

# Κλείσιμο Συνόλου Γνωρισμάτων

- Ο υπολογισμός του κλεισίματος ενός συνόλου από ΣΕ μας δίνει τα σύνολα όλων των γνωρισμάτων τα οποία προσδιορίζονται συναρτησιακά από άλλα σύνολα γνωρισμάτων
- Ο υπολογισμός αυτός έχει κόστος εκθετικό ως προς το μέγεθος του αρχικού συνόλου των ΣΕ.
- Δεδομένου ενός συνόλου  $F$  από ΣΕ μιας σχέσης  $R$  και ενός συνόλου  $X$  από γνωρίσματα του σχήματος της  $R$ , το **κλείσιμο του**  $X$ ,  $X^+$  είναι το μέγιστο σύνολο γνωρισμάτων  $Y$ , για τα οποία  $X \rightarrow Y \in F^+$ .
- Ο υπολογισμός του κλεισίματος ενός συνόλου γνωρισμάτων έχει κόστος πολυωνυμικό ως προς το μέγεθος του συνόλου αυτού (πιο αποδοτικός από τον υπολογισμό κλεισίματος συνόλου ΣΕ)

# Κλείσιμο Συνόλου Γνωρισμάτων

- Ο ακόλουθος αλγόριθμος υπολογίζει το  $X^+$  δεδομένου ενός συνόλου ΣΕ  $F$ .

$I := 0; \quad X[I] := X;$

Επανάλαβε

$I := I + 1;$

$X[I] := X[I-1];$

Για κάθε  $Z \rightarrow W$  στο  $F$

Αν  $Z \subseteq X[I]$  τότε

$X[I] := X[I] \cup W;$

Μέχρι  $X[I] = X[I-1];$

Επέστρεψε  $X^+ = X[I];$

- Ο υπολογισμός του  $X^+$  βασίζεται στην εφαρμογή του κανόνα συσσώρευσης.

# Κλείσιμο Συνόλου Γνωρισμάτων

➤ **Παράδειγμα:**  $X = B, F = \{B \rightarrow CD, AD \rightarrow E, B \rightarrow A\}$

Αρχικά:  $X[0] = B$

$l=1$ :  $X[1] = B$

$X[1] = BCD$  (λόγω της  $B \rightarrow CD$ )

$X[1] = ABCD$  (λόγω της  $B \rightarrow A$ )

$l=2$ :  $X[2] = ABCD$

$X[2] = ABCDE$  (λόγω της  $AD \rightarrow E$ )

$l=3$ :  $X[3] = ABCDE = X[2]$

Το loop τερματίζει, επομένως  $X^+ = ABCDE$

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

- Χρειαζόμαστε μια μέθοδο κατασκευής μιας κάλυψης για ένα σύνολο από ΣΕ και επιπλέον η κάλυψη πρέπει να είναι ελάχιστη.
  - Ο ακόλουθος αλγόριθμος κατασκευάζει μια ελάχιστη κάλυψη  $M$  ενός συνόλου ΣΕ.
1. Δημιουργούμε ένα ισοδύναμο σύνολο  $H$  από ΣΕ με ένα μόνο γνώρισμα στο δεξί μέλος.

$H := \emptyset;$

Για κάθε  $X \rightarrow Y$  στο  $F$

Για κάθε  $A$  στο  $Y$

$H := H \cup \{X \rightarrow A\};$

Στο τέλος του 1<sup>ου</sup> βήματος,  $H \equiv F$

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

2. Αφαιρούμε από το  $H$  τις ΣΕ οι οποίες αν αφαιρεθούν δεν επηρεάζουν το  $H^+$

Για κάθε  $X \rightarrow A$  στο  $H$

$J := H - \{X \rightarrow A\};$

Υπολόγισε  $X^+$  για το  $J$ ;

Αν  $A \in X^+$  τότε

$H := J;$

Το 2<sup>ο</sup> βήμα μετατρέπει το  $H$  σε ένα μικρότερο αλλά ισοδύναμο σύνολο.

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

3. Αντικαθιστούμε ΣΕ με άλλες οι οποίες έχουν λιγότερα γνωρίσματα στο αριστερό μέλος εφόσον δεν επηρεάζεται το  $H^+$ .

Για κάθε  $X \rightarrow A$  στο  $H$

Για κάθε  $B \in X$

$Y := X - \{B\};$

$J := (H - \{X \rightarrow A\}) \cup \{Y \rightarrow A\};$

Υπολόγισε  $Y^+$  για το  $J$  και  $Y^+$  για το  $H$ ;

Αν  $(Y^+ \text{ για το } J) = (Y^+ \text{ για το } H)$  τότε

$H := J;$

Καθώς το  $H^+$  δεν αλλάζει, το σύνολο που προκύπτει είναι ισοδύναμο με το αρχικό.

Άλλος τρόπος να ελέγξουμε ότι το  $H^+$  δεν αλλάζει είναι να δούμε αν το  $Y^+$  για το  $J$  περιέχει το  $B$  ή να δούμε αν υπάρχει εξάρτηση  $B \rightarrow Y$

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

4. Εφαρμόζουμε τον κανόνα της ένωσης στις ΣΕ με κοινό αριστερό μέλος. Υποθέτουμε ότι όλες οι ΣΕ είναι “μη-μαρκαρισμένες” στην αρχή αυτού του βήματος

$M := \emptyset;$

Για κάθε  $X \rightarrow A$  στο  $H$

Αν είναι μαρκαρισμένη, συνέχισε;

Μαρκάρισε  $X \rightarrow A$

$Y := \{A\};$

Για όλες τις υπόλοιπες  $X \rightarrow B$  στο  $H$

Μαρκάρισε  $X \rightarrow B$

$Y := Y \cup \{B\};$

$M := M \cup \{X \rightarrow Y\};$

Επέστρεψε  $M$ ;

Το αποτέλεσμα είναι η ελάχιστη κάλυψη  $M$ .

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

- **Παράδειγμα:** Κατασκευάστε την ελάχιστη κάλυψη  $M$  για το σύνολο  $F = \{A \rightarrow AC, B \rightarrow ABC, D \rightarrow ABC\}$
1.  $H = \{A \rightarrow A, A \rightarrow C, B \rightarrow A, B \rightarrow B, B \rightarrow C, D \rightarrow A, D \rightarrow B, D \rightarrow C\}$
  2.
    - (a)  $A \rightarrow A$  τετριμμένη – μπορεί να αφαιρεθεί
    - (b)  $A \rightarrow C$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς δεν υπάρχει άλλη ΣΕ με  $A$  στο αριστερό μέλος
    - (c)  $B \rightarrow A$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $B^+ = BC$  για το  $J = H - \{B \rightarrow A\}$
    - (d)  $B \rightarrow B$  τετριμμένη = μπορεί να αφαιρεθεί
    - (e)  $B \rightarrow C$  μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $B^+ = ABC$  για το  $J = H - \{B \rightarrow C\}$
    - (f)  $D \rightarrow A$  μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $D^+ = DBA$  για το  $J = H - \{D \rightarrow A\}$

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

2. (g)  $D \rightarrow B$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $D^+ = DC$  για το  $J = H - \{D \rightarrow B\}$   
(h)  $D \rightarrow C$  μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $D^+ = DBAC$  για το  $J = H - \{D \rightarrow C\}$   
Μετά το βήμα 2,  $H = \{A \rightarrow C, B \rightarrow A, D \rightarrow B\}$
3. Τα βήματα 3 και 4 δε μεταβάλλουν το  $H$ .

Άρα  $M = \{A \rightarrow C, B \rightarrow A, D \rightarrow B\}$

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

- **Παράδειγμα:** Θεωρείστε τη σχέση  $R\{A, B, C, D, E, G\}$  που περιέχει δεδομένα για εργοστάσια, όπου

A – id διευθυντή

B – όνομα εργοστασίου

C – id εργαζομένου

D – μισθός εργαζομένου

E – φόροι εργαζομένου

G – bonus εργαζομένου

Τα δεδομένα ικανοποιούν τους εξής περιορισμούς:

- Κάθε διευθυντής διευθύνει ένα εργοστάσιο, αλλά ένα εργοστάσιο μπορεί να έχει πάνω από ένα διευθυντή.
- Κάθε εργαζόμενος εργάζεται σε ένα εργοστάσιο, αλλά σε κάθε εργοστάσιο εργάζονται πάνω από ένας εργαζόμενοι.
- Οι φόροι ενός εργαζομένου καθορίζονται βάσει του μισθού του
- Το bonus ενός εργαζομένου καθορίζεται από το μισθό και την πολιτική του εργοστασίου

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

- **Παράδειγμα:** Θεωρείστε τη σχέση  $R\{A, B, C, D, E, G\}$  που περιέχει δεδομένα για εργοστάσια, όπου

A – id διευθυντή

B – όνομα εργοστασίου

C – id εργαζομένου

D – μισθός εργαζομένου

E – φόροι εργαζομένου

G – bonus εργαζομένου

Συνεπώς, το σύνολο των εξαρτήσεων που προκύπτουν είναι:

$$\{A \rightarrow B, C \rightarrow BD, C \rightarrow G, CD \rightarrow E, BCDE \rightarrow G\}$$

Εφαρμόζουμε τον αλγόριθμο για να βρούμε την ελάχιστη κάλυψη.

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

1.  $H = \{A \rightarrow B, C \rightarrow B, C \rightarrow D, C \rightarrow G, CD \rightarrow E, BCDE \rightarrow G\}$
2.
  - (a)  $A \rightarrow B$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς δεν υπάρχει άλλη ΣΕ με  $A$  στο αριστερό μέλος
  - (b)  $C \rightarrow B$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $C^+ = CDE$  για το  $J = H - \{C \rightarrow B\}$
  - (c)  $C \rightarrow D$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $C^+ = BC$  για το  $J = H - \{C \rightarrow D\}$
  - (d)  $C \rightarrow G$  μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $C^+ = BCDEG$  για το  $J = H - \{C \rightarrow D\}$
  - (e)  $BCDE \rightarrow G$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς  $\{BCDE\}^+ = BCDE$  για το  $J = H - \{BCDE \rightarrow G\}$
  - (f)  $CD \rightarrow E$  δε μπορεί να αφαιρεθεί καθώς το γνώρισμα  $E$  δεν εμφανίζεται στο δεξιό μέλος άλλης εξάρτησης

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

- 3.
- (a) Αντικαθιστούμε τη  $CD \rightarrow E$  με τη  $D \rightarrow E$ . Επειδή στο σύνολο μας υπάρχει η εξάρτηση  $C \rightarrow D$  διατηρούμε την αντικατάσταση.
  - (b) Αντικαθιστούμε τη  $BCDE \rightarrow G$  με τη  $CDE \rightarrow G$ . Υπολογίζουμε το  $(CDE)^+ = BCDEG$  το οποίο είναι ίδιο και στο αρχικό σύνολο, άρα διατηρούμε την αντικατάσταση.
  - (c) Αντικαθιστούμε τη  $CDE \rightarrow G$  με τη  $DE \rightarrow G$ . Υπολογίζουμε το  $(DE)^+ = DEG$  το οποίο είναι ίδιο και στο αρχικό σύνολο, άρα διατηρούμε την αντικατάσταση.
  - (d) Αντικαθιστούμε τη  $DE \rightarrow G$  με τη  $E \rightarrow G$ . Επειδή στο σύνολο μας υπάρχει η εξάρτηση  $D \rightarrow E$  διατηρούμε την αντικατάσταση.

# Ελάχιστη Κάλυψη (Minimum Cover)

4. Μετά τις συνενώσεις, προκύπτει η ελάχιστη κάλυψη

$$M = A \rightarrow B, C \rightarrow BD, D \rightarrow E, E \rightarrow G$$

Δηλαδή id διευθυντή  $\rightarrow$  όνομα εργοστασίου

id εργαζομένου  $\rightarrow$  όνομα εργοστασίου, μισθός εργαζομένου

μισθός εργαζομένου  $\rightarrow$  φόροι εργαζομένου

φόροι εργαζομένου  $\rightarrow$  bonus εργαζομένου

## Αποσύνθεση χωρίς Απώλεια Πληροφορίας (Lossless-Join Decomposition)

---

- Η κανονικοποίηση σχημάτων σχεσιακών ΒΔ εξαρτάται από τη δυνατότητα αποσύνθεσης σχημάτων με «μικρότερα» αποφεύγοντας συγχρόνως ανωμαλίες ενημέρωσης.
- Δεδομένης μιας σχέσης  $R$ , μια αποσύνθεση (decomposition) της  $R$  σε  $k$  σχέσεις είναι ένα σύνολο  $\{R_1, R_2, \dots, R_k\}$  τέτοιο ώστε:

$$Head(R) = \bigcup_{i=1}^k Head(R_i)$$

- Δεδομένου ενός στιγμιότυπου της  $R$ , το περιεχόμενο κάθε μιας από τις σχέσεις  $R_i$ , καθορίζεται από την προβολή των πλειάδων της  $R$  στα γνωρίσματα της  $R_i$ .

# Αποσύνθεση χωρίς Απώλεια Πληροφορίας

- Μια αποσύνθεση  $\{R_1, R_2, \dots, R_k\}$  της σχέσης  $R$  με συναρτησιακές εξαρτήσεις  $F$  λέγεται αποσύνθεση χωρίς απώλεια πληροφορίας (lossless-join decomposition) αν, ανεξάρτητα από το περιεχόμενο της  $R$ , οι συναρτησιακές εξαρτήσεις, εξασφαλίζουν ότι  $R = R_1 \bowtie R_2 \bowtie \dots \bowtie R_k$
- Σε μια αποσύνθεση χωρίς απώλεια πληροφορίας, μπορούμε πάντα να ανακατασκευάσουμε την αρχική σχέση από τον υπολογισμό της συνένωσης (join) των σχέσεων που προκύπτουν από την αποσύνθεση.
- Διαφορετικά, η συνένωση των σχέσεων μπορεί να δώσει πληροφορία η οποία δεν υπήρχε στην αρχική σχέση.

# Παράδειγμα: Αποσύνθεση με απώλεια πληροφορίας

R (ABC)

| A     | B   | C     |
|-------|-----|-------|
| $a_1$ | 100 | $c_1$ |
| $a_2$ | 200 | $c_2$ |
| $a_3$ | 300 | $c_3$ |
| $a_4$ | 200 | $c_4$ |

R1 (AB)

| A     | B   |
|-------|-----|
| $a_1$ | 100 |
| $a_2$ | 200 |
| $a_3$ | 300 |
| $a_4$ | 200 |

R2 (BC)

| B   | C     |
|-----|-------|
| 100 | $c_1$ |
| 200 | $c_2$ |
| 300 | $c_3$ |
| 200 | $c_4$ |

$R1 \bowtie R2$

| A     | B   | C     |
|-------|-----|-------|
| $a_1$ | 100 | $c_1$ |
| $a_2$ | 200 | $c_2$ |
| $a_2$ | 200 | $c_4$ |
| $a_3$ | 300 | $c_3$ |
| $a_4$ | 200 | $c_2$ |
| $a_4$ | 200 | $c_4$ |

## Παράδειγμα: Αποσύνθεση με απώλεια πληροφορίας

- Εξετάζοντας μόνο τις  $R_1$  και  $R_2$  δεν μπορούμε να πούμε από ποια σχέση προήλθαν. Θα μπορούσαν να έχουν προέλθει και από την

| A     | B   | C     |
|-------|-----|-------|
| $a_1$ | 100 | $c_1$ |
| $a_2$ | 200 | $c_2$ |
| $a_2$ | 200 | $c_4$ |
| $a_3$ | 300 | $c_3$ |
| $a_4$ | 200 | $c_4$ |

- Η απώλεια πληροφορίας προήλθε από τις πλειάδες  $(a_2, 200, c_4)$  και  $(a_4, 200, c_2)$ . Εμφανίζονται στην  $R_1 \bowtie R_2$  επειδή έχουν κοινή τιμή στο γνώρισμα B αλλά όχι στην αρχική σχέση.

## Παράδειγμα: Αποσύνθεση με απώλεια πληροφορίας

R (ABC)

| A     | B   | C     |
|-------|-----|-------|
| $a_1$ | 100 | $c_1$ |
| $a_2$ | 200 | $c_2$ |
| $a_3$ | 300 | $c_3$ |

R1 (AB)

| A     | B   |
|-------|-----|
| $a_1$ | 100 |
| $a_2$ | 200 |
| $a_3$ | 300 |

R2 (BC)

| B   | C     |
|-----|-------|
| 100 | $c_1$ |
| 200 | $c_2$ |
| 300 | $c_3$ |

$$R1 \bowtie R2 = R$$

- Τι θα συμβεί όμως αν το περιεχόμενο της R αλλάξει και προστεθεί μια πλειάδα με τιμή που ήδη υπάρχει στο κοινό γνώρισμα;
- Δεν μπορούμε να κρίνουμε αν μια αποσύνθεση πάσχει από απώλεια πληροφορίας εξετάζοντας μόνο το περιεχόμενο των σχέσεων.
- Χρειάζονται επιπλέον κανόνες, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τους τις συναρτησιακές εξαρτήσεις.

## Παράδειγμα: αποσύνθεση – συναρτησιακές εξαρτήσεις

**Παράδειγμα:** Έστω η εξάρτηση  $B \rightarrow C$  ισχύει για τη σχέση R.

R (ABC)

| A     | B   | C     |
|-------|-----|-------|
| $a_1$ | 100 | $c_1$ |
| $a_2$ | 200 | $c_2$ |
| $a_3$ | 300 | $c_3$ |

R1 (AB)

| A     | B   |
|-------|-----|
| $a_1$ | 100 |
| $a_2$ | 200 |
| $a_3$ | 300 |

R2 (BC)

| B   | C     |
|-----|-------|
| 100 | $c_1$ |
| 200 | $c_2$ |
| 300 | $c_3$ |

Η εισαγωγή της πλειάδας ( $a_4, 200, c_4$ ) αποτυγχάνει γιατί ισχύει η εξάρτηση  $B \rightarrow C$ . Η εισαγωγή της πλειάδας ( $a_4, 200, c_2$ ) επιτρέπεται.

## Παράδειγμα: αποσύνθεση – συναρτησιακές εξαρτήσεις

- Η ακόλουθη αποσύνθεση δεν πάσχει από απώλεια πληροφορίας.

R (ABC)

| A     | B   | C     |
|-------|-----|-------|
| $a_1$ | 100 | $c_1$ |
| $a_2$ | 200 | $c_2$ |
| $a_3$ | 300 | $c_3$ |
| $a_4$ | 200 | $c_2$ |

R1 (AB)

| A     | B   |
|-------|-----|
| $a_1$ | 100 |
| $a_2$ | 200 |
| $a_3$ | 300 |
| $a_4$ | 200 |

R2 (BC)

| B   | C     |
|-----|-------|
| 100 | $c_1$ |
| 200 | $c_2$ |
| 300 | $c_3$ |

## Θεώρημα: κλειδιά – συναρτησιακές εξαρτήσεις

Το ακόλουθο θεώρημα προσδιορίζει τη σχέση μεταξύ κλειδιών σχέσεων και συναρτησιακών εξαρτήσεων.

**Θεώρημα:** Έστω μια σχέση  $R$  και ένα σύνολο γνωρισμάτων  $X \subseteq \text{Head}(R)$ . Τότε οι ακόλουθες προτάσεις είναι ισοδύναμες:

- (1)  $X$  είναι κλειδί της  $R$ ,
- (2)  $X$  προσδιορίζει συναρτησιακά όλα τα γνωρίσματα στην  $R$ .

### Απόδειξη:

(1)  $\Rightarrow$  (2): αν το  $X$  είναι κλειδί, τότε δεν μπορούν να υπάρχουν στην  $R$  πλειάδες οι οποίες συμφωνούν σε όλα τα γνωρίσματα του  $X$ . Άρα, δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν πλειάδες οι οποίες συμφωνούν στις τιμές των γνωρισμάτων  $X$  και δεν συμφωνούν στα υπόλοιπα γνωρίσματα. Εξ ορισμού η συναρτησιακή εξάρτηση  $X \rightarrow \text{Head}(R)$  ισχύει.

## Θεώρημα: κλειδιά – συναρτησιακές εξαρτήσεις

---

(2)  $\Rightarrow$  (1): αν ισχύει η  $X \rightarrow Head(R)$ , τότε δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν δύο πλειάδες οι οποίες συμφωνούν στα γνωρίσματα  $X$  και δεν συμφωνούν στα υπόλοιπα γνωρίσματα.

Άρα, είτε δύο πλειάδες οι οποίες συμφωνούν στα γνωρίσματα  $X$  θα συμφωνούν και στα υπόλοιπα γνωρίσματα, είτε όλες οι πλειάδες έχουν διακεκριμένες τιμές στα γνωρίσματα του  $X$ .

Καθώς δεν επιτρέπεται να υπάρχουν επαναλαμβανόμενες πλειάδες σε μια σχέση, και οι δύο αυτές περιπτώσεις μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το  $X$  είναι κλειδί της  $R$ .

Άρα,  $(1) \equiv (2)$

# Θεώρημα

Μια ικανή συνθήκη για έλεγχο της ιδιότητας της μη απώλειας πληροφορίας για μια αποσύνθεση:

- **Θεώρημα:** Δεδομένης μιας σχέσης  $R$  και ενός συνόλου ΣΕ  $F$  οι οποίες πληρούνται στην  $R$ , μια αποσύνθεση της  $R$  στις σχέσεις  $R1$  και  $R2$  δεν πάσχει από απώλεια πληροφορίας αν τουλάχιστον μια από τις ακόλουθες ΣΕ είναι λογική συνέπεια των ΣΕ στο  $F$ .

(1)  $Head(R1) \cap Head(R2) \rightarrow Head(R1)$

(2)  $Head(R1) \cap Head(R2) \rightarrow Head(R2)$

# Παράδειγμα

- **Παράδειγμα:** Έστω ότι η ΣΕ  $B \rightarrow C$  ισχύει στη σχέση  $R(ABC)$ . Η  $R$  αποσυντίθεται στις  $R1(AB)$  και  $R2(BC)$ . Εξετάστε αν η αποσύνθεση πάσχει από απώλεια πληροφορίας.

$$Head(R1) \cap Head(R2) = B$$

Πρέπει να δείξουμε ότι ισχύει μια από τις ΣΕ (1)  $B \rightarrow AB$  και (2)  $B \rightarrow BC$ . Από την  $B \rightarrow C$  εξάγεται η  $B \rightarrow BC$  με χρήση του κανόνα επαύξεσης. Άρα, η αποσύνθεση δεν πάσχει από απώλεια πληροφορίας.

**Πόρισμα:** Αν  $\{R1, R2\}$  είναι μια αποσύνθεση χωρίς απώλεια πληροφορίας για τη σχέση  $R$  και  $\{R3, R4\}$  είναι μια αποσύνθεση χωρίς απώλεια πληροφορίας της σχέσης  $R2$ , τότε  $\{R1, R3, R4\}$  είναι μια αποσύνθεση χωρίς απώλεια πληροφορίας της  $R$ .

# Παράδειγμα

- **Παράδειγμα:** Αποσύνθεση της σχέσης emp\_info

emp\_info

|        |          |     |          |            |            |           |
|--------|----------|-----|----------|------------|------------|-----------|
| emp_id | emp_name | ... | skill_id | skill_name | skill_date | skill_lvl |
|--------|----------|-----|----------|------------|------------|-----------|

- Συναρτησιακές εξαρτήσεις:
  1. emp\_id  $\rightarrow$  emp\_name emp\_phone dept\_name
  2. dept\_name  $\rightarrow$  dept\_phone dept\_mgrname
  3. skill\_id  $\rightarrow$  skill\_name
  4. emp\_id skill\_id  $\rightarrow$  skill\_date skill\_lvl

# Παράδειγμα

- Η ακόλουθη αποσύνθεση δεν πάσχει από απώλεια πληροφορίας

emps

|        |          |           |           |
|--------|----------|-----------|-----------|
| emp_id | emp_name | emp_phone | dept_name |
|--------|----------|-----------|-----------|

depts

|           |            |              |
|-----------|------------|--------------|
| dept_name | dept_phone | dept_mgrname |
|-----------|------------|--------------|

emp-skills

|        |          |            |           |
|--------|----------|------------|-----------|
| emp_id | skill_id | skill_date | skill_lvl |
|--------|----------|------------|-----------|

skills

|          |            |
|----------|------------|
| skill_id | skill_name |
|----------|------------|