Λογικός Σχεδιασμός

Εισαγωγή

Θα εξετάσουμε πότε ένα σχεσιακό σχήμα για μια βάση δεδομένων είναι *«καλό»*

- Μη τυπικές γενικές κατευθύνσεις
- Θεωρία κανονικών μορφών η οποία βασίζεται στην έννοια των συναρτησιακών εξαρτήσεων

Γενικές Κατευθύνσεις

1. Σημασιολογία
2. Ελάττωση πλεονασμού
3. Ελάττωση τιμών null
4. Μη πλασματικές πλειάδες

Σημασιολογία

- Εύκολη η εξήγηση της σημασίας του

- Αποφυγή συνδυασμού γνωρισμάτων από πολλές οντότητες και συσχετίσεις στην ίδια σχέση

Ταινία

<u>Τίτλος</u>	<u>Έτος</u>	Διάρκεια	Είδος

Παίζει

<u>Όνομα</u>	<u>Τίτλος</u>	<u>Έτος</u>

Ηθοποιός

<u>Όνομα</u>	Διεύθυνση	Έτος-Γέννησης

Πλεονασμός (επανάληψη πληροφορίας)

Ταινία

<u>Τίτλος</u>	<u>Έτος</u>	Διάρκεια	Είδος	<u>Όνομα-Ηθοποιού</u>

εδώ βοηθούν οι συναρτησιακές εξαρτήσεις

Εισαγωγή

- Για την εισαγωγή μιας νέας ταινίας πρέπει να εισάγουμε τουλάχιστον έναν ηθοποιό (τιμή null;)
- Για την εισαγωγή ενός ηθοποιού στην ταινία πρέπει να επαναλάβουμε τα γνωρίσματα (διάρκεια, είδος) της ταινίας

Διαγραφή

- Τι γίνεται αν διαγράψουμε και τον τελευταίο ηθοποιό
- Διαγραφή μιας ταινίας;

Πλεονασμός (επανάληψη πληροφορίας)

Ταινία

<u>Τίτλος</u>	<u>Έτος</u>	Διάρκεια	Είδος	<u>Όνομα-Ηθοποιού</u>

Τροποποίηση

- Τι γίνεται αν θελήσουμε να τροποποιήσουμε τη διάρκεια μιας ταινίας;

Σύνοψη Προβλημάτων Λόγω Πλεονασμού

- Πλεονασμός στην αποθήκευση
- Προβληματική ενημέρωση
- Προβληματική εισαγωγή
- Προβληματική διαγραφή

Αποφυγή τιμών null

Ηθοποιός

Όνομα	Διεύθυνση	Έτος-Γέννησης	Σύζυγος-Ηθοποιού

Ηθοποιός

Όνομα	Διεύθυνση	Έτος-Γέννησης

Ζευγάρι-Ηθοποιών

Όνομα	Σύζυγος-Ηθοποιού

Αποφυγή δημιουργίας πλασματικών πλειάδων

(αδυναμία αναπαράστασης συγκεκριμένης πληροφορίας)

Ταινία

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος

Παίζει

Τίτλος	Όνομα-Ηθοποιού

Χάνουμε πληροφορία δεν μπορούμε να βρούμε ποιος ηθοποιός έπαιξε σε ποια ταινία

Ταινία

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος	Όνομα-Ηθοποιού

Γενικός Αλγόριθμος Σχεδιασμού

Ο τρόπος που σχεδιάζαμε ένα σχήμα ΒΔ μέχρι τώρα:

- ✓ από το εννοιολογικό στο σχεσιακό μοντέλο

Θα δούμε ένα γενικό τυπικό τρόπο κατασκευής του σχήματος

Γενικά:

- Ξεκινάμε από το καθολικό σχήμα (που περιέχει όλα τα γνωρίσματα)
- Διαδοχικές διασπάσεις έτσι ώστε τα σχήματα που προκύπτουν να ικανοποιούν κάποιες ιδιότητες (με βάση συναρτησιακές εξαρτήσεις)

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

Εισαγωγή

- *Τι είναι;*

  Εξαρτήσεις ανάμεσα σε σύνολα από γνωρίσματα

- *Συμβολισμός*

  S1 → S2 (όπου S1, S2 *σύνολα* γνωρισμάτων)

- *Τι σημαίνει:*

  Αν ίδιες τιμές στα γνωρίσματα του S1 ⇒ ίδιες τιμές στα γνωρίσματα του S2

Παράδειγμα

Παράδειγμα: Σχήμα σχέσης R(A, B, C, D) (Υπενθύμιση συμβολισμού)

	A	B	C	D
r1	a_1	b_1	c_1	d_1
r2	a_1	b_2	c_1	d_2
r3	a_2	b_3	c_2	d_3
r4	a_3	b_3	c_2	d_4

Συμβολισμός

$r1[A] = a_1$

$r2[BC] = b_2\ c_1$

Στιγμιότυπο, r(R)

Ορισμός

Έστω ένα σχήμα σχέσης $R(A_1, A_2, \ldots, A_n)$.

Θα συμβολίζουμε με $\mathit{R} = \{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ το σύνολο των γνωρισμάτων της R.

Έστω $X \subseteq \mathit{R}$ και $Y \subseteq \mathit{R}$,
μια συναρτησιακή εξάρτηση (functional dependency)

$$X \rightarrow Y$$

<u>ισχύει</u> στο σχήμα R
αν για κάθε σχέση r(R), για κάθε ζεύγος πλειάδων t_1 και t_2 της r,
ισχύει $t_1[X] = t_2[X] \Rightarrow t_1[Y] = t_2[Y]$ (If $t_1[X] = t_2[X]$ then $t_1[Y] = t_2[Y]$)

Με απλά λόγια, μια συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ μας λέει ότι αν οποιεσδήποτε δυο πλειάδες μιας σχέσης της R συμφωνούν (έχουν την ίδια τιμή) στα γνωρίσματα $X \subseteq R$ τότε συμφωνούν (έχουν την ίδια τιμή) και στα γνωρίσματα $Y \subseteq R$.

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

Αντί $\{A_1, A_2, \ldots, An\} \rightarrow \{B_1, B_2, \ldots, B_m\}$ γράφουμε

$$A_1A_2 \ldots A_n \rightarrow B_1B_2 \ldots B_m$$

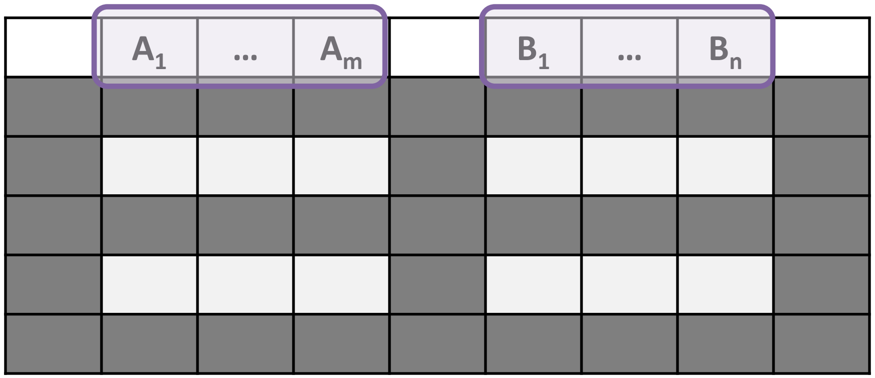
- Ισχύουν στο σχήμα - δηλαδή για όλες τις πιθανές σχέσεις (πλειάδες)

Παράδειγμα: Ποιες (μη τετριμμένες) συναρτησιακές εξαρτήσεις δεν παραβιάζει η παρακάτω σχέση – δεν ξέρουμε αν ισχύουν στο σχήμα

Μπορούμε όμως να πούμε ποιες *δεν ισχύουν*

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_2	c_1	d_2
a_2	b_3	c_2	d_3
a_3	b_3	c_2	d_4

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (επανάληψη)



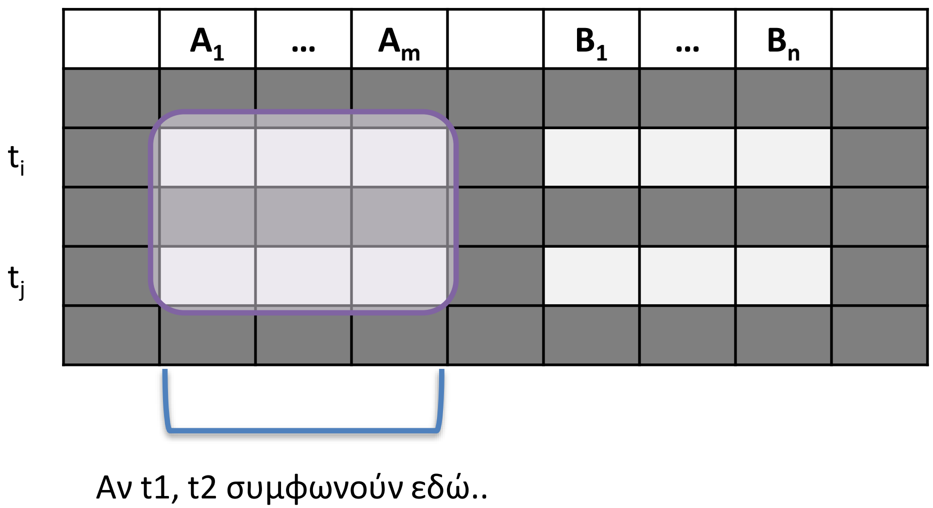
<u>Ορισμός:</u>
Έστω δύο σύνολα γνωρισμάτων **A={A_1,…,A_m}** και **B = {B_1,…B_n}** ενός πίνακα **R,**

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (εικόνα)

<u>Ορισμός:</u>
Έστω δύο σύνολα γνωρισμάτων **A={A_1,…,A_m}** και **B = {B_1,…B_n}** ενός πίνακα **R,**

Η ***συναρτησιακή εξάρτηση* A→ B στο R**

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (εικόνα)



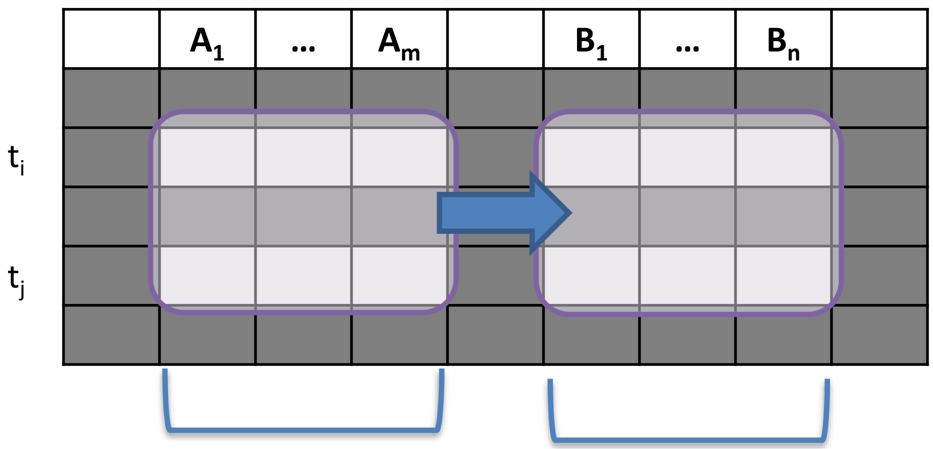
Ορισμός:

Έστω δύο σύνολα γνωρισμάτων **A={A_1,…,A_m}** και **B = {B_1,…B_n}** ενός πίνακα **R,**

Η ***συναρτησιακή εξάρτηση*** **A→ B στο R** ισχύει, αν για κάθε t_i, t_j στο R:

Αν $t_i[A_1] = t_j[A_1]$ AND $t_i[A_2]=t_j[A_2]$ AND … AND $t_i[A_m] = t_j[A_m]$

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (εικόνα)



Αν t1, t2 συμφωνούν εδώ.. … συμφωνούν και εδώ!

<u>Ορισμός:</u>
Έστω δύο σύνολα γνωρισμάτων **$A=\{A_1,\ldots,A_m\}$** και **$B = \{B_1,\ldots B_n\}$** ενός πίνακα **R,**

Η ***συναρτησιακή εξάρτηση*** **$A \rightarrow B$ στο R** ισχύει, αν για κάθε t_i, t_j στο R:

<u>Αν</u> $t_i[A_1] = t_j[A_1]$ AND $t_i[A_2]=t_j[A_2]$ AND … AND $t_i[A_m] = t_j[A_m]$

<u>**Τότε**</u> $t_i[B_1] = t_j[B_1]$ AND $t_i[B_2]=t_j[B_2]$ AND … AND $t_i[B_n] = t_j[B_n]$

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

- Το Y εξαρτάται συναρτησιακά από το X

- Γιατί καλούνται συναρτησιακές;

- $K \subseteq R$ κλειδί της R ανν $K \rightarrow$?
  - Υπενθύμιση: R είναι το σύνολο των γνωρισμάτων του σχήματος

- Μια γενίκευση της έννοιας του κλειδιού

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

Παρατήρηση

$$A_1A_2 \ldots A_n \rightarrow B_1 \text{ και } A_1A_2 \ldots A_n \rightarrow B_2 \Leftrightarrow A_1A_2 \ldots A_n \rightarrow B_1B_2$$

Παράδειγμα Ι (φυσική σημασία)

Όπως και τα κλειδιά, οι συναρτησιακές εξαρτήσεις προκύπτουν από τη φυσική περιγραφή του προβλήματος, δηλαδή από τον πραγματικό κόσμο

Έστω το παρακάτω σχεσιακό σχήμα:

Εγγραφή(Μάθημα, Φοιτητής, Ώρα&Μέρα, Αίθουσα, Βαθμός)

(συντομογραφία) **Ε(Μ, Φ, Ω, Α, Β)**

Ποιες συναρτησιακές εξαρτήσεις εκφράζουν τα 1 έως 4

1. Τα μαθήματα προσφέρονται μόνο μια φορά σε μια συγκεκριμένη ώρα&μέρα και αίθουσα.
2. Οι φοιτητές δεν μπορούν να είναι ταυτόχρονα (δηλαδή, την ίδια ώρα&μέρα) σε δυο διαφορετικές αίθουσες
3. Δε γίνεται να έχουμε δυο μαθήματα ταυτόχρονα (την ίδια ώρα&μέρα) στην ίδια αίθουσα
4. Ένας φοιτητής παίρνει μόνο ένα βαθμό σε κάθε μάθημα

- A. ΒΜ -> Φ

  B. ΦΒ -> Μ

  C. ΦΜ -> Β

Παράδειγμα Ι (φυσική σημασία)

Τι σημαίνει

1. $\Phi \rightarrow M$

A. Ένα μάθημα μπορεί να το πάρει μόνο ένας φοιτητής.
B. Ένας φοιτητής μπορεί να πάρει μόνο ένα μάθημα,
C. Ένας φοιτητής δε μπορεί να πάρει βαθμό σε ένα μάθημα.
D. Κανένα από τα παραπάνω.

2. $MB \rightarrow \Phi$

Ποιο (ποια) είναι το κλειδί αν ισχύουν τα 1 έως 4

Παράδειγμα ΙΙ (φυσική σημασία)

Παράδειγμα 1: Στο παρακάτω σχήμα **Λογαριασμός** θεωρούμε ότι ένας λογαριασμός μπορεί να *ανήκει σε παραπάνω από έναν πελάτη* και ένας πελάτης μπορεί να έχει *πολλούς λογαριασμούς*.

Είναι καλός σχεδιασμός; Ποιες άλλες (εκτός του κλειδιού) συναρτησιακές εξαρτήσεις ισχύουν;

Λογαριασμός

Όνομα-Υποκαταστήματος	<u>Αριθμός-Λογαριασμού</u>	Ποσό	<u>Όνομα-Πελάτη</u>

Παράδειγμα 2: Παρόμοια, στο παρακάτω σχήμα **Πελάτης** (ένας πελάτης έχει μόνο μια διεύθυνση)

Πελάτης

<u>Όνομα-Πελάτη</u>	Οδός	Πόλη	<u>Αριθμός-Λογαριασμού</u>

Διεύθυνση πελάτη

- Στα παραπάνω σχεσιακά μοντέλα, με τα κλειδιά εκφράζεται μόνο ένα υποσύνολο των περιορισμών
- Διαισθητικά, οι δύο παραπάνω σχεδιασμοί δεν είναι «καλοί», γιατί;

Τετριμμένη Συναρτησιακή Εξάρτηση

Τετριμμένες (trivial) εξαρτήσεις: ισχύουν για όλα τα σχήματα

Παράδειγμα: $A \rightarrow A$ ή $AB \rightarrow B$

Γενικά,

$X \rightarrow Y$ **τετριμμένη**, όταν $Y \subseteq X$

Περιορισμοί Σχήματος

- Οι συναρτησιακές εξαρτήσεις ορίζονται στο **σχήμα** μιας σχέσης, εκφράζουν περιορισμούς ορθότητας (integrity constraints)

- Ένα σύνολο από συναρτησιακές εξαρτήσεις F *ισχύει* σε ένα σχήμα, όλα τα έγκυρα (valid) στιγμιότυπα πρέπει να ικανοποιούν το σύνολο των εξαρτήσεων

- Έλεγχος αν μια σχέση (στιγμιότυπο) *ικανοποιεί* το σύνολο F

Κανόνες Συμπερασμού (Inference Rules)

Πως μπορούμε να συνάγουμε νέες εξαρτήσεις από ένα δεδομένο σύνολο εξαρτήσεων

$F \models X \rightarrow Y$: η συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ **συνάγεται** (inferred/implied) από το σύνολο εξαρτήσεων F

Η $X \rightarrow Y$ ισχύει σε κάθε στιγμιότυπο που ικανοποιεί το σύνολο των εξαρτήσεων στο F

F^+: **κλειστότητα (εγκλεισμός)** του F (closure): σύνολο όλων των συναρτησιακών εξαρτήσεων που συνάγονται από το F

Κανόνες Συμπερασμού - για τη δημιουργία εξαρτήσεων

Κανόνες Συμπερασμού (Inference Rules)

1. Ανακλαστικός Κανόνας (reflexivity)

   Αν $X \supseteq Y$, τότε $X \to Y$

2. Επαυξητικός Κανόνας (augmentation)

   $\{X \to Y\} \models XZ \to YZ$

3. Μεταβατικός Κανόνας (transitivity)

   $\{X \to Y, Y \to Z\} \models X \to Z$

Κανόνες του Amstrong: *βάσιμοι* (sound) δε δίνουν λανθασμένες εξαρτήσεις και *πλήρεις* (complete) μας δίνουν όλο το F^+

Κανόνες Συμπερασμού

$\{X \rightarrow Y\} \models XZ \rightarrow YZ$ Επαυξητικός Κανόνας

Απόδειξη των 3 κανόνων με βάση τον ορισμό

Απόδειξη

(με επαγωγή σε άτοπο:) έστω ότι σε κάποιο στιγμιότυπο της r ισχύει

$X \rightarrow Y$ (1) αλλά όχι $XZ \rightarrow YZ$ (2)

Από (2 & ορισμό), υπάρχουν δυο πλειάδες, t1 και t2, τέτοιες ώστε t1[XZ] = t2[XZ] (3)

και t1[YZ] $\neq$ t2[YZ]

Από (3), t1[X] = t2[X] (4) και t1[Z] = t2[Z] (5)

Από (1) και (4), t1[Y] = t2[Y] (6)

Από (5) και (6), t1[YZ] = t2[YZ] Άτοπο!

Κανόνες Συμπερασμού

Επιπρόσθετοι κανόνες

4. Ενωτικός Κανόνας (union)

$$\{X \rightarrow Y, X \rightarrow Z\} \models X \rightarrow YZ$$

5. Διασπαστικός Κανόνας (decomposition)

$$\{X \rightarrow YZ\} \models X \rightarrow Y$$

6. Ψευδομεταβατικός Κανόνας

$$\{X \rightarrow Y, YZ \rightarrow W\} \models XZ \rightarrow W$$

Κανόνες Συμπερασμού

Ενωτικός Κανόνας

Απόδειξη των επιπλέον κανόνων με βάση τον ορισμό ή/και των κανόνων του Amstrong

$\{X \rightarrow Y \ (1),\ X \rightarrow Z \ (2)\} \models X \rightarrow YZ$

Απόδειξη (με χρήση των κανόνων του Amstrong)

(2) + Επαυξ. $XY \rightarrow YZ$ (3)

(1) + Επαυξ. $X \rightarrow XY$ (4)

(3) (4) Μεταβ. $X \rightarrow YZ$

Ανακλαστικός Κανόνας

Αν $X \supseteq Y$, τότε $X \rightarrow Y$

Επαυξητικός Κανόνας

$\{X \rightarrow Y\} \models XZ \rightarrow YZ$

Μεταβατικός Κανόνας

$\{X \rightarrow Y,\ Y \rightarrow Z\} \models X \rightarrow Z$

Κανόνες Συμπερασμού (σύνοψη)

1. Ανακλαστικός Κανόνας Αν $X \supseteq Y$, τότε $X \rightarrow Y$
2. Επαυξητικός Κανόνας $\{X \rightarrow Y\}$ συνάγει $XZ \rightarrow YZ$
3. Μεταβατικός Κανόνας $\{X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z\}$ συνάγει $X \rightarrow Z$
4. Ενωτικός Κανόνας $\{X \rightarrow Y, X \rightarrow Z\}$ συνάγει $X \rightarrow YZ$
5. Διασπαστικός Κανόνας $\{X \rightarrow YZ\}$ συνάγει $X \rightarrow Y$
6. Ψευδομεταβατικός Κανόνας $\{X \rightarrow Y, YZ \rightarrow W\}$ συνάγει $XZ \rightarrow W$

Παράδειγμα

Έστω R = {A, B, C, G, H, I} και F = {$A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$, $CG \rightarrow H$, $CG \rightarrow I$, $B \rightarrow H$}

Παραδείγματα συναρτησιακών εξαρτήσεων που συνάγονται από το F

- $A \rightarrow H$
- $CG \rightarrow HI$
- $AG \rightarrow I$

(α) Υπάρχει τρόπος/αλγόριθμος να τις υπολογίσουμε όλες;

(β) Πως μπορούμε να υπολογίσουμε το κλειδί;

Εγκλεισμός Γνωρισμάτων

X^+ : κλειστότητα (εγκλεισμός) (closure) ενός συνόλου X από γνωρίσματα από το F : σύνολο όλων των γνωρισμάτων που εξαρτώνται συναρτησιακά από το X μέσω του F

Υπολογισμός του X^+

```
Result := X
while (αλλαγή στο Result)
        Για κάθε συναρτησιακή εξάρτηση: Y → Z ∈ F
                Αν Y ⊆ Result, Result := Result ∪ Z
```

Παράδειγμα

Έστω R = {A, B, C, G, H, I} και F = {$A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$, $CG \rightarrow H$, $CG \rightarrow I$, $B \rightarrow H$}

Υπολογισμός του $\{A\}^+$, $\{B\}^+$, $\{A, G\}^+$

Εγκλεισμός Γνωρισμάτων

- Είναι ο αλγόριθμος σωστός
    - (α) Για κάθε $Y \in$ Result, ισχύει $Y \in X^+$
    - (β) Για κάθε $Y \in X^+$, ισχύει $Y \in$ Result
- Πολυπλοκότητα χειρότερης περίπτωσης

Εγκλεισμός Γνωρισμάτων

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον αλγόριθμο (πως;) για να:

1. Δείξουμε αν μια συναρτησιακή εξάρτηση ισχύει, δηλαδή, αν συνάγεται από ένα σύνολο εξαρτήσεων

2. Υπολογίσουμε τα κλειδιά ενός σχήματος σχέσης

3. Υπολογίσουμε το F^+

Παράδειγμα Ι

$R(A, B, C, D) \quad F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow A\}$

1. Δείξουμε αν μια συναρτησιακή εξάρτηση ισχύει (συνάγεται από την F)

$C \rightarrow A$?

$A \rightarrow D$?

$AB \rightarrow D$?

2. Υπολογισμός κλειδιών

3. Υπολογίσουμε το F^+

Άσκηση

R(A, B, C, D, E) F = {A $\rightarrow$ B, C$\rightarrow$ E, AD $\rightarrow$ E}

1. Ισχύει DC $\rightarrow$ E ?
2. Υπολογίστε τα A+, B+, C+, D+, E+
3. Υποψήφια κλειδιά;
4. Δώστε ένα στιγμιότυπο που να παραβιάζει ***μόνο*** την AD $\rightarrow$ E

Άσκηση

$R(A, B, C, D, E)$ $F = \{A \rightarrow BC, C \rightarrow AD, B \rightarrow ED, AD \rightarrow E\}$

1. Υπολογίστε το

A^+, B^+, C^+, D^+, E^+

2. Υποψήφια κλειδιά;

Κάλυμμα

Στόχος η απλοποίηση ενός συνόλου συναρτησιακών εξαρτήσεων χωρίς να μεταβάλλουμε την κλειστότητά του

Έστω δυο σύνολα συναρτησιακών εξαρτήσεων E και F

Λέμε ότι το F καλύπτει το E (ή το E καλύπτεται από το F), **αν κάθε ΣΕ στο E ανήκει στο F^+** (δηλαδή, συνάγεται από το F) (ισοδύναμα, αν $E \subseteq F^+$)

Δυο σύνολα συναρτησιακών εξαρτήσεων E και F είναι ισοδύναμα

αννν $E^+ = F^+$.

(δηλαδή, αν το E καλύπτει το F και το F καλύπτει το E)

Κάλυμμα

- Πως μπορούμε να υπολογίσουμε αν ένα σύνολο F καλύπτει ένα σύνολο E;

- Πως μπορούμε να υπολογίσουμε αν ένα σύνολο F είναι ισοδύναμο με ένα σύνολο E;

Παράδειγμα

$F1 = \{A \rightarrow C, B \rightarrow C\}$

$F2 = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C\}$

$F3 = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow C\}$

F1 καλύπτει το F3;

F3 καλύπτει το F1;

F1 ισοδύναμο του F3;

F2 καλύπτει το F1;

F2 καλύπτει το F3;

F2 ισοδύναμο με το F3;

Ελάχιστο Κάλυμμα

Ένα σύνολο F συναρτησιακών εξαρτήσεων είναι ελάχιστο αν:

1. κάθε ΣΕ στο F έχει *ένα μόνο γνώρισμα* στο δεξιό της μέρος

2. δε μπορούμε να αντικαταστήσουμε μια ΣΕ $X \rightarrow Z$ στο F με μια ΣΕ $Y \rightarrow Z$ τέτοια ώστε $\underline{Y \subset X}$ και να πάρουμε ένα σύνολο ισοδύναμο του F (δηλαδή, δεν υπάρχει *περιττό γνώρισμα στο α.μ* της συναρτησιακής εξάρτησης)

3. δε *μπορούμε να αφαιρέσουμε μια ΣΕ* από το F και να πάρουμε ένα σύνολο ισοδύναμο του F (δηλαδή, δεν υπάρχει περιττή ΣΕ)

Ελάχιστο κάλυμμα F_{min} της F: ελάχιστο σύνολο από ΣΕ που είναι ισοδύναμο με την F

Αλγόριθμος Υπολογισμού Ελάχιστου Καλύμματος

1. Αντικατέστησε τις συναρτησιακές εξαρτήσεις

   $X_1 \rightarrow Y_1Y_2$ με $X_1 \rightarrow Y_1$ και $X_1 \rightarrow Y_2$.

2.Για κάθε ΣΕ

   (i) Βρες τα *περιττά γνωρίσματα* στο α.μ., αφαίρεσε τα

   (ii) Έλεγξε αν είναι *περιττή*, αν ναι αφαίρεσέ τη

Περιττά Γνωρίσματα

Περιττά γνωρίσματα: γνωρίσματα που αν αφαιρεθούν δεν επηρεάζουν τη κλειστότητα (δηλαδή προκύπτει ισοδύναμο σύνολο)

Για παράδειγμα: το γνώρισμα $AB \rightarrow C$ το **A είναι περιττό** στην εξάρτηση (στο αριστερό μέρος) ανν

$$F \text{ ισοδύναμο } \underbrace{(F - \{AB \rightarrow C\}) \cup \{B \rightarrow C\}}_{F'}$$

Δηλαδή, αν αφαιρέσουμε το A από την ΣΕ, το σύνολο F' που προκύπτει είναι ισοδύναμο με το αρχικό σύνολο F

- ✓ Προφανώς το F' καλύπτει το F, άρα **αρκεί να ελέγξουμε αν το F καλύπτει το F'**

Περιττό Γνώρισμα

Έστω ένα σύνολο F συναρτησιακών εξαρτήσεων και η ΣΕ $X \rightarrow Y \in F$

Το γνώρισμα $A \in X$ είναι **περιττό στο X** αν

F καλύπτει το $(F - \{X \rightarrow Y\}) \cup \{(X - A) \rightarrow Y\}$

- Πως θα υπολογίσουμε αν ένα γνώρισμα στο **α.μ.** μιας ΣΕ είναι περιττό; Θα πρέπει να δείξουμε ότι οι ΣΕ του F’ ανήκουν στο F^+, δηλαδή:

Υπολόγισε το $(X - \{A\})^+$ με βάση τις ΣΕ του συνόλου F:

Το A είναι περιττό αν το Y ανήκει στο $(X - \{A\})^+$ στο F

Παράδειγμα (περιττού γνωρίσματος στο αριστερό μέρος)

R(A, B, C, D, E) F = {A $\rightarrow$ BC, C $\rightarrow$ AD , B $\rightarrow$ ED, AD $\rightarrow$ E}

Είναι κάποιο γνώρισμα στο α.μ. της AD $\rightarrow$ E περιττό;

Περιττή Εξάρτηση

- Πως θα υπολογίσουμε αν μια ΣΕ $X \rightarrow B$ (με ένα γνώρισμα στο δ.μ.) είναι περιττή;

Υπολογίζουμε το (X)+ χρησιμοποιώντας το $F - \{X \rightarrow B\}$

Περιττό αν το B ανήκει στο (X)+

Αλγόριθμος Υπολογισμού Ελάχιστου Καλύμματος

1. Αντικατέστησε τις συναρτησιακές εξαρτήσεις

   $X_1 \rightarrow Y_1Y_2$ με $X_1 \rightarrow Y_1$ και $X_1 \rightarrow Y_2$.

2. Για κάθε ΣΕ

   (i) Βρες τα περιττά γνωρίσματα στο α.μ.

   A περιττό στο X ($X \rightarrow Y$): υπολόγισε το $(X\text{-}\{A\})^+$

   (ii) Έλεγξε αν είναι περιττή, αν ναι αφαίρεσε τη

   Εξάρτηση $X \rightarrow B$ περιττή: υπολόγισε το X^+

Παράδειγμα

Έστω R(A, B, C) και $F = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow C, A \rightarrow B, AB \rightarrow C\}$.

Βρείτε το F_{min}.

Παράδειγμα

Έστω R(A, B, C) και F = {A $\rightarrow$ BC, B $\rightarrow$ C, A $\rightarrow$ B, AB $\rightarrow$ C}. Βρείτε το F_{min}.

Μετά το βήμα 1: {A $\rightarrow$ B, A $\rightarrow$ C, B $\rightarrow$ C, A $\rightarrow$ B, AB $\rightarrow$ C}

Βήμα 2: Εξέταση αν το A είναι περιττό στο AB $\rightarrow$ C, υπολογίζοντας το $(B)^+$

είναι περιττό

Νέο σύνολο: {A $\rightarrow$ B, A $\rightarrow$ C, B $\rightarrow$ C, B $\rightarrow$ C}

Βήμα 3: Εξέταση αν η ΣΕ A $\rightarrow$ B είναι περιττή όχι

Εξέταση αν η ΣΕ A $\rightarrow$ C είναι περιττή ναι

Νέο σύνολο: {A $\rightarrow$ B, B $\rightarrow$ C}

Εξέταση αν η ΣΕ B $\rightarrow$ C είναι περιττή όχι

Αποτέλεσμα: {A $\rightarrow$ B, B $\rightarrow$ C}

Ελάχιστο Κάλυμμα

Παρατηρήσεις

- Το ελάχιστο κάλυμμα *δεν* είναι μοναδικό
- Το βήμα (i) πρέπει να προηγηθεί του βήματος (ii), δηλαδή πρέπει *πρώτα* να βρούμε τα περιττά γνωρίσματα στο α.μ. και μετά τις περιττές εξαρτήσεις

Σύνοψη

Τι είδαμε:

- Ορισμό συναρτησιακής εξάρτησης
- Κανόνες συμπερασμού συναρτησιακών εξαρτήσεων
- Κλειστότητα γνωρίσματος
- Ισοδυναμία συνόλου εξαρτήσεων
- Ελάχιστο κάλυμμα

Άσκηση

R(A, B, C, D, E) F = {$A \rightarrow BC$, $C \rightarrow AD$, $B \rightarrow ED$, $AD \rightarrow E$}

Υπολογίστε ένα ελάχιστο κάλυμμα της F

Ερωτήσεις;

Διάσπαση

Αλγόριθμος Σχεδιασμού

Ο τρόπος που σχεδιάζαμε ένα σχήμα ΒΔ μέχρι τώρα:

από το εννοιολογικό στο σχεσιακό μοντέλο

Θα δούμε ένα *γενικό **θεωρητικό** (formal) τρόπο κατασκευής* του σχήματος

Γενικά:

- Ξεκινάμε από το καθολικό σχήμα (που περιέχει όλα τα γνωρίσματα)
- Διαδοχικές διασπάσεις έτσι ώστε τα σχήματα που προκύπτουν να ικανοποιούν κάποιες ιδιότητες (να είναι σε κάποια κανονική μορφή)

-- top-down τεχνική

Αλγόριθμος Σχεδιασμού

Μπορούμε να εφαρμόσουμε αυτόν τον τρόπο και για να «διασπάσουμε» μια «προβληματική» σχέση που προέκυψε από την μετατροπή του εννοιολογικού σχεδιασμού

Μειονέκτημα των διασπάσεων:

μπορεί να απαιτεί συνενώσεις (join) για να απαντηθούν ερωτήματα ή για να ελεγχθούν εξαρτήσεις -> αποδοτικότητα του συστήματος

Αλγόριθμος Σχεδιασμού

Αποσύνθεση/Διάσπαση (decomposition)

Αλγόριθμος σχεδιασμού

1. Αρχικά ένα καθολικό (universal) σχήμα σχέσης που περιέχει *όλα* τα γνωρίσματα
2. Προσδιορισμός των συναρτησιακών εξαρτήσεων
3. Διάσπαση σε ένα σύνολο από σχήματα σχέσεων που ικανοποιούν κάποιες ιδιότητες

Παράδειγμα Διάσπασης Σχήματος

Καθολικό Σχήμα: R = {Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος, Όνομα-Ηθοποιού, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης}

Σύνολο ΣΕ που ισχύουν στο πρόβλημα:

F = {Τίτλος Έτος $\rightarrow$ Είδος Διάρκεια, Όνομα-Ηθοποιού $\rightarrow$ Διεύθυνση Έτος-Γέννησης}

Πιθανή διάσπαση:

R_1 = {Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος}

R_2 = {Τίτλος, Έτος, Όνομα-Ηθοποιού, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης}

- *Ποια είναι μια καλή διάσπαση;*
- *Πως μπορούμε να πάρουμε την αρχική σχέση;*
- *Μπορούμε να διασπάσουμε την R_2 με τον ίδιο τρόπο*

Επιθυμητές Ιδιότητες Διάσπασης

1. Διασπάσεις χωρίς απώλειες στη συνένωση
2. Διατήρηση των συναρτησιακών εξαρτήσεων
3. Οι σχέσεις που προκύπτουν αν είναι σε κάποια κανονική μορφή

Τυπικός Ορισμός Διάσπασης

Αρχικά ένα *καθολικό σχήμα* **R = {A_1, A_2, …, A_n}.**

Διάσπαση/αποσύνθεση (decomposition) του σε δύο σχήματα

R_1 = {B_1, B_2, …, B_m} και **R_2 = {C_1, C_2, …, C_k}**

τέτοια ώστε:

1. {A_1, A_2, …, A_n} = {B_1, B_2, …, B_m} $\cup$ {C_1, C_2, …, C_k} *(διατήρηση γνωρισμάτων)* *[γνωρίσματα]*

2. Οι πλειάδες της $r_1(R_1)$ είναι η *προβολή των πλειάδων* της r(R) στα {B_1, B_2, …, B_m} *[πλειάδες]*

3. Οι πλειάδες της $r_2(R_2)$ είναι η *προβολή των πλειάδων* της r(R) στα {C_1, C_2, …, C_k} *[πλειάδες]*

Παράδειγμα

Έστω το (καθολικό) σχήμα R(A, B, C)

r(R)

A	B	C
1	3	3
2	3	4

Διάσπαση σε R_1(A, B) και R_2(B, C)

Τα αντίστοιχα στιγμιότυπα (σχέσεις) (συμβολισμός r(R) ή **r**)

$r_1(R_1)$

A	B
1	3
2	3

$r_2(R_2)$

B	C
3	3
3	4

Διάσπαση σε R_3(A, C) και R_4(B, C)

Τα αντίστοιχα στιγμιότυπα (σχέσεις) (συμβολισμός r(R) ή **r**)

$r_3(R_3)$

A	C
1	3
2	4

$r_4(R_4)$

B	C
3	3
3	4

Μπορούμε να πάρουμε το αρχικό στιγμιότυπο;

Φυσική συνένωση $r_1 * r_2$;

Διάσπαση

γνωρίσματα

Έστω ένα σχεσιακό σχήμα R. Ένα σύνολο από σχεσιακά σχήματα $\{R_1, R_2, .., R_n\}$ είναι μια διάσπαση του R αν

$$R = R_1 \cup R_2 \ldots \cup R_n$$

Δηλαδή, $\forall\, i = 1, .., n \quad R_i \subseteq R$

στιγμιότυπα

Έστω r(R) και $r_i = \pi_{R_i}(r)$, $\forall\ i = 1,..,n$

$$r \subseteq r_1 * r_2 * \ldots * r_n$$

Διάσπαση Άνευ Απωλειών στη Συνένωση

Έστω C το σύνολο περιορισμών στην R. Μια διάσπαση του R σε $\{R_1, R_2, .., R_n\}$ είναι μια *διάσπαση άνευ απωλειών στη συνένωση (lossless join decomposition)* αν για όλες τις σχέσεις r(R) που είναι νόμιμες στο C ισχύει

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

Ονομάζεται και μη προσθετική συνένωση (non-additive join)

Παράδειγμα

r

A	B	C
1	2	3
4	2	5

$\mathbf{r_1}$

A	B
1	2
4	2

$\mathbf{r_2}$

B	C
2	3
2	5

$\mathbf{r_1 * r_2}$

A	B	C
1	2	3
1	2	5
4	2	3
4	2	5

$R_1 \cap R_2 = B$

- ✓ *Δεν μπορούμε να πάρουμε την αρχική σχέση r από τα r_1 και r_2*

$\mathbf{r_3}$

A	C
1	3
4	5

$\mathbf{r_4}$

B	C
2	3
2	5

$R_3 \cap R_4 = C$

Διάσπαση Άνευ Απωλειών στη Συνένωση

Θεώρημα

Έστω R ένα σχεσιακό σχήμα και F ένα σύνολο από συναρτησιακές εξαρτήσεις στο R. Έστω R_1 και R_2 μια διάσπαση του R. Αν μια τουλάχιστον από τις ΣΕ

$$R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 \text{ ή } R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 \text{ ανήκει στο } F^+$$

τότε η διάσπαση είναι χωρίς απώλειες στη συνένωση.

Δηλαδή τα *κοινά γνωρίσματα* των δύο σχημάτων είναι *κλειδί* για τουλάχιστον ένα από τα δύο σχήματα

Παράδειγμα

Παράδειγμα: R = {Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος, Όνομα-Ηθοποιού, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης}

Τίτλος Έτος $\rightarrow$ Διάρκεια

Τίτλος Έτος $\rightarrow$ Είδος

Όνομα Ηθοποιού $\rightarrow$ Διεύθυνση

Όνομα-Ηθοποιού $\rightarrow$ Έτος Γέννησης

R_1 = {Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος}

R_2 = {Τίτλος, Έτος, Όνομα-Ηθοποιού, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης}

$R_1 \cap R_2$ = {Τίτλος, Έτος}

Διατήρηση Εξαρτήσεων

Στόχος

Για να ελέγξουμε ότι διατηρούνται οι Σ.Ε. στο αρχικό σχήμα, όταν γίνονται τροποποιήσεις σε μία από τις σχέσεις $r_i(R_i)$, να αρκεί να *ελέγξουμε μόνο τη συγκεκριμένη σχέση* (δηλαδή, να μη χρειάζεται να υπολογίσουμε την αρχική σχέση - αποφυγή των συνενώσεων)

Έστω F ένα σύνολο από ΣΕ στο σχήμα R και $\{R_1, R_2, .., R_n\}$ μια διάσπαση του R.

F_i περιορισμός (ή προβολή) του F στο R_i είναι το σύνολο όλων των συναρτησιακών εξαρτήσεων του $\mathbf{F}^+$ που περιέχουν μόνο γνωρίσματα του R_i.

Προσοχή: F^+ όχι F

Παραδείγματα

Παράδειγμα 1: Έστω R(A, B, C, D), F = {A $\rightarrow$B, B $\rightarrow$ C}.

Περιορισμός του F στο S(A, C) *(δηλαδή ποιες ΣΕ του F^+ ισχύουν στο S)*

Παραδείγματα

Παράδειγμα 2: Έστω R(A, B, C, D, E), F = {A $\rightarrow$ D, B $\rightarrow$ E, DE $\rightarrow$ C, C $\rightarrow$ D}.
Περιορισμός του F στο S(A, B, C)

Διατήρηση Εξαρτήσεων

Έστω F ένα σύνολο από ΣΕ στο σχήμα R και $\{R_1, R_2, .., R_n\}$ μια διάσπαση του R και F_i η προβολή (περιορισμός της F στο R_i).

Έστω $F' = F_1 \cup F_2 \ldots \cup F_n$

Μια διάσπαση είναι μια διάσπαση που διατηρεί τις εξαρτήσεις (dependency preserving) αν $F'^+ = F^+$

Παραδείγματα

Έστω R(A, B, C, D), $F = \{A \rightarrow C,\ B \rightarrow C,\ BD \rightarrow A\}$ και η διάσπαση του R σε $R_1(A, C)$ και $R_2(A, B, D)$.

(α) Είναι χωρίς απώλειες (lossless join);

(β) Διατηρεί τις εξαρτήσεις;

Παραδείγματα

Έστω R(A, B, C, D, E), $F = \{A \rightarrow D, B \rightarrow E, DE \rightarrow C, B \rightarrow C\}$.

(α) Η διάσπαση του R σε S(A, B, C) και T(A, B, D, E) διατηρεί τις εξαρτήσεις;

(β) Είναι χωρίς απώλειες (lossless join);

Σχεδιασμός

Διάσπαση καθολικού σχήματος

Επιθυμητές ιδιότητες

1. όχι απώλειες στη συνένωση
2. διατήρηση εξαρτήσεων
3. όχι επανάληψη πληροφορίας λόγω ΣΕ

Κανονικές μορφές

Ερωτήσεις;

Κανονικοποίηση Σχήματος

Επιθυμητές Ιδιότητες (ανασκόπηση)

1. Συνενώσεις Άνευ Απωλειών

Η φυσική συνένωση των σχέσεων που προκύπτουν μας δίνει *ακριβώς* την αρχική σχέση (χωρίς επιπρόσθετες πλειάδες): $r = \pi_{R1}(r) * \pi_{R2}(r) * \ldots \pi_{Rn}(r)$

$R1 \cap R2 \rightarrow R1$ ή $R1 \cap R2 \rightarrow R2$ ανήκει στο F^+, *δηλαδή τα κοινά γνωρίσματα των δύο σχημάτων είναι κλειδί για τουλάχιστον ένα από τα δύο*

2. Διατήρηση Εξαρτήσεων

Στόχος: Έλεγχος διατήρησης εξαρτήσεων όταν γίνονται τροποποιήσεις χωρίς να υπολογίζουμε τις αρχικές σχέσεις (αποφυγή των συνενώσεων)

$F' = F1 \cup F2 \ldots \cup Fn$, πρέπει $F'^+ = F^+$

3. Αποφυγή Επανάληψης Πληροφορίας

πως; Οι σχέσεις που προκύπτουν σε κανονική μορφή

Κανονικές Μορφές

Στόχος: Δοθέντος ενός σχήματος, αν είναι «καλό» ή χρειάζεται περαιτέρω διάσπαση (κανονικοποίηση σχήματος – schema normalization)

Πως; Κανονικές μορφές.

- Ξέρουμε ότι αν ένα σχήμα είναι σε κάποια κανονική μορφή δεν υπάρχουν συγκεκριμένα προβλήματα

- Με φθίνουσα σειρά (από την πιο περιοριστική στη λιγότερο περιοριστική)

BCNF 3NF 2NF 1NF

- Οι ορισμοί των κανονικών μορφών βασίζονται σε Σ.Ε., οι Σ.Ε. έχουν σχέση με την επανάληψη πληροφορίας

BCNF

Ένα σχεσιακό σχήμα R είναι σε Κανονική Μορφή Boyce-Codd (BCNF) σε σχέση με ένα σύνολο F συναρτησιακών εξαρτήσεων αν για όλες τις μη τετριμμένες ΣΕ, $X \rightarrow Y$, στο F^+ ισχύει:

-- X είναι *υπερκλειδί (δηλαδή υποψήφιο κλειδί ή υπερσύνολο υποψήφιου κλειδιού)* του σχήματος R

Δηλαδή το αριστερό μέρος κάθε μη τετριμμένης ΣΕ πρέπει να περιέχει ένα κλειδί

Το σχήμα μιας ΒΔ είναι σε BCNF αν το σχήμα <u>κάθε</u> σχέσης της είναι σε BCNF.

Κανονικές Μορφές

Πλεονασμός (επανάληψη πληροφορίας)

Ταινία

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος	Όνομα-Ηθοποιού

Τι συμβαίνει με το (πρωτεύον) κλειδί και τις συναρτησιακές εξαρτήσεις;

Αλγόριθμος Διάσπασης σε BCNF

- Βρες μια ΣΕ που παραβιάζει τον BCNF ορισμό,

  έστω $X \rightarrow Y$ και $X \cap Y = \emptyset$

- Διάσπαση του αρχικού σχήματος R σε δύο σχήματα

  R_1 με γνωρίσματα $X \cup Y$

  R_2 με γνωρίσματα R - Y

Ευριστικός: στα δεξιά όσο το δυνατόν περισσότερα γνωρίσματα

Διάσπαση χωρίς απώλειες;

Παραδείγματα

Παράδειγμα 1

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος, Όνομα-Ηθοποιού)

Τίτλος Έτος $\rightarrow$ Διάρκεια Είδος

Ταινία1(Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Ταινία2(Τίτλος, Έτος, Όνομα-Ηθοποιού)

Παραδείγματα

Παράδειγμα 2

Δείξτε ότι οποιαδήποτε σχέση με δύο γνωρίσματα είναι σε BCNF

BCNF

Μπορεί να χρειαστεί *παραπάνω από μία διάσπαση*

Διάσπαση του αρχικού σχήματος R σε δύο σχήματα

- R_1 με γνωρίσματα $X \cup Y$ και

- R_2 με γνωρίσματα R - Y

Διάσπαση της R_2 αν χρειάζεται

Πιθανών συνεχείς διασπάσεις

Αφού παίρνουμε σχέσεις με αυστηρά μικρότερο αριθμό γνωρισμάτων, η διαδικασία τερματίζει (στη χειρότερη περίπτωση όταν 2 γνωρίσματα)

BCNF

Παραβίαση του BCNF σημαίνει ότι υπάρχει X $\rightarrow$ A όπου το X δεν είναι υπερκλειδί

Περίπτωση 1: X είναι γνήσιο υποσύνολο κάποιου υποψήφιου κλειδιού (μερική εξάρτηση)

Παραδείγματα Μερικής Εξάρτησης

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος, Όνομα-Ηθοποιού)

Λογαριασμός με πολλούς δικαιούχους:

Λογαριασμός

Όνομα-Υποκαταστήματος	Αριθμός-Λογαριασμού	Ποσό	Όνομα-Πελάτη

Πελάτης με πολλούς λογαριασμούς:

Πελάτης

Όνομα-Πελάτη	Οδός	Πόλη	Αριθμός-Λογαριασμού

Διεύθυνση πελάτη

BCNF

Περίπτωση 2: X δεν είναι γνήσιο υποσύνολο κάποιου υποψήφιου κλειδιού

Τότε έστω K (υποψήφιο κλειδί)

$K \rightarrow X \rightarrow A$ (μεταβατική εξάρτηση)

- Δε μπορώ να συνδυάσω μια τιμή του X με μια τιμή του K χωρίς να συνδυάσω μια τιμή A με μια τιμή X
- Δε μπορώ να εισάγω τιμή του X, χωρίς να ξέρω και το «σωστό» A

Ταινία-Εταιρεία (<u>Τίτλος</u>, <u>Έτος</u>, Διάρκεια, Είδος, Εταιρεία-Παραγωγής, Διεύθυνση-Εταιρείας)

Ισχύει

Εταιρεία-Παραγωγής $\rightarrow$ Διεύθυνση-Εταιρείας

Πρόβλημα: υπάρχει μια *μεταβατική* εξάρτηση

Τίτλος Έτος $\rightarrow$ Εταιρεία-Παραγωγής

Τίτλος Έτος $\rightarrow$ Διεύθυνση-Εταιρείας

Παράδειγμα Μεταβατικής Εξάρτησης

Ταινία-Εταιρεία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος, Εταιρεία-Παραγωγής, Διεύθυνση-Εταιρείας)

Εταιρεία-Παραγωγής $\rightarrow$ Διεύθυνση-Εταιρείας

Ταινία-Εταιρεία1 (**Εταιρεία-Παραγωγής**, Διεύθυνση-Εταιρείας)

Ταινία-Εταιρεία2 (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος, **Εταιρεία-Παραγωγής**)

BCNF Διάσπαση και Διατήρηση Εξαρτήσεων

Δεν είναι *πάντα* δυνατή διάσπαση σε BCNF που να διατηρεί τις εξαρτήσεις

Παράδειγμα

Έστω η σχέση Παίζει(Έργο, Κινηματογράφος, Πόλη) με τους περιορισμούς:

Κινηματογράφος $\rightarrow$ Πόλη   Έργο Πόλη $\rightarrow$ Κινηματογράφος

Υποψήφια Κλειδιά;

{Έργο, Πόλη} {Κινηματογράφος, Έργο}

BCNF Διάσπαση και Διατήρηση Εξαρτήσεων

Παίζει(Έργο, Κινηματογράφος, Πόλη) F = {Κινηματογράφος $\rightarrow$ Πόλη, Έργο Πόλη $\rightarrow$ Κινηματογράφος}

Υποψήφια Κλειδιά {Έργο, Πόλη} {Κινηματογράφος, Έργο}

Διάσπαση σε: R_1{Κινηματογράφος, Πόλη} και R_2{Κινηματογράφος, Έργο}

Διατηρεί τις εξαρτήσεις;

Κινηματογράφος	Πόλη
Odeon-ABANA	Αθήνα
Village Center Μαρούσι	Αθήνα

Κινηματογράφος	Έργο
Odeon-ABANA	Gravity
Village Center Μαρούσι	Gravity

Δε μπορώ κοιτάζοντας μόνο την R_2 (ή την R_1) να δω ότι η εισαγωγή της δεύτερης πλειάδας παραβιάζει μια ΣΕ (πρέπει να κάνω συνένωση!)

3NF

Ένα σχεσιακό σχήμα R είναι σε τρίτη κανονική μορφή (3NF) σε σχέση με ένα σύνολο F συναρτησιακών εξαρτήσεων αν για όλες τις μη τετριμμένες ΣΕ, $X \rightarrow Y$, στο F^+ της μορφής $X \rightarrow Y$ ισχύει τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω:

-- X είναι υπερκλειδί του σχήματος R,

-- κάθε γνώρισμα A του Y - X περιέχεται σε κάποιο υποψήφιο κλειδί

Πρωτεύον γνώρισμα (prime attribute): Γνώρισμα που ανήκει σε κάποιο υποψήφιο κλειδί

Δηλαδή, επιπρόσθετα επιτρέπει συναρτησιακές εξαρτήσεις που στο δ.μ. έχουν πρωτεύοντα γνωρίσματα

BCNF πιο περιοριστική -- αν σε BCNF $\Rightarrow$ 3NF

- Υπάρχει μια μεταβατική εξάρτηση, αλλά απαιτούμε να είναι σε πρωτεύον γνώρισμα

Παράδειγμα

Παίζει(Έργο, Κινηματογράφος, Πόλη)

F = {Κινηματογράφος $\rightarrow$ Πόλη, Έργο Πόλη $\rightarrow$ Κινηματογράφος}

Υποψήφια Κλειδιά {Έργο, Πόλη} {Κινηματογράφος, Έργο}

Η σχέση είναι σε 3NF

Διάσπαση σε 3NF

Αλγόριθμος (Από) σύνθεσης σε 3NF

1. Υπολόγισε το ελάχιστο κάλυμμα F_{min} του F της αρχικής R
2. Για κάθε α.μ. X μιας συναρτησιακής εξάρτισης του F_c

   έστω Y το σύνολο όλων των γνωρισμάτων A_i που εμφανίζονται στο δ.μ. μιας ΣΕ του F_c $X \rightarrow A_i$

   νέα σχέση με γνωρίσματα $X \cup Y$

(δηλαδή, το X και όλα τα γνωρίσματα που εξαρτώνται από το X)

Αν για κάποια σχέση, τα γνωρίσματα της είναι υποσύνολο μιας άλλης, τη διαγράφουμε

3. Αν κανένα από τα σχήματα που δημιουργούνται δεν περιέχει κλειδί της R, δημιούργησε ένα σχήμα σχέσης που να περιέχει τα γνωρίσματα που σχηματίζουν κλειδί (όχι απώλεια)

3NF

Αλγόριθμος Αποσύνθεσης σε 3NF

- Απώλειες στη συνένωση;
- Διατήρηση εξαρτήσεων;

Άσκηση

$R(A, B, C, D, E)$ $F = \{A \rightarrow BC, C \rightarrow AD, B \rightarrow ED, AD \rightarrow E\}$

Υποψήφια κλειδιά {A}, {C}

<u>Παράδειγμα εφαρμογής 3NF διάσπασης</u>

Ελάχιστο κάλυμμα $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow E, B \rightarrow D\}$

<u>BCNF διάσπαση;</u>

Κανονικές Μορφές (επανάληψη)

	BCNF	3NF
• Αποφυγή επανάληψης πληροφορίας	ναι	όχι πάντα
• Αποσύνθεση χωρίς απώλειες στη συνένωση	ναι	ναι
• Διατήρηση εξαρτήσεων	όχι πάντα	ναι

1NF και 2NF

1NF: δεν υπάρχουν πλειότιμα γνωρίσματα

2NF: Είναι σε 1NF και δεν έχει μερικές εξαρτήσεις

Δεν υπάρχει συναρτησιακή εξάρτηση
$X \quad Y$
όπου $X \subset$ υποψήφιου κλειδιού **και** Y – X περιέχει πρωτεύον γνώρισμα

Δηλαδή επιτρέπει εξάρτηση μη πρωτεύοντος γνωρίσματος από μη πρωτεύον γνώρισμα

Σχεδιασμός Σχεσιακών Σχημάτων

- Η διαδικασία κανονικοποίησης έχει και *μειονεκτήματα:*
  - Δεν είναι δημιουργική
  - Συνήθως η κανονικοποίηση γίνεται αφού έχουμε κάποιο σχήμα (μας λέει αν είναι «καλό» ή «κακό»)
  - Δεν προσφέρει ένα εννοιολογικό σχήμα (ασχολείται μόνο με σχέσεις και γνωρίσματα)

Όμως, είναι μια ενδιαφέρουσα και πρακτικά χρήσιμη προσπάθεια να γίνουν με τυπικό και συστηματικό τρόπο πράγματα που τα κάνουμε συνήθως διαισθητικά.

Σχεδιασμός Σχεσιακών Σχημάτων

- Υπάρχουν εμπορικά εργαλεία, που με είσοδο ένα σύνολο σχημάτων σχέσεων/γνωρισμάτων και ένα σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων *δημιουργούν αυτόματα* σχήματα σχέσεων σε μορφή *3NF* (σπάνια πάνε σε BCNF, 4NF και 5NF)

- Μια άλλη χρήση τέτοιων εργαλείων είναι να *ελέγχουν το επίπεδο κανονικοποίησης* μιας σχέσης - γενικά, η χρήση ως ευριστικό εργαλείο επιλογής ενός σχεδιασμού έναντι κάποιου άλλου

- Υπάρχουν *πρακτικά αποτελέσματα* της θεωρίας που επιτρέπουν σε έναν σχεδιαστή να κάνει ανάλυση της μορφής:
    - Διάφορα θεωρητικά αποτελέσματα, πχ: Αν μια σχέση είναι σε 3NF και κάθε υποψήφιο κλειδί αποτελείται ακριβώς από ένα γνώρισμα, τότε είναι και σε 5NF (Fagin, 1991)

Ερωτήσεις;

Ασκήσεις

1. Έστω το σχεσιακό σχήμα R(A, B, C, D) στο οποίο ισχύει *μόνο* η συναρτησιακή εξάρτηση A → B.

(i) Δώστε το υποψήφια (υποψήφιο) κλειδιά.
(ii) Είναι σε BCNF ή όχι και γιατί. Αν όχι διασπάστε τη σχέση σε σχέσεις που να είναι σε BCNF (χρησιμοποιώντας το σχετικό αλγόριθμο) και δώστε τα το υποψήφια (υποψήφιο) κλειδιά για κάθε μια από τις σχέσεις που προκύπτουν.

2. Έστω μια σχεσιακή βάση με σχήμα S(E, F, G) και το στιγμιότυπο με 2 πλειάδες: {(123, smith, main-street), (123, johnson, forbes)}. Για κάθε μία από τις συναρτησιακές εξαρτήσεις (i)-(iii) παρακάτω εξηγείστε αν μπορείτε ή όχι να πείτε αν ισχύουν ή όχι.
(i) E → F
(ii) EF → G
(iii) F → G

Ασκήσεις

3. Έστω ότι στο σχεσιακό σχήμα R = (P, Q, S, T, U, V) ισχύει το σύνολο των συναρτησιακών εξαρτήσεων F = {Q $\rightarrow$ ST, P $\rightarrow$ T, PS $\rightarrow$ T, QU $\rightarrow$ V}.

(i) Υπάρχει κάποια εξάρτηση που είναι περιττή. Εξηγείστε.
(ii) Ισχύει ή όχι Q $\rightarrow$ S.
(iii) Είναι το {Q, P} κλειδί ή όχι;
(iv) Είναι το {Q, P, V, U} υποψήφιο κλειδί ή όχι;