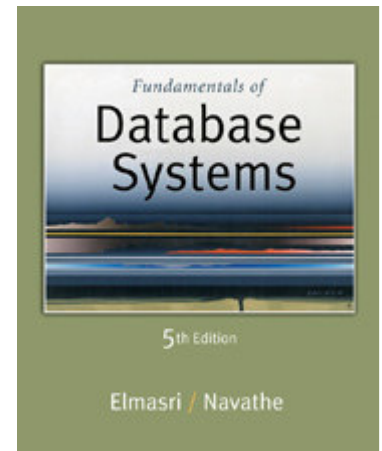


5th Edition

Elmasri / Navathe

Κεφάλαιο 10

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις και
Κανονικοποίηση για Σχεσιακές
Βάσεις Δεδομένων



Περιεχόμενα Κεφαλαίου

- 1 Μη τυπικές οδηγίες σχεδιασμού σχεσιακών βάσεων δεδομένων
 - 1.1 Σημασιολογικά των γνωρισμάτων των σχέσεων
 - 1.2 Πλεονάζουσες πληροφορίες σε Πλειάδες και Ανωμαλίες ενημέρωσης
 - 1.3 Null τιμές σε Πλειάδες
 - 1.4 Πλασματικές Πλειάδες
- 2 Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (ΣΕ)
 - 2.1 Ορισμός ΣΕ
 - 2.2 Επαγωγικοί κανόνες για ΣΕ
 - 2.3 Σύνολα Ισοδυναμίας ΣΕ
 - 2.4 Ελάχιστα Σύνολα ΣΕ

Περιεχόμενα Κεφαλαίου

- 3 Κανονικές Μορφές που βασίζονται σε κλειδιά
 - 3.1 Κανονικοποίηση Σχέσεων
 - 3.2 Πρακτική Χρήση των κανονικών μορφών
 - 3.3 Ορισμοί κλειδιών και γνωρισμάτων που μετέχουν σε κλειδιά
 - 3.4 Πρώτη κανονική μορφή
 - 3.5 Δεύτερη κανονική μορφή
 - 3.6 Τρίτη κανονική μορφή
- 4 Γενικοί ορισμοί κανονικών μορφών (για πολλαπλά κλειδιά)
- 5 BCNF (Boyce-Codd κανονική μορφή)

1 Μη τυπικές οδηγίες σχεδιασμού σχεσιακών βάσεων δεδομένων (1)

- Τι είναι ο σχεδιασμός σχεσιακών βάσεων δεδομένων?
 - Η ομαδοποίηση γνωρισμάτων για τον σχηματισμό "καλών" σχεσιακών σχημάτων
- Δύο επίπεδα σχεσιακών σχημάτων
 - Το λογικό επίπεδο "η όψη του χρήστη"
 - Το επίπεδο αποθήκευσης "βασική σχέση"
- Ο σχεδιασμός κυρίως αφορά τις βασικές σχέσεις
- Ποια είναι τα κριτήρια για "καλές" βασικές σχέσεις?

Μη τυπικές οδηγίες σχεδιασμού σχεσιακών βάσεων δεδομένων (2)

- Εξετάζουμε αρχικά άτυπες οδηγίες για καλό σχεσιακό σχεδιασμό
- Στη συνέχεια εξετάζουμε τυπικές έννοιες συναρτησιακών εξαρτήσεων και κανονικών μορφών
 - - 1NF (Πρώτη κανονική μορφή)
 - - 2NF (Δεύτερη κανονική μορφή)
 - - 3NF (Τρίτη κανονική μορφή)
 - - BCNF (Boyce-Codd κανονική μορφή)
- Στο κεφάλαιο 11 εξετάζονται επιπλέον τύποι εξαρτήσεων, περαιτέρω κανονικές μορφές, αλγόριθμοι σχεσιακού σχεδιασμού με σύνθεση.

1.1 Σημασιολογικά των γνωρισμάτων σχέσεων

- ΟΔΗΓΙΑ 1: Άτυπα, κάθε πλειάδα σε μια σχέση θα πρέπει να παριστάνει μια οντότητα ή ένα στιγμιότυπο συσχέτισης. (Ισχύει για τις σχέσεις και τα γνωρίσματά τους).
 - Δεν θα πρέπει να αναμειγνύονται στη ίδια σχέση τα γνωρίσματα διαφορετικών οντοτήτων (ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ, ΤΜΗΜΑ, ΕΡΓΟ)
 - Για αναφορά σε άλλες οντότητες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο ξένα κλειδιά
 - Τα γνωρίσματα οντοτήτων και συσχετίσεων θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ξεχωριστά.
- Τελικά: Σχεδιάστε ένα σχήμα που μπορεί να εξηγηθεί εύκολα σχέση σχέση. Τα σημασιολογικά των γνωρισμάτων θα πρέπει να ερμηνεύονται εύκολα.

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ

ξ.κ.

<u>ΕΡ_ΟΝΟΜΑ</u>	<u>ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	<u>ΗΜ_ΓΕΝ</u>	<u>ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ</u>	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>
-----------------	----------------	---------------	------------------	-----------------

π.κ.

ΤΜΗΜΑ

ξ.κ.

<u>Τ_ΟΝΟΜΑ</u>	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	<u>ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ</u>
----------------	-----------------	-------------------

π.κ.

ΤΟΠΟΘ_ΤΜΗΜΑ

ξ.κ.

<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	<u>Τ_ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>
-----------------	--------------------

π.κ.

ΕΡΓΟ

ξ.κ.

<u>Ε_ΟΝΟΜΑ</u>	<u>ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ</u>	<u>ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ</u>	<u>Κ_ΤΜΗΜ</u>
----------------	------------------	------------------	---------------

π.κ.

ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

ξ.κ.

ξ.κ.

<u>ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	<u>ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ</u>	<u>ΩΡΕΣ</u>
----------------	------------------	-------------

π.κ.

Εικόνα 10.1 Απλοποιημένη εκδοχή του σχεσιακού σχήματος της βάσης δεδομένων ΕΤΑΙΡΕΙΑ.

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ

EP_ONOMA	AP_TAYT	HM_GEN	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΚΩΔ_ΤΜΗΜ
Smith,John B.	123456789	1965-01-09	731 Fondren,Houston,TX	5
Wong,Franklin T.	333445555	1955-12-08	638 Voss,Houston,TX	5
Zelaya,Alicia J.	999887777	1968-07-19	3321 Castle,Spring,TX	4
Wallace,Jennifer S.	987654321	1941-06-20	291 Berry,Bellaire,TX	4
Narayan,Remesh K.	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak,Humble,TX	5
English,Joyce A.	453453453	1972-07-31	5631 Rice,Houston,TX	5
Jabbar,Ahmad V.	987987987	1969-03-29	980 Dallas,Houston,TX	4
Borg,James E.	888665555	1937-11-10	450 Stone,Houston,TX	1

ΤΜΗΜΑ

T_ONOMA	ΚΩΔ_ΤΜΗΜ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ
Research	5	333445555
Administration	4	987654321
Headquarters	1	888665555

ΤΟΠΟΘ_ΤΜΗΜΑ

ΚΩΔ_ΤΜΗΜ	T_ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston

ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

AP_TAYT	ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ	ΩΡΕΣ
123456789	1	32.5
123456789	2	7.5
666884444	3	40.0
453453453	1	20.0
453453453	2	20.0
333445555	2	10.0
333445555	3	10.0
333445555	10	10.0
333445555	20	10.0
999887777	30	30.0
999887777	10	10.0
987987987	10	35.0
987987987	30	5.0
987654321	30	20.0
987654321	20	15.0
888665555	20	null

ΕΡΓΟ

E_ONOMA	ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ	ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ	ΚΩΔ_ΤΜΗΜΑ
ProductX	1	Bellaire	5
ProductY	2	Sugarland	5
ProductZ	3	Houston	5
Computerization	10	Stafford	4
Reorganization	20	Houston	1
Newbenefits	30	Stafford	4

1.2 Πλεονάζουσες Πληροφορίες σε πλειάδες και ανωμαλίες ενημέρωσης

- Πληροφορίες που αποθηκεύονται επαναλαμβανόμενες
 - Κρατούν χώρο
 - Προκαλούν προβλήματα με ανωμαλίες ενημέρωσης
 - Ανωμαλίες εισαγωγής
 - Ανωμαλίες διαγραφής
 - Ανωμαλίες τροποποίησης

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ

- Έστω η σχέση:
 - ΕΡΓΑΖ_ΕΡΓΟ(Αρ_Ταυτ, Κωδ_Εργου, Ον_Εργαζ, Ον_Εργου, Ωρες)
- Ανωμαλία ενημέρωσης:
 - Αλλάζοντας το όνομα του έργου P1 από “Billing” σε “Customer-Accounting” θα πρέπει η ενημέρωση αυτή να γίνει για όλους τους εργαζόμενους στο έργο P1.

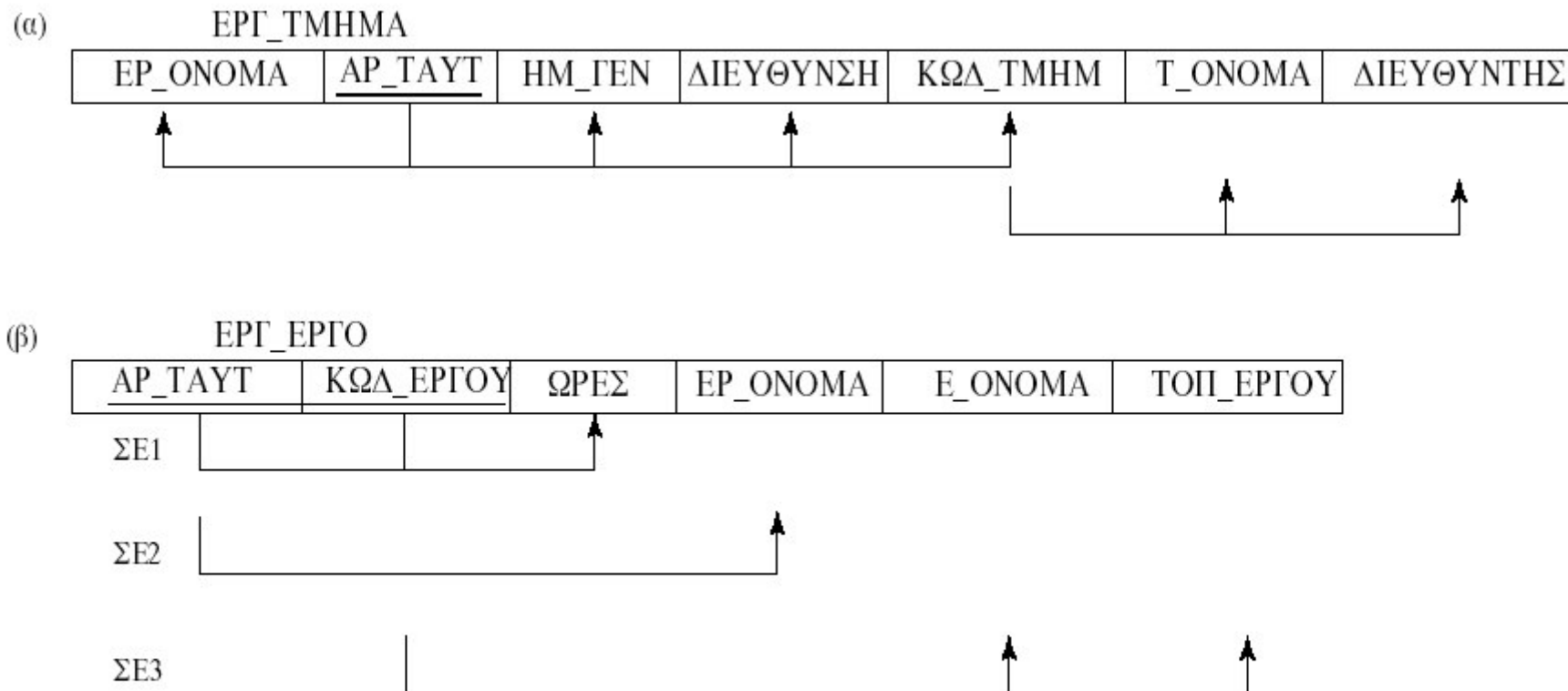
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΙΑΣ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

- Έστω η σχέση:
 - ΕΡΓΑΖ_ΕΡΓΟ(Αρ_Ταυτ, Κωδ_Εργου, Ον_Εργαζ, Ον_Εργου, Ωρες)
- Ανωμαλία εισαγωγής:
 - Δεν μπορεί να προστεθεί ένα έργο αν δεν έχει κάποιον εργαζόμενο σε αυτό.
- Αντίστροφα
 - Δεν μπορεί να προστεθεί ένας εργαζόμενος αν δεν έχει απασχοληθεί σε κάποιο έργο.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΙΑΣ ΑΝΩΜΑΛΙΑΣ ΔΙΑΓΡΑΦΗΣ

- Έστω η σχέση:
 - ΕΡΓΑΖ_ΕΡΓΟ(Αρ_Ταυτ, Κωδ_Εργου, Ον_Εργαζ, Ον_Εργου, Ωρες)
- Ανωμαλία διαγραφής:
 - Όταν διαγραφεί ένα έργο, θα έχει σαν αποτέλεσμα να διαγραφούν όλοι οι εργαζόμενοι σε αυτό.
 - Εναλλακτικά, αν ένας εργαζόμενος είναι ο μοναδικός σε ένα έργο, η διαγραφή του εργαζόμενου αυτού θα έχει σαν αποτέλεσμα την διαγραφή του έργου.

Δύο σχήματα σχέσεων που υποφέρουν από ανωμαλίες ενημέρωσης



Εικόνα 10.3 Δύο σχήματα σχέσεων και οι συναρτησιακές τους εξαρτήσεις. (α) Το σχήμα της σχέσης ΕΡΓ_ΤΜΗΜΑ. (β) Το σχήμα της σχέσης ΕΡΓ_ΕΡΓΟ.

Οι βασικές σχέσεις ΕΡΓ_ΤΜΗΜΑ και ΕΡΓ_ΕΡΓΟ όπως σχηματίζονται μετά την φυσική συνένωση : με πλεονάζουσες πληροφορίες

ΕΡΓ_ΤΜΗΜΑ				Πλεονασμός		
EP_ONOMA	AP_TAYT	HM_GEN	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΚΩΔ_ΤΜΗΜ	T_ONOMA	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ
Smith,John B.	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston,TX	5	Research	333445555
Wong,Franklin T.	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston,TX	5	Research	333445555
Zelaya,Alicia J.	999887777	1968-07-19	3321 Castle, Spring,TX	4	Administration	987654321
Wallace,Jennifer S.	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire,TX	4	Administration	987654321
Narayan,Remesh K.	666884444	1962-09-15	975 FireOak, Humble,TX	5	Research	333445555
English,Joyce A.	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston,TX	5	Research	333445555
Jabbar,Ahmad V.	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston,TX	4	Administration	987654321
Borg,James E.	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston,TX	1	Headquarters	987654321

ΕΡΓ_ΕΡΓΟ		Πλεονασμός		Πλεονασμός	
AP_TAYT	ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ	ΩΡΕΣ	EP_ONOMA	E_ONOMA	ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ
123456789	1	32.5	Smith,John B.	ProductX	Bellaire
123456789	2	7.5	Smith,John B.	ProductY	Sugarland
666884444	3	40.0	Narayan,Remesh K.	ProductZ	Houston
66688444	1	20.0	English,Joyce A.	ProductX	Bellaire
453453453	2	20.0	English,Joyce A.	ProductY	Sugarland
453453453	2	10.0	Wong,Franklin T.	ProductY	Sugarland
333445555	3	10.0	Wong,Franklin T.	ProductZ	Houston
333445555	10	10.0	Wong,Franklin T.	Computerization	Stafford
333445555	20	10.0	Wong,Franklin T.	Reorganization	Houston
999887777	30	30.0	Zelaya,Alicia J.	Newbenefits	Stafford
999887777	10	10.0	Zelaya,Alicia J.	Computerization	Stafford
987987987	10	35.0	Jabbar,Ahmad V.	Computerization	Stafford
987987987	30	5.0	Jabbar,Ahmad V.	Newbenefits	Stafford
987654321	30	20.0	Wallace,Jennifer S.	Newbenefits	Stafford
987654321	20	15.0	Wallace,Jennifer S.	Reorganization	Houston
888665555	20	null	Borg,James E.	Reorganization	Houston

Εικόνα 10.4 Παράδειγμα κατάστασης για τις ΕΡΓ_ΤΜΗΜΑ και ΕΡΓ_ΕΡΓΟ που προκύπτουν από εφαρμογή της φυσικής συνένωσης στις σχέσεις της Εικόνας 10.2. Για λόγους απόδοσης αυτές μπορούν να αποθηκευθούν σαν βασικές σχέσεις.

Οδηγία για πλεονάζουσες πληροφορίες σε πλειάδες και ανωμαλίες ενημέρωσης

■ ΟΔΗΓΙΑ 2:

- Σχεδιάστε ένα σχήμα που δεν υποφέρει ανωμαλίες εισαγωγής, διαγραφής και τροποποίησης.
- Αν υπάρχουν οποιεσδήποτε ανωμαλίες, τότε πρέπει να καταγραφούν ώστε να ληφθούν υπόψιν από τις εφαρμογές.

1.3 Τιμές Null σε Πλειάδες

■ ΟΔΗΓΙΑ 3:

- Οι σχέσεις θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι που οι πλειάδες τους να έχουν όσο το δυνατόν λιγότερες τιμές NULL
- Τα γνωρίσματα που μπορεί να είναι NULL συχνά τίθενται σε ξεχωριστές σχέσεις (με το πρωτεύον κλειδί)

■ Λόγοι χρήσης των null:

- Δεν υφίσταται το γνώρισμα για την συγκεκριμένη πλειάδα
- Δεν είναι γνωστή η τιμή (μπορεί να υπάρχει)
- Η τιμή υπάρχει, αλλά δεν είναι διαθέσιμη

1.4 Πλασματικές Πλειάδες

- Κακός σχεδιασμός μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων μπορεί να καταλήγουν σε λαθεμένα αποτελέσματα για κάποιες JOIN πράξεις
- Η ιδιότητα της "συνένωσης χωρίς απώλειες" χρησιμοποιείται για να εξασφαλισθούν αποτελέσματα σωστού περιεχομένου από πράξεις συνένωσης
- ΟΔΗΓΙΑ 4:
 - Οι σχέσεις θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να ικανοποιούν την συνθήκη συνένωσης χωρίς απώλειες.
 - Δεν θα πρέπει να δημιουργούνται πλασματικές πλειάδες από φυσική συνένωση οποιονδήποτε σχέσεων.

Πλασματικές Πλειάδες (2)

- Υπάρχουν δύο σημαντικές ιδιότητες των διασπάσεων :
 - a) Η αντίστοιχη συνένωση πρέπει να είναι μη προσθετική ή άνευ απωλειών
 - b) Να διατηρεί τις συναρτησιακές εξαρτήσεις.
- Σημείωση:
 - Η ιδιότητα (a) πολύ σημαντική και *δεν μπορεί να* θυσιάζεται.
 - Η ιδιότητα (b) είναι λιγότερο αυστηρή και μπορεί να θυσιασθεί (βλ. Κεφάλαιο 11).

2.1 Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (1)

- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (ΣΕ)
 - Είναι καλές για τον προσδιορισμό *τυπικών μέτρων* του πόσο καλοί είναι οι σχεσιακοί σχεδιασμοί
 - Τα κλειδιά χρησιμοποιούνται για τον ορισμό **κανονικών μορφών** για σχέσεις
 - Είναι **περιορισμοί** που προέρχονται από τη *σημασία* και τις *συσχετίσεις* δεδομένων και γνωρισμάτων
- Ένα σύνολο γνωρισμάτων X καθορίζει *συναρτησιακά* ένα σύνολο γνωρισμάτων Y αν η τιμή του X καθορίζει μια μοναδική τιμή για το Y

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (2)

- Η $X \rightarrow Y$ ισχύει αν όταν δύο πλειάδες έχουν την ίδια τιμή για το X , *πρέπει να έχουν την ίδια τιμή για το Y*
 - Για οποιεσδήποτε δύο πλειάδες $t1$ and $t2$ σε οποιοδήποτε στιγμιότυπο $r(R)$: *Αν $t1[X]=t2[X]$, τότε $t1[Y]=t2[Y]$*
- Η $X \rightarrow Y$ στην R ορίζει ένα *περιορισμό* σε όλα τα στιγμιότυπα $r(R)$
- Γράφεται σαν $X \rightarrow Y$. μπορεί να παρασταθεί γραφικά σε ένα σχήμα σχέσης (δείχνεται με ένα βέλος \rightarrow).
- Οι ΣΕ παράγονται από περιορισμούς του πραγματικού κόσμου στα γνωρίσματα.

Παραδείγματα περιορισμών ΣΕ (1)

- Οι αριθμοί ταυτότητας καθορίζουν το όνομα του εργαζόμενου
 - $Ar_Taut \rightarrow \text{ΕΠΙΘΕΤΟ}$
- Ο κωδικός έργου καθορίζει το όνομα και η τοποθεσία του έργου
 - $Kwδ_Eργου \rightarrow \{\text{Ον_Eργου}, \text{ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ}\}$
- Ο Ar_Taut του εργαζόμενος και ο κωδικός του έργου καθορίζουν τις ώρες απασχόλησης την εβδομάδα στο έργο
 - $\{Ar_Taut, K_Eργου\} \rightarrow \OmegaΡΕΣ$

Παραδείγματα περιορισμών ΣΕ(2)

- Μια ΣΕ είναι μια ιδιότητα των γνωρισμάτων στο σχήμα R
- Ο περιορισμός πρέπει να ισχύει για κάθε στιγμιότυπο της σχέσης $r(R)$
- Αν το K είναι ένα κλειδί της R, τότε το K καθορίζει συναρτησιακά όλα τα γνωρίσματα της R
 - (επειδή δεν έχουμε ποτέ δύο διακριτές πλειάδες με $t_1[K]=t_2[K]$)

Οι ΣΕ είναι μια ιδιότητα των σημασιολογικών των δεδομένων και ισχύουν πάντα : κάποιες ΣΕ μπορεί να αποκλεισθούν με βάση την κατάσταση της βάσης

ΔΙΔΑΣΚΕΙ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ	ΜΑΘΗΜΑ	ΒΙΒΛΙΟ
Smith	Data Structures	Bartam
Smith	Data Management	Martin
Hall	Compilers	Hoffman
Brown	Data Structures	Horowitz

Εικόνα 10.7 Ένα στιγμιότυπο της σχέσης ΔΙΔΑΣΚΕΙ με μια πιθανή συναρτησιακή εξάρτηση ΒΙΒΛΙΟ→ΜΑΘΗΜΑ. Ωστόσο αποκλείεται η ΔΙΔΑΣΚΩΝ→ΜΑΘΗΜΑ.

2.2 Επαγωγικοί κανόνες για ΣΕ (1)

- Δοθέντος ενός συνόλου ΣΕ F , μπορούμε να **συνάγουμε** επιπλέον ΣΕ που ισχύουν όταν ισχύουν οι ΣΕ του F
- Κανόνες συμπερασμού του Armstrong:
 - ΚΣ1. (**ανατνακλαστικός**) αν $Y \subseteq X$, then $X \rightarrow Y$
 - ΚΣ2. (**επαυξητικός**) Αν $X \rightarrow Y$, τότε $XZ \rightarrow YZ$
 - (Σημείωση: XZ σημαίνει $X \cup Z$)
 - ΚΣ3. (**Μεταβατικός**) Αν $X \rightarrow Y$ και $Y \rightarrow Z$, τότε $X \rightarrow Z$
- Οι ΚΣ1, ΚΣ2, ΚΣ3 αποτελούν ένα **βάσιμο και πλήρες** σύνολο κανόνων συμπερασμού
 - Είναι κανόνες που ισχύουν όλοι οι άλλοι μπορούν να παραχθούν από αυτούς

Επαγωγικοί κανόνες για ΣΕ (2)

- Είναι χρήσιμοι μερικοί επιπλέον κανόνες συμπερασμού:
 - **Διάσπαση:** $\text{An } X \rightarrow YZ, \text{ τότε } X \rightarrow Y \text{ και } X \rightarrow Z$
 - **Ένωση:** $\text{An } X \rightarrow Y \text{ και } X \rightarrow Z, \text{ τότε } X \rightarrow YZ$
 - **Ψευδομεταβατικός:** $\text{An } X \rightarrow Y \text{ και } WY \rightarrow Z, \text{ τότε } WX \rightarrow Z$
- Οι τρεις τελευταίοι επαγωγικοί κανόνες καθώς και οποιοδήποτε άλλοι μπορούν να εξαχθούν από τους ΚΣ1, ΚΣ2, και ΚΣ3 (ιδιότητα της πληρότητας)

Επαγωγικοί κανόνες για ΣΕ FDs (3)

- Η **κλειστότητα** ενός συνόλου F ΣΕ είναι το σύνολο F^+ όλων των ΣΕ που μπορούν να παραχθούν από το F
- Η **κλειστότητα** ενός συνόλου γνωρισμάτων X σε σχέση με το F είναι το σύνολο X^+ όλων των γνωρισμάτων που καθορίζονται συναρτησιακά από το X
- Το X^+ μπορεί να υπολογισθεί εφαρμόζοντας τους ΚΣ1, ΚΣ2, ΚΣ3 στις ΣΕ του F

2.3 Ισοδυναμία συνόλων ΣΕ

- Δύο σύνολα ΣΕ F και G είναι **ισοδύναμα** αν:
 - Κάθε ΣΕ στο F μπορεί να εξαχθεί από το G , και
 - Κάθε ΣΕ στο G μπορεί να εξαχθεί από το F
 - Επομένως, τα F και G είναι ισοδύναμα αν $F^+ = G^+$
- Ορισμός (**Καλύπτει**):
 - Το F **καλύπτει το** G αν κάθε ΣΕ στο G μπορεί να παραχθεί από το F
 - (δηλαδή, αν $G^+ \subseteq F^+$)
- Τα F και G είναι ισοδύναμα αν το F καλύπτει το G και το G καλύπτει το F
- Υπάρχει ένας αλγόριθμος ελέγχου της ισοδυναμίας συνόλων ΣΕ

2.4 Ελάχιστα Σύνολα ΣΕ (1)

- Ένα σύνολο ΣΕ είναι **minimal** αν ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες:
 1. Κάθε εξάρτηση στο F έχει ένα απλό γνώρισμα σαν δεξιό μέλος.
 2. Δεν μπορούμε να αφαιρέσουμε οποιαδήποτε εξάρτηση από το F και να προκύψει ένα σύνολο εξαρτήσεων ισοδύναμο με το F .
 3. Δεν μπορούμε να αντικαταστήσουμε κάποια εξάρτηση $X \rightarrow A$ στο F με μια εξάρτηση $Y \rightarrow A$, όπου $Y \subset X$ και να εξακολουθούμε να έχουμε ένα σύνολο εξαρτήσεων ισοδύναμο με το F .

Ελάχιστα Σύνολα ΣΕ(2)

- Κάθε σύνολο ΣΕ έχει ένα ισοδύναμο minimal σύνολο
- Μπορεί να υπάρχουν πολλά minimal σύνολα
- Δεν υπάρχει απλός αλγόριθμος για τον υπολογισμό ενός minimal συνόλου ΣΕ ισοδύναμου με ένα σύνολο F ΣΕ
- Για την σύνθεση ενός συνόλου σχέσεων, υποθέτουμε ότι αρχίζουμε με ένα σύνολο εξαρτήσεων που είναι minimal
 - Π.χ., σες αλγόριθμους 11.2 και 11.4

Υπολογισμός των Minimal Συνόλων ΣΕ

Δείχνουμε τον αλγόριθμο με τα παρακάτω:

Έστω το σύνολο ΣΕ $E : \{B \rightarrow A, D \rightarrow A, AB \rightarrow D\}$. Θέλουμε να βρούμε την ελάχιστη κάλυψη του E .

- Οι παραπάνω εξαρτήσεις είναι σε κανονική μορφή· έτσι έχουμε τελειώσει το βήμα 1 του αλγόριθμου 10.2 και προχωράμε στο βήμα 2. Στο βήμα 2 πρέπει αν η $AB \rightarrow D$ έχει πλεονάζον γνώρισμα στο αριστερό μέλος· δηλαδή, μπορεί να αντικατασταθεί από τις $B \rightarrow D$ ή $A \rightarrow D$?
- Αφού $B \rightarrow A$, επαυξάνοντας με το B στις δύο πλευρές (ΚΣ2), έχουμε $BB \rightarrow AB$, ή $B \rightarrow AB$ (i). Ωστόσο, $AB \rightarrow D$ δίδεται (ii).
- Επομένως από τον μεταβατικό κανόνα (ΚΣ33), έχουμε από τις (i) και (ii), $B \rightarrow D$. Επομένως η $AB \rightarrow D$ μπορεί να αντικατασταθεί από την $B \rightarrow D$.
- Έχουμε τώρα ένα σύνολο ισοδύναμο με το E , έστω $E' : \{B \rightarrow A, D \rightarrow A, B \rightarrow D\}$. Στο βήμα 2 δεν είναι δυνατή περαιτέρω μείωση αφού όλες οι ΣΕ έχουν ένα γνώρισμα στο αριστερό μέλος
- Στο βήμα 3 εξετάζουμε πλεονάζουσες ΣΕ στο E' . Χρησιμοποιώντας το μεταβατικό κανόνα στις $B \rightarrow D$ και $D \rightarrow A$, παίρνουμε την $B \rightarrow A$. Επομένως η $B \rightarrow A$ είναι πλεονάζουσα στο E' και μπορεί να απαλειφθεί.
- Επομένως η ελάχιστη κάλυψη του E είναι $\{B \rightarrow D, D \rightarrow A\}$.

3 Κανονικές μορφές που βασίζονται σε πρωτεύοντα κλειδιά

- 3.1 Κανονικοποίηση Σχέσεων
- 3.2 Πρακτική Χρήση των κανονικών μορφών
- 3.3 Ορισμοί κλειδιών και γνωρισμάτων που συμμετέχουν σε κλειδιά
- 3.4 Πρώτη Κανονική Μορφή
- 3.5 Δεύτερη Κανονική Μορφή
- 3.6 Τρίτη Κανονική Μορφή

3.1 Κανονικοποίηση Σχέσεων (1)

■ Κανονικοποίηση:

- Η διαδικασία αποσύνθεσης μη ικανοποιητικών "κακών" σχέσεων με διαχωρισμό των γνωρισμάτων τους σε μικρότερες σχέσεις

■ Κανονική Μορφή:

- Συνθήκη με χρήση κλειδιών και ΣΕ μιας σχέσης για να πιστοποιηθεί αν ένα σχήμα σχέσης είναι σε κάποια κανονική μορφή

Κανονικοποίηση Σχέσεων(2)

- 2NF, 3NF, BCNF
 - Βασίζονται σε κλειδιά και ΣΕ ενός σχήματος σχέσης
- 4NF
 - Βασίζεται σε κλειδιά, εξαρτήσεις πολλαπλών τιμών
 - 5NF βασίζεται σε κλειδιά, εξαρτήσεις συνένωσης (Κεφάλαιο 11)
- Μπορεί να χρειάζονται επιπλέον ιδιότητες για να εξασφαλισθεί σχεδιασμός ενός καλού σχεσιακού σχήματος (συνένωση χωρίς απώλειες, διατήρηση των εξαρτήσεων)

3.2 Πρακτική Χρήση των Κανονικών Μορφών

- Στην πράξη η **κανονικοποίηση** γίνεται ώστε οι σχεδιασμοί που προκύπτουν να είναι υψηλής ποιότητας και να καλύπτουν επιθυμητές ιδιότητες
- Η πρακτική χρήση αυτών των κανονικών μορφών είναι αμφιλεγόμενη όταν οι περιορισμοί στους οποίους βασίζονται είναι *δύσκολο να γίνουν κατανοητοί ή να εντοπισθούν*
- Οι σχεδιαστές των βάσεων δεδομένων *δεν χρειάζεται να κανονικοποιήσουν στην υψηλότερη πιθανή κανονική μορφή.*
 - (συνήθως μέχρι 3NF, BCNF ή 4NF)
- **Απο-κανονικοποίηση:**
 - Η διαδικασία αποθήκευσης συνένωσης υψηλότερης κανονικής μορφής σαν βασικής σχέσης —που είναι σε χαμηλότερη κανονική μορφή

3.3 Ορισμοί Κλειδιών και Γνωρισμάτων που Συμμετέχουν σε κλειδιά (1)

- Ένα **υπερκλειδί** ενός σχήματος σχέσης $R = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ είναι ένα σύνολο γνωρισμάτων S υποσύνολο του R με την ιδιότητα ότι δεν υπάρχουν δύο πλειάδες t_1 και t_2 σε οποιαδήποτε έγκυρη κατάσταση r της σχέσης R με $t_1[S] = t_2[S]$
- Ένα **κλειδί** K είναι ένα **υπερκλειδί** με την επιπλέον ιδιότητα ότι η απόσπαση ενός γνωρίσματος από το K θα έχει σαν συνέπεια να μην είναι πια υπερκλειδί.

Ορισμοί Κλειδιών και Γνωρισμάτων που Συμμετέχουν σε κλειδιά (2)

- Αν ένα σχήμα σχέσης έχει περισσότερα από ένα κλειδιά, καθένα ονομάζεται **υποψήφιο** κλειδί.
 - Ένα από τα υποψήφια κλειδιά ορίζεται *αυθαίρετα* σαν το **πρωτεύον κλειδί**, και τα άλλα ονομάζονται **δευτερεύοντα κλειδιά**.
- Ένα **πρωτεύον γνώρισμα** πρέπει να είναι μέλος *κάποιου* υποψήφιου κλειδιού
- Ένα **μη πρωτεύον γνώρισμα** δεν είναι πρωτεύον γνώρισμα—δηλαδή, δεν είναι μέλος *κάποιου* υποψήφιου κλειδιού.

3.2 Πρώτη Κανονική μορφή

- Δεν επιτρέπει
 - σύνθετα γνωρίσματα
 - πλειότιμα γνωρίσματα
 - **εμφωλευμένες σχέσεις**: γνωρίσματα που οι τιμές τους για μια πλειάδα δεν είναι ατομικές
- Θεωρείται μέρος του ορισμού της σχέσης

Κανονικοποίηση σε 1NF



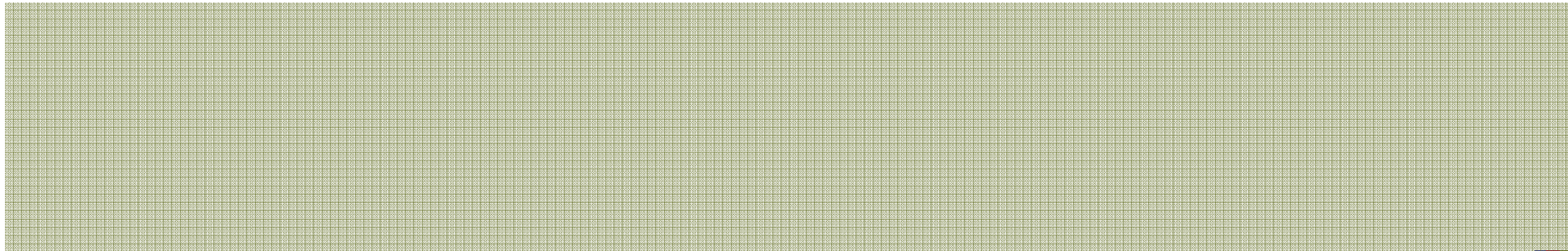
(β)

ΤΜΗΜΑ			
T_ONOMA	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	T_TOΠΟΘΕΣΙΕΣ
Research	5	333445555	{ Bellaire, Sugarland, Houston }
Administration	4	987654321	{ Stafford }
Headquarters	1	888665555	{ Houston }

(γ)

ΤΜΗΜΑ			
T_ONOMA	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	<u>T_TOΠΟΘΕΣΙΕΣ</u>
Research	5	333445555	Bellaire
Research	5	333445555	Sugarland
Research	5	333445555	Houston
Administration	4	987654321	Stafford
Headquarters	1	888665555	Houston

Εικόνα 10.8 Κανονικοποίηση σε πρώτη κανονική μορφή. (α) Ένα σχήμα σχέσης που δεν βρίσκεται σε πρώτη κανονική μορφή. (β) Παράδειγμα στιγμιοτύπου σχέσης. (γ) Σχέση σε πρώτη κανονική μορφή με πλεονασμό.



Κανονικοποίηση εμφωλευμένων σχέσεων σε 1NF

(α)

ΕΡΓ_ΕΡΓΟ			
ΑΡ_ΤΑΥΤ	ΕΡ_ΟΝΟΜΑ	ΕΡΓΑ	
		ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ	ΩΡΕΣ

(β)

ΕΡΓ_ΕΡΓΟ			
ΑΡ_ΤΑΥΤ	ΕΡ_ΟΝΟΜΑ	ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ	ΩΡΕΣ
123456789	Smith,John B.	1	32.5
		2	7.5
666884444	Narayan,Ramesh K.	3	40.0
453453453	English,Joyce A.	1	20.0
		2	20.0
333445555	Wong,Franklin T.	2	10.0
		3	10.0
		10	10.0
		20	10.0
999887777	Zelaya,Alicia J.	30	30.0
987987987	Jabbar,Ahmad V.	10	35.0
		30	5.0
987654321	Wallace,Jennifer S.	30	20.0
888665555	Borg,James E.	20	15.0
		20	null

(γ)

ΕΡΓ_ΕΡΓΟ1	
ΑΡ_ΤΑΥΤ	ΕΡ_ΟΝΟΜΑ

ΕΡΓ_ΕΡΓΟ2		
ΑΡ_ΤΑΥΤ	ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ	ΩΡΕΣ

Εικόνα 10.9 Κανονικοποίηση εμφωλευμένων σχέσεων σε πρώτη κανονική μορφή. (α) Σχήμα της σχέσης ΕΡΓ_ΕΡΓΟ με μια «εμφωλευμένη σχέση» ΕΡΓΑ. (β) Παράδειγμα έκτασης της σχέσης ΕΡΓ_ΕΡΓΟ, όπου σε κάθε πλειάδα περιλαμβάνεται μια εμφωλευμένη σχέση. (γ) Αποσύνθεση της ΕΡΓ_ΕΡΓΟ σε σχέσεις πρώτης κανονικής μορφής με μεταφορά του πρωτεύοντος κλειδιού.

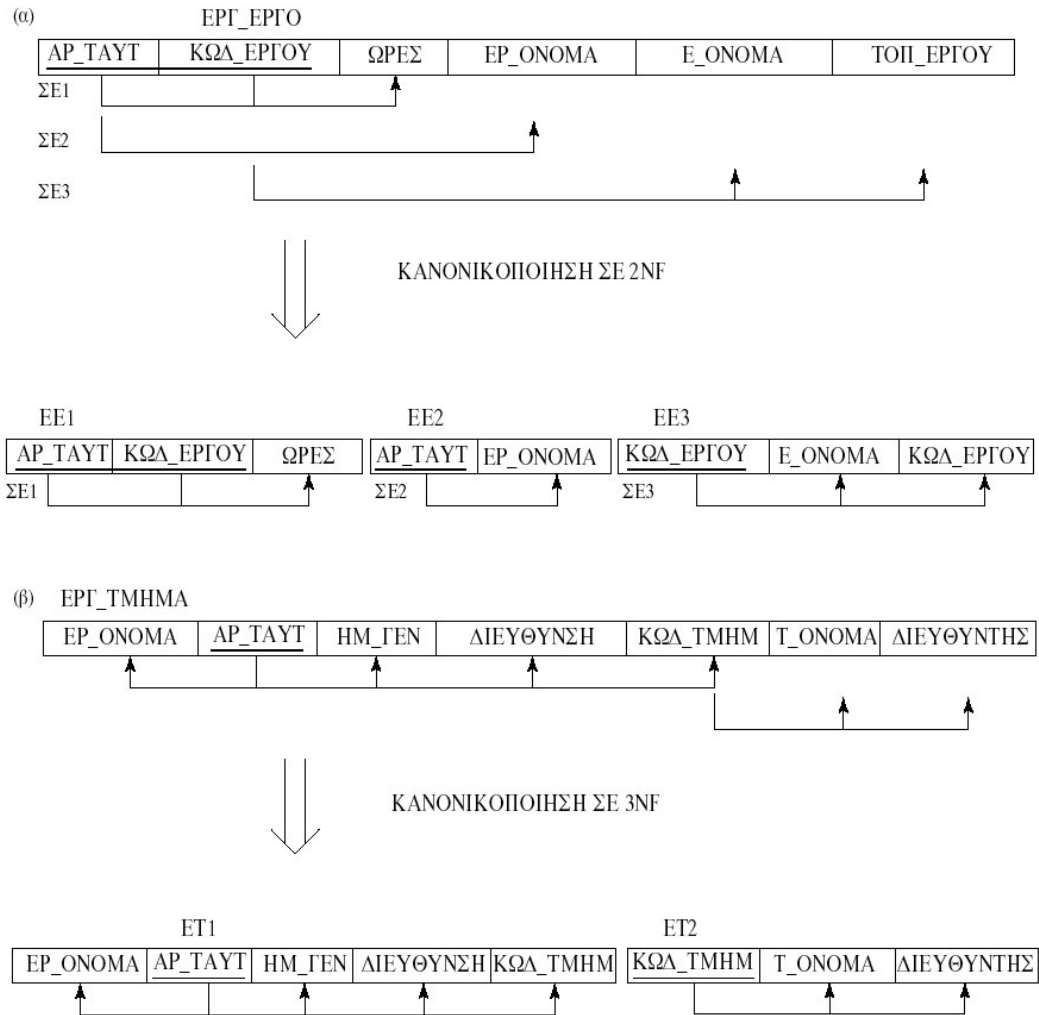
3.3 Δεύτερη Κανονική Μορφή (1)

- Χρησιμοποιεί τις έννοιες των **ΣΕ**, **πρωτεύοντος κλειδιού**
- Ορισμοί
 - **Πρωτεύον Γνώρισμα:** Ένα γνώρισμα που είναι μέλος του πρωτεύοντος κλειδιού K
 - **Πλήρης Συναρτησιακή εξάρτηση:** μια ΣΕ $Y \rightarrow Z$ όπου η απομάκρυνση ενός γνωρίσματος από το Y σημαίνει ότι η ΣΕ δεν ισχύει πλέον
- Παραδείγματα:
 - $\{ArTaut, Kwd_Ergou\} \rightarrow \Omega res$ είναι μια πλήρης ΣΕ αφού δεν ισχύει ούτε η $ArTaut \rightarrow \Omega res$ ούτε η $Kwd_Ergou \rightarrow \Omega res$
 - Η $\{ArTaut, Kwd_Ergou\} \rightarrow E_Onoma$ δεν είναι πλήρης ΣΕ (ονομάζεται μερική εξάρτηση) αφού ισχύει η $Ar_Taut \rightarrow E_Onoma$

Δεύτερη Κανονική Μορφή (2)

- Ένα σχήμα σχέσης R είναι σε **δεύτερη κανονική μορφή (2NF)** αν κάθε μη πρωτεύον γνώρισμα A του R είναι πλήρως συναρτησιακά εξαρτώμενο από το πρωτεύον κλειδί
- Η R μπορεί να αποσυντεθεί σε δύο σχέσεις σε 2NF μέσω της διαδικασίας κανονικοποίησης σε 2NF

Κανονικοποίηση σε 2NF και 3NF



Εικόνα 10.10 Κανονικοποίηση σε 2NF και 3NF, (α)Κανονικοποίηση της ΕΡΓ_ΕΡΓΟ σε σχέσεις σε 2NF. (β)Κανονικοποίηση της ΕΡΓ_ΤΜΗΜΑ σε σχέσεις σε 3NF.

3.4 Τρίτη Κανονική Μορφή (1)

- Ορισμός:
 - **Μεταβατική Συναρτησιακή εξάρτηση** : μια ΣΕ $X \rightarrow Z$ που μπορεί να παραχθεί από δύο ΣΕ FDs $X \rightarrow Y$ και $Y \rightarrow Z$
- Παραδείγματα:
 - Η $AP_TAYT \rightarrow ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ$ είναι μια **μεταβατική ΣΕ**
 - Αφού ισχύουν $AP_TAYT \rightarrow ΚΩΔ_ΤΜΗΜ$ και $ΚΩΔ_ΤΜΗΜ \rightarrow ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ$
 - Η $AP_TAYT \rightarrow Ε_ΟΝΟΜΑ$ δεν είναι **μεταβατική**
 - Αφού δεν υπάρχει σύνολο γνωρισμάτων X όπου $AP_TAYT \rightarrow X$ και $X \rightarrow Ε_ΟΝΟΜΑ$

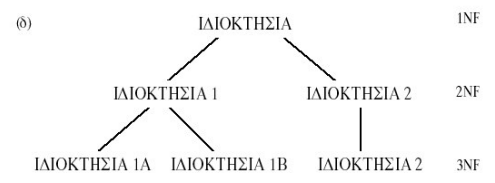
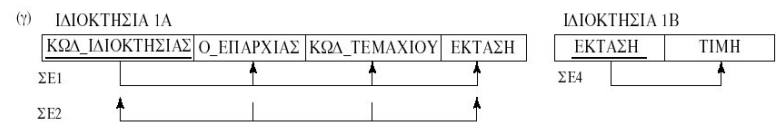
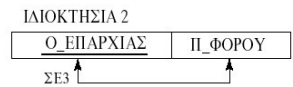
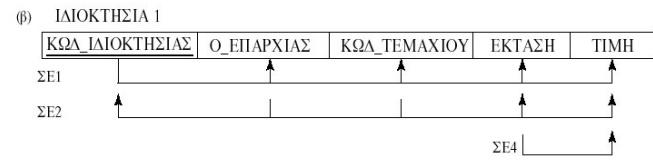
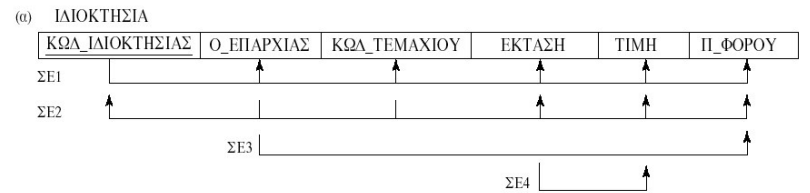
Τρίτη Κανονική Μορφή (2)

- Ένα σχήμα σχέσης R είναι σε **Τρίτη κανονική μορφή (3NF)** αν είναι σε 2NF και δεν υπάρχει μη πρωτεύον γνώρισμα A της R μεταβατικά εξαρτώμενο από το πρωτεύον κλειδί
- Η R μπορεί να αποσυντεθεί σε σχέσεις σε 3NF μέσω της διαδικασίας κανονικοποίησης σε 3NF
- ΣΗΜΕΙΩΣΗ:
 - Αν $X \rightarrow Y$ και $Y \rightarrow Z$, με X σαν πρωτεύον κλειδί, θεωρείται πρόβλημα μόνο αν το Y δεν είναι υποψήφιο κλειδί.
 - Όταν το Y είναι ένα υποψήφιο κλειδί, δεν υπάρχει πρόβλημα με την μεταβατική εξάρτηση.
 - Π.χ., Έστω η ΕΡΓ (AP_ΑΤΑΥΤ, AP_ΜΗΤΡ_ΕΡΓ, Μισθος).
 - Όπου, $AP_ΑΤΑΥΤ \rightarrow AP_ΜΗΤΡ_ΕΡΓ \rightarrow Salary$ και το AP_ΜΗΤΡ_ΕΡΓ είναι ένα υποψήφιο κλειδί.

ΑΤΥΠΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

- 1NF κανονική μορφή
 - Όλα τα γνωρίσματα εξαρτώνται από **το κλειδί**
- 2NF κανονική μορφή
 - Όλα τα γνωρίσματα εξαρτώνται από **όλο το κλειδί**
- 3NF κανονική μορφή
 - Όλα τα γνωρίσματα εξαρτώνται **μόνο από το κλειδί**

Επαναληπτική Κανονικοποίηση των ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ σε 2NF και 3NF



Εικόνα 10.11 Κανονικοποίηση σε δεύτερη και τρίτη κανονική μορφή. (α) Το σχήμα της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ και οι συναρτησιακές του εξαρτήσεις ΣΕ1 έως ΣΕ4. (β) Αποσύνθεση της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ στις σχέσεις δεύτερης κανονικής μορφής ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1 και ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ2. (γ) Αποσύνθεση της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1 στις σχέσεις τρίτης κανονικής μορφής ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1Α και ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1Β. (δ) Σύνοψη της κανονικοποίησης της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ.

ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ με βάση τα πρωτεύοντα κλειδιά

Κανονική Μορφή	Έλεγχος	Θεραπεία (Κανονικοποίηση)
Πρώτη Κανονική Μορφή(1NF)	Μια σχέση δεν μπορεί να έχει μη ατομικά γνωρίσματα ή εμφωλευμένες σχέσεις	Σχηματίστε νέες σχέσεις για κάθε μη ατομικό γνώρισμα ή εμφωλευμένη σχέση.
Δεύτερη Κανονική Μορφή (2NF)	Για σχέσεις που το πρωτεύον κλειδί περιέχει πολλαπλά γνωρίσματα, δεν πρέπει να υπάρχουν γνωρίσματα που δεν ανήκουν στο κλειδί και είναι συναρτησιακά εξαρτώμενα από μέρος του κλειδιού.	Διάσπαση και δημιουργία νέας σχέσης για κάθε μερικό κλειδί με τα εξαρτώμενα από αυτό γνωρίσματα. Εξασφαλίστε τη διατήρηση μιας σχέσης με το αρχικό πρωτεύον κλειδί και όλα τα γνωρίσματα που εξαρτώνται συναρτησιακά πλήρως από αυτό.
Τρίτη Κανονική Μορφή (3NF)	Δεν πρέπει να υπάρχει στη σχέση ένα γνώρισμα που δεν είναι μέρος του κλειδιού και το οποίο να προσδιορίζεται συναρτησιακά από ένα άλλο γνώρισμα που δεν αποτελεί κλειδί (ή σύνολο γνωρισμάτων που δεν αποτελούν κλειδί). Δηλαδή δεν πρέπει να υπάρχει μεταβατική εξάρτηση από το πρωτεύον κλειδί σε ένα γνώρισμα που δεν ανήκει στο κλειδί.	Διάσπαση και δημιουργία μιας σχέσης που περιλαμβάνει το(α) γνώρισμα(τα) που προσδιορίζουν συναρτησιακά άλλα γνωρίσματα που δεν ανήκουν στο κλειδί.

4 Γενικοί ορισμοί των κανονικών μορφών (Για πολλαπλά κλειδιά) (1)

- Οι παραπάνω ορισμοί θεωρούσαν μόνο το πρωτεύον κλειδί
- Οι παρακάτω πιο γενικοί ορισμοί λαμβάνουν υπόψιν σχέσεις με πολλαπλά υποψήφια κλειδιά
- Ένα σχήμα σχέσης R είναι σε **δεύτερη κανονική μορφή (2NF)** αν κάθε μη-πρωτεύον γνώρισμα A της R είναι πλήρως συναρτησιακά εξαρτώμενο από *κάθε κλειδί* της R

Γενικοί ορισμοί των κανονικών μορφών(2)

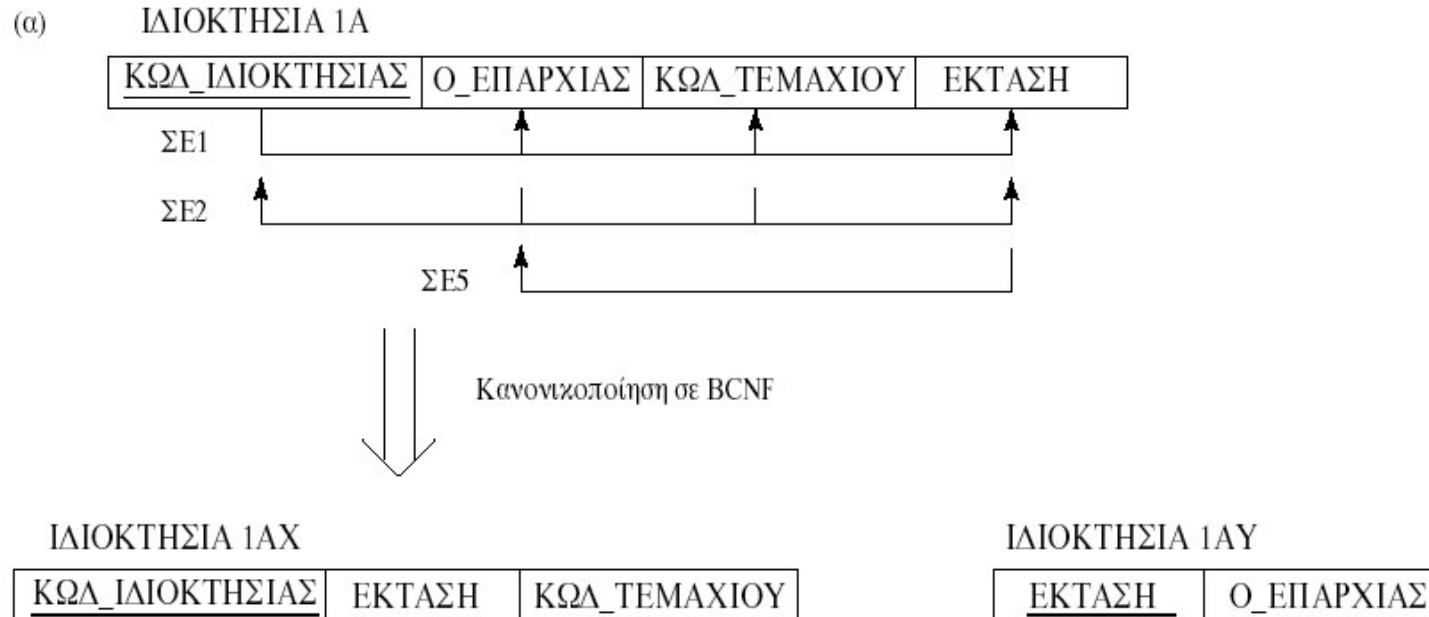
- Ορισμός:
 - **Υπερ-κλειδί** ενός σχήματος σχέσης R – ένα σύνολο γνωρισμάτων S της R που περιέχει ένα κλειδί της R
 - Ένα σχήμα σχέσης R είναι σε **Τρίτη κανονική μορφή (3NF)** αν όταν ισχύει μια $\Sigma E X \rightarrow A$ στην R , τότε συμβαίνει ένα από τα:
 - (a) το X είναι ένα υπερ-κλειδί της R , ή
 - (b) το A είναι ένα πρωτεύον γνώρισμα της R
- **ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Η Boyce-Codd κανονική μορφή δεν επιτρέπει την παραπάνω συνθήκη (b)

5 BCNF (Boyce-Codd Κανονική Μορφή)

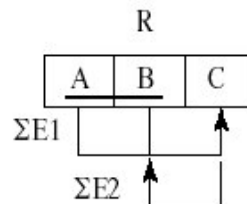
- Ένα σχήμα σχέσης R είναι σε **Boyce-Codd Κανονική Μορφή (BCNF)** αν όποτε ισχύει μια **ΣΕ $X \rightarrow A$** στην R, τότε το **X είναι ένα υπερ-κλειδί** της R
- Κάθε κανονική μορφή είναι αυστηρά ισχυρότερη από την προηγούμενη
 - Σχέσεις σε 2NF είναι σε 1NF
 - Σχέσεις σε 3NF είναι σε 2NF
 - Κάθε BCNF σχέση είναι σε 3NF
- Υπάρχουν σχέσεις που είναι σε 3NF αλλά όχι σε BCNF
- Ο στόχος είναι κάθε σχέση να είναι σε BCNF (ή 3NF)

Boyce-Codd Κανονική Μορφή

(α)



(β)



Εικόνα 10.12 BCNF. (α) Κανονικοποίηση σε BCNF με «απώλεια» της εξάρτησης ΣΕ2 κατά την αποσύνθεση. (β) Μια σχέση R που βρίσκεται σε τρίτη κανονική μορφή αλλά όχι σε BCNF.

Μια σχέση ΔΙΔΑΣΚΕΙ που είναι σε 3NF αλλά όχι σε BCNF

ΔΙΔΑΣΚΕΙ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ	ΜΑΘΗΜΑ	ΔΙΔΑΣΚΩΝ
Narayan	Database	Mark
Smith	Database	Navathe
Smith	Operating Systems	Ammar
Smith	Theory	Schulman
Wallace	Database	Mark
Wallace	Operating Systems	Ahamad
Wong	Database	Omiecinski
Zelaya	Database	Navathe

Εικόνα 10.13 Μια σχέση ΔΙΔΑΣΚΕΙ που είναι σε 3NF αλλά όχι σε BCNF.

Μετατροπή σε BCNF με αποσύνθεση (1)

- Υπάρχουν 2 ΣΕ στη σχέση ΔΙΔΑΣΚΕΙ:
 - σε1: { ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΜΑΘΗΜΑ} → ΔΙΔΑΣΚΩΝ
 - σε2: ΔΙΔΑΣΚΩΝ → ΜΑΘΗΜΑ
- το {ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΜΑΘΗΜΑ} είναι ένα υποψήφιο κλειδί αυτής της σχέσης και οι εξαρτήσεις είναι αυτές που δείχνει η εικόνα 10.12 (b).
 - Επομένως η σχέση αυτή είναι 3NF αλλά δεν είναι σε BCNF
- Μια σχέση που **δεν είναι** σε BCNF θα πρέπει να αποσυντεθεί ώστε να ικανοποιεί αυτή την ιδιότητα, ενώ πιθανά να μην επιβάλλεται η διατήρηση όλων των συναρτησιακών εξαρτήσεων στις σχέσεις της αποσύνθεσης.
 - (Βλ. Αλγόριθμο 11.3)

Μετατροπή σε BCNF με αποσύνθεση(2)

- Τρεις πιθανές αποσυνθέσεις της ΔΙΔΑΣΚΕΙ
 - {ΜΑΘΗΜΑ, ΔΙΔΑΣΚΩΝ} και {ΜΑΘΗΜΑ, ΦΟΙΤΗΤΗΣ}
 - {ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΔΙΔΑΣΚΩΝ} και {ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΜΑΘΗΜΑ}
 - {ΔΙΔΑΣΚΩΝ, ΜΑΘΗΜΑ} και {ΔΙΔΑΣΚΩΝ, ΦΟΙΤΗΤΗΣ}
- Και οι τρεις αποσυνθέσεις θα χάσουν την σε1.
 - Θα πρέπει να αποφασίσουμε να θυσιάσουμε την διατήρηση της συναρτησιακής εξάρτησης. Αλλά δεν μπορούμε να θυσιάσουμε την μη προσθετική ιδιότητα μετά την αποσύνθεση.
- Από τις τρεις αυτές μόνο η Τρίτη αποσύνθεση, δεν θα δημιουργήσει πλασματικές πλειάδες μετά τη συνένωση.(και επομένως έχει την μη προσθετική ιδιότητα).
- Εξετάζουμε στο 11 ελέγχους αν μια δυαδική διάσπαση έχει την μη προσθετική ιδιότητα.

Σύνοψη του Κεφαλαίου

- Άτυπες οδηγίες σχεδιασμού σχεσιακών βάσεων δεδομένων
- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (ΣΕ)
 - Ορισμός, Επαγωγικοί Κανόνες, Ισοδυναμίες συνόλων ΣΕ, Ελάχιστα σύνολα ΣΕ
- Κανονικές μορφές που βασίζονται σε πρωτεύοντα κλειδιά
- Γενικοί Ορισμοί Κανονικών Μορφών (Για πολλαπλά κλειδιά)
- BCNF (Boyce-Codd Normal Form)