



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

Αρχεία και Βάσεις Δεδομένων

Διάλεξη 14η: Κανονικές Μορφές

Δημήτρης Πλεξουσάκης

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

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 δεν πληρούνται 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 ΣE και μιας αποσύνθεσης $\{R_1, \dots, R_k\}$ της R , η $\Sigma E X \rightarrow Y$ 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 ΣE είναι μια επιθυμητή ιδιότητα:
αν μια $\Sigma E X \rightarrow Y$ διατηρείται σε μια σχέση R_i , τότε η επαλήθευση της ΣE 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 ΣE .

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.

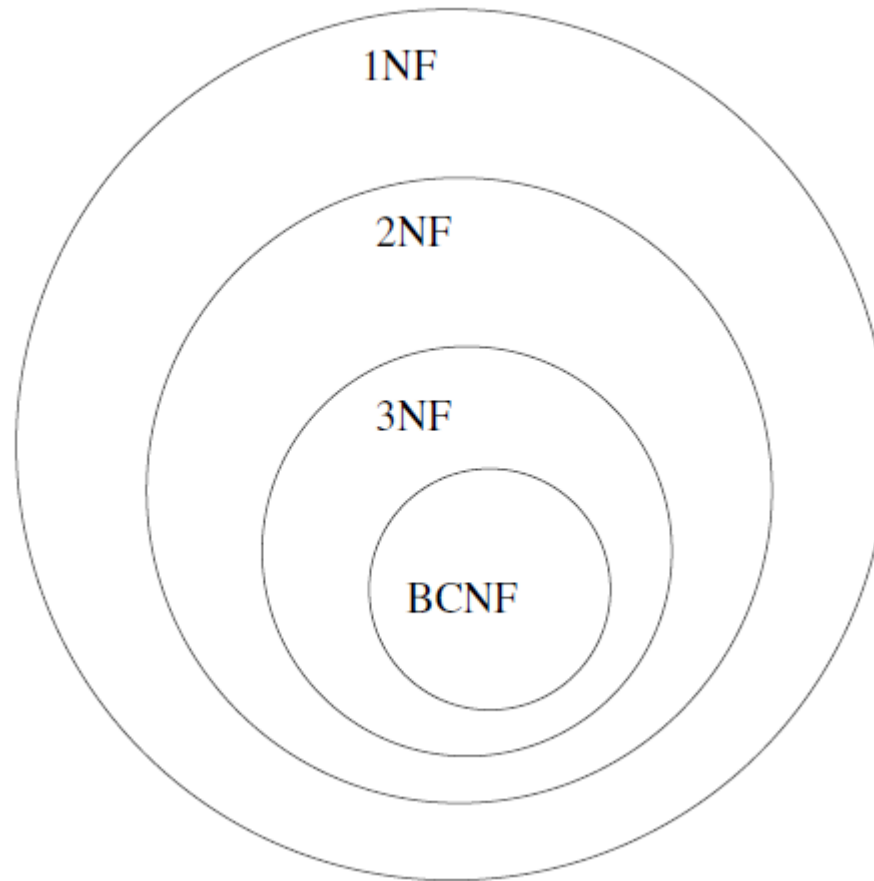
Παράδειγμα BCNF

- 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
 - $dept_name \rightarrow dept_phone$
 - $dept_mgrname \rightarrow dept_name$
 - $dept_mgrname \rightarrow dept_phone$
- 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.

Όλες οι 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 συναρτησιακή εξάρτηση* της μορφής $X \rightarrow A$
 - που διατηρείται στην R
 - ανήκει στο F^+
- *μία* από τις παρακάτω προτάσεις *είναι αληθής*:
 - $X \rightarrow A$ είναι *τετριμμένη* συναρτησιακή εξάρτηση *ή*
 - X είναι ένα *υπερκλειδί* για την R *ή*
 - A είναι ένα *πρωτεύον γνώρισμα* της R

Τρίτη Κανονική Μορφή

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

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

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. $emp_id \rightarrow emp_name \ emp_phone \ dept_name \ emp_city \ emp_straddr$
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 *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 και *δεν ανήκει* στο σύνολο γνωρισμάτων X
 - το A να *μην είναι πρωτεύον* γνώρισμα
- το σύνολο των γνωρισμάτων X *δεν είναι καθαρό 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. 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` 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	<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

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

R2	<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

Διάλεξη 11η: Περιορισμοί Ακεραιότητας
Κανονικές Μορφές

$$S := S \cup K$$

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

Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα αδειοδότησης

•Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

•Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

–που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο

–που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο

–που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

•Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης, Δημήτρης Πλεξουσάκης. «**Αρχεία και Βάσεις Δεδομένων. Διάλεξη 14η: Κανονικές Μορφές**». Έκδοση: 1.0.
Ηράκλειο/Ρέθυμνο 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://www.csd.uoc.gr/~hy360/>