

# Κανονικές Μορφές

Χαρίδημος Κονδυλάκης  
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών,  
Πανεπιστήμιο Κρήτης

# Κανονικές Μορφές (Normal Forms)

---

- Παρέχουν ένα τυπικό πλαίσιο για ανάλυση σχεσιακών σχημάτων βασισμένη στον ορισμό κλειδιών και συναρτησιακών εξαρτήσεων.
- Σχεσιακά σχήματα που ανήκουν σε συγκεκριμένες κανονικές μορφές έχουν ορισμένες επιθυμητές ιδιότητες (π.χ. έλλειψη ανωμαλιών ενημέρωσης).
- Οι κανονικές μορφές καθορίζονται με βάση κάποιες συνθήκες, οι οποίες αν ικανοποιούνται έχουν ως αποτέλεσμα την αποσύνθεση σχημάτων σε σχέσεις οι οποίες πληρούν τις κανονικές μορφές.

# Κανονικές Μορφές (Normal Forms)

- Ορισμός: Δεδομένης μια καθολικής σχέσης  $R$ , ενός συνόλου  $F$  από ΣΕ και μιας αποσύνθεσης  $\{R_1, \dots, R_k\}$  της  $R$ , η ΣΕ  $X \rightarrow Y$  του  $F$  διατηρείται σε κάποια σχέση  $R_i$  της αποσύνθεσης αν και μόνο αν
$$X \cup Y \subseteq \text{Head}(R_i)$$
- Η διατήρηση των ΣΕ είναι μια επιθυμητή ιδιότητα:  
αν μια ΣΕ  $X \rightarrow Y$  διατηρείται σε μια σχέση  $R_i$ , τότε η επαλήθευση της ΣΕ μετά από κάποια ενημέρωση της σχέσης μπορεί να γίνει “τοπικά”, δηλαδή χωρίς να χρειάζεται να υπολογιστεί κάποιο  $\bowtie$ .
- Μας ενδιαφέρουν αποσυνθέσεις σε κανονικές μορφές χωρίς απώλεια πληροφορίας και με διατήρηση των ΣΕ.

# Παράδειγμα

➤ **Παράδειγμα:** Κάθε μια από τις ΣΕ

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\_lvl

διατηρείται σε κάποια από τις σχέσεις του σχήματος

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
----------	------------

# Κανονική μορφή Boyce-Codd

---

Μια σχέση  $R$  σε ένα σχεσιακό σχήμα με ΣΕ  $F$  είναι σε κανονική μορφή Boyce-Codd (BCNF) αν ισχύει η παρακάτω ιδιότητα:

για οποιαδήποτε ΣΕ  $X \rightarrow A$  του  $F^+$  η οποία διατηρείται στην  $R$  και για την οποία  $A \notin X$ , το  $X$  είναι κλειδί της  $R$ .

- Ένα σχεσιακό σχήμα είναι σε κανονική μορφή BCNF αν κάθε σχέση του είναι σε κανονική μορφή BCNF.
- Αν μια σχέση είναι σε BCNF αυτό σημαίνει ότι κανένα γνώρισμα της σχέσης δεν εξαρτάται συναρτησιακά από κανένα υποσύνολο των γνωρισμάτων της σχέσης, το οποίο δεν είναι κλειδί.

## Παράδειγμα BCNF

- **Παράδειγμα:** Η συναρτησιακή εξάρτηση  
 $emp\_id\ skill\_id \rightarrow skill\_date\ skill\_lvl$

διατηρείται στη σχέση

`emp-skills`

<code>emp_id</code>	<code>skill_id</code>	<code>skill_date</code>	<code>skill_lvl</code>
---------------------	-----------------------	-------------------------	------------------------

- Από την  $emp\_id\ skill\_id \rightarrow skill\_date\ skill\_lvl$  εξάγονται με την χρήση του κανόνα της αποσύνθεσης οι ΣΕ  
 $Emp\_id\ skill\_id \rightarrow skill\_date$   
 $Emp\_id\ skill\_id \rightarrow skill\_lvl$
- Και οι δύο διατηρούνται στη σχέση `emp-skills`. Δεν υπάρχει άλλη εξάρτηση η οποία διατηρείται στη σχέση αυτή. Το μοναδικό κλειδί της σχέσης είναι το ζεύγος  $(emp\_id, skill\_id)$ . Άρα η σχέση είναι σε BCNF.

## Παράδειγμα BCNF

Παρόμοια, η εξάρτηση  $\text{emp\_id} \rightarrow \text{emp\_name emp\_phone dept\_name}$  διατηρείται στη σχέση

emps

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

Από αυτή την εξάρτηση, εξάγονται οι ακόλουθες ΣΕ

$\text{emp\_id} \rightarrow \text{emp\_name}$

$\text{emp\_id} \rightarrow \text{emp\_phone}$

$\text{emp\_id} \rightarrow \text{dept\_name}$

- Οι οποίες όλες διατηρούνται στη σχέση emps. Καμία άλλη ΣΕ δεν διατηρείται στη σχέση αυτή.
- Το μοναδικό κλειδί της σχέσης είναι το γνώρισμα emp\_id. Άρα η σχέση είναι σε BCNF.
- Με παρόμοιο τρόπο μπορούμε να δείξουμε ότι ολόκληρο το σχήμα σε BCNF.

## Παράδειγμα BCNF

---

- Έστω τώρα ότι θέλουμε να προσθέσουμε την εξάρτηση  $dept\_mgrname \rightarrow dept\_name$ . Συνεχίζει το σχήμα να είναι σε BCNF;
- Οι ΣΕ οι οποίες διατηρούνται είναι
  - $dept\_name \rightarrow dept\_phone$
  - $dept\_name \rightarrow dept\_mgrname$
  - $dept\_mgrname \rightarrow dept\_name$
  - $dept\_mgrname \rightarrow dept\_phone$
- Άρα, το σχήμα συνεχίζει να είναι σε BCNF.



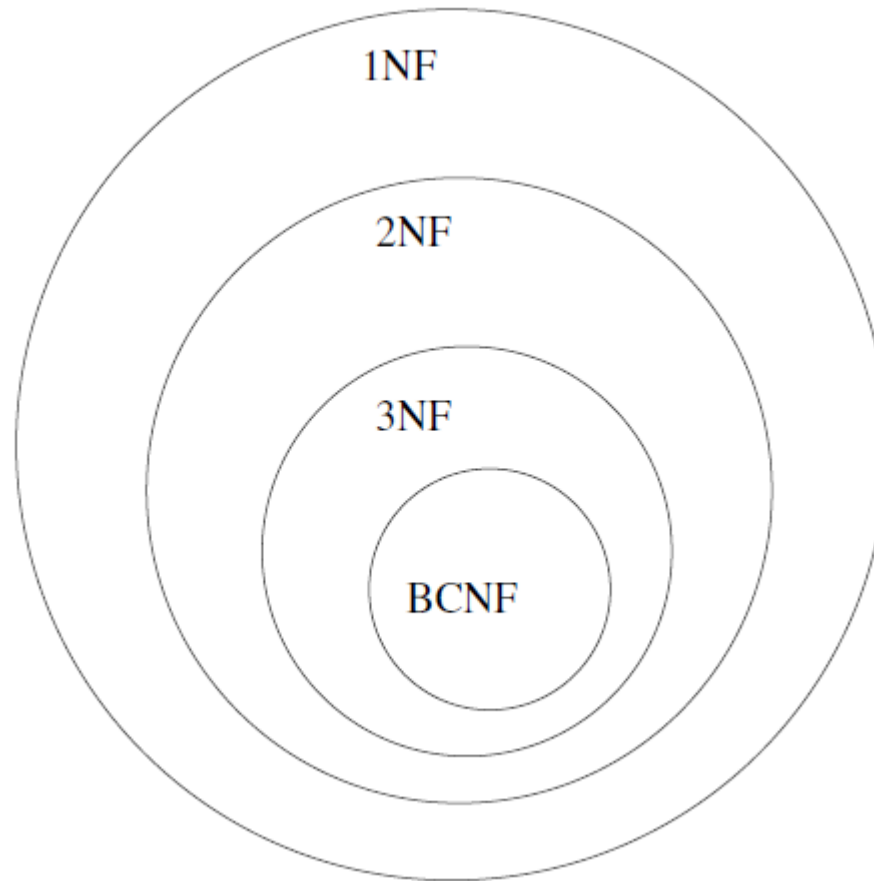
## Συμπεράσματα BCNF

---

- Η κανονική μορφή BCNF είναι πολύ περιοριστική: δεν είναι πάντα δυνατόν να βρεθεί μια αποσύνθεση σε BCNF η οποία ταυτόχρονα να μην πάσχει από απώλεια πληροφορίας και να διατηρεί τις συναρτησιακές εξαρτήσεις.
- Λιγότερο περιοριστικές κανονικές μορφές μας επιτρέπουν να ορίζουμε αποσυνθέσεις σχημάτων χωρίς απώλεια πληροφορίας και με διατήρηση των εξαρτήσεων.

# Οι βασικές κανονικές μορφές

---



# Τρίτη Κανονική Μορφή

**Ορισμός:** Ένα γνώρισμα  $A$  μιας σχέσης  $R$  λέγεται *πρωτεύον*, αν και μόνο αν το  $A$  είναι *μέρος κάποιου κλειδιού της σχέσης  $R$*

**Ορισμός:** Έστω μια σχέση  $R$  και ένα *σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων  $F$* . Η  $R$  είναι σε **τρίτη κανονική μορφή (3NF)** αν για *κάθε μη τετριμμένη συναρτησιακή εξάρτηση της μορφής  $X \rightarrow A$*  που διατηρείται στην  $R$  και ανήκει στο  $F^+$ , *μία* από τις παρακάτω προτάσεις *είναι αληθής*:

- $X$  είναι ένα *υπερ-κλειδί* για την  $R$  *ή*
- $A$  είναι ένα *πρωτεύον γνώρισμα* της  $R$

**Ορισμός:** Ένα σχήμα βάσης δεδομένων  $D$  είναι σε *Τρίτη Κανονική Μορφή* αν *όλες οι σχέσεις στη  $D$*  είναι σε *Τρίτη Κανονική Μορφή*

# Παράδειγμα (1)

- Σχήμα σε BCNF και σε 3NF

<b>emps</b>	<u>emp_id</u>	emp_name	emp_phone	dept_name
<b>depts</b>	<u>dept_name</u>	dept_phone	dept_mgrname	
<b>emp-skills</b>	<u>emp_id</u>	<u>skill_id</u>	skill_date	skill_level
<b>skills</b>	<u>skill_id</u>	skill_name		

- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

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

## Παράδειγμα (2)

- Σχήμα 3NF αλλά όχι σε BCNF

<b>emps</b>	<u>emp_id</u>	emp_name	emp_phone	dept_name	emp_city	emp_straddr
<b>empadds</b>	<u>emp_city</u>	emp_zip	<u>emp_straddr</u>			

- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

1.  $emp\_id \rightarrow emp\_name \ emp\_phone \ dept\_name \ emp\_city \ emp\_straddr$
2.  $emp\_city \ emp\_straddr \rightarrow emp\_zip$
3.  $emp\_zip \rightarrow emp\_city$

- Η συναρτησιακή εξάρτηση  $emp\_zip \rightarrow emp\_city$  διατηρείται στην σχέση empadds αλλά το γνώρισμα  $emp\_zip$  *δεν είναι κλειδί*. **Το σχήμα δεν είναι σε BCNF**

- Το κλειδί της empadds είναι το  $emp\_straddr \ emp\_city$ . Το γνώρισμα  $emp\_city$  είναι πρωτεύον. **Άρα το σχήμα είναι σε 3NF**

# Δεύτερη Κανονική Μορφή

**Ορισμός:** Έστω μια σχέση  $R$  και ένα *σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων*  $F$ . Η  $R$  είναι σε **δεύτερη κανονική μορφή (2NF)** αν

- για *κάθε συναρτησιακή εξάρτηση* της μορφής  $X \rightarrow A$ 
  - που διατηρείται στην  $R$
  - ανήκει στο κλείσιμο  $F^+$
  - με  $A$  να είναι ένα γνώρισμα που *δεν ανήκει* στο σύνολο γνωρισμάτων  $X$
  - το  $A$  να *μην είναι πρωτεύον* γνώρισμα
- το σύνολο των γνωρισμάτων  $X$  *δεν είναι γνήσιο υποσύνολο κανενός κλειδιού της*  $R$

## Παράδειγμα (3)

### ➤ Σχήμα σε 2NF

<b>emps</b>	<u>emp_id</u>	emp_name	emp_phone	dept_name	emp_city	emp_straddr
-------------	---------------	----------	-----------	-----------	----------	-------------

<b>emp-skills</b>	<u>emp_id</u>	<u>skill_id</u>	skill_date	skill_level
-------------------	---------------	-----------------	------------	-------------

<b>skills</b>	<u>skill_id</u>	skill_name
---------------	-----------------	------------

### ➤ Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

1. emp\_id → emp\_name emp\_phone dept\_name emp\_city emp\_straddr
2. skill\_id → skill\_name
3. emp\_id skill\_id → skill\_date skill\_level

## Παράδειγμα (3)

### ➤ Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

1. `emp_id` → `emp_name emp_phone dept_name emp_city emp_straddr`
2. `skill_id` → `skill_name`
3. `emp_id skill_id` → `skill_date skill_level`

### ➤ Το υπερκλειδί για τη σχέση `emp-skills` είναι το σύνολο των γνωρισμάτων `emp_id skill_id`

### ➤ Οι συναρτησιακές εξαρτήσεις

- `emp_id skill_id` → `skill_date` ΚΑΙ
- `emp_id skill_id` → `skill_level`

συνεπάγονται από το σύνολο  $F$  και διατηρούνται στην  $R$ .

### ➤ Κανένα από τα `skill_date`, `skill_level` δεν είναι πρωτεύοντα γνωρίσματα και το `emp_id skill_id` δεν είναι καθαρό υποσύνολο του υπερκλειδιού της σχέσης.

### ➤ Η δεύτερη κανονική μορφή είναι ενδιαφέρουσα μόνο για ιστορικούς λόγους



# Αλγόριθμος Αποσύνθεσης σε Τρίτη Κανονική Μορφή

- Έστω μία καθολική σχέση  $R$  και ένα σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων  $F$ .
- Ο παρακάτω Αλγόριθμος παράγει μία αποσύνθεση της  $R$  η οποία διατηρεί τις εξαρτήσεις και δεν έχει απώλεια πληροφορίας.
- Το αποτέλεσμα του αλγορίθμου είναι ένα σύνολο από σχήματα σχέσεων σε  $3NF$
- **Αλγόριθμος:**
  1. Έστω  $F$  το σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων και  $F'$  η ελάχιστη του κάλυψη
  2.  $S := \emptyset$
  3. Για όλες τις εξαρτήσεις  $X \rightarrow Y$  στην  $F'$   
αν δεν υπάρχει  $Z$  στην  $S$  έτσι ώστε  $X \cup Y \subseteq Z$   
 $S := S \cup (X \cup Y)$
  4. Για όλα τα υποψήφια κλειδιά  $K$  της  $R$   
αν το  $K$  δεν περιέχεται σε κανένα  $Z$  που ανήκει στην  $S$   
 $S := S \cup K$

## Παράδειγμα (4)

- Η αποσύνθεση σε Τρίτη Κανονική Μορφή αφαιρεί ανωμαλίες και δίνει τη δυνατότητα να ελέγξουμε επαρκώς ότι χρήσιμες συναρτησιακές εξαρτήσεις ικανοποιούνται όταν ενημερώνεται η βάση δεδομένων

### ➤ Παράδειγμα

<b>course</b>	<code>instructor</code>	<code>class_no</code>	<code>class_room</code>	<code>text</code>
---------------	-------------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------

- Συναρτησιακή εξάρτηση
  1. `class_no` → `class_room text`
- Η εφαρμογή του αλγορίθμου θα δημιουργήσει τις σχέσεις  $R1$ ,  $R2$  με σχήματα

<b>R1</b>	<code>class_no</code>	<code>class_room</code>	<code>text</code>
-----------	-----------------------	-------------------------	-------------------

<b>R2</b>	<code>class_no</code>	<code>instructor</code>
-----------	-----------------------	-------------------------

# Παράδειγμα (4)

1.  $S := \emptyset$

Για όλες τις εξαρτήσεις  $X \rightarrow Y$  στην  $F'$

αν δεν υπάρχει  $Z$  στην  $S$  έτσι ώστε  $X \cup Y \subseteq Z$

$$S := S \cup (X \cup Y)$$

Για όλα τα υποψήφια κλειδιά  $K$  της  $R$

αν το  $K$  δεν περιέχεται σε κανένα  $Z$  που ανήκει στην  $S$

$$S := S \cup K$$

**course**

**instructor**

**class\_no**

**class\_room**

**text**

1. **class\_no**  $\rightarrow$  **class\_room text**

2. Βήμα (1)

**R1**

**class\_no**

**class\_room**

**text**

3. Βήμα (2)

**R2**

**class\_no**

**instructor**