

Κανονικές Μορφές (Normal Forms)

- Παρέχουν ένα τυπικό πλαίσιο για ανάλυση σχεσιακών σχημάτων βασισμένα 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. $\text{emp_id} \longrightarrow \text{emp_name emp_phone dept_name}$
 2. $\text{dept_name} \longrightarrow \text{dept_phone dept_mgrname}$
 3. $\text{skill_id} \longrightarrow \text{skill_name}$
 4. $\text{emp_id skill_id} \longrightarrow \text{skill_date skill_lvl}$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
 $\text{emp_id skill_id} \rightarrow \text{skill_date skill_lvl}$

διατηρείται στη σχέση

`emp-skills`

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

- Από την $\text{emp_id skill_id} \rightarrow \text{skill_date skill_lvl}$ εξάγονται με την χρήση του κανόνα της αποσύνθεσης οι ΣΕ
 $\text{Emp_id skill_id} \rightarrow \text{skill_date}$
 $\text{Emp_id skill_id} \rightarrow \text{skill_lvl}$
- 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 $(\text{emp_id}, \text{skill_id})$. 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`

<code>emp_id</code>	<code>emp_name</code>	<code>emp_phone</code>	<code>dept_name</code>
---------------------	-----------------------	------------------------	------------------------

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.

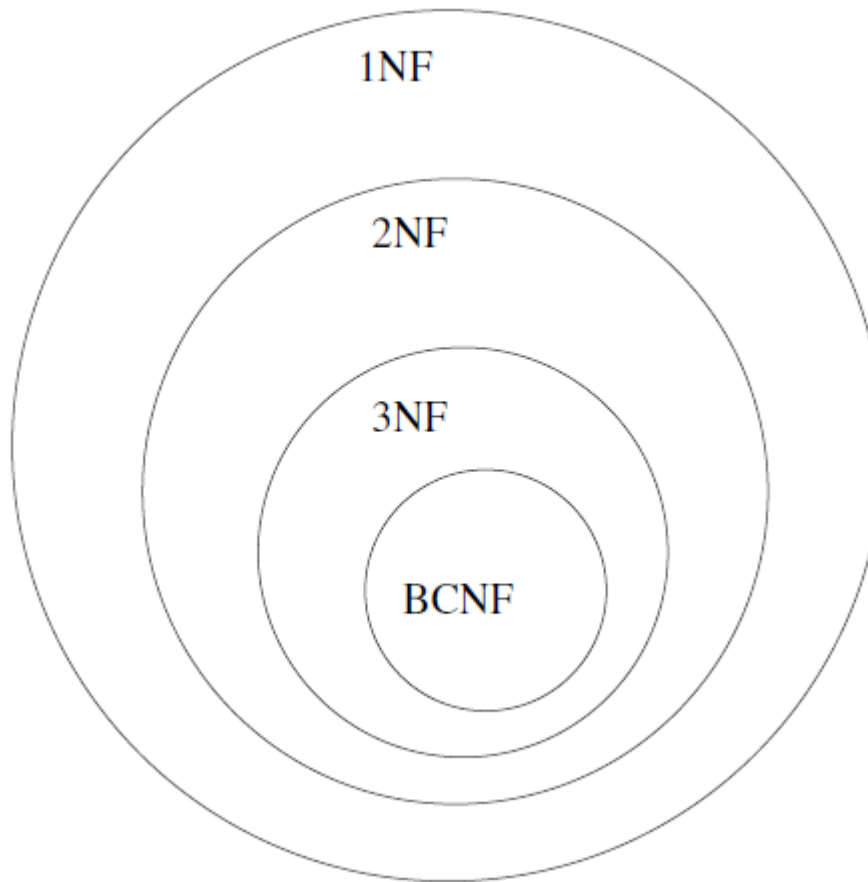
Παράδειγμα BCNF

- 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

emps	<u>emp_id</u>	emp_name	emp_phone	dept_name
-------------	---------------	----------	-----------	-----------

depts	<u>dept_name</u>	dept_phone	dept_mgrname
--------------	------------------	------------	--------------

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

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

- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις
 - $\text{emp_id} \rightarrow \text{emp_name} \text{ emp_phone} \text{ dept_name}$
 - $\text{dept_name} \rightarrow \text{dept_phone} \text{ dept_mgrname}$
 - $\text{skill_id} \rightarrow \text{skill_name}$
 - $\text{emp_id} \text{ skill_id} \rightarrow \text{skill_date} \text{ skill_level}$

Παράδειγμα (2)

- Σχήμα 3NF αλλά όχι σε BCNF

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

- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

1. $\text{emp_id} \rightarrow \text{emp_name emp_phone dept_name emp_city emp_straddr}$
2. $\text{emp_city emp_straddr} \rightarrow \text{emp_zip}$
3. $\text{emp_zip} \rightarrow \text{emp_city}$

- Η συναρτησιακή εξάρτηση $\text{emp_zip} \rightarrow \text{emp_city}$ διατηρείται στην σχέση empadds αλλά το γνώρισμα **emp_zip** δεν είναι κλειδί. **Το σχήμα δεν είναι σε BCNF**

- Το κλειδί της empadds είναι το $\text{emp_straddr emp_city}$. 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

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

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

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

- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις

1. $\text{emp_id} \rightarrow \text{emp_name emp_phone dept_name emp_city emp_straddr}$
2. $\text{skill_id} \rightarrow \text{skill_name}$
3. $\text{emp_id skill_id} \rightarrow \text{skill_date skill_level}$

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

course	instructor	class_no	class_room	text
--------	------------	----------	------------	------

■ Συναρτησιακή εξάρτηση

1. `class_no` → `class_room` `text`

- Η εφαρμογή του αλγορίθμου θα δημιουργήσει τις σχέσεις *R1*, *R2* με σχήματα

R1	class_no	class_room	text
----	----------	------------	------

R2	class_no	instructor
----	----------	------------

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. $\text{class_no} \rightarrow \text{class_room} \text{ text}$

2. Βήμα (1)

R1

class_no

class_room

text

3. Βήμα (2)

R2

class_no

instructor