

Έλεγχος διατήρησης των εξαρτήσεων

- Για να ελέγξουμε αν μια εξάρτηση $\alpha \rightarrow \beta$ διατηρείται σε μια αποσύνθεση της R σε $R_1, R_2, \dots, R_n$, εφαρμόζουμε τον ακόλουθο έλεγχο (υπολογίζοντας την κλειστότητα των γνωρισμάτων ως προς το F)
 - $result = \alpha$
repeat
 for each R_i in $(R_1, R_2, \dots, R_n)$
 $t = (result \cap R_i)^+ \cap R_i$
 $result = result \cup t$
 until ($result$ παρέμεινε αμετάβλητο)
 - Αν το $result$ περιέχει όλα τα γνωρίσματα στο β , τότε η συναρτησιακή εξάρτηση $\alpha \rightarrow \beta$ διατηρείται.
- Εφαρμόζουμε τον έλεγχο σε όλες τις εξαρτήσεις στο F
- Αυτή η διαδικασία χρειάζεται πολυωνυμικό χρόνο αντί για τον εκθετικό χρόνο που απαιτείται για τον υπολογισμό του F^+ and $(F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_n)^+$

Απλό παράδειγμα Αποσύνθεσης (BCNF)

- $R = (A, B, C)$
 $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$
- Κλειδί = $\{A\}$ ((A) $^+$ =(ABC), (B) $^+$ = (BC), (C) $^+$ = C , (BC) $^+$ = (BC))
- Η R δεν είναι σε BCNF (ισχύει $B \rightarrow C$ αλλά το B δεν είναι υπερκλειδί στην R)
- Αποσύνθεση σε $R_1 = (A, B), R_2 = (B, C)$
 - R_1 και R_2 είναι BCNF
 - Η αποσύνθεση είναι χωρίς απώλειες συνένωσης
 - $R_1 \cap R_2 = \{B\}$ and $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 - R_1$ ($B \rightarrow C$)
 - Η αποσύνθεση διατηρεί τις συναρτησιακές εξαρτήσεις
- Αποσύνθεση σε $R_1 = (A, B), R_2 = (A, C)$
 - R_1 και R_2 είναι BCNF
 - Η αποσύνθεση είναι χωρίς απώλειες συνένωσης
 - $R_1 \cap R_2 = \{A\}$ and $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 - R_1$ ($A \rightarrow C$)
 - Η αποσύνθεση δεν διατηρεί τις συναρτησιακές εξαρτήσεις
 - Δεν μπορούμε να ελέγξουμε αν $B \rightarrow C$ χωρίς τον υπολογισμό $R_1 \text{ join } R_2$

Έλεγχος για BCNF

- Για να ελέγξουμε αν μια τη τετριμμένη σε $\alpha \rightarrow \beta$ προκαλεί παραβίαση της BCNF
 1. Υπολογίζουμε το α^+ (κλειστότητα του α), και
 2. Επιβεβαιώνουμε ότι περιλαμβάνει όλα τα γνωρίσματα του R , δηλαδή είναι υπερκλειδί στο R .
- **Απλός Έλεγχος:** Αρκεί να ελέγξουμε μόνο τις συναρτησιακές εξαρτήσεις στο σύνολο F που μας δίνεται για παραβίαση της BCNF, αντί για όλες τις εξαρτήσεις στο F^+ .
 - Αν καμία εξάρτηση στο F δεν παραβιάζει την BCNF, τότε καμία από τις εξαρτήσεις στο F^+ δεν την παραβιάζει επίσης (μπορεί να αποδειχθεί).
- Αυτός ο απλός έλεγχος χρησιμοποιώντας μόνο το F δεν είναι σωστός όταν ελέγχουμε μια σχέση σε μια αποσύνθεση της R
 - Για παράδειγμα $R = (A, B, C, D, E)$, και $F = \{ A \rightarrow B, BC \rightarrow D \}$
 - Αποσυνθέτουμε την R σε $R_1 = (A, B)$ και $R_2 = (A, C, D, E)$
 - Καμία από τις εξαρτήσεις στο F δεν περιέχει μόνο γνωρίσματα από την $R_2 = (A, C, D, E)$ και μπορεί να θεωρήσουμε ότι R_2 ικανοποιεί την BCNF.
 - Όμως η εξάρτηση $AC \rightarrow D$ στο F^+ δείχνει ότι η R_2 παραβιάζει την BCNF.

Έλεγχος αποσύνθεσης για BCNF

Για να ελέγξουμε αν μια σχέση R_i σε μια αποσύνθεση της R είναι σε BCNF

- Είτε ελέγχουμε την R_i για BCNF ως προς την **προβολή** του F^+ στο R_i (δηλ, όλες τις συναρτησιακές εξαρτήσεις στο F^+ που περιέχουν μόνο γνωρίσματα από το R_i)
- Είτε χρησιμοποιούμε το αρχικό σύνολο εξαρτήσεων F που ισχύουν στο R , αλλά με τον ακόλουθο έλεγχο:
 - Για κάθε υποσύνολο γνωρισμάτων $\alpha \subseteq R_i$, ελέγχουμε αν το α^+ είτε δεν περιέχει κανένα γνώρισμα από το $R_i - \alpha$, είτε περιέχει όλα τα γνωρίσματα του R_i .
 - Αν ο έλεγχος παραβιάζεται από κάποια εξάρτηση $\alpha \rightarrow \beta$ στο F^+ , η εξάρτηση $\alpha \rightarrow (\alpha^+ - \alpha) \cap R_i$ θα ισχύει στο R_i , και η R_i θα παραβιάζει την BCNF.
 - Η εξάρτηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποσύνθεση της R_i

Παράδειγμα αποσύνθεσης BCNF

- *class (course_id, title, dept_name, credits, sec_id, semester, year, building, room_number, capacity, time_slot_id)*
- Συναρτησιακές Εξαρτήσεις:
 - *course_id* → *title, dept_name, credits*
 - *building, room_number* → *capacity*
 - *course_id, sec_id, semester, year* → *building, room_number, time_slot_id*
- Ένα υποψήφιο κλειδί {*course_id, sec_id, semester, year*}.
- Αποσύνθεση BCNF:
 - *course_id* → *title, dept_name, credits* ισχύει
 - Αλλά το *course_id* δεν είναι υπερκλειδί
 - Αντικαταστήσουμε την *class* με:
 - *course(course_id, title, dept_name, credits)*
 - *class-1 (course_id, sec_id, semester, year, building, room_number, capacity, time_slot_id)*

Παράδειγμα αποσύνθεσης BCNF (συνέχεια)

- η σχέση *course* είναι σε BCNF
 - Πως το γνωρίζουμε?
- *building, room_number* → *capacity* ισχύει στην *class-1*
 - αλλά {*building, room_number*} δεν είναι υπερκλειδί στην *class-1*.
 - Αντικαθιστούμε την *class-1* με:
 - *classroom* (*building, room_number, capacity*)
 - *section* (*course_id, sec_id, semester, year, building, room_number, time_slot_id*)
- *classroom* και *section* είναι σε BCNF.

Έλεγχος για 3NF

- Χρειάζεται να ελέγξουμε εξαρτήσεις στο F , δεν χρειάζεται να ελέγξουμε όλες τις εξαρτήσεις στο F^+ .
- Χρησιμοποιούμε την κλειστότητα των γνωρισμάτων για να ελέγξουμε για κάθε εξάρτηση $\alpha \rightarrow \beta$, αν το α είναι ένα υπερκλειδί.
- Αν το α δεν είναι υπερκλειδί πρέπει να ελέγξουμε αν κάθε γνώρισμα στο β περιέχεται σε κάποιο υποψήφιο κλειδί της R
 - Αυτός ο έλεγχος είναι ακριβός γιατί πρέπει να υπολογίσουμε τα υποψήφια κλειδιά (NP-Hard)
 - Η αποσύνθεση σε τρίτη κανονική μορφή μπορεί να γίνει σε πολυωνυμικό χρόνο.

Παράδειγμα αποσύνθεσης 3NF

- Σχέση :

$\text{cust_banker_branch} = (\underline{\text{customer_id}}, \underline{\text{employee_id}}, \text{branch_name}, \text{type})$

- Οι συναρτησιακές εξαρτήσεις είναι :

- $\text{customer_id}, \text{employee_id} \rightarrow \text{branch_name}, \text{type}$
- $\text{employee_id} \rightarrow \text{branch_name}$
- $\text{customer_id}, \text{branch_name} \rightarrow \text{employee_id}$

- Πρώτα υπολογίζουμε ένα ελάχιστο (κανονικό) κάλυμμα

- $F_C = \text{customer_id}, \text{employee_id} \rightarrow \text{type}$
 $\text{employee_id} \rightarrow \text{branch_name}$
 $\text{customer_id}, \text{branch_name} \rightarrow \text{employee_id}$

- Αυτό συμβαίνει γιατί στην $\text{customer_id}, \text{employee_id} \rightarrow \text{branch_name}$ που προκύπτει από την διάσπαση της πρώτης ΣΕ το customer_id είναι πλεονάζων μιας και η $\text{employee_id} \rightarrow \text{branch_name}$ υπάρχει ήδη.

Παράδειγμα αποσύνθεσης 3NF (συνέχεια)

- Στην σχέση $cust_banker_branch = (\underline{customer_id}, \underline{employee_id}, branch_name, type)$
 - αν μετονομάζουμε τα γνωρίσματα σε $\underline{customer_id} = A, \underline{employee_id} = B, branch_name = C, type = D$
 - Οι ΣΕ γίνονται
 - $AB \rightarrow D$
 - $B \rightarrow C$
 - $AC \rightarrow B$
- Χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμό υπολογισμού ενός κλειδιού και εξετάζοντας την αφαίρεση των γνωρισμάτων με την αντίστροφη σειρά βρίσκουμε το υποψήφιο κλειδί $AB \{ \underline{customer_id}, \underline{employee_id} \}$.
- Αν τα εξετάσουμε με την σειρά $ABCD$ βρίσκουμε το κλειδί $AC \{ customer_id, branch_name \}$

Παράδειγμα αποσύνθεσης 3NF(Συνέχεια)

- Η επανάληψη δημιουργεί τις ακόλουθες σχέσεις 3NF:
 $(customer_id, employee_id, type)$
 $(\underline{employee_id}, branch_name)$
 $(customer_id, branch_name, employee_id)$
- Παρατηρήστε ότι η $(customer_id, employee_id, type)$ περιέχει ένα υποψήφιο κλειδί της αρχικής σχέσης και έτσι δεν χρειάζεται να προσθέσουμε και άλλη σχέση
- Στο τέλος ανινχεύουμε και διαγράφουμε σχήματα σχέσης, όπως το $(\underline{employee_id}, branch_name)$, που είναι προβολές (περιέχονται σε άλλα σχήματα)
- Το σχήμα βάσης δεδομένων σε 3NF είναι:
 $(customer_id, employee_id, type)$
 $(customer_id, branch_name, employee_id)$