

Όψεις (Views)

- Συχνά είναι επιθυμητό να μη μπορούν όλοι οι χρήστες μιας ΒΔ να δουν ολόκληρο το λογικό μοντέλο (όλους δηλαδή τους πίνακες της βάσης)

Έστω για παράδειγμα ένας υπάλληλος ο οποίος θα πρέπει να μπορεί να δει τα ονόματα των καθηγητών και το τμήμα που διδάσκουν, αλλά όχι τον μισθό τους. Αυτός θα έπρεπε να μπορεί να δει μια σχέση που σε SQL ορίζεται ως εξής:

```
select ID, name, dept_name  
from instructor;
```

```
instructor(ID, name, dept_name, salary)
```

- Οι **όψεις (views)** παρέχουν τον μηχανισμό απόκρυψης ορισμένων δεδομένων από κάποιους χρήστες
- Λέμε ότι κάθε σχέση που δεν ορίζεται στο εννοιολογικό μοντέλο αλλά είναι «ορατή» σε κάποιους χρήστες ως «εικονική σχέση» αποτελεί μια **όψη**

Δημιουργία όψης (σε SQL)

- Μια όψη ορίζεται χρησιμοποιώντας την εντολή **create view** ως ακολούθως:

create view v as < query expression >

όπου **< query expression >** είναι έγκυρη έκφραση σε SQL και **v** είναι το όνομα της όψης

- Όταν οριστεί μια όψη το όνομά της μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αναφορά στην «εικονική σχέση» που αυτή δημιουργεί
- Ο ορισμός μιας όψης δε συνεπάγεται τη δημιουργία νέας σχέσης (πίνακα) με τον υπολογισμό της επερώτησης
 - στην πραγματικότητα, η έκφραση της επερώτησης με την οποία δημιουργείται η όψη, αποθηκεύεται στη ΒΔ και ενσωματώνεται σε όποια επερώτηση κάνει αναφορά στην όψη

Παραδείγματα ερωτήσεων με όψεις

- Μια όψη με καθηγητές χωρίς τον μισθό τους:

```
create view faculty as  
select ID, name, dept_name  
from instructor;
```

instructor(ID, name, dept_name, salary)

- Βρείτε τους καθηγητές στο τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών:

```
select name  
from faculty  
where dept_name='CSD';
```

- Μια όψη για το σύνολο των μισθών των καθηγητών στα διάφορα τμήματα:

```
create view departments_total_salary (dept_name, total_salary) as  
select dept_name, sum (salary)  
from instructor  
group by dept_name;
```

Όψεις που ορίζονται μέσω άλλων όψεων (1 / 2)

- Μια όψη είναι δυνατό να χρησιμοποιείται σε έκφραση που ορίζει μια άλλη όψη
- Μια όψη v_1 λέμε ότι **εξαρτάται ευθέως** από μια όψη v_2 , εάν η v_2 χρησιμοποιείται στην έκφραση που ορίζει τη v_1
- Μια όψη v_1 λέμε ότι **εξαρτάται από** μια όψη v_2 , εάν είτε εξαρτάται ευθέως από τη v_2 ή υπάρχει ένα «μονοπάτι εξαρτήσεων» από τη v_1 στη v_2
- Μια όψη v λέμε ότι είναι **αναδρομική** εάν εξαρτάται από την ίδια

Όψεις που ορίζονται μέσω άλλων όψεων (2/2)



```
create view csd_autumn_2025 as  
select course.course_id, sec_id, room  
from course, section  
where course.course_id = section_course_id  
      and course.dept_name= 'CSD'  
      and section.semester= 'Autumn'  
      and section.year= '2025';
```



```
create view csd_autumn_2025_remotely as  
select course_id, room  
from csd_autumn_2025  
where room= 'Zoom' or room= 'Teams' or room= 'Webex';
```

```
course(course_id, instructor_id, dept_name)  
section (course_id, sec_id, semester, year, building, room, time_slot_id)
```

Επέκταση (expansion) όψεων (1 / 2)

- Αποτελεί τρόπο ορισμού του περιεχομένου μιας όψης βασισμένο σε άλλες όψεις
- Έστω όψη v_i που ορίζεται μέσω μιας έκφρασης e_i που με τη σειρά της κάνει χρήση άλλων όψεων
- Η **επέκταση όψεων** σε μια έκφραση επαναλαμβάνει το ακόλουθο βήμα αντικαταστάσεων:
 - επανάλαβε**
 - βρες κάθε όψη v_i στην e_i
 - αντικατάστησε την όψη v_i με την έκφραση που την ορίζει
 - μέχρι** να μην απαντώνται άλλες όψεις στην e_i
- Εάν οι όψεις δεν ορίζονται ως αναδρομικές το παραπάνω βήμα αντικαταστάσεων θα τερματίσει

Επέκταση (expansion) όψεων(2/2)

```
create view csd_autumn_2020_remotely as  
(select course_id, room  
from (select course.course_id, room  
        from course, section  
        where course.course_id = section.course_id  
        and course.dept_name= 'CSD'  
        and section.semester= 'Autumn'  
        and section.year= '2020')  
where room= 'Zoom' or room= 'Teams' or room= 'Webex');
```

Ενημέρωση (update) όψεων (1/4)

- Εισαγωγή πλειάδας στην όψη *faculty* που ορίστηκε προηγουμένως:
πχ **insert into faculty values** ('30765', 'Einstein', 'Physics');

Αυτή πρέπει να αναπαρασταθεί στη βάση με εισαγωγή της πλειάδας ('30765', 'Einstein', 'Physics', null) στη σχέση *instructor*

Ενημέρωση (update) όψεων (2/4)

Ορισμένες ενημερώσεις δε μπορούν να μεταφραστούν με μοναδικό τρόπο

department(dept_name, building, budget)

- **create view instructor_info as**
select *ID, name, building*
from *instructor, department*
where *instructor.dept_name= department.dept_name;*
- **insert into instructor_info values** ('69987', 'Turing', 'BuildingA');
 - Σε ποιο *department* αν φιλοξενούνται πολλά στο 'BuildingA';
 - Αν δε φιλοξενείται κανένα τμήμα στο 'BuildingA';

Ενημέρωση (update) όψεων (3/4)

Οι περισσότερες υλοποιήσεις της SQL επιτρέπουν ενημερώσεις μόνο σε **απλές όψεις**, τέτοιες δηλαδή για τις οποίες ισχύουν τα εξής:

- Στο **from** εμφανίζεται μόνο μία σχέση
- Στο **select** υπάρχουν μόνο ονόματα γνωρισμάτων της σχέσης και καθόλου **εκφράσεις**, **συνάθροισης** ή **διακεκριμένες τιμές (distinct)**
- Κάθε γνώρισμα που δεν εμφανίζεται στο select επιτρέπεται να πάρει την τιμή *null*
- Το ερώτημα δεν περιλαμβάνει **group by** ή **having**

Σχεδίαση Β.Δ. (Database Design)

- Η σχεδίαση ενός σχήματος μιας Β.Δ. βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη διαίσθηση του σχεδιαστή σχετικά με τον κόσμο που θέλει να αναπαραστήσει.
- Η εννοιολογική σχεδίαση υπαρκτών κόσμων παράγει σχήματα υψηλού επιπέδου, π.χ. διαγράμματα Οντοτήτων – Σχέσεων.
- Ένα εννοιολογικό μοντέλο πρέπει να μετατραπεί σε ένα λογικό μοντέλο, π.χ. σχεσιακό.
- Προκειμένου να κρίνουμε αν η σχεδίαση είναι ορθή πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποια τυπικά κριτήρια.

Θεωρία Σχεδίασης Σχεσιακών Β.Δ.

- Η σχεδίαση του σχήματος μιας σχεσιακής Β.Δ. μπορεί να τυποποιηθεί με χρήση της **θεωρίας κανονικοποίησης** (normalization theory)
- Με τον όρο «κανονικοποίηση» εννοούμε την εφαρμογή κανόνων σχεδίασης που αποκαλούνται **κανονικές μορφές** (normal forms) και οι οποίοι περιορίζουν τις δυνατές μορφές σχεσιακών σχημάτων.
- Αν ακολουθούνται οι κανόνες αυτοί αποφεύγεται ανώμαλη ή λανθασμένη συμπεριφορά του συστήματος.
- Επιβεβαιώνεται επίσης ότι το σχήμα έχει διάφορες επιθυμητές ιδιότητες.

Κανονικές Μορφές

- 1η Κανονική Μορφή (1NF)
 - Μια σχέση είναι σε 1η κανονική μορφή αν δεν έχει πλειότιμα γνωρίσματα
- 2η Κανονική Μορφή
- 3η Κανονική Μορφή
- Κανονική Μορφή Boyce-Codd

- Υπόθεση: όλες οι σχέσεις είναι σε 1NF

Κανονικές Μορφές

- Παράδειγμα: Employee Database
 - για κάθε υπάλληλο αποθηκεύεται η ακόλουθη πληροφορία:
`emp_id, emp_name, emp_phone, dept_name, dept_phone, dept_mgrname, skill_id, skill_name, skill_date, skill_lvl`
 - Τα γνωρίσματα `emp_id`, `dept_name` και `skill_id` προσδιορίζουν μοναδικά υπαλλήλους, τμήματα και δεξιότητες αντίστοιχα.
 - Μια **καθολική σχέση** (universal relation) είναι μια σχέση η οποία περιέχει όλα τα γνωρίσματα που αντιστοιχούν σε πληροφορία σχετικά με τους υπαλλήλους.

Κανονικές Μορφές

- Προβλήματα με τη χρήση καθολικής σχέσης:
 - **Επανάληψη πληροφορίας:** για έναν υπάλληλο με πολλές δεξιότητες εμφανίζονται ισάριθμες πλειάδες στη σχέση
 - Αν ένας υπάλληλος αλλάξει τμήμα ή αριθμό τηλεφώνου, όλες οι πλειάδες του υπαλλήλου στη σχέση πρέπει να αλλαχθούν.
 - Αντίστοιχα, αν ένα τμήμα αποκτήσει νέο διευθυντή.
 - Η επαναλαμβανόμενη πληροφορία δεν είναι μόνο περιττή, αλλά πρέπει επίσης να κρατείται ενημερωμένη
 - Αν ένας υπάλληλος ο οποίος έχει μια και μόνο δεξιότητα, την χάσει, τότε όλη η πληροφορία σχετικά με τον υπάλληλο πρέπει να χαθεί επίσης.

Προβλήματα Κακής Σχεδίασης

- Πρόβλημα ενημέρωσης:
 - Μια σχέση **R** πάσχει από πρόβλημα ενημέρωσης αν, όποτε αλλάζει η τιμή ενός γνωρίσματος για ένα στιγμιότυπο της οντότητας ή της σχέσης την οποία αναπαριστά η **R**, είναι απαραίτητη η ενημέρωση πολλαπλών πλειάδων της **R**.
- Πρόβλημα διαγραφής:
 - Μια σχέση **R** πάσχει από πρόβλημα διαγραφής αν η διαγραφή μιας πλειάδας της σχέσης έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια πληροφορίας σχετικά με μια σχετιζόμενη οντότητα ή σχέση.
- Πρόβλημα εισαγωγής:
 - Μια σχέση **R** πάσχει από πρόβλημα εισαγωγής αν πληροφορία δεν μπορεί να αναπαρασταθεί παρά μόνο αν περιληφθεί πληροφορία σχετική με κάποια άλλη οντότητα ή σχέση (η οποία μπορεί να μην υπάρχει).

Προβλήματα Κακής Σχεδίασης

- Στο προηγούμενο παράδειγμα, κάποια από τα προβλήματα αυτά μπορούν να λυθούν αν η καθολική σχέση χωριστεί σε δύο πίνακες:

```
Employees (emp_id, emp_phone, dept_name, dept_phone, dept_mgrname)  
Skills (emp_id, skill_id, skill_name, skill_date, skill_lvl)
```

- Ο πίνακας **Employees** περιέχει μια μοναδική πλειάδα για κάθε υπάλληλο.
- Ο πίνακας **Skills** περιέχει μια μοναδική πλειάδα για κάθε ζεύγος **emp_id**, **skill_id**.
- Η συνένωση των δύο σχέσεων δίνει την αρχική σχέση.
- Άρα έχουμε την ίδια πληροφορία χωρίς περιττή επανάληψη.

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

- Μια **συναρτησιακή εξάρτηση** (Functional Dependency) είναι ένας περιορισμός μεταξύ δύο συνόλων γνωρισμάτων.
 - Έστω $A_1, A_2, \dots, A_n$ όλα τα γνωρίσματα μιας σχέσης R . Αν X και Y είναι υποσύνολα του $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, τότε η συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ καθορίζει ότι για οποιεσδήποτε δύο πλειάδες t_1, t_2 της R , αν $t_1[X] = t_2[X]$, τότε πρέπει επίσης να ισχύει ότι $t_1[Y] = t_2[Y]$.
- Δεδομένης μιας συναρτησιακής εξάρτησης $X \rightarrow Y$, λέμε ότι το σύνολο X **προσδιορίζει συναρτησιακά** το σύνολο Y ή ότι το σύνολο Y **εξαρτάται συναρτησιακά** από το σύνολο X

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

- Αν η συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ ισχύει σε μια σχέση R , τότε δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν πλειάδες οι οποίες συμφωνούν στις τιμές όλων των γνωρισμάτων στο X και συγχρόνως δε συμφωνούν στην τιμή κάποιου από τα γνωρίσματα του Y .
- Αν το X είναι κλειδί της R , τότε η εξάρτηση $X \rightarrow Y$ ισχύει για κάθε υποσύνολο Y των γνωρισμάτων της R .
- Η εξάρτηση $X \rightarrow Y$ δεν συνεπάγεται την εξάρτηση $Y \rightarrow X$

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

- **Παράδειγμα:** Έστω ότι οι παρακάτω σχέσεις έχουν το περιεχόμενο που φαίνεται στους αντίστοιχους πίνακες. Προσδιορίστε τις συναρτησιακές εξαρτήσεις οι οποίες ισχύουν.

T1

A	B
x_1	y_1
x_2	y_2
x_3	y_1
x_4	y_1
x_5	y_2
x_6	y_2

T1: $A \rightarrow B$

$B \nrightarrow A$

T2

A	B
x_1	y_1
x_2	y_4
x_1	y_1
x_3	y_2
x_2	y_4
x_4	y_3

T2: $A \rightarrow B$

$B \rightarrow A$

T3

A	B
x_1	y_1
x_2	y_4
x_1	y_1
x_3	y_2
x_2	y_4
x_4	y_4

T3: $A \rightarrow B$

$B \nrightarrow A$

Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

- **Παράδειγμα:** Έστω το σχήμα

EMPLOYEE (*emp_id*, *emp_name*, *emp_phone*, *dept_name*)
DEPARTMENT (*dept_id*, *dept_name*, *dept_phone*, *dept_mgrname*)
SKILL (*skill_id*, *skill_name*)
EMP_HAS_SKILL (*emp_id*, *skill_id*, *skill_date*, *skill_level*)

- Οι συναρτησιακές εξαρτήσεις που ισχύουν είναι:
 1. *emp_id* → *emp_name*, *emp_phone*, *dept_name*
 2. *dept_name* → *dept_phone*, *dept_mgrname*
 3. *skill_id* → *skill_name*
 4. *emp_id*, *skill_id* → *skill_date*, *skill_level*

Λογικές Συνέπειες Συναρτησιακών Εξαρτήσεων

- **Κανόνας Εγκλεισμού** (Inclusion Rule): Αν X, Y είναι σύνολα γνωρισμάτων από το σχήμα της σχέσης R και $Y \subseteq X$, τότε $X \rightarrow Y$.
- Μια συναρτησιακή εξάρτηση $X \rightarrow Y$ λέγεται **τετριμμένη** αν ισχύει για κάθε σχέση R της οποίας το σχήμα περιέχει X και Y
- Τετριμμένες εξαρτήσεις εμφανίζονται σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής του κανόνα εγκλεισμού
- **Θεώρημα:** Αν $X \rightarrow Y$ είναι τετριμμένη συναρτησιακή εξάρτηση, πρέπει να ισχύει ότι $Y \subseteq X$

Λογικές Συνέπειες Συναρτησιακών Εξαρτήσεων

- **Θεώρημα:** Αν $X \rightarrow Y$ είναι τετριμμένη συναρτησιακή εξάρτηση, πρέπει να ισχύει ότι $Y \subseteq X$
- **Απόδειξη:** Υποθέστε ότι $Y \supset X$. Δημιουργήστε μια σχέση με όλα τα γνωρίσματα των X και Y και θεωρήστε ένα γνώρισμα A του $Y - X$. Εφόσον $A \in Y$ και $A \notin X$, είναι δυνατόν να κατασκευάσουμε δύο πλειάδες u και v , οι οποίες έχουν κοινές τιμές σε όλα τα γνωρίσματα στο X αλλά έχουν διαφορετικές τιμές στο A . Τότε όμως η τετριμμένη εξάρτηση δεν ισχύει. Άρα, δε μπορεί να υπάρχει τέτοιο γνώρισμα A στο $Y - X$. Επομένως, $Y \subseteq X$.
- Από ένα μικρό αριθμό κανόνων συνεπαγωγής και ένα αρχικό σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων μπορεί να εξαχθεί ένας αριθμός πρόσθετων συναρτησιακών εξαρτήσεων.

Αξιώματα Armstrong

- Έστω ότι τα σύνολα γνωρισμάτων X, Y, Z περιέχονται στο σχήμα της σχέσης R . Τότε ισχύουν οι παρακάτω κανόνες:

1. **Κανόνας Εγκλεισμού (Inclusion Rule)**

Αν $Y \subseteq X$ τότε $X \rightarrow Y$

2. **Κανόνας Μεταβατικότητας (Transitivity Rule)**

Αν $X \rightarrow Y$ και $Y \rightarrow Z$ τότε $X \rightarrow Z$

3. **Κανόνας Επαύξησης (Augmentation Rule)**

Αν $X \rightarrow Y$ τότε $XZ \rightarrow YZ$

Συνέπειες των Αξιωμάτων

- Θεώρημα: Αν W, X, Y, Z, B περιέχονται στο σχήμα της R , τότε:

1. **Κανόνας Ένωσης (Union Rule)**

Αν $X \rightarrow Y$ και $X \rightarrow Z$ τότε $X \rightarrow YZ$

2. **Κανόνας Αποσύνθεσης (Decomposition Rule)**

Αν $X \rightarrow YZ$ τότε $X \rightarrow Y$ και $X \rightarrow Z$

3. **Κανόνας Ψευδομεταβατικότητας (Pseudotransitivity Rule)**

Αν $X \rightarrow Y$ και $WY \rightarrow Z$ τότε $XW \rightarrow Z$

4. **Κανόνας Συσσώρευσης (Accumulation Rule)**

Αν $X \rightarrow YZ$ και $Z \rightarrow B$ τότε $X \rightarrow YZB$

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

T

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_2	d_2
a_2	b_1	c_1	d_3
a_2	b_1	c_3	d_4

1. Σ.Ε. με ένα γνώρισμα στο αριστερό μέλος
 - Οι τετριμμένες εξαρτήσεις $A \rightarrow A, B \rightarrow B, C \rightarrow C, D \rightarrow D$ δεν περιλαμβάνονται στο ελάχιστο σύνολο.
 - Οι εξαρτήσεις $A \rightarrow B, C \rightarrow B, D \rightarrow B$ προκύπτουν από τον πίνακα καθώς όλες οι τιμές του B είναι ίδιες.

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

T

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_2	d_2
a_2	b_1	c_1	d_3
a_2	b_1	c_3	d_4

1. Σ.Ε. με ένα γνώρισμα στο αριστερό μέλος
 - Τα γνωρίσματα A, C, D έχουν τουλάχιστον δύο διακεκριμένες τιμές. Άρα, $B \twoheadrightarrow A, B \twoheadrightarrow C, B \twoheadrightarrow D$.
 - Όλες οι τιμές του D είναι διαφορετικές Άρα, $D \rightarrow A, D \rightarrow B, D \rightarrow C$.

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

	A	B	C	D
T	a_1	b_1	c_1	d_1
	a_1	b_1	c_2	d_2
	a_2	b_1	c_1	d_3
	a_2	b_1	c_3	d_4

1. Σ.Ε. με ένα γνώρισμα στο αριστερό μέλος
 - Τα γνωρίσματα A, και C έχουν τουλάχιστον δύο επαναλαμβανόμενες τιμές. Άρα, $A \twoheadrightarrow D$, $C \twoheadrightarrow D$.
 - $A \twoheadrightarrow C$ και $C \twoheadrightarrow A$, εξαιτίας των πλειάδων 1,2 και 1,3 αντίστοιχα.

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

T	A	B	C	D
	a_1	b_1	c_1	d_1
	a_1	b_1	c_2	d_2
	a_2	b_1	c_1	d_3
	a_2	b_1	c_3	d_4

1. Σ.Ε. με ένα γνώρισμα στο αριστερό μέλος

■ Άρα ισχύουν οι ακόλουθες Σ.Ε.:

$$A \rightarrow B, C \rightarrow B, D \rightarrow A, D \rightarrow B, D \rightarrow C$$

■ Από τον κανόνα ένωσης: $A \rightarrow B, C \rightarrow B, D \rightarrow ABC$.

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

Τ

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_2	d_2
a_2	b_1	c_1	d_3
a_2	b_1	c_3	d_4

2. Σ.Ε. με ζεύγος γνωρισμάτων στο αριστερό μέλος
 - Εξαιτίας της $D \rightarrow ABC$, κάθε ζεύγος που περιέχει το D προσδιορίζει συναρτησιακά όλα τα υπόλοιπα γνωρίσματα (κανόνας επαύξησης). Αυτές οι εξαρτήσεις είναι συνεπαγωγές εξαρτήσεων που ήδη ανήκουν στο ζητούμενο σύνολο.

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

T	A	B	C	D
	a_1	b_1	c_1	d_1
	a_1	b_1	c_2	d_2
	a_2	b_1	c_1	d_3
	a_2	b_1	c_3	d_4

2. Σ.Ε. με ζεύγος γνωρισμάτων στο αριστερό μέλος
 - Ζεύγη γνωρισμάτων που περιλαμβάνουν το B στο αριστερό μέλος δίνουν είτε τετριμμένες εξαρτήσεις, είτε συνεπαγωγές εξαρτήσεις.

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

Τ

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_2	d_2
a_2	b_1	c_1	d_3
a_2	b_1	c_3	d_4

2. Σ.Ε. με ζεύγος γνωρισμάτων στο αριστερό μέλος
 - $AC \rightarrow ABCD$ καθώς το ζεύγος AC έχει διακεκριμένες τιμές σε κάθε πλειάδα. Η μόνη νέα εξάρτηση είναι η $AC \rightarrow D$. Οι εξαρτήσεις $AC \rightarrow A$, $AC \rightarrow C$, $AC \rightarrow B$ ήδη εξάγονται από άλλες εξαρτήσεις.

Αξιώματα Armstrong

- **Παράδειγμα:** Βρείτε ένα ελάχιστο σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων οι οποίες ικανοποιούνται στον ακόλουθο πίνακα:

Τ

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_1	b_1	c_2	d_2
a_2	b_1	c_1	d_3
a_2	b_1	c_3	d_4

3. Δεν υπάρχουν εξαρτήσεις με 3 ή 4 γνωρίσματα στο αριστερό μέλος οι οποίες ανήκουν σε αυτό το σύνολο.

Το ελάχιστο σύνολο εξαρτήσεων είναι

$$\{A \rightarrow B, C \rightarrow B, D \rightarrow ABC, AC \rightarrow D\}$$

Κλείσιμο (Closure)

- Τα αξιώματα Armstrong και οι συνέπειές τους παράγουν ένα σύνολο το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο από το αρχικό σύνολο των ΣΕ.
- Δεδομένου ενός συνόλου F από ΣΕ, το **κλείσιμο** (closure) F^+ του F ορίζεται σαν το σύνολο των ΣΕ οι οποίες συνεπάγονται από το F .
- **Παράδειγμα:** Θεωρείστε το σύνολο των ΣΕ:
$$F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, D \rightarrow E, E \rightarrow F, F \rightarrow G, G \rightarrow H\}$$
 - ✓ Από $A \rightarrow B$ και $B \rightarrow C$, συνεπάγεται λόγω μεταβατικότητας η $A \rightarrow C$.
 - ✓ Επίσης: $A \rightarrow D, A \rightarrow E, A \rightarrow F, A \rightarrow G, A \rightarrow BC, A \rightarrow EF$ κ.ο.κ.
 - ✓ Παρόμοια για εξαρτήσεις με B στο αριστερό μέλος κ.ο.κ.

Κάλυψη (Cover)

- Το μέγεθος του κλεισίματος ενός συνόλου ΣΕ μεγαλώνει εκθετικά με αυτό του αρχικού συνόλου.
- Χρειαζόμαστε έναν τρόπο για να αναφερόμαστε στο σύνολο των εξαρτήσεων που συνεπάγονται από ένα αρχικό σύνολο χωρίς να πρέπει να υπολογίσουμε το κλείσιμο του συνόλου αυτού.
- Για κάθε σύνολο ΣΕ μπορούμε να βρούμε ένα «ισοδύναμο» σύνολο το οποίο είναι ελάχιστο.
- Ένα σύνολο F από ΣΕ για μια σχέση R **καλύπτει** ένα άλλο σύνολο G από ΣΕ για την R , αν το σύνολο G μπορεί να εξαχθεί με την εφαρμογή των κανόνων συνεπαγωγής στις ΣΕ του F , δηλαδή αν $G \subseteq F^+$.

Κάλυψη (Cover)

- Αν το F καλύπτει το G και το G καλύπτει το F τότε τα F και G λέγονται **ισοδύναμα** ($F \equiv G$).

- Αν $F \equiv G$, τότε $F^+ = G^+$

- **Παράδειγμα:** Θεωρείστε τα σύνολα ΣΕ

$$F = \{B \rightarrow CD, AD \rightarrow E, B \rightarrow A\}$$

$$G = \{B \rightarrow CDE, B \rightarrow ABC, AD \rightarrow E\}$$

Δείξτε ότι το F καλύπτει το G .

Πρέπει να δείξουμε ότι κάθε ΣΕ του G μπορεί να εξαχθεί από το F με χρήση των κανόνων συνεπαγωγής.

- Η ΣΕ $AD \rightarrow E$ είναι ήδη στο F .
- Από την $B \rightarrow CD$ και την $B \rightarrow A$, εξάγουμε την $B \rightarrow ACD$ (κανόνας ένωσης)

Κάλυψη (Cover)

- **Παράδειγμα (συνέχεια):** Θεωρείστε τα σύνολα ΣΕ

$$F = \{B \rightarrow CD, AD \rightarrow E, B \rightarrow A\}$$

$$G = \{B \rightarrow CDE, B \rightarrow ABC, AD \rightarrow E\}$$

Δείξτε ότι το F καλύπτει το G.

Πρέπει να δείξουμε ότι κάθε ΣΕ του G μπορεί να εξαχθεί από το F με χρήση των κανόνων συνεπαγωγής.

- Από $B \rightarrow ACD$ και $B \rightarrow B$, εξάγουμε την $B \rightarrow ABCD$ (κανόνας ένωσης)
- Από $B \rightarrow ABCD$ εξάγουμε την $B \rightarrow AD$ (κανόνας αποσύνθεσης)
- Από $B \rightarrow AD$ και $AD \rightarrow E$ εξάγουμε την $B \rightarrow E$ (κανόνας μεταβατικότητας)

Κάλυψη (Cover)

- **Παράδειγμα:** Θεωρείστε τα σύνολα ΣΕ

$$F = \{B \rightarrow CD, AD \rightarrow E, B \rightarrow A\}$$

$$G = \{B \rightarrow CDE, B \rightarrow ABC, AD \rightarrow E\}$$

Δείξτε ότι το F καλύπτει το G .

Πρέπει να δείξουμε ότι κάθε ΣΕ του G μπορεί να εξαχθεί από το F με χρήση των κανόνων συνεπαγωγής.

- Από $B \rightarrow ABCD$ και $B \rightarrow E$ εξάγουμε την $B \rightarrow ABCDE$ (κανόνας ένωσης)
- Από $B \rightarrow ABCDE$ εξάγουμε την $B \rightarrow CDE$ και την $B \rightarrow ABC$ (κανόνας αποσύνθεσης)