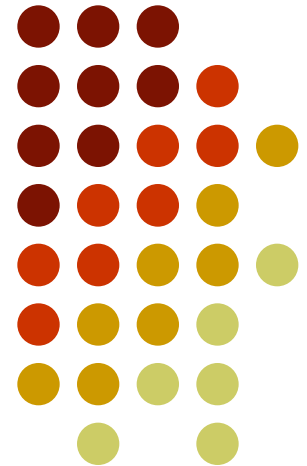


Βάσεις Δεδομένων

- **Συναρτησιακές Εξαρτήσεις (Functional Dependencies)**
- **Σχεδιασμός Βάσεων Δεδομένων και Κανονικοποίηση**

Φροντιστήριο 4ο
03-11-2011



ΘΕΩΡΙΑ



- Συναρτησιακές-Λειτουργικές εξαρτήσεις
- Κανόνες συμπερασμού συναρτησιακών εξαρτήσεων
- Κλειστότητα γνωρίσματος
- Ισοδυναμία συνόλου εξαρτήσεων
- Ελάχιστο κάλυμμα\ κανονική κάλυψη
- Αποσύνθεση
 - Αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου
- 1NF, 2NF, 3NF, BCNF,

Αξιώματα του Armstrong



1. **Ανακλαστικός Κανόνας** $\text{An } X \supseteq Y, \text{ τότε } X \rightarrow Y$
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 $XZ \rightarrow W$



Άσκηση 1

- Αναφέρετε όλες τις λειτουργικές εξαρτήσεις που ικανοποιούνται από την σχέση :

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_1	b_1	c_2
a_2	b_1	c_1
a_2	b_1	c_3

Επίλυση



- Κανόνας ανακλαστικότητας

- $ABC \rightarrow A$
- $ABC \rightarrow B$
- $ABC \rightarrow C$
- $ABC \rightarrow AB$
- $ABC \rightarrow AC$
- $ABC \rightarrow BC$

1. **Ανακλαστικός Κανόνας** $\text{An } X \supseteq Y,$
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 $XZ \rightarrow W$

- $AC \rightarrow A$
- $AC \rightarrow C$
- $AB \rightarrow B$
- $AB \rightarrow A$
- $BC \rightarrow B$
- $BC \rightarrow B$

- Επίσης

- $A \rightarrow B$
- $C \rightarrow B$

- Ψευδομεταβατικός κανόνας

An:

- $A \rightarrow B$
 - $BC \rightarrow B$
- Τότε
- $AC \rightarrow B$



Άσκηση 2

- Υπολογίστε το κλείστικότητα F^+ του παρακάτω συνόλου F λειτουργικών εξαρτήσεων για το σχεσιακό σχήμα $R=(A,B,C,D,E)$
- $A \rightarrow BC$
- $CD \rightarrow E$
- $B \rightarrow D$
- $E \rightarrow A$

Αναφέρετε τα υποψήφια κλειδιά για το R .

Επίλυση F+:



Τετριμμένες εξαρτήσεις

- $ABCDE \rightarrow A$
- $ABCDE \rightarrow B$
- $ABCDE \rightarrow C$
- $ABCDE \rightarrow D$
- $ABCDE \rightarrow E$
- $ABCDE \rightarrow AB$
- $A \rightarrow A$
- ...
- $A \rightarrow BC$
- $CD \rightarrow E$
- $B \rightarrow D$
- $E \rightarrow A$

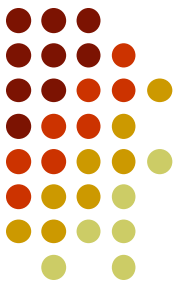
• Μεταβατικός ΚΑΝ.

- $A \rightarrow DC$
- $CD \rightarrow A$
- $E \rightarrow BC$
- $E \rightarrow DC$
- $CD \rightarrow BC$
- Ενωτικός
 - $E \rightarrow BDC$
 - $A \rightarrow ABC$
 - $CD \rightarrow AE$
 - $CD \rightarrow ABCE$
- Μεταβατικός
 - $A \rightarrow ADC$
 - $CD \rightarrow ABC$
 - $CD \rightarrow ADCE$
- Ενωτικός
 - $CD \rightarrow ABCDE$
 - $A \rightarrow ABCDE$
 - $E \rightarrow ABCDE$

• Διασπαστικός

- $A \rightarrow \dots$
- $CD \rightarrow \dots$
- $E \rightarrow \dots$
- Ενωτικός
 - $E \rightarrow BDC$
 - $A \rightarrow ABC$
 - $CD \rightarrow AE$
 - $CD \rightarrow ABCE$
- Μεταβατικός
 - $A \rightarrow ADC$
 - $CD \rightarrow ADCE$
 - $CD \rightarrow ABCDE$
 - $A \rightarrow ABCDE$
 - $E \rightarrow ABCDE$

Υποψήφια
κλειδιά



Επίλυση

Αναφέρετε τα υποψήφια κλειδιά για το R.

- Το K είναι **υποψήφιο κλειδί** της σχέσης R iff (αν και μόνο αν) $K \rightarrow R$ για κανένα $a \subset K, a \rightarrow R$
- Ισχύει
 - $CD \rightarrow ABCDE$
 - $A \rightarrow ABCDE$
 - $E \rightarrow ABCDE$
- Άρα υποψήφια κλειδιά για την σχέση R :
 - A,
 - E,
 - CD

Κλειστότητα α^+

κλείσιμο του α κάτω από το F



- α^+ : κλειστότητα ή κλείσιμο (*closure*) ενός συνόλου γνωρισμάτων α κάτω από ένα σύνολο λειτουργικών εξαρτήσεων F
- Είναι το σύνολο όλων των γνωρισμάτων που εξαρτώνται λειτουργικά από το σύνολο γνωρισμάτων α μέσω του F

Παράδειγμα

Παίρνει (ΑΦΜ, ΑΜ, βαθμός, όνομα, διεύθυνση)

ΑΦΜ, ΑΜ \rightarrow βαθμός

ΑΦΜ \rightarrow όνομα, διεύθυνση

$\{\text{ΑΦΜ}\}^+ = \{\text{ΑΦΜ}, \text{όνομα}, \text{διεύθυνση}\}$

} F

Αν α^+ είναι το σύνολο όλων των γνωρισμάτων του πίνακα τότε το α είναι υποψήφιο κλειδί

Αλγόριθμος υπολογισμού α^+ ,



αποτέλεσμα := α ;

while (υπάρχουν αλλαγές στο αποτέλεσμα) **do**

for each $\beta \rightarrow \gamma$ **στο** F **do**

begin

if $\beta \subseteq$ του αποτελέσματος **then**

 αποτέλεσμα := αποτέλεσμα \cup γ

end

Άσκηση 3



Έστω

$R = \{A, B, C, G, H, I\}$ και

$F =$

$I \rightarrow B$

$A \rightarrow H$

$B \rightarrow G$

$C \rightarrow G$

$CG \rightarrow I$

Να υπολογιστεί το $\{A, C\}^+$

Επίλυση



1. $\{A, C\}^+ = AC$
2. $A \rightarrow H$
 $A \subseteq \{A, C\}^+$
Άρα : $\{A, C\}^+ = AC \cup H$
3. $C \rightarrow G$ Άρα $\{A, C\}^+$
 $= ACH \cup G$
4. $CG \rightarrow I$ Άρα $\{A, C\}^+$
 $= ACHG \cup I$
5. $I \rightarrow B$ Άρα $\{A, C\}^+$
 $= ACHGI \cup B$

- ΆΠΑ:
 $\{A, C\}^+ = ACHGIB$



Άσκηση 4

- Θεωρήστε το σχήμα $R=(A,B,C,D,E)$ και το ακόλουθο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων F :
- $A \rightarrow BC$
- $CD \rightarrow E$
- $B \rightarrow D$
- $E \rightarrow B$
- Με βάση τα παραπάνω, μπορεί να θεωρηθεί ο συνδυασμός γνωρισμάτων CD , ως υποψήφιο κλειδί; Δικαιολογήστε την άποψή σας.

Βρίσκω CD^+ και εάν περιλαμβάνει όλα τα γνωρίσματα του σχήματος, τότε CD υποψήφιο κλειδί.



1. $\{CD\}^+ = CD$
2. $\{CD\}^+ = CD \cup E$
3. $\{CD\}^+ = CDE \cup B$
4. $\{CD\}^+ = CDEB$
5. Το $\{CD\}^+$ δεν συμπεριλαμβάνει όλα τα γνωρίσματα του σχήματος. Άρα το CD δεν αποτελεί υποψήφιο κλειδί.

Κανονική Κάλυψη (Canonical Cover)



Απλοποίηση ενός δοσμένου συνόλου λειτουργικών εξαρτήσεων χωρίς να μεταβάλλουμε το 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 λειτουργική Εξάρτηση στο E , ανήκει στο F^+ (δηλαδή, συνάγεται από το F) (αλλιώς, $E \subseteq F^+$)



Ισοδύναμα Σύνολα

Δυο σύνολα λειτουργικών εξαρτήσεων E και F είναι **ισοδύναμα**

ανν $E^+ = F^+$.

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

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



Κανονική Κάλυψη

- Διαισθητικά: ένα απλοποιημένο ΣΕ F_c , ισοδύναμο με το F .
- Μία ιδιότητα (σύνολο γνωρισμάτων) μιας συναρτησιακής (ή λειτουργικής) εξάρτησης λέμε ότι είναι **εξωτερική (ή πλεονάζων) (extraneous)**, αν μπορούμε να την αφαιρέσουμε χωρίς να αλλάξουμε το κλείσιμο του συνόλου των λειτουργικών εξαρτήσεων.
- Τυπικά έστω:

$F : \Sigma E$

Λειτουργική εξάρτηση $\alpha \rightarrow \beta$ στο F .

- Η ιδιότητα **A είναι εξωτερική στο α** αν το $A \in \alpha$ και το F συνεπάγεται λογικά $(F - \{\alpha \rightarrow \beta\}) \cup \{(\alpha - A) \rightarrow \beta\}$
- Η ιδιότητα **A είναι εξωτερική στο β** αν το $A \in \beta$ και το σύνολο των λειτουργικών εξαρτήσεων $(F - \{a \rightarrow \beta\}) \cup \{a \rightarrow (A - \beta)\}$ συνεπάγεται λογικά το F



κανονική κάλυψη F_c

- F_c για το F είναι ένα σύνολο από εξαρτήσεις έτσι ώστε το F να συνεπάγεται λογικά όλες τις εξαρτήσεις στο F_c και το F_c συνεπάγεται λογικά όλες τις εξαρτήσεις στο F .
- Επιπλέον το F_c πρέπει να έχει τις παρακάτω ιδιότητες
 - Καμιά λειτουργική εξάρτηση του F_c δεν περιέχει μια εξωτερική ιδιότητα
 - Κάθε αριστερή πλευρά μιας λειτουργικής εξαρτήσης στο F_c είναι μοναδική. Δεν υπάρχουν δύο εξαρτήσεις $\alpha_1 \rightarrow \beta_1$ και $\alpha_2 \rightarrow \beta_2$ στο F_c έτσι ώστε $\alpha_1 = \alpha_2$.
- Μία κανονική κάλυψη μπορεί να μην είναι μοναδική
- Μας διευκολύνει στον υπολογισμό των υποψήφιων κλειδιών

Αλγόριθμος υπολογισμού της κανονικής κάλυψης



- $F_c = F$
- Repeat
 - Χρησιμοποιήστε τον κανόνα ένωσης για να αντικαταστήσετε τις εξαρτήσεις του F_c της μορφής $\alpha_1 \rightarrow \beta_1$ και $\alpha_1 \rightarrow \beta_2$ με $\alpha_1 \rightarrow \beta_1\beta_2$
 - Βρείτε μια λειτουργική εξάρτηση $\alpha \rightarrow \beta$ στο F_c με μια εξωτερική ιδιότητα στο α ή στο β
 - Αν βρεθεί μια εξωτερική ιδιότητα, διαγράψτε την από το $\alpha \rightarrow \beta$
- Until το F_c να μην αλλάζει



Άσκηση 5

- Δίνεται το σύνολο λειτουργικών εξαρτήσεων F για το σχήμα (A,B,C) :
 - $A \rightarrow BC$
 - $B \rightarrow C$
 - $A \rightarrow B$
 - $AB \rightarrow C$

Να υπολογιστεί η κανονική κάλυψη F_c για το F

ΕΠΙΛΥΣΗ



- Ισχύει $A \rightarrow BC$ και $A \rightarrow B$. Άρα $A \rightarrow BC$
- Το A είναι εξωτερικό στο $AB \rightarrow C$ διότι το F συνεπάγεται λογικά από το $(F - \{AB \rightarrow C\} \cup \{B \rightarrow C\})$, γιατί το $B \rightarrow C$ ήδη στο F .
- Το C εξωτερικό στο $A \rightarrow BC$, αφού το $A \rightarrow BC$ συνεπάγεται λογικά $A \rightarrow B$ και το $B \rightarrow C$

Άρα κανονική κάλυψη \ κάλυμμα F_C :

$A \rightarrow B$

$B \rightarrow C$



Άσκηση 6

- Έστω $F = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow AC \text{ και } C \rightarrow AB\}$

Να βρεθεί το F_c

- Επίλυση:

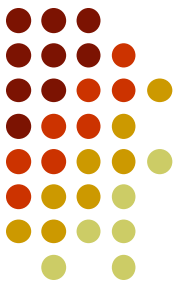
Εφαρμόζουμε έλεγχο εξωτερικότητας στο $A \rightarrow BC$. Βρίσκουμε ότι τα B και C είναι εξωτερικά ως προς το F .



Επίλυση

- Αν διαγράψουμε το C τότε $F' = \{A \rightarrow B, B \rightarrow AC, C \rightarrow AB\}$
- Τα A και B είναι εξωτερικά στη δεξιά πλευρά του $C \rightarrow AB$
- Καταλήγουμε σε δύο κανονικές καλύψεις:
 - $F_c = \{A \rightarrow B, B \rightarrow AC \text{ και } C \rightarrow A\}$ και
 - $F_c = \{A \rightarrow B, B \rightarrow AC, C \rightarrow B\}$

Άρα οι κανονικές καλύψεις δεν είναι μοναδικές



Επίλυση

- Αν διαγράψουμε το B τότε $F' = \{A \rightarrow C, B \rightarrow AC, C \rightarrow AB\}$
- Μπορώ να καταλήξω σε άλλες δύο κανονικές καλύψεις:
 - $F_c = \{A \rightarrow C, C \rightarrow B \text{ και } B \rightarrow A\}$ και
 - A εξωτερικό της $C \rightarrow AB$ και C εξωτερικό της $B \rightarrow AC$
 - $F_c = \{A \rightarrow C, B \rightarrow C, C \rightarrow AB\}$
 - A εξωτερικό της $B \rightarrow AC$

Άρα οι κανονικές καλύψεις δεν είναι μοναδικές

Αποσύνθεση



- Διάσπαση μίας σχέσης σχήματος που έχει πολλές ιδιότητες σε διάφορα σχήματα με λιγότερες ιδιότητες.
- Π.χ. Η σχέση ABCD μπορεί να διασπαστεί στις ABC και CD

Αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου.



- Μια αποσύνθεση $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ του R είναι μία **Lossless-join decomposition**, αν για όλες τις σχέσεις r στο σχήμα R που είναι νόμιμες κάτω από το (σύνολο από περιορισμούς για την ΒΔ) C , ισχύει:

$$r = \pi R_1(r) \bowtie \pi R_2(r) \bowtie \dots \pi R_n(r)$$

- Μία σχέση είναι **νόμιμη** αν ικανοποιεί όλους τους κανόνες ή περιορισμούς που έχουμε βάλει στην βάση δεδομένων μας.

Αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου



- Έστω
 - R ένα σχεσιακό σχήμα
 - F ένα σύνολο από συναρτησιακές εξαρτήσεις στο R .
 - R_1 και R_2 μια αποσύνθεση του R .
- Αν μια τουλάχιστον από τις παρακάτω ΣΕ ανήκει στο F^+
 - $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1$ ή $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2$
- Τότε η διάσπαση είναι χωρίς απώλειες συνδέσμου.

ΔΗΛ: Αν τα κοινά γνωρίσματα των δύο σχέσεων $R_1 \cap R_2$ σχηματίζουν υπερκλειδί για τουλάχιστον ένα από τα σχήματα R_1 ή R_2 , τότε η αποσύνθεση του R είναι μια αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου.

Αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου



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

Τίτλος Έτος \rightarrow Διάρκεια

Τίτλος Έτος \rightarrow Είδος

Όνομα Ηθοποιού \rightarrow Διεύθυνση

Όνομα-Ηθοποιού \rightarrow Έτος Γέννησης

$R_1 \cap R_2 = \{\text{Τίτλος, Έτος}\}$

Υπερκλειδί για την $R1$ άρα αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου

$R_1 = \{\text{Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος}\}$

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



Άσκηση 7

- 1: Υποθέστε ότι αποσυνθέτουμε το σχήμα $R=(A,B,C,D,E)$ σε
 - $R1 (A,B,C)$
 - $R2 (A,D,E)$

Δείξτε ότι αυτή η αποσύνθεση είναι η αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου, αν ισχύει το παρακάτω σύνολο F από λειτουργικές εξαρτήσεις:

$A \rightarrow BC$

$CD \rightarrow E$

$B \rightarrow D$

$E \rightarrow A$



Επίλυση

- $R1 \cap R2 = A$
- $A \rightarrow BC$
- Άρα το A είναι κλειδί για το σχήμα $R1$
- Άρα η αποσύνθεση είναι αποσύνθεση χωρίς απώλειες συνδέσμου
- Εναλλακτικά μπορούμε να βρούμε το F^+ και να επαληθεύσουμε ότι $R1 \cap R2 \rightarrow R1 \in F^+$

Διατήρηση εξαρτήσεων



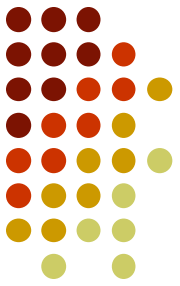
Στόχος: Για να ελέγχουμε ότι διατηρούνται οι Σ.Ε. όταν γίνονται τροποποιήσεις σε μία από τις σχέσεις $r_i(R_i)$ αρκεί να ελέγξουμε μόνο τη συγκεκριμένη σχέση (δηλαδή, να μη χρειάζεται να υπολογίσουμε τις αρχικές σχέσεις - αποφυγή των συνενώσεων)

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

F_i περιορισμός του F στο R_i είναι το σύνολο όλων των συναρτησιακών εξαρτήσεων του F^+ που περιέχουν μόνο γνωρίσματα του R_i .

Προσοχή: F^+ όχι F

Διατήρηση εξαρτήσεων



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

$$\text{Έστω } F' = F_1 \cup F_2 \dots \cup F_n$$

Η αποσύνθεση είναι μια **αποσύνθεση που διατηρεί τις εξαρτήσεις** (dependency preserving) αν $F'^+ = F^+$

Άσκηση 8



Έστω

- το σχήμα σχέσης $R(A, B, C, D)$
- το σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων
 - $A \rightarrow C$
 - $B \rightarrow C$
 - $B \rightarrow A$
- Έστω η αποσύνθεση $S(A, C)$ και $T(A, B, D)$
- Να αποδειχθεί ότι μια αποσύνθεση διατηρεί τις εξαρτήσεις



Επίλυση

- Άτυπα: δεν θέλουμε οι αρχικές Σ.Ε. να εκτείνονται σε 2 πίνακες
- Ιδανικά η αποσύνθεση θα έπρεπε να **διατηρεί την εξάρτηση**, δηλ., $(F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_n)^+ = F^+$

1. $F^+ = A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow A, B \rightarrow AC$

2. $(F_1 \cup F_2)^+ = A \rightarrow C, B \rightarrow A =$
 $A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow A, B \rightarrow AC$

Άρα: $(F_1 \cup F_2)^+ = F^+$

Άσκηση 9



- Έστω η σχέση $R(A, B, C, D, E)$ με συναρτησιακές εξαρτήσεις:

$$A \rightarrow B C$$

$$C D \rightarrow E$$

$$B \rightarrow D$$

$$E \rightarrow A$$

Να αποδειχθεί ότι

- ο διαχωρισμός σε (A, B, C) και (A, D, E) είναι ένας lossless-join διαχωρισμός
- Ο παραπάνω διαχωρισμός δεν διατηρεί τις εξαρτήσεις;

ΛΥΣΗ



a. Ένας διαχωρισμός $\{R1, R2\}$ είναι ένας lossless-join διαχωρισμός αν $R1 \cap R2 \rightarrow R1$ ή $R1 \cap R2 \rightarrow R2$.

- Έστω: $R1=(A,B,C)$,
 $R2=(A,D,E)$ και
 $R1 \cap R2=A$

- Αφού το A είναι ένα υποψήφιο κλειδί τότε
 $R1 \cap R2 \rightarrow R1$

ΛΥΣΗ



$$F1 = A \rightarrow BC$$

$$F2 = E \rightarrow A$$

$$(F1 \cup F2)^+ = A \rightarrow BC, E \rightarrow A, E \rightarrow BC \neq F^+$$



ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ

- 1η Κανονική Μορφή (1NF)
 - Μια σχέση είναι σε 1η κανονική μορφή αν τα γνωρίσματά της λαμβάνουν μόνο **ατομικές** (απλές, αδιαίρετες) τιμές.
 - Απαγορεύονται τα πλειότιμα και σύνθετα γνωρίσματα.
 - Τα γνωρίσματα λαμβάνουν μία μόνο τιμή από το πεδίο ορισμού τους.

1^η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



ΟΝΟΜΑ_ΤΜ	ΚΩΔ_ΤΜ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ_ΤΜ
Έρευνα	5	12345678	{Αθήνα, Πάτρα, Τρίπολη}
Διοίκηση	4	23456789	{Τρίπολη}
Πωλήσεις	1	34567890	{Αθήνα}

- Ισχύει ΟΝΟΜΑ_ΤΜ → ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ_ΤΜ αλλά δεν έχουμε 1NF.

ΟΝΟΜΑ_ΤΜ	ΚΩΔ_ΤΜ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ_ΤΜ
Έρευνα	5	12345678	Αθήνα
Έρευνα	5	12345678	Πάτρα
Έρευνα	5	12345678	Τρίπολη
Διοίκηση	4	23456789	Τρίπολη
Πωλήσεις	1	34567890	Αθήνα

- Έχουμε 1NF αλλά δεν ισχύει ΟΝΟΜΑ_ΤΜ → ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ_ΤΜ.



1^η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ

- Το πλειότιμο χαρακτηριστικό απομακρύνεται σε άλλη σχέση μαζί με το χαρακτηριστικό που το προσδιορίζει συναρτησιακά.

ΟΝΟΜΑ_TM	ΚΩΔ_TM	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ
Έρευνα	5	12345678
Διοίκηση	4	23456789
Πωλήσεις	1	34567890

ΟΝΟΜΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ_TM
Έρευνα	Αθήνα
Έρευνα	Πάτρα
Έρευνα	Τρίπολη
Διοίκηση	Τρίπολη
Πωλήσεις	Αθήνα



2^η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ

- Ένας πίνακας που είναι σε 1KM είναι και σε 2KM όταν ισχύει οποιοδήποτε από τα εξής:
 - το πρωτεύον κλειδί αποτελείται από ένα και μόνο χαρακτηριστικό,
 - ο πίνακας δεν έχει χαρακτηριστικά που δεν αποτελούν κλειδί (all-key relation), ή
 - κάθε χαρακτηριστικό που δεν είναι κλειδί, είναι πλήρως συναρτησιακά εξαρτώμενο από το πρωτεύον κλειδί.

2^Η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ (ΣΥΝ.)



- Μια σχέση R είναι σε δεύτερη κανονική μορφή αν
 1. Είναι σε πρώτη κανονική μορφή και
 2. Αν κάθε συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ που υπάρχει στην R , είναι full functional dependency.
- Μια συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ είναι full functional dependency αν η συναρτησιακή εξάρτηση παύει να ισχύει αν αφαιρέσουμε οποιοδήποτε πεδίο από το X .
 - Π.χ η συναρτησιακή εξάρτηση $\{ABC\} \rightarrow Y$ δεν είναι full functional dependency αν ισχύει $\{AB\} \rightarrow Y$ ή $B \rightarrow Y$ κτλ.

2^Η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Φοιτητής (αριθ_φοιτητή, όνομα_φοιτητή)

Τάξη (αριθ_μαθήματος, ώρα_μαθήματος, αριθ_κτιρίου, όνομα_κτιρίου)

Φοιτητής_Τάξη (αριθ_φοιτητή, αριθ_μαθήματος)

3^η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ



- Μια σχέση R είναι σε Τρίτη κανονική μορφή αν
 1. Είναι σε δεύτερη κανονική και
 2. Αν δεν υπάρχουν μεταβατικές εξαρτήσεις (transitive) dependencies.
- Μια συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ είναι μεταβατική (transitive) dependency αν ισχύει $X \rightarrow Z$ και $Z \rightarrow Y$ για κάποιο σύνολο από πεδία που δεν ανήκουν σε κανένα κλειδί.

3^Η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Φοιτητής (αριθ_φοιτητή, όνομα_φοιτητή)

Τάξη (αριθ_μαθήματος, ώρα_μαθήματος, αριθ_κτιρίου, όνομα_κτιρίου)

Φοιτητής_Τάξη (αριθ_φοιτητή, αριθ_μαθήματος)

αριθ_μαθήματος → αριθ_κτιρίου, και
αριθ_κτιρίου → όνομα_κτιρίου

Φοιτητής (αριθ_φοιτητή, όνομα_φοιτητή)

Τάξη (αριθ_μαθήματος, ώρα_μαθήματος, αριθ_κτιρίου)

Κτίριο (αριθ_κτιρίου, όνομα_κτιρίου)

Φοιτητής_Τάξη (αριθ_φοιτητή, αριθ_μαθήματος)

Άσκηση 10



Έστω ένα σχήμα σχέσης $R(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J)$

Χρησιμοποιώντας το παρακάτω σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων

$AB \rightarrow C$

$A \rightarrow DE$

$B \rightarrow F$

$F \rightarrow GH$

$D \rightarrow IJ$

Ερωτήματα:

- Υπολογίστε ένα υποψήφιο κλειδί για την σχέση R
- Έστω ότι η σχέση R αποσυντίθεται στις σχέσεις: $R_1(A,B,C)$, $R_2(A,D,E)$, $R_3(B,F)$, $R_4(F,G,H)$, $R_5(D,I,J)$
 - Το προηγούμενο σύνολο σχέσεων διατηρεί τις εξαρτήσεις;
 - Η αποσύνθεση της σχέσης $R'(A,B,C,D,E)$ σε R_1 και R_2 είναι αποσύνθεση χωρίς απώλειες ?
 - Σε ποια κανονική μορφή βρίσκονται οι σχέσεις $R_1 - R_5$?
- Έστω ότι η σχέση R αποσυντίθεται στις σχέσεις: $R_1(A,B,C,D,E)$, $R_2(B,F,G,H)$, και $R_3(D,I,J)$.
 - Το προηγούμενο σύνολο σχέσεων διατηρεί τις εξαρτήσεις;
 - Η αποσύνθεση της σχέσης $R''(A,B,C,D,E,F,G,H)$ σε R_1 και R_2 είναι αποσύνθεση χωρίς απώλειες ?
 - Σε ποια κανονική μορφή βρίσκονται οι σχέσεις $R_1 - R_3$?
- Έστω ότι η σχέση R αποσυντίθεται στις σχέσεις: $R_1(A,B,C,D)$, $R_2(D,E)$, $R_3(B,F)$, $R_4(F,G,H)$, $R_5(D,I,J)$.
 - Το προηγούμενο σύνολο σχέσεων διατηρεί τις εξαρτήσεις;
 - Η αποσύνθεση της σχέσης $R'''(A,B,C,D,E)$ σε R_1 και R_2 είναι αποσύνθεση χωρίς απώλειες ?
 - Σε ποια κανονική μορφή βρίσκονται οι σχέσεις $R_1 - R_5$?

Επίλυση 10.1



- Χρησιμοποιώντας την Σ.Ε. (1), το γνώρισμα C μπορεί να απομακρυνθεί καθώς εξαρτάται από τα γνωρίσματα AB
 - Χρησιμοποιώντας την Σ.Ε. (2), τα γνωρίσματα DE μπορούν να απομακρυνθούν καθώς εξαρτώνται από το γνώρισμα A
 - Χρησιμοποιώντας την Σ.Ε. (3), το γνώρισμα F μπορεί να απομακρυνθεί καθώς εξαρτάται από το γνώρισμα B
 - Χρησιμοποιώντας την Σ.Ε. (4), τα γνωρίσματα GH μπορούν να απομακρυνθούν καθώς εξαρτώνται από το γνώρισμα F και άρα από το B
 - Χρησιμοποιώντας την Σ.Ε. (5), τα γνωρίσματα IJ μπορούν να απομακρυνθούν καθώς εξαρτώνται από το γνώρισμα Δ και άρα από το A
 - Τα γνωρίσματα που απομένουν είναι τα AB.
 - Αν απομακρυνθεί οποιοδήποτε από τα γνωρίσματα AB δεν προκύπτουν όλα τα γνωρίσματα και από κανένα άλλο συνδυασμό γνωρίσματος
- **Οπότε** ο συνδυασμός των γνωρισμάτων AB μπορεί να θεωρηθεί υποψήφιο κλειδί

1: $AB \rightarrow C$
2: $A \rightarrow DE$
3: $B \rightarrow F$
4: $F \rightarrow GH$
5: $D \rightarrow IJ$

Επίλυση 10.2



1. Το προηγούμενο σύνολο σχέσεων διατηρεί τις εξαρτήσεις;

Κάθε ΣΕ θα πρέπει να περιέχεται σε κάποια σχέση. Άρα το συγκεκριμένο σύνολο ΣΕ διατηρεί τις εξαρτήσεις

2. Η αποσύνθεση της σχέσης $R'(A,B,C,D,E)$ σε R_1 και R_2 είναι αποσύνθεση χωρίς απώλειες ?

Λόγω της ΣΕ (2) Ισχύει ότι $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2$; άρα η αποσύνθεση είναι χωρίς απώλειες

3. Σε ποια κανονική μορφή βρίσκονται οι σχέσεις $R_1 - R_5$?

Το συγκεκριμένο σύνολο σχημάτων σχέσεων βρίσκεται σε 3rd NF

1: $AB \rightarrow C$
2: $A \rightarrow DE$
3: $B \rightarrow F$
4: $F \rightarrow GH$
5: $D \rightarrow IJ$

$R_1(A,B,C)$
 $R_2(A,D,E)$
 $R_3(B,F)$
 $R_4(F,G,H)$
 $R_5(D,I,J)$

Επίλυση 10.3



1. Το προηγούμενο σύνολο σχέσεων διατηρεί τις εξαρτήσεις;
Ναι γιατί το σχήμα σχέσης R1 περιέχει τις ΣΕ (1) και (2) το σχήμα σχέσης R2 περιέχει τις ΣΕ (3) και (4), και το σχήμα σχέσης R3 περιέχει την ΣΕ (5).
2. Η αποσύνθεση της σχέσης R”(A,B,C,D,E,F,G,H) σε R1 και R2 είναι αποσύνθεση χωρίς απώλειες ?
Ναι, γιατί λόγω της ΣΕ (3) και της (4) Ισχύει ότι $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2$;
3. Σε ποια κανονική μορφή βρίσκονται οι σχέσεις R1 – R3 ?
Το σχήμα σχέσης R1 είναι σε 1st NF και R2 είναι σε 2nd NF και το σχήμα σχέσης R3 είναι σε 3rd NF

1: $AB \rightarrow C$
2: $A \rightarrow DE$
3: $B \rightarrow F$
4: $F \rightarrow GH$
5: $D \rightarrow IJ$

R1(A,B,C,D,E),
R2(B,F,G,H),
R3(D,I,J).

Επίλυση 10.4



1. Το προηγούμενο σύνολο σχέσεων διατηρεί τις εξαρτήσεις;

Όχι γιατί η ΣΕ (2) $A \rightarrow DE$ δεν επιβεβαιώνεται σε κανένα σχήμα σχέσης

2. Η αποσύνθεση της σχέσης $R''(A,B,C,D,E)$ σε $R1$ και $R2$ είναι αποσύνθεση χωρίς απώλειες ?

Όχι γιατί $R1 \cap R2 = D$ και το γνώρισμα D δεν είναι πρωτεύον κλειδί για καμία από τις σχέσεις $R1$ και $R2$;

3. Σε ποια κανονική μορφή βρίσκονται οι σχέσεις $R1 - R5$?

Το σχήμα σχέσης $R1$ είναι σε 1st NF ενώ τα υπόλοιπα σχήματα είναι σε 3rd NF

1: $AB \rightarrow C$
2: $A \rightarrow DE$
3: $B \rightarrow F$
4: $F \rightarrow GH$
5: $D \rightarrow IJ$

$R1(A,B,C,D)$
 $R2(D,E)$
 $R3(B,F)$
 $R4(F,G,H)$
 $R5(D,I,J)$

ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΒΟΥΣΕ- CODD (BCNF)



- Ένα σχεσιακό σχήμα R είναι σε BCNF σε σχέση με ένα σύνολο F λειτουργικών εξαρτήσεων αν για όλες τις ΣΕ στο F^+ της μορφής $X \rightarrow Y$ ισχύει τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω:
 - $X \rightarrow Y$ είναι μια τετριμμένη ΣΕ ή
 - X είναι υπερκλειδί του σχήματος R

Έλεγχος εάν μια σχέση ικανοποιεί το BCNF



- Για να ελέγξουμε αν μια μη τετριμμένη εξάρτηση $\alpha \rightarrow \beta$ προκαλεί μια παραβίαση στο BCNF,
- υπολογίζουμε το α^+ και επαληθεύουμε ότι συμπεριλαμβάνει όλες τις ιδιότητες του R , δηλαδή είναι υπερκλειδί του R .

Άσκηση 11



- Έστω η σχέση $R(A, B, C, D, E, G, H)$ με συναρτησιακές εξαρτήσεις:
 $F = \{ AB \rightarrow C, AC \rightarrow B, AD \rightarrow E, B \rightarrow D, BC \rightarrow A, E \rightarrow G \}$
- Έστω τα παρακάτω σύνολα γνωρισμάτων
 - $\{A, B, C\}$
 - $\{A, B, C, E, G\}$
 - $\{A, C, E, H\}$
- i. Διατυπώστε μία ελάχιστη κανονική κάλυψη
- ii. Αναγνωρίστε αν το σύνολο των γνωρισμάτων είναι σε BCNF

ΛΥΣΗ



- a. $\{A, B, C\}$
 - i. $AB \rightarrow C, AC \rightarrow B, BC \rightarrow A$ είναι ήδη μία ελάχιστη κάλυψη
 - ii. Είναι σε BCNF διότι τα AB, AC, BC είναι όλα υποψήφια κλειδιά στη σχέση

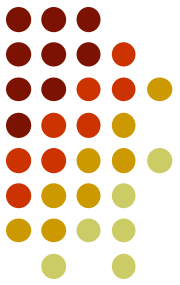
ΛΥΣΗ



b. $\{A, B, C, E, G\}$

- i.* $AB \rightarrow C, AC \rightarrow B, BC \rightarrow A, E \rightarrow G$ είναι ήδη μία ελάχιστη κάλυψη
- ii.* Τα ABE, ACE, BCE είναι όλα υποψήφια κλειδιά. Αλλά δεν είναι ούτε 2NF γιατί το E είναι υποσύνολο των κλειδιών και ισχύει η $E \rightarrow F$, είναι 1NF

ΛΥΣΗ



c. $\{A, C, E, H\}$

- i. Δεν υπάρχουν λειτουργικές εξαρτήσεις – ήδη μία ελάχιστη κάλυψη
- ii. Το κλειδί είναι η ίδια η ACEH
- iii. Είναι σε BCNF

Άσκηση 12



Έστω ένα σχήμα σχέσης $R(A,B,C,D,E,F)$

Χρησιμοποιώντας το παρακάτω σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων

$$AF \rightarrow D$$

$$DE \rightarrow B$$

$$A \rightarrow BC$$

$$E \rightarrow C$$

- Ερωτήματα:
 1. Υπολογίστε την A^+ .
 2. Ποιο είναι το πρωτεύον κλειδί της παραπάνω σχέσης.
 3. Είναι η σχέση R σε 2nd NF χρησιμοποιώντας το πρωτεύον κλειδί που υπολογίσατε προηγουμένως; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
 4. Αποσυνθέστε την παραπάνω σχέση ώστε οι σχέσεις που θα προκύψουν βρίσκονται σε 3rd NF.

Επίλυση 12



Ερώτημα 1:

- $\{A\}^+ = ABC$

Ερώτημα 2:

- Χρησιμοποιώντας την ΣΕ (1), το γνώρισμα D μπορεί να απομακρυνθεί καθώς εξαρτάται από τα γνωρίσματα AF
- Χρησιμοποιώντας την ΣΕ (2), το γνώρισμα B μπορεί να απομακρυνθεί καθώς εξαρτάται από τα γνωρίσματα DE
- Χρησιμοποιώντας την ΣΕ (3), μπορεί να προκύψει η σχέση $A \rightarrow B$
- Χρησιμοποιώντας την ΣΕ (4), το γνώρισμα C μπορεί να απομακρυνθεί καθώς εξαρτάται από το γνώρισμα E.

Τα εναπομείναντα γνωρίσματα είναι τα γνωρίσματα AEF, τα οποία αποτελούν και ΠΚ. Καθώς αν απομακρύνουμε οποιοδήποτε από αυτά δεν υπάρχει η δυνατότητα να ανακτήσουμε το σύνολο των υπολοίπων γνωρισμάτων.

Άρα το πρωτεύον κλειδί είναι το σύνολο των γνωρισμάτων **AEF**

1. $AF \rightarrow D$
2. $DE \rightarrow B$
3. $A \rightarrow BC$
4. $E \rightarrow C$

Επίλυση 12



Ερώτημα 3:

- Το σχήμα σχέσης R δεν βρίσκεται σε 2nd NF γιατί δεν εξαρτώνται όλες οι ΣΕ που ισχύουν για το σχήμα από ολόκληρο το κλειδί

Ερώτημα 4:

- Βήμα 1. Βρες μια κανονική κάλυψη (είναι το ίδιο το σύνολο ΣΕ).
- Βήμα 2: Για κάθε συναρτησιακή εξάρτηση δημιουργείστε ένα σχήμα σχέσης
 - Τα σχήματα σχέσης που προκύπτουν είναι τα εξής:
 - **R1 (A,F,D); R2 (D,E,B), R3 (A,B,C), R4(E,C)**
- Βήμα 3: (Αν καμία από τις παραπάνω σχέσεις δεν περιέχει το πρωτεύον κλειδί του R). Δημιουργείστε ένα σχήμα σχέσης που να περιλαμβάνει όλα τα γνωρίσματα που σχημάτιζαν το πρωτεύον κλειδί της σχέσης :
 - δηλ το σχήμα σχέσης :**R5(A,E,F)**

Τέλος

- Ευχαριστώ!!!

