

Όταν πρέπει να κανονικοποιήσουμε κάποια σχέση μπορούμε να την αποσυνθέσουμε σε περισσότερες από μια σχέσεις.

Κατά την αποσύνθεση να πρέπει να προσπαθήσουμε να διατηρήσουμε δύο βασικές ιδιότητες.

1. Η αποσύνθεση θα πρέπει να έχει την ιδιότητα της συνένωσης (join) χωρίς απώλειες. Η ιδιότητα αυτή λέγεται και μη προσθετική ιδιότητα.
2. Η αποσύνθεση θα πρέπει να διατηρεί τις συναρτησιακές εξαρτήσεις.

Η πρώτη ιδιότητα είναι πολύ σημαντική και θα πρέπει να εξασφαλίζουμε ότι συμβαίνει. Η δεύτερη ιδιότητα είναι καλό να παρέχεται αλλά ορισμένες φορές μπορούμε να δεχθούμε την παραβίασή της.

Θα εξηγήσουμε τις ιδιότητες αυτές με τα ακόλουθα παραδείγματα.

Συνένωση Χωρίς Απώλειες

Έστω ότι έχουμε την ακόλουθη σχέση:

TEACH

Student	Course	Instructor
Narayan	Database	Mark
Smith	Database	Navathe
Smith	Operating Systems	Ammar
Smith	Theory	Schulman
Wallace	Database	Mark
Wallace	Operating Systems	Ahamad
Wong	Database	Omiecinski
Zelaya	Database	Navathe
Narayan	Operating Systems	Ammar

Στην οποία ισχύουν οι ακόλουθες συναρτησιακές εξαρτήσεις:

Student, Course -> Instructor

Instructor -> Course

Κλειδί στην σχέση είναι ο συνδυασμός (Student, Course). Εκφράζει το γεγονός ότι ένας μαθητής μπορεί να παρακολουθήσει κάποιο μάθημα μόνο με έναν εκπαιδευτή όπως υποδηλώνεται και από την πρώτη συναρτησιακή εξάρτηση.

Η δεύτερη εξάρτηση δηλώνει ότι κάθε εκπαιδευτής μπορεί να διδάξει το πολύ ένα μάθημα.

Αυτή η σχέση (TEACH) δεν βρίσκεται σε κανονική μορφή BOYCE CODD γιατί υπάρχει μια εξάρτηση (**Instructor -> Course**) όπου το αριστερό μέρος δεν είναι υπερκλειδί. Προσέξτε ότι υπάρχουν περισσότερες από μια γραμμές με την ίδια τιμή instructor.

Η σχέση βρίσκεται σε Τρίτη Κανονική Μορφή γιατί για τις δύο συναρτησιακές εξαρτήσεις στην πρώτη το αριστερό μέρος είναι υπερκλειδί και στην δεύτερη το δεξιό μέρος είναι πρωτεύον γνώρισμα.

Θα αναλύσουμε τι συμβαίνει με όλους τους δυνατούς τρόπους αποσύνθεσης της σχέσης σε δύο σχέσεις με δύο γνωρίσματα η κάθε μια.

Υπάρχουν τρεις πιθανές αποσυνθέσεις της σχέσης TEACH

{student, instructor} και {student, course}
 {course, instructor } και {course, student}
 {instructor, course } και {instructor, student} ②

Ας εξετάσουμε τι συμβαίνει με κάθε μια από αυτές.

**Αποσύνθεση της {student, instructor, course }
 σε {student, instructor} και {student, course}**

select student, instructor, course from R1, R2 where R1.student=R2.student

Student	Instructor	Course	(Οι στήλες έχουν αναδιαταχθεί και η σχέση έχει ταξινομηθεί για ευκολία στην παρουσίαση)
Narayan	Mark	Database	
Narayan	Ammar	OS	
Smith	Navathe	Database	
Smith	Ammar	OS	
Smith	Schulman	Theory	
Wallace	Mark	Database	
Wallace	Ahamad	OS	
Wong	Omiecinski	Database	
Zelaya	Navathe	Database	

Student	Instructor	Student	Course
Narayan	Mark	Narayan	Database
Narayan	Ammar	Narayan	OS
Smith	Navathe	Smith	Database
Smith	Ammar	Smith	OS
Smith	Schulman	Smith	Theory
Wallace	Mark	Wallace	Database
Wallace	Ahamad	Wallace	OS
Wong	Omiecinski	Wong	Database
Zelaya	Navathe	Zelaya	Database

Η φυσική συνένωση των δύο σχέσεων που προκύπτει (συνένωση βάση του κοινού πεδίου Student) παράγει την σχέση :

Student	Instructor	Course	(Με * συμβολίζονται οι πλασματικές πλειάδες)
Narayan	Mark	Database	
Narayan	Mark	OS	*
Narayan	Ammar	Database	*
Narayan	Ammar	OS	
Smith	Navathe	Database	
Smith	Navathe	OS	*
Smith	Navathe	Theory	*
Smith	Ammar	Database	*
Smith	Ammar	OS	
Smith	Ammar	Theory	*
Smith	Schulman	Database	*
Smith	Schulman	OS	*
Smith	Schulman	Theory	
Wallace	Mark	Database	
Wallace	Mark	OS	*
Wallace	Ahamad	Database	*
Wallace	Ahamad	OS	
Wong	Omiecinski	Database	
Zelaya	Navathe	Database	

Η σχέση περιέχει πλειάδες (γραμμές) που δεν περιέχονται στην αρχική σχέση. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε απώλεια πληροφορίας και για το λόγο αυτό λέμε ότι η αποσύνθεση δεν παρέχει την συνένωση χωρίς απώλειες. Μια άλλη ορολογία είναι να πούμε ότι η αποσύνθεση δεν έχει την μη προσθετική ιδιότητα γιατί η συνένωση προσθέτει πλασματικές πλειάδες.

**Αποσύνθεση της {student, instructor, course }
σε {course, instructor } και {course, student}**

Course	Instructor	Student	(Οι στήλες έχουν αναδιαταχθεί και η σχέση έχει ταξινομηθεί για ευκολία στην παρουσίαση)
Database	Mark	Narayan	
Database	Navathe	Smith	
Database	Mark	Wallace	
Database	Omiecinski	Wong	
Database	Navathe	Zelaya	
OS	Ammar	Narayan	
OS	Ammar	Smith	
OS	Ahamad	Wallace	
Theory	Schulman	Smith	

Course	Instructor	Course	Student
Database	Mark	Database	Narayan
Database	Navathe	Database	Smith
Database	Omiecinski	Database	Wallace
OS	Ammar	Database	Wong
OS	Ahamad	Database	Zelaya
Theory	Schulman	OS	Narayan
		OS	Smith
		OS	Wallace
		Theory	Smith

Όταν αποσυνθέτουμε σε δύο σχέσεις παίρνουμε τις προβολές στις στήλες που χρειαζόμαστε και απαλείφουμε πλειάδες με τις ίδιες τιμές διότι κάθε πλειάδα πρέπει να είναι μοναδική.

Η φυσική συνένωση των δύο σχέσεων παράγει την ακόλουθη που περιέχει πλασματικές πλειάδες:

Course	Instructor	Student	(Με * συμβολίζονται οι πλασματικές πλειάδες)
Database	Mark	Narayan	
Database	Mark	Smith	*
Database	Mark	Wallace	
Database	Mark	Wong	*
Database	Mark	Zelaya	*
Database	Navathe	Narayan	*
Database	Navathe	Smith	
Database	Navathe	Wallace	*
Database	Navathe	Wong	*
Database	Navathe	Zelaya	
Database	Omiecinski	Narayan	*
Database	Omiecinski	Smith	*
Database	Omiecinski	Wallace	*
Database	Omiecinski	Wong	
Database	Omiecinski	Zelaya	*
OS	Ammar	Narayan	
OS	Ammar	Smith	
OS	Ammar	Wallace	*
OS	Ahamad	Narayan	
OS	Ahamad	Smith	*
OS	Ahamad	Wallace	
Theory	Schulman	Smith	

**Αποσύνθεση της {student, instructor, course }
σε { instructor, course} και {instructor, student}**

Instructor	Course	Student	(Οι στήλες έχουν αναδιαταχθεί και η σχέση έχει ταξινομηθεί)
Ahamad	OS	Wallace	
Ammar	OS	Narayan	
Ammar	OS	Smith	
Mark	Database	Narayan	
Mark	Database	Wallace	
Navathe	Database	Smith	
Navathe	Database	Zelaya	
Omiecinski	Database	Wong	
Schulman	Theory	Smith	

Instructor	Course	Instructor	Student
Ahamad	OS	Ahamad	Wallace
Ammar	OS	Ammar	Narayan
Mark	Database	Ammar	Smith
Navathe	Database	Mark	Narayan
Omiecinski	Database	Mark	Wallace
Schulman	Theory	Navathe	Smith
		Navathe	Zelaya
		Omiecinski	Wong
		Schulman	Smith

Όταν αποσυνθέτουμε σε δύο σχέσεις παίρνουμε τις προβολές στις στήλες που χρειαζόμαστε και απαλείφουμε πλειάδες με τις ίδιες τιμές διότι κάθε πλειάδα πρέπει να είναι μοναδική.

Η φυσική συνένωση των δύο σχέσεων παράγει την ακόλουθη σχέση η οποία δεν περιέχει πλασματικές πλειάδες.

Instructor	Course	Student	(Δεν υπάρχουν πλασματικές πλειάδες)
Ahamad	OS	Wallace	
Ammar	OS	Narayan	
Ammar	OS	Smith	
Mark	Database	Narayan	
Mark	Database	Wallace	
Navathe	Database	Smith	
Navathe	Database	Zelaya	
Omiecinski	Database	Wong	
Schulman	Theory	Smith	

Ένα κριτήριο ότι μια δυαδική αποσύνθεση είναι χωρίς απώλειες συνένωσης

Στην προηγούμενη ανάπτυξη εξετάσαμε τρεις αποσυνθέσεις της σχέσης TEACH (student, course, instructor) για την οποία ισχύουν οι ακόλουθες συναρτησιακές εξαρτήσεις:

Student, Course -> Instructor

Instructor -> Course

Από τις τρεις αποσυνθέσεις που εξετάσαμε

{student, instructor} και {student, course}

{course, instructor } και {course, student}

{instructor, course } και {instructor, student}

για το συγκεκριμένο στιγμιότυπο, μόνο η τρίτη φαινόταν να έχει την ιδιότητα της συνένωσης χωρίς απώλειες πληροφορίας.

Η ακόλουθη ιδιότητα (γνωστή σε σύγγραμμα ΘΑΒΔ (LJ1 ή NBJ) αποτελεί ένα κριτήριο ότι μια δυαδική αποσύνθεση είναι χωρίς απώλειες συνένωσης.

Αν μια σχέση R για την οποία ισχύει ένα σύνολο Συναρτησιακών Εξαρτήσεων αποσυντεθεί σε δύο σχέσεις R1 και R2 τότε η αποσύνθεση είναι χωρίς απώλειες αν ισχύει κάποια από τις ακόλουθες συναρτησιακές εξαρτήσεις

$R1 \cap R2 \rightarrow R1 - R2$ ή

$R1 \cap R2 \rightarrow R2 - R1$

Δηλαδή η τομή του συνόλου των γνωρισμάτων της μιας σχέσης με τα γνωρίσματα της άλλης σχέσης θα πρέπει να καθορίζει μια από τις διαφορές των γνωρισμάτων των σχέσεων.

Εξετάζοντας την ιδιότητα αυτή για την Τρίτη αποσύνθεση και θεωρώντας ότι $R1 = \{ \text{instructor, course} \}$ και $R2 = \{ \text{instructor, student} \}$ παρατηρούμε ότι

$R1 \cap R2 = \text{instructor}$

$R1 - R2 = \text{course}$

$R2 - R1 = \text{student}$

Λόγω του ότι ισχύει η συναρτησιακή εξάρτηση **instructor -> course**

Δηλαδή $R1 \cap R2 \rightarrow R1 - R2$

Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η αποσύνθεση σε R1 και R2 διαθέτει την ιδιότητα της συνένωσης χωρίς απώλειες.

Ιδιότητα διατήρησης των συναρτησιακών εξαρτήσεων

Η δεύτερη ιδιότητα που είναι επιθυμητή κατά την αποσύνθεση μιας σχέσης είναι η διατήρηση των συναρτησιακών εξαρτήσεων μιας σχέσης. Αυτό σημαίνει να μπορούμε να επιβεβαιώσουμε τις συναρτησιακές εξαρτήσεις εξετάζοντας κάθε σχέση ξεχωριστά και χωρίς την ανάγκη της δημιουργίας μιας συνένωσης.

Στην αποσύνθεση $R1 = \{instructor, course\}$ και $R2 = \{instructor, student\}$

η συναρτησιακή εξάρτηση **instructor -> course** διατηρείται διότι μπορούμε να εξετάσουμε αν ισχύει εξετάζοντας μόνο την σχέση $R1 = \{instructor, course\}$

Η συναρτησιακή εξάρτηση

Student, Course -> Instructor

δεν διατηρείται στην αποσύνθεση. Δεν υπάρχει τρόπος να εξετάσουμε αν ισχύει εξετάζοντας ξεχωριστά τις δύο σχέσεις $R1$ και $R2$. Θα πρέπει να δημιουργήσουμε την συνένωση των δύο σχέσεων $R1$ και $R2$ η οποία θα περιέχει και τα τρία γνωρίσματα.

Μια σημαντική παρατήρηση είναι ότι δεν είναι απαραίτητο όλα τα γνωρίσματα που υπάρχουν σε μια συναρτησιακή εξάρτηση να υπάρχουν στην ίδια σχέση σε μια αποσύνθεση ώστε να διατηρείται. Η συναρτησιακή εξάρτηση μπορεί να διατηρείται λόγω άλλων συναρτησιακών εξαρτήσεων που διατηρούνται στις σχέσεις της αποσύνθεσης

Παράδειγμα που διατηρούνται οι εξαρτήσεις

Στο ακόλουθο σχήμα / παράδειγμα (Εικόνα 10.11) στην αρχική σχέση ισχύει η συναρτησιακή εξάρτηση

$KΩΔ_ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ \rightarrow O_ΕΠΑΡΧΙΑΣ, KΩΔ_ΤΕΜΑΧΙΟΥ, ΕΚΤΑΣΗ, ΤΙΜΗ, Π_ΦΟΡΟΥ$

Στην αποσύνθεση αυτή η συναρτησιακή εξάρτηση διατηρείται αν και δεν υπάρχει σχέση που να περιέχει όλα τα γνωρίσματα που εμφανίζονται σε αυτή.

Διατηρείται γιατί στην αποσύνθεση μπορούν να διατηρηθούν οι συναρτησιακές εξαρτήσεις

ΣΕ1β: $KΩΔ_ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ \rightarrow O_ΕΠΑΡΧΙΑΣ, KΩΔ_ΤΕΜΑΧΙΟΥ, ΕΚΤΑΣΗ, ΤΙΜΗ$

Στην σχέση $ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ_1$

ΣΕ3β: $O_ΕΠΑΡΧΙΑΣ \rightarrow Π_ΦΟΡΟΥ$

Στην σχέση $ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ_2$

Και μπορούμε να συμπεράνουμε την

ΣΕ1α: ΚΩΔ_ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ -> Ο_ΕΠΑΡΧΙΑΣ, ΚΩΔ_ΤΕΜΑΧΙΟΥ, ΕΚΤΑΣΗ, ΤΙΜΗ, Π_ΦΟΡΟΥ

Από την ΣΕ1β συμπεραίνουμε :

ΣΕ_1X ΚΩΔ_ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ -> Ο_ΕΠΑΡΧΙΑΣ (Διασπαστικός κανόνας)

Με μεταβατικότητα με την ΣΕ3β συμπεραίνουμε την ΣΕ_1Υ ΚΩΔ_ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ -> Π_ΦΟΡΟΥ

Από την ΣΕ1β και ΣΕ_1Υ με συνένωση συμπεραίνουμε την ΣΕ1α

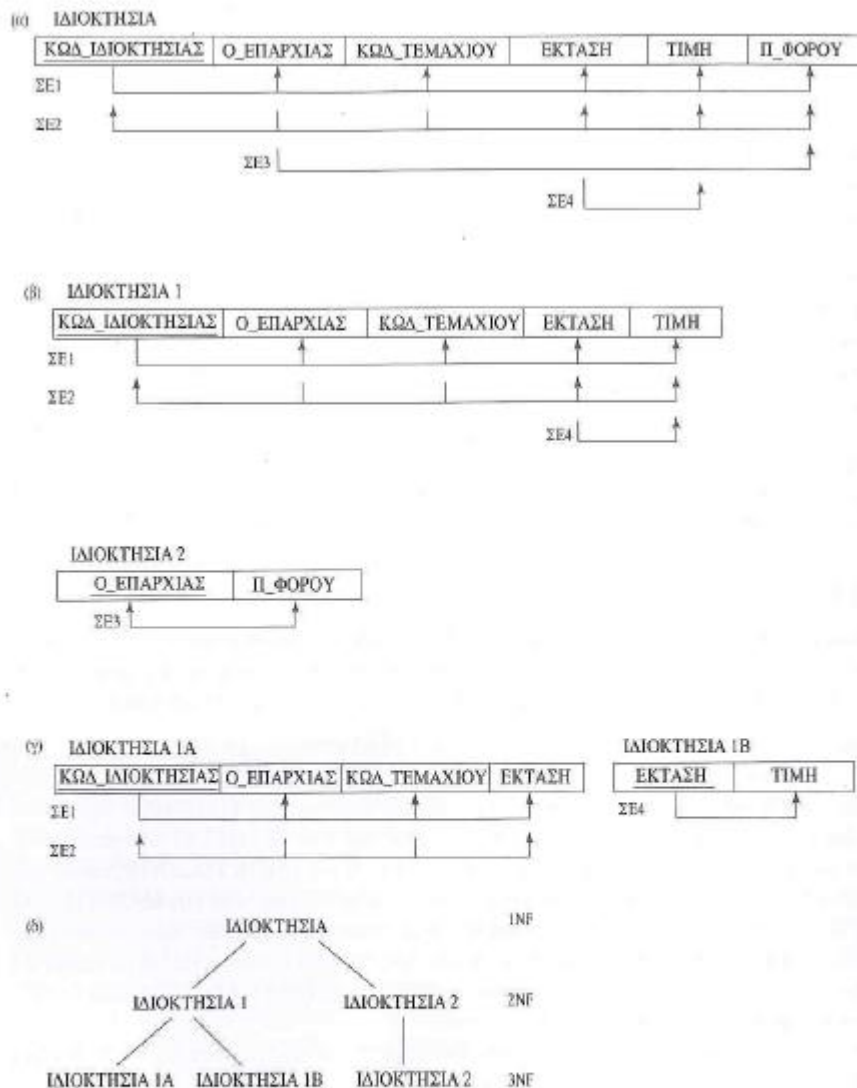
Τυπικός Έλεγχος Διατήρησης των Συναρτησιακών Εξαρτήσεων

Αν έχουμε μια σχέση R και ένα σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων F και αποσυνθέσουμε την R σε σχέσεις Ri τότε η **προβολή** του F στο Ri PR_iF είναι το υποσύνολο του F^+ που περιέχει όλες τις συναρτησιακές εξαρτήσεις του F^+ με γνωρίσματα που ανήκουν μόνο στο Ri

Μια αποσύνθεση $D=\{R_1, R_2, \dots, R_m\}$ μια σχέσης R με στην οποία ισχύει το σύνολο συναρτησιακών εξαρτήσεων F **διατηρεί τις εξαρτήσεις** αν ισχύει

$$(PR_1F \cup PR_2F \cup \dots \cup PR_mF)^+ = F^+$$

Δηλαδή αν ενώσουμε όλες τις προβολές πρέπει να έχουμε ένα ισοδύναμο σύνολο με το F. Δηλαδή οι κλειστότητες των δύο συνόλων πρέπει να είναι ίδιες.



Εικόνα 10.11 Κανονικοποίηση σε δεύτερη και τρίτη κανονική μορφή. (α) Το σχήμα της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ και οι συναρτησιακές του εξαρτήσεις ΣΕ1 έως ΣΕ4. (β) Αποσύνθεση της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ στις σχέσεις δεύτερης κανονικής μορφής ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1 και ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ2. (γ) Αποσύνθεση της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1 στις σχέσεις τρίτης κανονικής μορφής ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1Α και ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ1Β. (δ) Σύνοψη της κανονικοποίησης της σχέσης ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ.

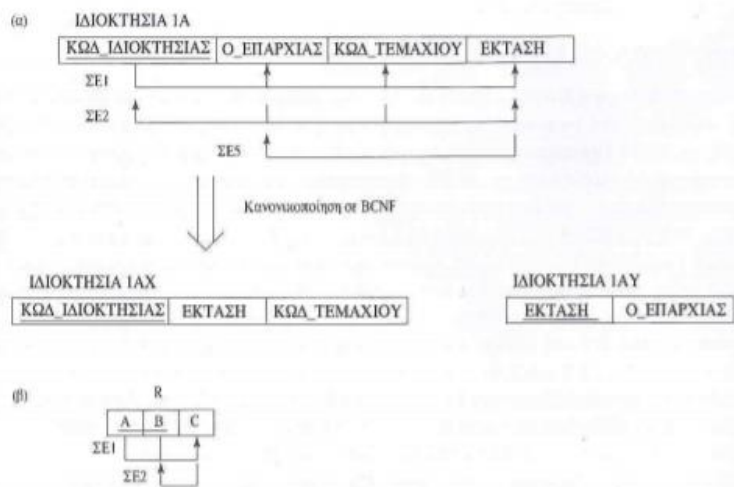
Παράδειγμα που δεν διατηρούνται οι εξαρτήσεις

Το ακόλουθο σχήμα περιέχει άλλη μια περίπτωση όπου κατά την αποσύνθεση δεν διατηρούνται οι εξαρτήσεις

Η Συναρτησιακή Εξάρτηση ΣΕ2

Ο_ΕΠΑΡΧΙΑΣ, ΚΩΔ_ΤΕΜΑΧΙΟΥ -> ΚΩΔ_ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ, ΕΚΤΑΣΗ

δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί εξατάζοντας απομονωμένα τις νέες σχέσεις ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ_1ΑΧ και ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ_1ΑΥ



Εικόνα 10.12 BCNF. (α) Κανονικοποίηση σε BCNF με «απώλεια» της εξάρτησης ΣΕ2 κατά την αποσύνθεση. (β) Μια σχέση R που βρίσκεται σε τρίτη κανονική μορφή αλλά όχι σε BCNF.