

Εισαγωγή στις πλειότιμες εξαρτήσεις

- Έστω ότι έχουμε δυο σχέσεις
(EMP_PROJECTS και
EMP_DEPENDENTS
που αναπαριστούν
δύο 1:N σχέσεις
ανεξάρτητες μεταξύ τους.
- Θέλουμε να εξετάσουμε
το ενδεχόμενο χρήσης
της συνένωσής τους για
διατήρηση των
πληροφοριών. Θα
πρέπει να
χρησιμοποιήσουμε την
σχέση EMP.

EMP_PROJECTS

<u>Ename</u>	<u>Pname</u>
Smith	X
Smith	Y
Brown	W
Brown	X
Brown	Y
Brown	Z

EMP_DEPENDENTS

<u>Ename</u>	<u>Dname</u>
Smith	Anna
Smith	John
Brown	Jim
Brown	Joan
Brown	Bob

EMP

<u>Ename</u>	<u>Pname</u>	<u>Dname</u>
Smith	X	John
Smith	Y	Anna
Smith	X	Anna
Smith	Y	John
Brown	W	Jim
Brown	X	Jim
Brown	Y	Jim
Brown	Z	Jim
Brown	W	Joan
Brown	X	Joan
Brown	Y	Joan
Brown	Z	Joan
Brown	W	Bob
Brown	X	Bob
Brown	Y	Bob
Brown	Z	Bob

Εισαγωγή στις πλειότιμες εξαρτήσεις (2)

- Παρατηρούμε ότι στην EMP υπάρχει κάποιος πλεονασμός δεδομένων που θα μπορούσε να δημιουργήσει ανωμαλίες ενημέρωσης. Για παράδειγμα κάθε τιμή στο DNAME επαναλαμβάνεται για όλες τις τιμές του PNAME για το ίδιο ENAME
- Όμως η σχέση EMP βρίσκεται σε BCNF (γιατί;)
- Χρειαζόμαστε ένα νέο εργαλείο για να εκφράζουμε αυτό το είδος πλεονασμών, που

EMP

<u>Ename</u>	<u>Pname</u>	<u>Dname</u>
Smith	X	John
Smith	Y	Anna
Smith	X	Anna
Smith	Y	John
Brown	W	Jim
Brown	X	Jim
Brown	Y	Jim
Brown	Z	Jim
Brown	W	Joan
Brown	X	Joan
Brown	Y	Joan
Brown	Z	Joan
Brown	W	Bob
Brown	X	Bob
Brown	Y	Bob
Brown	Z	Bob

5. Πλειότιμες Εξαρτήσεις και Τέταρτη Κανονική Μορφή (1)

Ορισμός:

- Μια Πλειότιμη Εξάρτηση (ΠΕ) (multivalued dependency **MVD**) $X \twoheadrightarrow Y$ σε ένα σχεσιακό σχήμα R , όπου X και Y είναι υποσύνολα του R , καθορίζει τον εξής περιορισμό σε κάθε κατάσταση σχέσης r του R : Αν υπάρχουν δύο πλειάδες t_1 και t_2 στην r έτσι ώστε $t_1[X] = t_2[X]$, τότε θα πρέπει να υπάρχουν και δύο πλειάδες t_3 και t_4 στην r με τις ακόλουθες ιδιότητες (το Z αναπαριστά $(R - (X \cup Y))$):
 - $t_3[X] = t_4[X] = t_1[X] = t_2[X]$.
 - $t_3[Y] = t_1[Y]$ and $t_4[Y] = t_2[Y]$.
 - $t_3[Z] = t_2[Z]$ and $t_4[Z] = t_1[Z]$.
- Μια ΠΕ $X \twoheadrightarrow Y$ στο R καλείται τετριμμένη αν (α) το Y είναι υποσύνολο του X , ή (β) $X \cup Y = R$.

Παράδειγμα Πλειότιμης Εξάρτησης

t1	EMP			
t2		Ename	Pname	Dname
t3		Smith	X	John
t4		Smith	Y	Anna
		Smith	X	Anna
		Smith	Y	John
		Brown	W	Jim
		Brown	X	Jim
		Brown	Y	Jim
		Brown	Z	Jim
		Brown	W	Joan
		Brown	X	Joan
		Brown	Y	Joan
		Brown	Z	Joan
		Brown	W	Bob
		Brown	X	Bob
		Brown	Y	Bob
		Brown	Z	Bob

- Για κάθε πλειάδα t1 και t2 όπου
 - $t1[Ename] = t2[Ename]$
- Υπάρχουν πλειάδες t3 και t4 όπου
 - $t3[Ename] = t4[Ename] = t1[Ename] = t2[Ename]$
 - $t3[Pname] = t1[Pname]$
 - $t3[Dname] = t2[Dname]$
 - $t4[Pname] = t2[Pname]$
 - $t4[Dname] = t1[Dname]$

Πλειότιμες Εξαρτήσεις και Τέταρτη Κανονική Μορφή (2)

- **Κανόνες Συμπερασμού για Συναρτησιακές και Πλειότιμες Εξαρτήσεις:**
 - ΚΣ1 (ανακλαστικός για ΣΕ): $\text{An } X \supseteq Y, \text{ τότε } X \rightarrow Y.$
 - ΚΣ2 (επαυξητικός για ΣΕ): $\{X \rightarrow Y\} \models XZ \rightarrow YZ.$
 - ΚΣ3 (μεταβατικός για ΣΕ): $\{X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z\} \models X \rightarrow Z.$
 - ΚΣ4 (συμπληρωματικός για ΠΕ): $\{X \twoheadrightarrow Y\} \models X \twoheadrightarrow (R - (X \cup Y)).$
 - ΚΣ5 (επαυξητικός για ΠΕ): $\text{An } X \twoheadrightarrow Y \text{ και } W \supseteq Z \text{ τότε } WX \twoheadrightarrow YZ.$
 - ΚΣ6 (μεταβατικός για ΠΕ): $\{X \twoheadrightarrow Y, Y \twoheadrightarrow Z\} \models X \twoheadrightarrow (Z - Y).$
 - ΚΣ7 (αντιγραφής από ΣΕ σε ΠΕ): $\{X \rightarrow Y\} \models X \twoheadrightarrow Y.$
 - ΚΣ8 (συγχώνευσης για ΣΕ και ΠΕ): $\text{An } X \twoheadrightarrow Y \text{ και υπάρχει } W \text{ τέτοιο ώστε}$
 - (α) $W \cap Y$ είναι το κενό, (β) $W \rightarrow Z$, και (γ) $Y \supseteq Z$, τότε $X \rightarrow Z.$

Πλειότιμες Εξαρτήσεις και Τέταρτη Κανονική Μορφή (3)

Ορισμός:

- Ένα σχήμα σχέσης R είναι σε **4NF** ως προς ένα σύνολο εξαρτήσεων F (που περιέχει συναρτησιακές και πλειότιμες εξαρτήσεις) αν, για κάθε μη τετριμμένη πλειότιμη εξάρτηση $X \twoheadrightarrow Y$ στο F^+ , το X είναι υπερκλειδί στο R .
- Σημείωση: F^+ είναι το (πλήρες) όλων των εξαρτήσεων (συναρτησιακών και πλειότιμων) που θα ισχύουν σε κάθε κατάσταση σχέσης r του R που ικανοποιεί το F . Λέγεται **κλειστότητα** του F .

Πλειότιμες Εξαρτήσεις και Τέταρτη Κανονική Μορφή(4)

Παράδειγμα αποσύνθεσης της σχέσης EMP που δεν βρίσκεται σε 4NF.

(a) Σχέση EMP με πλειάδες.

(b) Δύο σχέσεις 4NF EMP_PROJECTS and EMP_DEPENDENTS.

(a) EMP

<u>Ename</u>	<u>Pname</u>	<u>Dname</u>
Smith	X	John
Smith	Y	Anna
Smith	X	Anna
Smith	Y	John
Brown	W	Jim
Brown	X	Jim
Brown	Y	Jim
Brown	Z	Jim
Brown	W	Joan
Brown	X	Joan
Brown	Y	Joan
Brown	Z	Joan
Brown	W	Bob
Brown	X	Bob
Brown	Y	Bob
Brown	Z	Bob

(b) EMP_PROJECTS

<u>Ename</u>	<u>Pname</u>
Smith	X
Smith	Y
Brown	W
Brown	X
Brown	Y
Brown	Z

EMP_DEPENDENTS

<u>Ename</u>	<u>Dname</u>
Smith	Anna
Smith	John
Brown	Jim
Brown	Joan
Brown	Bob

Πλειότιμες Εξαρτήσεις και Τέταρτη Κανονική Μορφή (5)

5.3 Αποσύνθεση σε 4NF Σχέσεις με την ιδιότητα μη προσθετικής (άνευ απωλειών) συνένωσης:

■ ΙΔΙΟΤΗΤΑ NJ1' (NJB')

- Τα σχήματα σχέσης R_1 και R_2 είναι μια αποσύνθεση άνευ απωλειών του R ως αναφορά ένα σύνολο F συναρτησιακών και πλειότιμων εξαρτήσεων αν και μόνο αν
 - $(R_1 \cap R_2) \twoheadrightarrow (R_1 - R_2)$
 - ή (λόγω συμμετρίας), αν και μόνο αν
 - $(R_1 \cap R_2) \twoheadrightarrow (R_2 - R_1)$.

Πλειότιμες Εξαρτήσεις και Τέταρτη Κανονική Μορφή (6)

Αλγόριθμος σχεσιακής αποσύνθεσης σε σχέσεις 4NF με την ιδιότητα της μη προσθετικής συνένωσης (αλγ. 11.5 ή αλγ. 15.7)

- **Είσοδος:** Μια καθολική σχέση R και ένα σύνολο συναρτησιακών και πλειοτιμων εξαρτήσεων F .
- 1. Set $D := \{ R \}$;
- 2. Όσο υπάρχει ένα σχήμα σχέσης Q στην D που δεν είναι σε 4NF επανέλαβε {
 επέλεξε ένα σχήμα σχέσης Q στην D που δεν είναι σε 4NF;
 βρες μια μη τετριμμένη ΠΕ $X \twoheadrightarrow Y$ στο Q που παραβιάζει την 4NF;
 αντικατέστησε το Q στην D με δύο σχήματα σχέσης $(Q - Y)$ and $(X \cup Y)$;
};

6. Άλλες εξαρτήσεις και κανονικές μορφές

Ορισμός:

- Μια **Εξάρτηση Συνένωσης (ΕΣ)**, $JD(R_1, R_2, \dots, R_n)$, που καθορίζεται σε σχήμα σχέσεως R , προσδιορίζει ένα περιορισμό στις καταστάσεις r του R .
- Ο περιορισμός καθορίζει ότι κάθε νόμιμη κατάσταση r του R πρέπει να έχει μια αποσύνθεση μη προσθετικής συνένωσης στα $R_1, R_2, \dots, R_n$; που σημαίνει ότι για κάθε τέτοια κατάσταση r έχουμε

$$* (\pi_{R_1}(r), \pi_{R_2}(r), \dots, \pi_{R_n}(r)) = r$$

Σημείωση: Μια ΠΕ είναι μια ειδική περίπτωση ΕΣ όπου το $n = 2$.

- Μια εξάρτηση συνένωσης $JD(R_1, R_2, \dots, R_n)$, που καθορίζεται σε ένα σχήμα σχέσης R , είναι τετριμμένη ΕΣ αν ένα από τα σχήματα σχέσης R_i της $JD(R_1, R_2, \dots, R_n)$ είναι ίδιο με το R .

Εξαρτήσεις Συνένωσης και 5NF

Ορισμός Πέμπτης Κανονικής Μορφής (5NF):

- Ένα σχήμα σχέσης R είναι σε Πέμπτη Κανονική Μορφή (5NF) (η **Project-Join Normal Form (PJNF)**) ως αναφορά ένα σύνολο F συναρτησιακών, πλειότιμων και συνένωσης εξαρτήσεων αν,
 - Για κάθε μη τετριμμένη εξάρτηση συνένωσης $JD(R_1, R_2, \dots, R_n)$ στο F^+ (που εξάγεται από το F),
 - κάθε R_i είναι υπερκλειδί του R .
- Ο προσδιορισμός εξαρτήσεων συνένωσης σε πραγματικές βάσεις με εκατοντάδες σχέσεις είναι πολύ δύσκολος. Για το λόγο αυτό η 5NF σπάνια χρησιμοποιείται στην πράξη.

Εξαρτήσεις Εγκλεισμού (1)

Ορισμός:

- Μια **εξάρτηση εγκλεισμού** $R.X < S.Y$ μεταξύ δύο συνόλων γνωρισμάτων— X του σχήματος σχέσης R , και Y του σχήματος σχέσης S —καθορίζει τον περιορισμό, ότι κάθε φορά που το r είναι ένα στιγμιότυπο του R και s ένα στιγμιότυπο του S , πρέπει να έχουμε

$$\pi_X(r(R)) \subseteq \pi_Y(s(S))$$

■ **Note:**

- Η σχέση $\subseteq$ (υποσυνόλου) δεν σημαίνει ότι το υποσύνολο πρέπει να είναι γνήσιο.
- Το σύνολο των γνωρισμάτων πάνω στα οποία καθορίζεται η εξάρτηση εγκλεισμού— X για το R και Y για το S —πρέπει να έχουν τον ίδιο αριθμό ορισμάτων.
- Επίσης τα πεδία ορισμού για κάθε ζεύγος αντίστοιχων γνωρισμάτων πρέπει να είναι συμβατά.

Εξαρτήσεις Εγκλεισμού (2)

- **Ο στόχος των εξαρτήσεων εγκλεισμού :**
 - Η τυποποίηση δύο τύπων περιορισμών μεταξύ διαφορετικών σχέσεων που δεν μπορούν να εκφραστούν χρησιμοποιώντας ΣΕ ή ΠΕ :
 - Περιορισμούς αναφορικής ακεραιότητας (referential integrity)
 - Σχέσεις κλάσης/υποκλάσης
- **Κανόνες Συμπερασμού Εξαρτήσεων Εγκλεισμού**
 - **ΕΕΚΣ1 (ανακλαστικότητα):** $R.X < R.X$.
 - **ΕΕΚΣ2 (αντιστοιχία γνωρισμάτων):** If $R.X < S.Y$
 - όπου $X = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ and $Y = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$ και A_i αντιστοιχεί στο B_i , τότε $R.A_i < S.B_i$
 - για $1 \leq i \leq n$.
 - **ΕΕΚΣ3 (μεταβατικότητα):** Αν $R.X < S.Y$ και $S.Y < T.Z$, τότε $R.X < T.Z$.

Συναρτησιακές εξαρτήσεις που βασίζονται σε αριθμητικές συναρτήσεις και διαδικασίες(1)

Αριθμητικές Συναρτήσεις:

- Όταν μια μοναδική τιμή του Y αντιστοιχίζεται σε κάθε X , μπορούμε να θεωρήσουμε ότι υπάρχει η ΣΕ $X \rightarrow Y$.

Για παράδειγμα στη σχέση:

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ (Αρ_Παραγ, Αρ_Πρ, Ποσότητα, Τιμή_μονάδας, Συνολική_τιμή, Τιμή_με_εκπτώση)

- Κάθε πλειάδα αναπαριστά την ποσότητα ενός προϊόντος από μια παραγγελία, και την τιμή μονάδας για το προϊόν αυτό. Στην σχέση αυτή, $(\text{Ποσότητα}, \text{Τιμή_μονάδας}) \rightarrow \text{Συνολική_τιμή}$ από τον τύπο $\text{Συνολική_τιμή} = \text{Ποσότητα} * \text{Τιμή_μονάδας}$.
- Έτσι, υπάρχει μια μοναδική τιμή για Συνολική_τιμή για κάθε ζεύγος $(\text{Ποσότητα}, \text{Τιμή_μονάδας})$, και έτσι υπακούει τον ορισμό μιας συναρτησιακής εξάρτησης.

Συναρτησιακές εξαρτήσεις που βασίζονται σε αριθμητικές συναρτήσεις και διαδικασίες (2)

Διαδικασίες:

- Μπορεί να υπάρχει μια διαδικασία που λαμβάνει υπόψη τις εκπτώσεις ποσότητας, το είδος του προϊόντος κοκ και υπολογίζει μια τιμή έκπτωσης και την συνολική ποσότητα των προϊόντων παραγγελίας. Έτσι μπορούμε να πούμε:
- $(K_Πρ, Ποσότητα, Τιμή\ Μονάδας) \rightarrow Τιμή_με_εκπτωση, ή$
- $(K_Πρ, Quantity, Συνολική_Τιμή) \rightarrow Τιμή_με_εκπτωση.$

Άλλες εξαρτήσεις και κανονικές μορφές (3)

6.4 Κανονική Μορφή Πεδίου Ορισμού - Domain-Key Normal Form (DKNF):

- **Ορισμός:**
 - Ένα σχήμα σχέσης λέμε ότι είναι σε **DKNF** εάν όλοι οι περιορισμοί και εξαρτήσεις που θα πρέπει να ισχύουν στις νόμιμες καταστάσεις της σχέσης μπορεί να επιβληθούν με την επιβολή των περιορισμών πεδίου και των περιορισμών κλειδιού που έχουν προσδιοριστεί για την σχέση αυτή..
- Η **ιδέα** είναι να καθορίσουμε (έστω και θεωρητικά) την “**υπέρτατη κανονική μορφή**” που λαμβάνει υπόψη όλους τους πιθανούς τύπους εξαρτήσεων και περιορισμών.
- Για μια σχέση σε DKNF, γίνεται εξαιρετικά εύκολο να επιβληθούν οι περιορισμοί, ελέγχοντας ότι κάθε τιμή γνωρίσματος σε μια πλειάδα ανήκει στο σωστό πεδίο ορισμού και ότι επιβάλλεται κάθε περιορισμός κλειδιού
- Η πρακτική χρήση της DKNF είναι περιορισμένη.

Σύνοψη

- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις
- Σχεδιάζοντας ένα σύνολο σχέσεων με σύνθεση.
- Ιδιότητες της σχεσιακής αποσύνθεσης
- Αλγόριθμοι για σχεσιακό σχεδιασμό βάσεων δεδομένων σε 3NF και BCNF
- Πλειότιμες Εξαρτήσεις και Τέταρτη Κανονική Μορφή
- Άλλες εξαρτήσεις και κανονικές μορφές.