.3	Κανόνες και ερωτήματα Datalog . . . . .	234
5.3.4	Το νόημα των κανόνων Datalog . . . . .	236
5.3.5	Εκτασιακά και προθεσιακά κατηγορήματα . . . . .	238
5.3.6	Η εφαρμογή κανόνων Datalog σε σάκους . . . . .	239
5.3.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 5.3 . . . . .	241
5.4	Σχεσιακή άλγεβρα και Datalog . . . . .	241
5.4.1	Λογικές πράξεις . . . . .	241
5.4.2	Προβολή . . . . .	243
5.4.3	Επιλογή . . . . .	243
5.4.4	Γινόμενα . . . . .	246
5.4.5	Συνενώσεις . . . . .	246
5.4.6	Η προσομοίωση σύνθετων πράξεων με τη γλώσσα Datalog . . . . .	248
5.4.7	Σύγκριση της Datalog και της σχεσιακής άλγεβρας . . . . .	249
5.4.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 5.4 . . . . .	250
5.5	Περίληψη του Κεφαλαίου 5 . . . . .	251
5.6	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 5 . . . . .	252
6	Η γλώσσα βάσεων δεδομένων SQL . . . . .	255
6.1	Απλά ερωτήματα στην SQL . . . . .	256
6.1.1	Η προβολή στην SQL . . . . .	258
6.1.2	Η επιλογή στην SQL . . . . .	260
6.1.3	Σύγκριση συμβολοσειρών . . . . .	261
6.1.4	Συμμόρφωση μορφοτύπων στην SQL . . . . .	262
6.1.5	Ημερομηνίες και ώρες . . . . .	264
6.1.6	Κενές τιμές και συγκρίσεις που χρησιμοποιούν την τιμή NULL . . . . .	265
6.1.7	Η τιμή αληθείας UNKNOWN . . . . .	266
6.1.8	Η ταξινόμηση του αποτελέσματος . . . . .	268
6.1.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 6.1 . . . . .	269
6.2	Ερωτήματα που αφορούν περισσότερες από μία σχέσεις . . . . .	271
6.2.1	Γινόμενα και συνενώσεις στην SQL . . . . .	272
6.2.2	Η άρση αμφισημιών σχετικά με τα γνωρίσματα . . . . .	273
6.2.3	Πλειαδικές μεταβλητές . . . . .	274
6.2.4	Η ερμηνεία των πολυσχεσιακών ερωτημάτων . . . . .	275

6.2.5	Ένωση, τομή και διαφορά ερωτημάτων SQL . . . . .	278
6.2.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 6.2 . . . . .	280
6.3	Υποερωτήματα . . . . .	282
6.3.1	Υποερωτήματα που παράγουν βαθμωτές τιμές . . . . .	282
6.3.2	Συνθήκες που περιλαμβάνουν σχέσεις . . . . .	283
6.3.3	Συνθήκες που περιλαμβάνουν πλειάδες . . . . .	284
6.3.4	Συναρτημένα υποερωτήματα . . . . .	286
6.3.5	Υποερωτήματα σε φράσεις FROM . . . . .	288
6.3.6	Συνενωτικές εκφράσεις στην SQL . . . . .	289
6.3.7	Φυσικές συνενώσεις . . . . .	290
6.3.8	Εξωτερικές συνενώσεις . . . . .	291
6.3.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 6.3 . . . . .	293
6.4	Πράξεις που αφορούν ολόκληρες σχέσεις . . . . .	295
6.4.1	Η απαλοιφή των διπλοεγγραφών . . . . .	296
6.4.2	Διπλοεγγραφές σε ενώσεις, τομές και διαφορές . . . . .	297
6.4.3	Ομαδοποίηση και υπολογισμός συγκεντρωτικών στοιχείων στην SQL . . . . .	298
6.4.4	Συγκεντρωτικοί τελεστές . . . . .	298
6.4.5	Ομαδοποίηση . . . . .	299
6.4.6	Ομαδοποίηση, συγκεντρωτικά στοιχεία και κενές τιμές . . . . .	301
6.4.7	Οι φράσεις HAVING . . . . .	302
6.4.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 6.4 . . . . .	303
6.5	Τροποποιήσεις μιας βάσης δεδομένων . . . . .	305
6.5.1	Εισαγωγή . . . . .	305
6.5.2	Διαγραφή . . . . .	308
6.5.3	Ενημέρωση . . . . .	308
6.5.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 6.5 . . . . .	309
6.6	Δοσοληψίες στην SQL . . . . .	310
6.6.1	Σειριόμορφες πράξεις . . . . .	311
6.6.2	Ολομέρεια . . . . .	313
6.6.3	Δοσοληψίες . . . . .	314
6.6.4	Αμιγώς αναγνωστικές δοσοληψίες . . . . .	316
6.6.5	Ακάθαρτες αναγνώσεις . . . . .	317
6.6.6	Άλλα επίπεδα μόνωσης . . . . .	320
6.6.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 6.6 . . . . .	322
6.7	Περίληψη του Κεφαλαίου 6 . . . . .	323
6.8	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 6 . . . . .	324
7	<b>Περιορισμοί και πυροδότες</b> . . . . .	<b>327</b>
7.1	Κλειδιά και εξωτερικά κλειδιά . . . . .	328
7.1.1	Η δήλωση περιορισμών εξωτερικού κλειδιού . . . . .	328
7.1.2	Η τήρηση της παραπεμπτικής ακεραιότητας . . . . .	329
7.1.3	Η αναβολή ελέγχου των περιορισμών . . . . .	331
7.1.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 7.1 . . . . .	334
7.2	Περιορισμοί σε γνωρίσματα και σε πλειάδες . . . . .	336
7.2.1	Περιορισμοί μη κενής τιμής . . . . .	336

7.2.2	Γνωρισματικοί περιορισμοί CHECK . . . . .	336
7.2.3	Πλειαδικοί περιορισμοί CHECK . . . . .	338
7.2.4	Σύγκριση των πλειαδικών και των γνωρισματικών περιορισμών . . . . .	340
7.2.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 7.2 . . . . .	340
7.3	Τροποποιήσεις των περιορισμών . . . . .	342
7.3.1	Η απόδοση ονόματος στους περιορισμούς . . . . .	342
7.3.2	Η μεταβολή των περιορισμών που αφορούν πίνακες . . . . .	343
7.3.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 7.3 . . . . .	344
7.4	Αξιώσεις . . . . .	345
7.4.1	Η δημιουργία αξιώσεων . . . . .	345
7.4.2	Η χρήση των αξιώσεων . . . . .	346
7.4.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 7.4 . . . . .	347
7.5	Πυροδοτές . . . . .	349
7.5.1	Πυροδοτές στην SQL . . . . .	349
7.5.2	Οι επιλογές κατά τη σχεδίαση ενός πυροδοτή . . . . .	351
7.5.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 7.5 . . . . .	354
7.6	Περίληψη του Κεφαλαίου 7 . . . . .	356
7.7	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 7 . . . . .	357
<b>8</b>	<b>Όψεις και ευρετήρια</b>	<b>359</b>
8.1	Εικονικές όψεις . . . . .	359
8.1.1	Η δήλωση των όψεων . . . . .	360
8.1.2	Υποβολή ερωτημάτων στις όψεις . . . . .	361
8.1.3	Η μετονομασία των γνωρισμάτων . . . . .	362
8.1.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 8.1 . . . . .	362
8.2	Τροποποίηση όψεων . . . . .	363
8.2.1	Διαγραφή όψεων . . . . .	363
8.2.2	Ενημερώσιμες όψεις . . . . .	363
8.2.3	Πυροδοτές «αντί του» σε όψεις . . . . .	366
8.2.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 8.2 . . . . .	367
8.3	Ευρετήρια στην SQL . . . . .	368
8.3.1	Ο λόγος ύπαρξης των ευρετηρίων . . . . .	369
8.3.2	Η δήλωση ευρετηρίων . . . . .	369
8.3.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 8.3 . . . . .	371
8.4	Η επιλογή ευρετηρίων . . . . .	371
8.4.1	Ένα απλό μοντέλο υπολογιστικού κόστους . . . . .	371
8.4.2	Ορισμένα χρήσιμα ευρετήρια . . . . .	372
8.4.3	Ο υπολογισμός των βέλτιστων ευρετηρίων . . . . .	374
8.4.4	Αυτόματη επιλογή ευρετηρίων . . . . .	377
8.4.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 8.4 . . . . .	378
8.5	Υλοποιημένες όψεις . . . . .	379
8.5.1	Συντήρηση των υλοποιημένων όψεων . . . . .	379
8.5.2	Περιοδική συντήρηση των υλοποιημένων όψεων . . . . .	381
8.5.3	Η αναδιατύπωση ερωτημάτων προκειμένου να χρησιμοποιούν υλοποιημένες όψεις . . . . .	382



8.5.4	Αυτόματη δημιουργία υλοποιημένων όψεων . . . . .	384
8.5.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 8.5 . . . . .	385
8.6	Περίληψη του Κεφαλαίου 8 . . . . .	386
8.7	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 8 . . . . .	387
<b>9</b>	<b>Η SQL σε περιβάλλον διακομιστή</b>	<b>389</b>
9.1	Η αρχιτεκτονική τριών στρωμάτων . . . . .	389
9.1.1	Το στρώμα των διακομιστών ιστού . . . . .	391
9.1.2	Το στρώμα των εφαρμογών . . . . .	391
9.1.3	Το στρώμα της ΒΔ . . . . .	392
9.2	Το περιβάλλον SQL . . . . .	393
9.2.1	Περιβάλλοντα . . . . .	393
9.2.2	Σχήματα . . . . .	394
9.2.3	Κατάλογοι . . . . .	396
9.2.4	Πελάτες και διακομιστές στο περιβάλλον SQL . . . . .	396
9.2.5	Συνδέσεις . . . . .	397
9.2.6	Συνεδρίες . . . . .	398
9.2.7	Αρθρώματα . . . . .	398
9.3	Η διεπαφή SQL και φιλοξενούσας γλώσσας . . . . .	399
9.3.1	Το πρόβλημα της δομικής αναντιστοιχίας . . . . .	400
9.3.2	Η σύνδεση της SQL με τη φιλοξενούσα γλώσσα . . . . .	401
9.3.3	Το τμήμα των δηλώσεων . . . . .	402
9.3.4	Η χρήση των κοινόχρηστων μεταβλητών . . . . .	403
9.3.5	Μονοπλειιαδικές εντολές select . . . . .	404
9.3.6	Δρομείς . . . . .	405
9.3.7	Τροποποιήσεις μέσω δρομέων . . . . .	407
9.3.8	Η προστασία έναντι συγχρονικών ενημερώσεων . . . . .	409
9.3.9	Δυναμική SQL . . . . .	410
9.3.10	Ασκήσεις για την Ενότητα 9.3 . . . . .	411
9.4	Αποθηκευμένες διαδικασίες . . . . .	412
9.4.1	Η δημιουργία συναρτήσεων και διαδικασιών PSM . . . . .	413
9.4.2	Απλές μορφές εντολών του προτύπου PSM . . . . .	414
9.4.3	Διακλαδικές εντολές . . . . .	416
9.4.4	Ερωτήματα στο PSM . . . . .	417
9.4.5	Βρόχοι στο PSM . . . . .	418
9.4.6	Βρόχοι for . . . . .	421
9.4.7	Εξαιρέσεις στο PSM . . . . .	421
9.4.8	Η χρήση συναρτήσεων και διαδικασιών PSM . . . . .	424
9.4.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 9.4 . . . . .	424
9.5	Η χρήση διεπαφών κλητικού επιπέδου . . . . .	427
9.5.1	Εισαγωγή στην SQL/CLI . . . . .	427
9.5.2	Η επεξεργασία των εντολών . . . . .	429
9.5.3	Η προσαγωγή των δεδομένων από το αποτέλεσμα ενός ερω- τήματος . . . . .	431
9.5.4	Η διαβίβαση παραμέτρων σε ερωτήματα . . . . .	433
9.5.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 9.5 . . . . .	434

9.6	JDBC . . . . .	434
9.6.1	Εισαγωγή στο JDBC . . . . .	435
9.6.2	Η δημιουργία εντολών στο JDBC . . . . .	436
9.6.3	Πράξεις δρομέων στο JDBC . . . . .	438
9.6.4	Διαβίβαση παραμέτρων . . . . .	438
9.6.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 9.6 . . . . .	439
9.7	PHP . . . . .	439
9.7.1	Τα βασικά της PHP . . . . .	439
9.7.2	Συστοιχίες . . . . .	441
9.7.3	Η βιβλιοθήκη PEAR DB . . . . .	441
9.7.4	Η δημιουργία μιας σύνδεσης με μια ΒΔ με χρήση της βιβλιο- θήκης DB . . . . .	441
9.7.5	Η εκτέλεση εντολών SQL . . . . .	442
9.7.6	Λειτουργίες δρομέων στην PHP . . . . .	443
9.7.7	Δυναμική SQL στην PHP . . . . .	443
9.7.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 9.7 . . . . .	444
9.8	Περίληψη του Κεφαλαίου 9 . . . . .	444
9.9	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 9 . . . . .	446
<b>10</b>	<b>Προχωρημένα θέματα σχεσιακών βάσεων δεδομένων</b>	<b>447</b>
10.1	Ασφάλεια και εξουσιοδότηση χρηστών στην SQL . . . . .	447
10.1.1	Δικαιώματα . . . . .	448
10.1.2	Η δημιουργία δικαιωμάτων . . . . .	450
10.1.3	Η διαδικασία ελέγχου των δικαιωμάτων . . . . .	450
10.1.4	Η χορήγηση δικαιωμάτων . . . . .	452
10.1.5	Διαγράμματα χορηγήσεων . . . . .	454
10.1.6	Η ανάκληση των δικαιωμάτων . . . . .	455
10.1.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 10.1 . . . . .	459
10.2	Αναδρομή στην SQL . . . . .	460
10.2.1	Ο ορισμός αναδρομικών σχέσεων στην SQL . . . . .	460
10.2.2	Προβληματικές εκφράσεις στην αναδρομική SQL . . . . .	464
10.2.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 10.2 . . . . .	467
10.3	Το οντοσχεσιακό πρότυπο . . . . .	468
10.3.1	Από τις σχέσεις στις οντοσχέσεις . . . . .	469
10.3.2	Ενθετομερείς σχέσεις . . . . .	469
10.3.3	Παραπομπές . . . . .	471
10.3.4	Οντοστρέφεια και οντοσχεσιακότητα . . . . .	472
10.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 10.3 . . . . .	473
10.4	Ιδιοκατασκευασμένοι τύποι στην SQL . . . . .	474
10.4.1	Ο ορισμός τύπων στην SQL . . . . .	474
10.4.2	Οι δηλώσεις μεθόδων στους I/K τύπους . . . . .	476
10.4.3	Οι ορισμοί των μεθόδων . . . . .	477
10.4.4	Η δήλωση σχέσεων με I/K τύπους . . . . .	477
10.4.5	Παραπομπές . . . . .	478
10.4.6	Η δημιουργία ταυτοτήτων για τις οντότητες στους πίνακες . . . . .	479
10.4.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 10.4 . . . . .	481

10.5	Πράξεις επί οντοσχεσιακών δεδομένων . . . . .	481
10.5.1	Παρακολούθηση παραπομπών . . . . .	482
10.5.2	Η προσπέλαση συνιστωσών πλειάδων με I/K τύπο . . . . .	482
10.5.3	Γεννήτριες και μεταλλάκτριες συναρτήσεις . . . . .	484
10.5.4	Η διάταξη συσχετίσεων σε έναν I/K τύπο . . . . .	485
10.5.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 10.5 . . . . .	488
10.6	OLAP . . . . .	489
10.6.1	Η OLAP και οι αποθήκες δεδομένων . . . . .	489
10.6.2	Εφαρμογές OLAP . . . . .	490
10.6.3	Μια πολυδιάστατη απεικόνιση των δεδομένων OLAP . . . . .	491
10.6.4	Αστεροειδή σχήματα . . . . .	492
10.6.5	Διαμήκης και πλήρης κατάτμηση . . . . .	494
10.6.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 10.6 . . . . .	498
10.7	Κύβοι δεδομένων . . . . .	498
10.7.1	Ο τελεστής επικυβισμού . . . . .	499
10.7.2	Ο τελεστής επικυβισμού στην SQL . . . . .	501
10.7.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 10.7 . . . . .	503
10.8	Περίληψη του Κεφαλαίου 10 . . . . .	504
10.9	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 10 . . . . .	506

### III Τα πρότυπα και ο προγραμματισμός των ημιδομημένων δεδομένων 507

11	Το πρότυπο των ημιδομημένων δεδομένων . . . . .	509
11.1	Ημιδομημένα δεδομένα . . . . .	509
11.1.1	Για ποιο λόγο χρησιμοποιούμε το πρότυπο των ημιδομημένων δεδομένων; . . . . .	510
11.1.2	Η αναπαράσταση ημιδομημένων δεδομένων . . . . .	510
11.1.3	Ενοποίηση πληροφοριών με τη χρήση ημιδομημένων δεδομένων . . . . .	512
11.1.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 11.1 . . . . .	514
11.2	XML . . . . .	515
11.2.1	Σημασιολογικές ετικέτες . . . . .	515
11.2.2	Η XML με και χωρίς σχήμα . . . . .	515
11.2.3	Ορθά συντεταγμένη XML . . . . .	516
11.2.4	Γνωρίσματα . . . . .	518
11.2.5	Γνωρίσματα που συνδέουν στοιχεία . . . . .	518
11.2.6	Ονοματόχωροι . . . . .	519
11.2.7	XML και βάσεις δεδομένων . . . . .	520
11.2.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 11.2 . . . . .	522
11.3	DTD . . . . .	522
11.3.1	Η μορφή ενός DTD . . . . .	522
11.3.2	Πώς χρησιμοποιούνται τα DTD; . . . . .	526
11.3.3	Κατάλογοι γνωρισμάτων . . . . .	526

11.3.4	Αναγνωριστικά και παραπομπές . . . . .	527
11.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 11.3 . . . . .	528
11.4	XML Schema . . . . .	530
11.4.1	Η μορφή εγγράφων XML Schema . . . . .	530
11.4.2	Στοιχεία . . . . .	530
11.4.3	Σύνθετοι τύποι . . . . .	531
11.4.4	Γνωρίσματα . . . . .	533
11.4.5	Απλοί τύποι με περιορισμούς . . . . .	534
11.4.6	Κλειδιά στην XML Schema . . . . .	536
11.4.7	Εξωτερικά κλειδιά στην XML Schema . . . . .	539
11.4.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 11.4 . . . . .	541
11.5	Περίληψη του Κεφαλαίου 11 . . . . .	541
11.6	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 11 . . . . .	542
<b>12</b>	<b>Γλώσσες προγραμματισμού για την XML</b>	<b>545</b>
12.1	XPath . . . . .	545
12.1.1	Το πρότυπο δεδομένων της XPath . . . . .	546
12.1.2	Κόμβοι εγγράφων . . . . .	547
12.1.3	Διαδρομικές εκφράσεις . . . . .	547
12.1.4	Σχετικές διαδρομικές εκφράσεις . . . . .	549
12.1.5	Γνωρίσματα στις διαδρομικές εκφράσεις . . . . .	549
12.1.6	Άξονες . . . . .	550
12.1.7	Το πλαίσιο αναφοράς των εκφράσεων . . . . .	551
12.1.8	Μπαλαντέρ . . . . .	551
12.1.9	Συνθήκες στις διαδρομικές εκφράσεις . . . . .	552
12.1.10	Ασκήσεις για την Ενότητα 12.1 . . . . .	554
12.2	XQuery . . . . .	558
12.2.1	Βασικά στοιχεία της XQuery . . . . .	558
12.2.2	Εκφράσεις FLWR . . . . .	558
12.2.3	Αντικατάσταση των μεταβλητών από τις τιμές τους . . . . .	563
12.2.4	Συνενώσεις στην XQuery . . . . .	564
12.2.5	Οι τελεστές σύγκρισης της XQuery . . . . .	565
12.2.6	Απαλοιφή των διπλοεγγράφων . . . . .	567
12.2.7	Ποσοδείκτες στην XQuery . . . . .	567
12.2.8	Συγκεντρωτικά στοιχεία . . . . .	568
12.2.9	Διακλαδώσεις στις εκφράσεις XQuery . . . . .	569
12.2.10	Η ταξινόμηση του αποτελέσματος των ερωτημάτων . . . . .	570
12.2.11	Ασκήσεις για την Ενότητα 12.2 . . . . .	571
12.3	XSLT . . . . .	573
12.3.1	Βασικά στοιχεία της XSLT . . . . .	573
12.3.2	Εκμαγεία . . . . .	573
12.3.3	Η λήψη τιμών από δεδομένα XML . . . . .	574
12.3.4	Η αναδρομική χρήση των εκμαγείων . . . . .	576
12.3.5	Επαναλήψεις στην XSLT . . . . .	578
12.3.6	Συνθήκες στην XSLT . . . . .	580
12.3.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 12.3 . . . . .	580

12.4	Περίληψη του Κεφαλαίου 12 . . . . .	581
12.5	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 12 . . . . .	583
	<b>Ευρετήριο</b>	<b>585</b>

## IV Υλοποίηση των Συστημάτων Βάσεων Δεδομένων 585

13 Διαχείριση των δευτερευόντων αποθηκευτικών μέσων	587
13.1 Η ιεραρχία της μνήμης	587
13.1.1 Η ιεραρχία της μνήμης	588
13.1.2 Μεταφορά δεδομένων μεταξύ διαφορετικών επιπέδων	590
13.1.3 Μέσα προσωρινής και μη προσωρινής αποθήκευσης	591
13.1.4 Εικονική μνήμη	592
13.1.5 Ασκήσεις για την Ενότητα 13.1	592
13.2 Δίσκοι	593
13.2.1 Μηχανικά χαρακτηριστικά των δίσκων	593
13.2.2 Ο δισκοελεγκτής	595
13.2.3 Χαρακτηριστικά της προσπέλασης δίσκου	595
13.2.4 Ασκήσεις για την Ενότητα 13.2	598
13.3 Επιτάχυνση της προσπέλασης στα δευτερεύοντα αποθηκευτικά μέσα	599
13.3.1 Το μοντέλο υπολογισμού βάσει των ενεργειών E/E	600
13.3.2 Συγκρότηση των δεδομένων κατά κυλίνδρους	601
13.3.3 Χρήση πολλών δίσκων	601
13.3.4 Κατοπτρικοί δίσκοι	602
13.3.5 Χρονοδιαγραμματισμός των δίσκων και ο αλγόριθμος του ανελκυστήρα	603
13.3.6 Προπροσαγωγή δεδομένων και ενταμίευση μεγάλης κλίμακας	605
13.3.7 Ασκήσεις για την Ενότητα 13.3	606
13.4 Αστοχίες δίσκων	607
13.4.1 Παροδικές αστοχίες	608
13.4.2 Αθροίσματα ελέγχου	608
13.4.3 Ευσταθής αποθήκευση	610
13.4.4 Δυνατότητες χειρισμού σφαλμάτων στη μέθοδο της ευσταθούς αποθήκευσης	610
13.4.5 Αποκατάσταση μετά από θραύσεις δίσκων	611
13.4.6 Ο κατοπτρισμός ως τεχνική πλεονασματικότητας	612
13.4.7 Δισκοσέλιδα ισοτιμίας	613
13.4.8 Μια βελτίωση: το επίπεδο RAID 5	616
13.4.9 Αντιμετώπιση πολλαπλής θραύσης δίσκων	617

13.4.10	Ασκήσεις για την Ενότητα 13.4 . . . . .	621
13.5	Διευθέτηση των δεδομένων στον δίσκο . . . . .	624
13.5.1	Δελτία σταθερού μήκους . . . . .	624
13.5.2	Αποθήκευση δελτίων σταθερού μήκους σε δισκοσέλιδα . . .	625
13.5.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 13.5 . . . . .	626
13.6	Αναπαράσταση των διευθύνσεων των δισκοσέλιδων και των δελτίων	627
13.6.1	Διευθύνσεις στα πελατοδιακομιστικά συστήματα . . . . .	627
13.6.2	Λογικές και δομημένες διευθύνσεις . . . . .	629
13.6.3	Μεταμπίεση δεικτών . . . . .	630
13.6.4	Επαναφορά των δισκοσέλιδων στον δίσκο . . . . .	635
13.6.5	Καθηλωμένα δελτία και δισκοσέλιδα . . . . .	635
13.6.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 13.6 . . . . .	637
13.7	Δεδομένα και δελτία μεταβλητού μήκους . . . . .	638
13.7.1	Δελτία με πεδία μεταβλητού μήκους . . . . .	639
13.7.2	Δελτία με επαναλαμβανόμενα πεδία . . . . .	639
13.7.3	Δελτία μεταβλητής μορφολογίας . . . . .	642
13.7.4	Δελτία που δεν χωρούν σε ένα δισκοσέλιδο . . . . .	643
13.7.5	BLOB . . . . .	644
13.7.6	Αποθήκευση κατά στήλες . . . . .	645
13.7.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 13.7 . . . . .	646
13.8	Τροποποιήσεις δελτίων . . . . .	648
13.8.1	Εισαγωγές . . . . .	648
13.8.2	Διαγραφές . . . . .	649
13.8.3	Ενημερώσεις . . . . .	650
13.8.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 13.8 . . . . .	651
13.9	Περίληψη του Κεφαλαίου 13 . . . . .	651
13.10	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 13 . . . . .	654
<b>14</b>	<b>Ευρετηριακές δομές</b>	<b>657</b>
14.1	Βασικά στοιχεία των ευρετηριακών δομών . . . . .	658
14.1.1	Ακολουθιακά αρχεία . . . . .	658
14.1.2	Πυκνά ευρετήρια . . . . .	659
14.1.3	Αραιά ευρετήρια . . . . .	661
14.1.4	Πολλαπλά επίπεδα ευρετηρίασης . . . . .	662
14.1.5	Δευτερεύοντα ευρετήρια . . . . .	663
14.1.6	Εφαρμογές των δευτερευόντων ευρετηρίων . . . . .	663
14.1.7	Χρήση έμμεσης παραπομπής στα δευτερεύοντα ευρετήρια . .	665
14.1.8	Ανάσχυση εγγράφων και αντίστροφα ευρετήρια . . . . .	668
14.1.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 14.1 . . . . .	670
14.2	Δέντρα B . . . . .	673
14.2.1	Η δομή των δέντρων B . . . . .	673
14.2.2	Εφαρμογές των δέντρων B . . . . .	677
14.2.3	Αναζήτηση στα δέντρα B . . . . .	678
14.2.4	Εκτασιακά ερωτήματα . . . . .	679
14.2.5	Εισαγωγές στα δέντρα B . . . . .	680
14.2.6	Διαγραφές από τα δέντρα B . . . . .	683

14.2.7	Αποτελεσματικότητα των δέντρων B . . . . .	687
14.2.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 14.2 . . . . .	688
14.3	Πίνακες διασποράς . . . . .	689
14.3.1	Πίνακες διασποράς για δευτερεύοντα αποθηκευτικά μέσα . .	690
14.3.2	Εισαγωγές στους πίνακες διασποράς . . . . .	691
14.3.3	Διαγραφές από τους πίνακες διασποράς . . . . .	691
14.3.4	Αποτελεσματικότητα των ευρετηρίων που χρησιμοποιούν πίνακες διασποράς . . . . .	692
14.3.5	Επεκτάσιμοι πίνακες διασποράς . . . . .	693
14.3.6	Εισαγωγές στους επεκτάσιμους πίνακες διασποράς . . . . .	694
14.3.7	Γραμμικοί πίνακες διασποράς . . . . .	697
14.3.8	Εισαγωγές στους γραμμικούς πίνακες διασποράς . . . . .	699
14.3.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 14.3 . . . . .	701
14.4	Πολυδιάστατα ευρετήρια . . . . .	703
14.4.1	Εφαρμογές των πολυδιάστατων ευρετηρίων . . . . .	704
14.4.2	Εκτέλεση εκτασιακών ερωτημάτων μέσω συμβατικών ευρε- τηρίων . . . . .	705
14.4.3	Εκτέλεση ερωτημάτων πλησιέστερου γείτονα μέσω συμβα- τικών ευρετηρίων . . . . .	706
14.4.4	Γενική επισκόπηση των πολυδιάστατων ευρετηριακών δομών	707
14.5	Δομές διασποράς για πολυδιάστατα δεδομένα . . . . .	708
14.5.1	Πλεγματικά αρχεία . . . . .	708
14.5.2	Αναζήτηση στα πλεγματικά αρχεία . . . . .	709
14.5.3	Εισαγωγές στα πλεγματικά αρχεία . . . . .	710
14.5.4	Επιδόσεις των πλεγματικών αρχείων . . . . .	712
14.5.5	Διαμερισμένες συναρτήσεις διασποράς . . . . .	715
14.5.6	Σύγκριση των πλεγματικών αρχείων και της διαμερισμένης διασποράς . . . . .	716
14.5.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 14.5 . . . . .	717
14.6	Δενδρικές δομές για πολυδιάστατα δεδομένα . . . . .	719
14.6.1	Πολυκλειδικά ευρετήρια . . . . .	719
14.6.2	Επιδόσεις των πολυκλειδικών ευρετηρίων . . . . .	720
14.6.3	kd-δέντρα . . . . .	721
14.6.4	Πράξεις στα kd-δέντρα . . . . .	723
14.6.5	Προσαρμογή των kd-δέντρων στα δευτερεύοντα αποθηκευ- τικά μέσα . . . . .	725
14.6.6	Τετραδικά Δέντρα . . . . .	726
14.6.7	Δέντρα $R$ . . . . .	728
14.6.8	Πράξεις στα δέντρα $R$ . . . . .	729
14.6.9	Ασκήσεις για την Ενότητα 14.6 . . . . .	731
14.7	Ευρετήρια-δυφιοχάρτες . . . . .	733
14.7.1	Χρησιμότητα των ευρετηρίων-δυφιοχαρτών . . . . .	734
14.7.2	Συμπιεσμένοι δυφιοχάρτες . . . . .	736
14.7.3	Πράξεις με μακροσειριακά κωδικοποιημένα δυφιοδιανύσματα	739
14.7.4	Διαχείριση των ευρετηρίων-δυφιοχαρτών . . . . .	740
14.7.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 14.7 . . . . .	741



14.8	Περίληψη του Κεφαλαίου 14 . . . . .	742
14.9	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 14 . . . . .	744
<b>15</b>	<b>Εκτέλεση των ερωτημάτων</b>	<b>747</b>
15.1	Εισαγωγή στους τελεστές των φυσικών απαντητικών σχεδίων . . . . .	749
15.1.1	Σάρωση ενός πίνακα . . . . .	750
15.1.2	Ταξινόμηση παράλληλα με τη σάρωση ενός πίνακα . . . . .	750
15.1.3	Το υπολογιστικό πρότυπο για τους φυσικούς τελεστές . . . . .	751
15.1.4	Παράμετροι για τη μέτρηση του κόστους . . . . .	751
15.1.5	Κόστος E/E για τους τελεστές σάρωσης . . . . .	752
15.1.6	Χρήση διανυτών για την υλοποίηση των φυσικών τελεστών . . . . .	753
15.2	Μονοδιελευσιακοί αλγόριθμοι . . . . .	757
15.2.1	Μονοδιελευσιακοί αλγόριθμοι για πράξεις τύπου «πλειάδα προς πλειάδα» . . . . .	758
15.2.2	Μονοδιελευσιακοί αλγόριθμοι για μονομελείς, ολοσχεστικές πράξεις . . . . .	759
15.2.3	Μονοδιελευσιακοί αλγόριθμοι για διμελείς πράξεις . . . . .	762
15.2.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 15.2 . . . . .	765
15.3	Συνενώσεις με ένθετους βρόχους . . . . .	766
15.3.1	Πλειαδική συνένωση με ένθετους βρόχους . . . . .	766
15.3.2	Ένας διανυτής για την πλειαδική συνένωση με ένθετους βρόχους . . . . .	767
15.3.3	Ο αλγόριθμος της δισκοσελιδικής συνένωσης με ένθετους βρόχους . . . . .	767
15.3.4	Ανάλυση της συνένωσης με ένθετους βρόχους . . . . .	770
15.3.5	Περίληψη των αλγορίθμων που έχουν παρουσιαστεί . . . . .	770
15.3.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 15.3 . . . . .	771
15.4	Διδιελευσιακοί αλγόριθμοι ταξινομητικού τύπου . . . . .	771
15.4.1	Διφασική, πολυμερής συγχωνευτική ταξινόμηση . . . . .	772
15.4.2	Απαλοιφή διπλοεγγραφών μέσω ταξινόμησης . . . . .	774
15.4.3	Ομαδοποίηση και υπολογισμός συγκεντρωτικών στοιχείων μέσω ταξινόμησης . . . . .	774
15.4.4	Ένας ταξινομητικού τύπου αλγόριθμος ένωσης . . . . .	775
15.4.5	Ταξινομητικού τύπου αλγόριθμοι τομής και διαφοράς . . . . .	776
15.4.6	Ένας απλός αλγόριθμος συνένωσης ταξινομητικού τύπου . . . . .	777
15.4.7	Ανάλυση της απλής ταξινομητικής συνένωσης . . . . .	778
15.4.8	Ένας πιο αποτελεσματικός αλγόριθμος συνένωσης ταξινομητικού τύπου . . . . .	779
15.4.9	Περίληψη των αλγορίθμων ταξινομητικού τύπου . . . . .	780
15.4.10	Ασκήσεις για την Ενότητα 15.4 . . . . .	780
15.5	Διδιελευσιακοί αλγόριθμοι διασπαρτικού τύπου . . . . .	782
15.5.1	Διαμέριση σχέσεων μέσω διασποράς . . . . .	782
15.5.2	Ένας αλγόριθμος διασπαρτικού τύπου για την απαλοιφή διπλοεγγραφών . . . . .	782
15.5.3	Αλγόριθμος διασπαρτικού τύπου για την ομαδοποίηση και τον υπολογισμό συγκεντρωτικών στοιχείων . . . . .	783

15.5.4	Αλγόριθμος διασπαρτικού τύπου για την ένωση, την τομή και τη διαφορά . . . . .	784
15.5.5	Ο αλγόριθμος διασπαρτικής συνένωσης . . . . .	785
15.5.6	Εξοικονόμηση ενεργειών E/E στον δίσκο . . . . .	786
15.5.7	Περίληψη των αλγορίθμων διασπαρτικού τύπου . . . . .	788
15.5.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 15.5 . . . . .	789
15.6	Αλγόριθμοι ευρετηριακού τύπου . . . . .	790
15.6.1	Συσταδικά και μη συσταδικά ευρετήρια . . . . .	790
15.6.2	Ευρετηριακή επιλογή . . . . .	791
15.6.3	Ευρετηριακή συνένωση . . . . .	793
15.6.4	Συνενώσεις με χρήση ταξινομημένων ευρετηρίων . . . . .	795
15.6.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 15.6 . . . . .	797
15.7	Διαχείριση ενταμίευσης . . . . .	798
15.7.1	Αρχιτεκτονική των διαχειριστών ενταμίευσης . . . . .	798
15.7.2	Στρατηγικές για τη διαχείριση ενταμίευσης . . . . .	800
15.7.3	Η σχέση ανάμεσα στην επιλογή φυσικού τελεστή και τη διαχείριση ενταμίευσης . . . . .	802
15.7.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 15.7 . . . . .	804
15.8	Αλγόριθμοι που χρησιμοποιούν περισσότερες από δύο διελεύσεις . . . . .	805
15.8.1	Πολυδιελευσιακοί αλγόριθμοι ταξινομητικού τύπου . . . . .	805
15.8.2	Επιδόσεις των πολυδιελευσιακών αλγορίθμων ταξινομητικού τύπου . . . . .	806
15.8.3	Πολυδιελευσιακοί αλγόριθμοι διασπαρτικού τύπου . . . . .	807
15.8.4	Επίδοση των πολυδιελευσιακών αλγορίθμων διασπαρτικού τύπου . . . . .	808
15.8.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 15.8 . . . . .	809
15.9	Περίληψη του Κεφαλαίου 15 . . . . .	809
15.10	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 15 . . . . .	811
<b>16</b>	<b>Ο μεταφραστής ερωτημάτων</b>	<b>813</b>
16.1	Συντακτική ανάλυση και προεπεξεργασία . . . . .	814
16.1.1	Ανάλυση της σύνταξης και συντακτικά δέντρα . . . . .	814
16.1.2	Μια γραμματική για ένα απλό υποσύνολο της SQL . . . . .	815
16.1.3	Ο προεπεξεργαστής . . . . .	818
16.1.4	Προεπεξεργασία ερωτημάτων που χρησιμοποιούν όψεις . . . . .	820
16.1.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 16.1 . . . . .	822
16.2	Αλγεβρικοί νόμοι για τη βελτίωση των απαντητικών σχεδίων . . . . .	823
16.2.1	Αντιμεταθετικοί και προσεταιριστικοί νόμοι . . . . .	823
16.2.2	Νόμοι για τις επιλογές . . . . .	825
16.2.3	Ώθηση των επιλογών . . . . .	827
16.2.4	Νόμοι για την προβολή . . . . .	829
16.2.5	Νόμοι για τις συνενώσεις και τα γινόμενα . . . . .	832
16.2.6	Νόμοι για την απαλοιφή διπλοεγγραφών . . . . .	832
16.2.7	Νόμοι για την ομαδοποίηση και τη συγκέντρωση . . . . .	833
16.2.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 16.2 . . . . .	835
16.3	Από τα συντακτικά δέντρα στα λογικά απαντητικά σχέδια . . . . .	837

16.3.1	Μετατροπή σε σχεσιακή άλγεβρα . . . . .	837
16.3.2	Απομάκρυνση υποερωτημάτων από τις συνθήκες . . . . .	838
16.3.3	Βελτίωση του λογικού απαντητικού σχεδίου . . . . .	844
16.3.4	Ομαδοποίηση των προσεταιριστικών και αντιμεταθετικών τελεστών . . . . .	846
16.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 16.3 . . . . .	847
16.4	Εκτίμηση του κόστους των πράξεων . . . . .	848
16.4.1	Εκτίμηση του μεγέθους των ενδιάμεσων σχέσεων . . . . .	849
16.4.2	Εκτίμηση του μεγέθους μιας προβολής . . . . .	850
16.4.3	Εκτίμηση του μεγέθους μιας επιλογής . . . . .	850
16.4.4	Εκτίμηση του μεγέθους μιας συνένωσης . . . . .	853
16.4.5	Φυσικές συνενώσεις με πολλά συνενωσιακά γνωρίσματα . . . . .	855
16.4.6	Συνενώσεις πολλών σχέσεων . . . . .	856
16.4.7	Εκτίμηση του μεγέθους των άλλων πράξεων . . . . .	858
16.4.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 16.4 . . . . .	859
16.5	Εισαγωγή στην κοστολογικού τύπου επιλογή σχεδίου . . . . .	860
16.5.1	Λήψη εκτιμήσεων για τις παραμέτρους μεγέθους . . . . .	861
16.5.2	Υπολογισμός στατιστικών στοιχείων . . . . .	864
16.5.3	Ευρετικά τεχνάσματα για τη μείωση του κόστους των λογι- κών απαντητικών σχεδίων . . . . .	865
16.5.4	Προσεγγίσεις για την απαρίθμηση των φυσικών σχεδίων . . . . .	868
16.5.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 16.5 . . . . .	871
16.6	Επιλογή της διάταξης των συνενώσεων . . . . .	872
16.6.1	Σημασία του αριστερού και του δεξιού ορίσματος μιας συνέ- νωσης . . . . .	873
16.6.2	Συνενωσιακά δέντρα . . . . .	873
16.6.3	Αριστεροβαθή συνενωσιακά δέντρα . . . . .	874
16.6.4	Δυναμικός προγραμματισμός για την επιλογή της διάταξης των συνενώσεων και την ομαδοποίηση . . . . .	878
16.6.5	Δυναμικός προγραμματισμός με πιο λεπτομερείς συναρτή- σεις κόστους . . . . .	882
16.6.6	Ένας άπληστος αλγόριθμος για την επιλογή της διάταξης των συνενώσεων . . . . .	883
16.6.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 16.6 . . . . .	885
16.7	Ολοκλήρωση του φυσικού απαντητικού σχεδίου . . . . .	885
16.7.1	Εκλογή μιας μεθόδου επιλογής . . . . .	886
16.7.2	Εκλογή μιας μεθόδου συνένωσης . . . . .	889
16.7.3	Διοχέτευση έναντι πλήρους υλοποίησης . . . . .	890
16.7.4	Διοχευτικές μονομελείς πράξεις . . . . .	890
16.7.5	Διοχευτικές διμελείς πράξεις . . . . .	891
16.7.6	Συμβολισμός για τα φυσικά απαντητικά σχέδια . . . . .	894
16.7.7	Επιλογή μιας διάταξης για τις φυσικές πράξεις . . . . .	898
16.7.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 16.7 . . . . .	898
16.8	Περίληψη του Κεφαλαίου 16 . . . . .	900
16.9	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 16 . . . . .	902

<b>17 Αντιμετώπιση αστοχιών του συστήματος</b>	<b>903</b>
17.1 Ενδεχόμενα προβλήματα και πρότυπα ανθεκτικής λειτουργίας . . . .	904
17.1.1 Τύποι αστοχιών . . . . .	904
17.1.2 Περισσότερα για τις δοσοληψίες . . . . .	906
17.1.3 Ορθή εκτέλεση των δοσοληψιών . . . . .	907
17.1.4 Οι πρωταρχικές πράξεις των δοσοληψιών . . . . .	909
17.1.5 Ασκήσεις για την Ενότητα 17.1 . . . . .	912
17.2 Πρακτικογράφηση αναίρεσης . . . . .	912
17.2.1 Δελτία πρακτικών . . . . .	912
17.2.2 Οι κανόνες της πρακτικογράφησης αναίρεσης . . . . .	914
17.2.3 Αποκατάσταση με χρήση της πρακτικογράφησης αναίρεσης . . . . .	916
17.2.4 Δημιουργία σημείων ελέγχου . . . . .	919
17.2.5 Δημιουργία μη αδρανών σημείων ελέγχου . . . . .	920
17.2.6 Ασκήσεις για την Ενότητα 17.2 . . . . .	924
17.3 Πρακτικογράφηση επανάληψης . . . . .	925
17.3.1 Ο κανόνας της πρακτικογράφησης επανάληψης . . . . .	926
17.3.2 Αποκατάσταση με χρήση της πρακτικογράφησης επανάληψης . . . . .	927
17.3.3 Δημιουργία σημείων ελέγχου στα πρακτικά επανάληψης . . . . .	929
17.3.4 Αποκατάσταση με χρήση πρακτικών επανάληψης που περιέ- χουν σημεία ελέγχου . . . . .	930
17.3.5 Ασκήσεις για την Ενότητα 17.3 . . . . .	932
17.4 Πρακτικογράφηση αναίρεσης/επανάληψης . . . . .	932
17.4.1 Οι κανόνες της αναίρεσης/επανάληψης . . . . .	933
17.4.2 Αποκατάσταση με χρήση της πρακτικογράφησης αναίρε- σης/επανάληψης . . . . .	933
17.4.3 Δημιουργία σημείων ελέγχου στα πρακτικά αναίρεσης/επα- νάληψης . . . . .	936
17.4.4 Ασκήσεις για την Ενότητα 17.4 . . . . .	937
17.5 Προστασία από αστοχίες μέσου . . . . .	939
17.5.1 Το αρχειακό αντίγραφο . . . . .	939
17.5.2 Μη αδρανής αρχειοθέτηση . . . . .	940
17.5.3 Αποκατάσταση με χρήση του αρχειακού αντίγραφου και των πρακτικών . . . . .	943
17.5.4 Ασκήσεις για την Ενότητα 17.5 . . . . .	943
17.6 Περίληψη του Κεφαλαίου 17 . . . . .	944
17.7 Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 17 . . . . .	946
<b>18 Έλεγχος συγχρονικότητας</b>	<b>947</b>
18.1 Σειριακά και σειριόμορφα χρονοδιαγράμματα . . . . .	948
18.1.1 Χρονοδιαγράμματα . . . . .	948
18.1.2 Σειριακά χρονοδιαγράμματα . . . . .	949
18.1.3 Σειριόμορφα χρονοδιαγράμματα . . . . .	950
18.1.4 Η επίδραση της σημασιολογίας των δοσοληψιών . . . . .	952
18.1.5 Ένας συμβολισμός για τις δοσοληψίες και τα χρονοδιαγράμ- ματα . . . . .	953

18.1.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.1 . . . . .	954
18.2	Συγκρουσιακή σειριομορφία . . . . .	954
18.2.1	Συγκρούσεις . . . . .	954
18.2.2	Γραφήματα προήγησης και ένας έλεγχος συγκρουσιακής σει- ριομορφίας . . . . .	956
18.2.3	Για ποιο λόγο είναι σωστός ο έλεγχος με το γράφημα προή- γησης; . . . . .	959
18.2.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.2 . . . . .	960
18.3	Επιβολή της σειριομορφίας μέσω φραγμών . . . . .	962
18.3.1	Φραγμοί . . . . .	963
18.3.2	Ο φρακτικός χρονοδιαγραμματιστής . . . . .	965
18.3.3	Διφασική φραγή . . . . .	966
18.3.4	Για ποιον λόγο λειτουργεί η διφασική φραγή . . . . .	966
18.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.3 . . . . .	968
18.4	Συστήματα φραγής με πολλούς τύπους φραγής . . . . .	970
18.4.1	Κοινόχρηστοι και αποκλειστικοί φραγμοί . . . . .	970
18.4.2	Μήτρες συμβατότητας . . . . .	973
18.4.3	Αναβάθμιση φραγμών . . . . .	973
18.4.4	Ενημερώσιμοι φραγμοί . . . . .	975
18.4.5	Φραγμοί αύξησης . . . . .	976
18.4.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.4 . . . . .	979
18.5	Μια αρχιτεκτονική για έναν φρακτικό χρονοδιαγραμματιστή . . . . .	981
18.5.1	Ένας χρονοδιαγραμματιστής που εισάγει ενέργειες φραγής . . . . .	982
18.5.2	Ο πίνακας φραγμών . . . . .	984
18.5.3	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.5 . . . . .	988
18.6	Ιεραρχίες στοιχείων ΒΔ . . . . .	988
18.6.1	Φραγμοί με πολλαπλά επίπεδα λεπτομέρειας . . . . .	988
18.6.2	Προειδοποιητικοί φραγμοί . . . . .	989
18.6.3	Πλειάδες-φάντασμα και ορθός χειρισμός των εισαγωγών . . . . .	993
18.6.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.6 . . . . .	994
18.7	Το δενδρικό πρωτόκολλο . . . . .	995
18.7.1	Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται η φραγή δενδρικού τύπου . . . . .	995
18.7.2	Κανόνες για την προσπέλαση δενδροειδώς δομημένων δεδο- μένων . . . . .	996
18.7.3	Γιατί το δενδρικό πρωτόκολλο λειτουργεί σωστά; . . . . .	998
18.7.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.7 . . . . .	1000
18.8	Έλεγχος συγχρονικότητας με χρονόσημα . . . . .	1001
18.8.1	Χρονόσημα . . . . .	1002
18.8.2	Φυσικώς μη πραγματοποιήσιμες συμπεριφορές . . . . .	1003
18.8.3	Προβλήματα με τα ακάθαρτα δεδομένα . . . . .	1004
18.8.4	Οι κανόνες του χρονοσηματικού τύπου χρονοδιαγραμματι- σμού . . . . .	1006
18.8.5	Πολυεκδοχικά χρονόσημα . . . . .	1008
18.8.6	Χρονόσημα έναντι φραγής . . . . .	1010
18.8.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 18.8 . . . . .	1011

18.9 Έλεγχος συγχρονικότητας μέσω επικύρωσης . . . . .	1011
18.9.1 Αρχιτεκτονική ενός χρονοδιαγραμματιστή επικυρωτικού τύ- που . . . . .	1012
18.9.2 Οι κανόνες επικύρωσης . . . . .	1013
18.9.3 Σύγκριση των τριών μηχανισμών ελέγχου συγχρονικότητας .	1016
18.9.4 Ασκήσεις για την Ενότητα 18.9 . . . . .	1017
18.10 Περίληψη του Κεφαλαίου 18 . . . . .	1017
18.11 Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 18 . . . . .	1020
<b>19 Περισσότερα σχετικά με τη διαχείριση δοσοληψιών</b>	<b>1023</b>
19.1 Σειριομορφία και αποκαταστασιμότητα . . . . .	1023
19.1.1 Το πρόβλημα των ακάθαρτων δεδομένων . . . . .	1024
19.1.2 Διαδιδόμενη ανάκληση . . . . .	1026
19.1.3 Αποκαταστάσιμα χρονοδιαγράμματα . . . . .	1026
19.1.4 Χρονοδιαγράμματα που αποφεύγουν τη διαδιδόμενη ανά- κληση . . . . .	1027
19.1.5 Διαχείριση ανακλήσεων μέσω φραγής . . . . .	1028
19.1.6 Ομαδική οριστικοποίηση . . . . .	1030
19.1.7 Λογική πρακτικογράφηση . . . . .	1031
19.1.8 Ανάκαμψη από λογικά πρακτικά . . . . .	1035
19.1.9 Ασκήσεις για την Ενότητα 19.1 . . . . .	1037
19.2 Αδιέξοδα . . . . .	1038
19.2.1 Εντοπισμός αδιεξόδων μέσω χρονικών ορίων . . . . .	1038
19.2.2 Το γράφημα αναμονών . . . . .	1039
19.2.3 Αποτροπή αδιεξόδων μέσω διάταξης των στοιχείων . . . . .	1041
19.2.4 Εντοπισμός αδιεξόδων μέσω χρονοσήμων . . . . .	1042
19.2.5 Σύγκριση των μεθόδων διαχείρισης αδιεξόδων . . . . .	1044
19.2.6 Ασκήσεις για την Ενότητα 19.2 . . . . .	1047
19.3 Δοσοληψίες μακράς διάρκειας . . . . .	1048
19.3.1 Προβλήματα των μακρών δοσοληψιών . . . . .	1048
19.3.2 Έπη . . . . .	1051
19.3.3 Αντισταθμιστικές δοσοληψίες . . . . .	1052
19.3.4 Για ποιον λόγο λειτουργούν σωστά οι αντισταθμιστικές δοσο- ληψίες . . . . .	1054
19.3.5 Ασκήσεις για την Ενότητα 19.3 . . . . .	1055
19.4 Περίληψη του Κεφαλαίου 19 . . . . .	1055
19.5 Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 19 . . . . .	1057
<b>20 Παράλληλες και κατανεμημένες βάσεις δεδομένων</b>	<b>1059</b>
20.1 Παράλληλοι αλγόριθμοι για σχέσεις . . . . .	1060
20.1.1 Πρότυπα παραλληλισμού . . . . .	1060
20.1.2 Παράλληλη εκτέλεση πράξεων τύπου «πλειάδα προς πλειάδα»	1063
20.1.3 Παράλληλοι αλγόριθμοι για ολοσχεσιακές πράξεις . . . . .	1064
20.1.4 Επιδόσεις των παράλληλων αλγορίθμων . . . . .	1065
20.1.5 Ασκήσεις για την Ενότητα 20.1 . . . . .	1068

20.2	Το απεικονιστικό-αναγωγικό πλαίσιο για τον παραλληλισμό . . . . .	1068
20.2.1	Το πρότυπο αποθήκευσης . . . . .	1068
20.2.2	Η απεικονιστική συνάρτηση . . . . .	1069
20.2.3	Η αναγωγική συνάρτηση . . . . .	1070
20.2.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 20.2 . . . . .	1072
20.3	Κατανεμημένες βάσεις δεδομένων . . . . .	1072
20.3.1	Κατανομή των δεδομένων . . . . .	1073
20.3.2	Κατανεμημένες δοσοληψίες . . . . .	1074
20.3.3	Ομοιοτύπηση δεδομένων . . . . .	1075
20.3.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 20.3 . . . . .	1076
20.4	Κατανεμημένη επεξεργασία των ερωτημάτων . . . . .	1076
20.4.1	Το πρόβλημα της κατανεμημένης συνένωσης . . . . .	1076
20.4.2	Αναγωγές σε ημισυνενώσεις . . . . .	1077
20.4.3	Συνενώσεις πολλών σχέσεων . . . . .	1078
20.4.4	Άκυκλα υπεργραφήματα . . . . .	1079
20.4.5	Πλήρεις αναγωγές για άκυκλα υπεργραφήματα . . . . .	1082
20.4.6	Για ποιον λόγο λειτουργεί σωστά ο αλγόριθμος του πλήρους αναγωγέα . . . . .	1083
20.4.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 20.4 . . . . .	1083
20.5	Κατανεμημένη οριστικοποίηση . . . . .	1084
20.5.1	Υποστήριξη της κατανεμημένης ολομέρειας . . . . .	1085
20.5.2	Διφασική οριστικοποίηση . . . . .	1086
20.5.3	Ανάκαμψη κατανεμημένων δοσοληψιών . . . . .	1088
20.5.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 20.5 . . . . .	1091
20.6	Κατανεμημένη φραγή . . . . .	1092
20.6.1	Συστήματα κεντρικής φραγής . . . . .	1092
20.6.2	Ένα μοντέλο κόστους για τους αλγορίθμους κατανεμημένης φραγής . . . . .	1093
20.6.3	Φραγή ομοιοτυπημένων στοιχείων . . . . .	1094
20.6.4	Φραγή πρωτεύοντος αντιγράφου . . . . .	1095
20.6.5	Καθολικοί φραγμοί από τοπικούς φραγμούς . . . . .	1096
20.6.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 20.6 . . . . .	1098
20.7	Κατανεμημένη αναζήτηση σε δίκτυα ισοτίμων . . . . .	1098
20.7.1	Δίκτυα ισοτίμων . . . . .	1099
20.7.2	Το πρόβλημα της κατανεμημένης διασποράς . . . . .	1100
20.7.3	Κεντρικές λύσεις για την κατανεμημένη διασπορά . . . . .	1101
20.7.4	Κύκλοι χορδών . . . . .	1101
20.7.5	Σύνδεσμοι στους κύκλους χορδών . . . . .	1103
20.7.6	Αναζήτηση με χρήση ωρολόγιων πινάκων . . . . .	1104
20.7.7	Προσθήκη νέων κόμβων . . . . .	1105
20.7.8	Όταν ένας από τους ισότιμους εταίρους αποχωρεί από το δί- κτυο . . . . .	1109
20.7.9	Όταν ένας ισότιμος εταίρος παρουσιάσει αστοχία . . . . .	1110
20.7.10	Ασκήσεις για την Ενότητα 20.7 . . . . .	1110
20.8	Περίληψη του Κεφαλαίου 20 . . . . .	1111
20.9	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 20 . . . . .	1113



## V Άλλα ζητήματα σχετικά με τη διαχείριση δεδομένων πολύ μεγάλου όγκου 1115

21	Ενοποίηση πληροφοριών	1117
21.1	Εισαγωγή στην ενοποίηση πληροφοριών	1118
21.1.1	Για ποιον λόγο χρειάζεται η ενοποίηση πληροφοριών;	1118
21.1.2	Το πρόβλημα της ετερογένειας	1120
21.2	Τρόποι ενοποίησης των πληροφοριών	1122
21.2.1	Συστήματα ομόσπονδων ΒΔ	1123
21.2.2	Αποθήκες δεδομένων	1124
21.2.3	Μεσολαβητές	1127
21.2.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 21.2	1129
21.3	Συσκευαστές σε συστήματα μεσολαβητικού τύπου	1131
21.3.1	Εκμαγεία για μορφότυπα ερωτημάτων	1131
21.3.2	Γεννήτριες συσκευαστών	1132
21.3.3	Φίλτρα	1133
21.3.4	Άλλες πράξεις στον συσκευαστή	1135
21.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 21.3	1137
21.4	Βελτιστοποίηση βάσει δυνατοτήτων	1137
21.4.1	Το πρόβλημα των περιορισμένων δυνατοτήτων των πηγών	1138
21.4.2	Ένα σημειογραφικό σύστημα για την περιγραφή των δυνατοτήτων των πηγών	1139
21.4.3	Επιλογή απαντητικού σχεδίου βάσει δυνατοτήτων	1140
21.4.4	Προσθήκη κοστολογικού τύπου βελτιστοποίησης	1142
21.4.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 21.4	1143
21.5	Βελτιστοποίηση των ερωτημάτων μεσολαβητή	1144
21.5.1	Απλοποιημένο σημειογραφικό σύστημα για τα ποικίλματα	1144
21.5.2	Λήψη απαντήσεων για υποστόχους	1145
21.5.3	Ο αλγόριθμος αλυσίδα	1146
21.5.4	Ενσωμάτωση ενωσιακών όψεων στον μεσολαβητή	1149
21.5.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 21.5	1151
21.6	Τοπικά οψιόμορφοι μεσολαβητές	1152
21.6.1	Σκοπιμότητα των τοπικά οψιόμορφων μεσολαβητών	1152
21.6.2	Ορολογία που χρησιμοποιείται στην τοπικά οψιόμορφη μεσολάβηση	1153
21.6.3	Επέκταση των λύσεων	1155
21.6.4	Εγκλεισμός συζευκτικών ερωτημάτων	1157
21.6.5	Για ποιον λόγο ο έλεγχος εγκλειστικής απεικόνισης είναι σωστός	1159
21.6.6	Εύρεση λύσεων για ένα ερώτημα μεσολαβητή	1160
21.6.7	Για ποιον λόγο ισχύει το θεώρημα LMSS	1161
21.6.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 21.6	1162
21.7	Αποσαφήνιση οντοτήτων	1162
21.7.1	Πώς αποφασίζεται αν τα δελτία αναπαριστούν την ίδια οντότητα	1163



21.7.2	Συγχώνευση παρόμοιων δελτίων . . . . .	1165
21.7.3	Χρήσιμες ιδιότητες των συναρτήσεων ομοιότητας και συ- χώνευσης . . . . .	1167
21.7.4	Ο αλγόριθμος R-Swoosh για δελτία ICAR . . . . .	1168
21.7.5	Γιατί λειτουργεί ο αλγόριθμος R-Swoosh . . . . .	1170
21.7.6	Άλλες προσεγγίσεις για την αποσαφήνιση οντοτήτων . . . .	1171
21.7.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 21.7 . . . . .	1172
21.8	Περίληψη του Κεφαλαίου 21 . . . . .	1174
21.9	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 21 . . . . .	1176
<b>22</b>	<b>Εξόρυξη δεδομένων</b>	<b>1179</b>
22.1	Εξόρυξη συχνών ειδοσυνόλων . . . . .	1179
22.1.1	Το πρότυπο των καλαθιών αγορών . . . . .	1180
22.1.2	Βασικοί ορισμοί . . . . .	1182
22.1.3	Κανόνες συσχετισμού . . . . .	1183
22.1.4	Το πρότυπο υπολογισμού για τα συχνά ειδοσύνολα . . . . .	1184
22.1.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 22.1 . . . . .	1186
22.2	Αλγόριθμοι εύρεσης συχνών ειδοσυνόλων . . . . .	1186
22.2.1	Η κατανομή των συχνών ειδοσυνόλων . . . . .	1187
22.2.2	Ο απλοϊκός αλγόριθμος εύρεσης συχνών ειδοσυνόλων . . . .	1187
22.2.3	Ο αλγόριθμος a-priori . . . . .	1190
22.2.4	Υλοποίηση του αλγορίθμου a-priori . . . . .	1191
22.2.5	Καλύτερη χρήση της κύριας μνήμης . . . . .	1192
22.2.6	Πότε χρησιμοποιούμε τον αλγόριθμο PCY; . . . . .	1194
22.2.7	Ο πολυσταδικός αλγόριθμος . . . . .	1194
22.2.8	Ασκήσεις για την Ενότητα 22.2 . . . . .	1196
22.3	Εύρεση παρόμοιων ειδών . . . . .	1198
22.3.1	Το μέτρο ομοιότητας Jaccard . . . . .	1198
22.3.2	Εφαρμογές της ομοιότητας Jaccard . . . . .	1198
22.3.3	Ελαχιστοδιασπορά . . . . .	1200
22.3.4	Ελαχιστοδιασπορά και απόσταση Jaccard . . . . .	1201
22.3.5	Για ποιον λόγο λειτουργεί η ελαχιστοδιασπορά . . . . .	1202
22.3.6	Υλοποίηση της ελαχιστοδιασποράς . . . . .	1202
22.3.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 22.3 . . . . .	1203
22.4	Τοποεξαρτώμενη διασπορά . . . . .	1205
22.4.1	Αποσαφήνιση οντοτήτων ως παράδειγμα τοποεξαρτώμενης διασποράς . . . . .	1205
22.4.2	Τοποεξαρτώμενη διασπορά υπογραφών . . . . .	1207
22.4.3	Συνδυασμός ελαχιστοδιασποράς και τοποεξαρτώμενης δια- σποράς . . . . .	1209
22.4.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 22.4 . . . . .	1211
22.5	Συσταδοποίηση δεδομένων μεγάλης κλίμακας . . . . .	1211
22.5.1	Εφαρμογές της συσταδοποίησης . . . . .	1212
22.5.2	Μέτρα απόστασης . . . . .	1214
22.5.3	Συσσωρευτική συσταδοποίηση . . . . .	1216
22.5.4	Αλγόριθμοι $k$ -μέσων . . . . .	1220

22.5.5	Συσταδοποίηση $k$ -μέσων για δεδομένα μεγάλης κλίμακας . . .	1221
22.5.6	Επεξεργασία ενός μνημοφορτίου σημείων . . . . .	1222
22.5.7	Ασκήσεις για την Ενότητα 22.5 . . . . .	1225
22.6	Περίληψη του Κεφαλαίου 22 . . . . .	1226
22.7	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 22 . . . . .	1228
<b>23</b>	<b>Συστήματα βάσεων δεδομένων και Διαδίκτυο</b>	<b>1231</b>
23.1	Η αρχιτεκτονική μιας μηχανής αναζήτησης . . . . .	1231
23.1.1	Υποσυστήματα μιας μηχανής αναζήτησης . . . . .	1232
23.1.2	Ιστοερπυστές . . . . .	1233
23.1.3	Επεξεργασία ερωτημάτων στις μηχανές αναζήτησης . . . . .	1236
23.1.4	Κατάταξη των σελίδων . . . . .	1237
23.2	Ο αλγόριθμος PageRank για την αναγνώριση των σημαντικών σελίδων	1238
23.2.1	Η βασική ιδέα του PageRank . . . . .	1238
23.2.2	Αναδρομικός υπολογισμός του PageRank –Πρώτη απόπειρα	1239
23.2.3	Αραχνοπαγίδες και αδιέξοδα . . . . .	1242
23.2.4	Πώς αντιμετωπίζει τις αραχνοπαγίδες και τα αδιέξοδα ο Page-Rank . . . . .	1244
23.2.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 23.2 . . . . .	1245
23.3	Θεματικός PageRank . . . . .	1246
23.3.1	Σύνολα τηλεμεταφοράς . . . . .	1248
23.3.2	Υπολογισμός ενός θεματικού PageRank . . . . .	1249
23.3.3	Συνδεσμική ρυποδιαφήμιση . . . . .	1251
23.3.4	Θεματικός PageRank και συνδεσμική ρυποδιαφήμιση . . . . .	1252
23.3.5	Ασκήσεις για την Ενότητα 23.3 . . . . .	1253
23.4	Ρεύματα δεδομένων . . . . .	1253
23.4.1	Συστήματα διαχείρισης ρευμάτων δεδομένων . . . . .	1254
23.4.2	Εφαρμογές των ρευμάτων . . . . .	1255
23.4.3	Ένα πρότυπο δεδομένων για τα ρεύματα δεδομένων . . . . .	1256
23.4.4	Μετατροπή ρευμάτων σε σχέσεις . . . . .	1257
23.4.5	Μετατροπή σχέσεων σε ρεύματα . . . . .	1259
23.4.6	Ασκήσεις για την Ενότητα 23.4 . . . . .	1260
23.5	Εξόρυξη δεδομένων από ρεύματα . . . . .	1261
23.5.1	Κίνητρο . . . . .	1262
23.5.2	Καταμέτρηση δυφίων . . . . .	1265
23.5.3	Καταμέτρηση του πλήθους των διακριτών στοιχείων . . . . .	1268
23.5.4	Ασκήσεις για την Ενότητα 23.5 . . . . .	1270
23.6	Περίληψη του Κεφαλαίου 23 . . . . .	1271
23.7	Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο 23 . . . . .	1273