

Οργάνωση Βάσεων Βιοϊατρικών Δεδομένων Εξόρυξη Γνώσης Βιοϊατρικών Δεδομένων

Σεμινάριο 2: Εισαγωγή στις Βάσεις Δεδομένων

**Ευάγγελος Καρκαλέτσης,
Αναστασία Κριθαρά, Γεώργιος Πετάσης**

Εργαστήριο Τεχνολογίας Γνώσεων & Λογισμικού,

Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. “Δημόκριτος”

Τηλ.: 210-6503197, Fax: 210-6532175, {vangelis, akrihara, petasis}@iit.demokritos.gr

Ακαδημαϊκό Έτος: 2016 – 2017

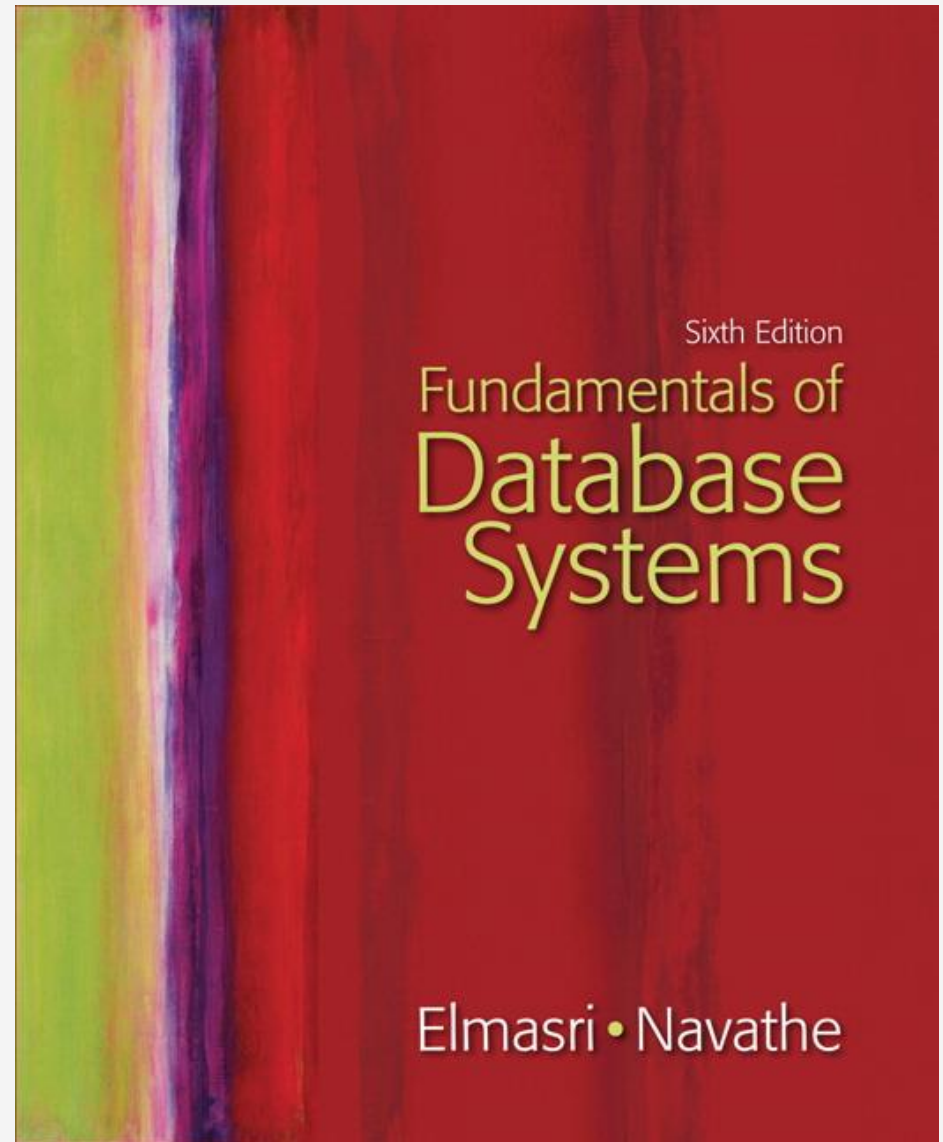
Οι διαφάνειες αυτού του σεμιναρίου βασίζονται
σε διαφάνειες των:

Δ. Γουνόπουλος, Ι. Ιωαννίδης

<http://eclass.uoa.gr/modules/document/document.php?course=D463&openDir=/4c2b32a5i4iq>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Το Σχεσιακό Μοντέλο Δεδομένων
Και
Περιορισμοί Σχεσιακών Βάσεων
Δεδομένων



Copyright © 2011 Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe, Ελληνική Έκδοση Δίαυλος

Θα μιλήσουμε για

- Έννοιες του Σχεσιακού Μοντέλου
- Περιορισμοί του Σχεσιακού Μοντέλου και Σχήματα Σχεσιακών Βάσεων Δεδομένων
- Πράξεις Ενημέρωσης και Αντιμετώπιση της Παραβίασης των Περιορισμών

Έννοιες του Σχεσιακού Μοντέλου

- Το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων βασίζεται στην έννοια της **Σχέσης**.
 - Το ισχυρό σημείο της σχεσιακής προσέγγισης στη διαχείριση δεδομένων προέρχεται από το τυπικό υπόβαθρο που υποστηρίζει η θεωρία των σχέσεων.
- Θα παρουσιάσουμε τα θεμελιώδη στοιχεία του *τυπικού σχεσιακού μοντέλου*.
- Στην πράξη, υπάρχει τυποποιημένο μοντέλο που βασίζεται στην SQL – αυτό περιγράφεται στα Κεφάλαια 8 και 9.
- Σημείωση: Υπάρχουν κάποιες σημαντικές διαφορές μεταξύ του τυπικού μοντέλου και του πρακτικού μοντέλου, όπως θα διαπιστώσουμε.

Έννοιες του Σχεσιακού Μοντέλου

- Μια σχέση είναι μια μαθηματική έννοια που βασίζεται στη θεωρία των συνόλων
- Το μοντέλο προτάθηκε αρχικά από τον Dr. E.F. Codd του IBM Research το 1970 στην παρακάτω εργασία:
 - “A Relational Model for Large Shared Data Banks”
Communications of the ACM, June 1970
- Η παραπάνω εργασία προκάλεσε επανάσταση στον χώρο της διαχείρισης δεδομένων και ο Dr. Codd κέρδισε το πολυπόθητο ACM Turing Award

Άτυποι ορισμοί

- Άτυπα, μια **σχέση** μοιάζει με ένα **πίνακα** τιμών.
- Τυπικά μια σχέση περιέχει ένα **σύνολο γραμμών**.
- Τα στοιχειώδη δεδομένα σε κάθε **γραμμή** παριστάνουν διάφορα γεγονότα που αντιστοιχούν σε μια **οντότητα** του πραγματικού κόσμου ή σε μια **συσχέτιση**.
 - Στο τυπικό μοντέλο, οι γραμμές ονομάζονται **πλειάδες**.
- Κάθε **στήλη** έχει μια επικεφαλίδα στήλης που δίνει μια ένδειξη της σημασίας των δεδομένων στη στήλη.
 - Στο τυπικό μοντέλο, η επικεφαλίδα της στήλης ονομάζεται **όνομα του γνωρίσματος** (ή απλά **γνώρισμα**).

Παράδειγμα μιας σχέσης

Όνομα σχέσης

Γνωρίσματα

Πλειάδες

ΦΟΙΤΗΤΗΣ	Όνομα	ΑρΤαντ	ΤηλΟικιας	Διευθυνση	ΤηλΓραφειου	Ηλικια	ΜΒαθμιοs
	Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	null	19	3.21
	Katherine Ashly	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	null	18	2.89
	Dick Davidson	422-11-2320	null	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
	Charles Cooper	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
	Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	null	19	3.25

Άτυποι Ορισμοί

- Κλειδί μιας Σχέσης:
 - Κάθε γραμμή έχει μια τιμή ενός δεδομένου (ή συνόλου δεδομένων) που προσδιορίζει μοναδικά αυτή τη γραμμή στον πίνακα.
 - Ονομάζεται το κλειδί.
 - Στον πίνακα ΦΟΙΤΗΤΗΣ, το ΑρΤαυτ είναι το κλειδί.
 - Μερικές φορές σαν κλειδιά εμφανίζονται ο αριθμός γραμμής ή συνεχόμενοι αριθμοί για το προσδιορισμό των κλειδιών ενός πίνακα.
 - Ονομάζεται τεχνητό κλειδί ή υποκατάστατο κλειδί.

Τυπικοί Ορισμοί - Σχήμα

- Το **Σχήμα** (ή η περιγραφή) μιας Σχέσης:
 - Συμβολίζεται με $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
 - R είναι το **όνομα** της σχέσης
 - Τα **γνωρίσματα** της σχέσης είναι $A_1, A_2, \dots, A_n$
- Παράδειγμα:
 - ΠΕΛΑΤΗΣ (Κωδ_Πελ, Ονομα_Πελ, Διευθυνση, ΑρΤηλ)
 - Το όνομα της σχέσης είναι ΠΕΛΑΤΗΣ
 - Ορίζεται με 4 γνωρίσματα: Κωδ_Πελ, Ονομα_Πελ, Διευθυνση, ΑρΤηλ
- Κάθε γνώρισμα έχει ένα **πεδίο ορισμού** ή ένα σύνολο επιτρεπόμενων τιμών.
 - Για παράδειγμα, το πεδίο ορισμού του Κωδ_Πελ είναι οι εξαψήφιοι ακέραιοι.

Τυπικοί Ορισμοί - Πλειάδα

- Μια **πλειάδα** είναι ένα διατεταγμένο σύνολο τιμών (περικλείονται σε γωνιακές παρενθέσεις '< ... >').
- Κάθε τιμή προέρχεται από ένα κατάλληλο πεδίο ορισμού.
- Μια γραμμή στη σχέση ΠΕΛΑΤΗΣ είναι μια πλειάδα που αποτελείται από τέσσερις τιμές, για παράδειγμα:
 - <632895, "John Smith", "101 Main St. Atlanta, GA 30332", "(404) 894-2000">
 - Ονομάζεται τετράδα γιατί έχει 4 τιμές.
 - Μια πλειάδα (γραμμή) στη σχέση ΠΕΛΑΤΗΣ.
- Μια σχέση είναι ένα **σύνολο** από τέτοιες πλειάδες (γραμμές).

Τυπικοί Ορισμοί – Πεδίο Ορισμού

- Ένα **πεδίο ορισμού** έχει ένα λογικό ορισμό:
 - Παράδειγμα: “Αριθμοί_τηλεφώνων_ΗΠΑ” το σύνολο των 10ψηφίων αριθμών τηλεφώνου που ισχύουν στις Ηνωμένες Πολιτείες.
- Ένα πεδίο ορισμού έχει επίσης ένα τύπο δεδομένων ή μια μορφοποίηση που ορίζεται για αυτό.
 - Το Αριθμοί_τηλεφώνων_ΗΠΑ μπορεί να έχει τη μορφή: (ddd)dddddd όπου κάθε d είναι ένα δεκαδικό ψηφίο.
 - Οι ημερομηνίες έχουν διαφορετικές μορφοποιήσεις όπως έτος, μήνας, ημέρα με μορφή όπως η yyyy-mm-dd, ή σαν dd mm,yyyy κλπ.
- Το όνομα του γνωρίσματος καθορίζει το ρόλο που παίζει το πεδίο ορισμού σε μια σχέση:
 - Χρησιμοποιείται για ερμηνεία της σημασίας των δεδομένων που αντιστοιχούν στα δεδομένα του αντίστοιχου γνωρίσματος.
 - Παράδειγμα: Το πεδίο Date μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ορισμό δύο γνωρισμάτων όπως “Ημερομηνία_Χρεωσης” και “Ημερομηνία_Εξόφλησης” με διαφορετική σημασία.

Τυπικοί Ορισμοί - Κατάσταση

- Η **κατάσταση της σχέσης** είναι ένα υποσύνολο του Καρτεσιανού γινομένου των πεδίων ορισμού των γνωρισμάτων της.
 - Κάθε πεδίο ορισμού περιλαμβάνει το σύνολο όλων των πιθανών τιμών που μπορεί να πάρει το γνώρισμα.
- Παράδειγμα: το γνώρισμα `Όνομα_Πελ` ορίζεται στο πεδίο ορισμού των συμβολοσειρών με μέγιστο μήκος 25.
 - `dom(Όνομα Πελ)` είναι `varchar(25)`
- Ο ρόλος που παίζουν αυτές οι συμβολοσειρές στη σχέση ΠΕΛΑΤΗ αυτός του ονόματος ενός πελάτη.

Τυπικοί Ορισμοί - Σύνοψη

- Τυπικά,
 - Δοθείσης της $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
 - $r(R) \subset \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$
- $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ είναι το **σχήμα** της σχέσης
- R είναι το **όνομα** της σχέσης
- $A_1, A_2, \dots, A_n$ είναι τα **γνωρίσματα** της σχέσης
- $r(R)$: μια συγκεκριμένη **κατάσταση** (ή “τιμή” ή “πληθυσμός”) της σχέσης R – είναι ένα σύνολο πλειάδων (γραμμών)
 - $r(R) = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ όπου κάθε t_i είναι μια n -πλειάδα
 - $t_i = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ όπου κάθε v_j στοιχείο του $\text{dom}(A_j)$

Τυπικοί Ορισμοί - Παράδειγμα

- Έστω το $R(A_1, A_2)$ είναι ένα σχήμα σχέσης:
 - Έστω $dom(A_1) = \{0, 1\}$
 - Έστω $dom(A_2) = \{a, b, c\}$
- Τότε το: $dom(A_1) \times dom(A_2)$ είναι όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί:
 - $\{ \langle 0, a \rangle, \langle 0, b \rangle, \langle 0, c \rangle, \langle 1, a \rangle, \langle 1, b \rangle, \langle 1, c \rangle \}$
- Η κατάσταση της σχέσης $r(R) \subset dom(A_1) \times dom(A_2)$
- Για παράδειγμα: $r(R)$ μπορεί να είναι $\{ \langle 0, a \rangle, \langle 0, b \rangle, \langle 1, c \rangle \}$
 - Αυτή είναι μια πιθανή κατάσταση (ή “πληθυσμός” ή “έκταση”) r της σχέσης R , που ορίζεται στα A_1 και A_2 .
 - Έχει τρεις 2-πλειάδες: $\langle 0, a \rangle, \langle 0, b \rangle, \langle 1, c \rangle$

Σύνοψη Ορισμών

Μη τυπικοί όροι	Τυπικοί όροι
Πίνακας	Σχέση
Επικεφαλίδα Σχέσης	Γνώρισμα
Όλες οι πιθανές τιμές στήλης	Πεδίο ορισμού
Γραμμή	Πλειάδα
Ορισμός Πίνακα	Σχήμα μιας Σχέσης
Φορτωμένος Πίνακας	Κατάσταση Σχέσης

Παράδειγμα – Μια σχέση ΦΟΙΤΗΤΗΣ

Όνομα Σχέσης

ΦΟΙΤΗΤΗΣ

Γνωρίσματα

Πλειάδες

Όνομα	ΑρΤαυτ	Τηλ.Οικίας	Διευθυνση	Τηλ.Γραφείου	Ηλικία	ΜΒαθμος
Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	null	19	3.21
Katherine Ashly	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	null	18	2.89
Dick Davidson	422-11-2320	null	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
Charles Cooper	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	null	19	3.25

Χαρακτηριστικά των σχέσεων

- Διάταξη των πλειάδων σε μια σχέση $r(R)$:
 - Οι πλειάδες δεν θεωρούνται διατεταγμένες, παρότι εμφανίζονται να είναι στη μορφή του πίνακα.
- Διάταξη των γνωρισμάτων σε ένα σχήμα σχέσης R (και των τιμών μέσα σε κάθε πλειάδα):
 - Θα θεωρήσουμε ότι τα γνωρίσματα στην $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ και τις τιμές στην $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ να είναι διατεταγμένες.
 - (Ωστόσο, ένας πιο γενικός εναλλακτικός ορισμός της σχέσης δεν απαιτεί αυτή τη διάταξη).

Ίδια κατάσταση όπως στην προηγούμενη εικόνα (αλλά με διαφορετική διάταξη των πλειάδων)

Όνομα	ΑρΤαυτ	ΤηλΟικιας	Διευθυνση	ΤηλΓραφειου	Ηλικια	Μβαθμος
Dick Davidson	422-11-2320	null	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	null	19	3.25
Charles Cooper	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
Katherine Ashly	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	null	18	2.89
Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	null	19	3.21

Χαρακτηριστικά των Σχέσεων

- Οι τιμές σε μια πλειάδα:
 - Όλες οι τιμές θεωρούνται ατομικές (αδιαίρετες).
 - Κάθε τιμή σε μια πλειάδα πρέπει να είναι από το πεδίο ορισμού του γνωρίσματος για τη στήλη αυτή.
 - Αν η πλειάδα $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ είναι μια πλειάδα (γραμμή) στην κατάσταση σχέσης r της $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
 - Τότε κάθε v_i πρέπει να είναι μια τιμή από το $dom(A_i)$
- Μια ειδική τιμή **null** χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση τιμών που δεν είναι γνωστές ή δεν ισχύουν σε κάποιες πλειάδες.

Χαρακτηριστικά των Σχέσεων

- Συμβολισμός:
 - Αναφερόμαστε στις **συνιστώσες τιμές** μιας πλειάδας t με:
 - $t[A_i]$ ή $t.A_i$.
 - Αυτή είναι η τιμή v_i του γνωρίσματος A_i για την πλειάδα t .
 - Παρόμοια το $t[A_u, A_v, \dots, A_w]$ αναφέρεται στην υποπλειάδα της t που περιέχει τις τιμές των γνωρισμάτων $A_u, A_v, \dots, A_w$, αντίστοιχα της t .

Σχεσιακοί Περιορισμοί Ακεραιότητας

- Οι περιορισμοί είναι **συνθήκες** που πρέπει να ισχύουν σε **όλες** τις έγκυρες καταστάσεις της σχέσης.
- Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι περιορισμών στο σχεσιακό μοντέλο:
 - Περιορισμοί **κλειδιού**
 - Περιορισμοί **Ακεραιότητας Οντότητας**
 - Περιορισμοί **Αναφορικής Ακεραιότητας**
- Ένας άλλος έμμεσος περιορισμός είναι ο περιορισμός **πεδίου ορισμού**
 - Κάθε τιμή σε μια πλειάδα πρέπει να ανήκει στο **πεδίο ορισμού των γνωρισμάτων** της (ή μπορεί να είναι **null**, αν επιτρέπεται για το γνώρισμα αυτό).

Περιορισμοί Κλειδιού

- **Υπερκλειδί της R :**
 - Είναι ένα σύνολο γνωρισμάτων SK της R με την παρακάτω συνθήκη:
 - Δεν υπάρχουν δυο πλειάδες σε οποιαδήποτε κατάσταση σχέσης $r(R)$ που να έχουν την ίδια τιμή SK .
 - Δηλαδή, για οποιεσδήποτε διακριτές πλειάδες t_1 και t_2 στην $r(R)$, $t_1[SK] \neq t_2[SK]$
 - Η συνθήκη αυτή πρέπει να ισχύσει σε κάθε έγκυρη κατάσταση $r(R)$
- **Κλειδί της R :**
 - Ένα “ελάχιστο” υπερκλειδί
 - Δηλαδή, ένα κλειδί είναι ένα υπερκλειδί K έτσι που η αποκοπή οποιουδήποτε γνωρίσματος από το K έχει σαν αποτέλεσμα ένα σύνολο γνωρισμάτων που δεν είναι υπερκλειδί (δεν έχει την ιδιότητα της μοναδικότητας του υπερκλειδιού).

Περιορισμοί Κλειδιού (συνέχεια)

- Παράδειγμα: Έστω το σχήμα σχέσης ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ:
 - ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ(ΑρΚυκλοφοριας, ΑρΠλαισιου, Κατασκευαστης, Μοντελο, Ετος)
 - Η ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ έχει δύο κλειδιά:
 - Key1 = {ΑρΚυκλοφοριας}
 - Key2 = {ΑρΠλαισιου}
 - Και τα δύο είναι υπερκλειδιά της ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ
 - Το {ΑρΠλαισιου, Κατασκευαστής} είναι υπερκλειδί αλλά δεν είναι ένα κλειδί.
- Γενικά:
 - Κάθε κλειδί είναι ένα υπερκλειδί (αλλά δεν ισχύει το αντίστροφο).
 - Κάθε σύνολο γνωρισμάτων που περιλαμβάνει ένα κλειδί είναι ένα υπερκλειδί.
 - Ένα ελάχιστο είναι και κλειδί.

Περιορισμοί Κλειδιού (συνέχεια)

- Αν μια σχέση έχει πολλά **υποψήφια κλειδιά**, επιλέγεται αυθαίρετα ένα σαν **πρωτεύον κλειδί**.
 - Τα γνωρίσματα του πρωτεύοντος κλειδιού είναι υπογραμμισμένα.
- Παράδειγμα: Έστω το σχήμα σχέσης ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ:
 - ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ(ΑρΚυκλοφοριας, ΑρΠλαισιου, Κατασκευαστης, Μοντελο, Ετος)
 - Επιλέγουμε το ΑρΠλαισιου σαν πρωτεύον κλειδί.
- Η τιμή του πρωτεύοντος κλειδιού χρησιμοποιείται για να *προσδιορίζεται μοναδικά* (identify) κάθε πλειάδα της σχέσης.
 - Δίνει μια ταυτότητα στην πλειάδα.
- Χρησιμοποιείται επίσης για *αναφορά* στην πλειάδα από άλλη πλειάδα.
 - Γενικός κανόνας: Επιλέξτε σαν πρωτεύον κλειδί το μικρότερο από τα υποψήφια κλειδιά (σε σχέση με το μέγεθος).
 - Δεν εφαρμόζεται πάντα – η επιλογή μερικές φορές είναι υποκειμενική.

Ο πίνακας ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ με δύο υποψήφια κλειδιά – σαν πρωτεύον έχει επιλεγεί το ΑριθΚυκλοφοριας

ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ	ΑριθΚυκλοφοριας	ΑριθΠλαισιου	Κατασκευστης	Μοντελο	Ετος
	Texas ABC-739	A69352	Ford	Mustang	90
	Florida TVP-347	B43696	Oldsmobile	Cutlass	93
	New York MPO-22	X83554	Oldsmobile	Delta	89
	California 432-TFY	C43742	Mercedes	190-D	87
	California RSK-629	Y82935	Toyota	Camry	92
	Texas RSK-629	U028365	Jaguar	XJS	92

Σχεσιακό Σχήμα Βάσης Δεδομένων

- **Σχεσιακό σχήμα βάσης δεδομένων:**
 - Ένα σύνολο S από σχήματα σχέσεων που ανήκουν στην ίδια βάση δεδομένων.
 - S είναι το όνομα όλου του **σχήματος της βάσης δεδομένων**.
 - $S = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$
 - $R_1, R_2, \dots, R_n$ είναι τα ονόματα των ατομικών **σχημάτων σχέσεων** στη βάση δεδομένων S .
- Η επόμενη διαφάνεια δείχνει το σχήμα βάσης δεδομένων ΕΤΑΡΕΙΑ με 6 σχήματα σχέσεων.

Σχήμα Βάσης Δεδομένων ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ

ΟΝΟΜΑ	ΑΡΧ_ΠΑΤ	ΕΠΙΘΕΤΟ	<u>ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	ΗΜ_ΓΕΝ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΦΥΛΟ	ΜΙΣΘΟΣ	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ	ΑΡΙΘ_Τ
-------	---------	---------	----------------	--------	-----------	------	--------	--------------	--------

ΤΜΗΜΑ

Τ_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΗΜΕΡ_ΕΝΑΡΞΗΣ
---------	-----------------	------------	--------------

ΤΟΠΟΘ_ΤΜΗΜΑ

<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	<u>Τ_ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>
-----------------	--------------------

ΕΡΓΟ

Ε_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ</u>	ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ	Κ_ΤΜΗΜΑ
---------	------------------	-----------	---------

ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

<u>Ε_ΑΡΤΑΥΤ</u>	<u>Κ_ΕΡΓΟ</u>	ΩΡΕΣ
-----------------	---------------	------

ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ

<u>Ε_ΑΡΤΑΥΤ</u>	<u>ΟΝΟΜΑ_ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΥ</u>	ΦΥΛΟ	ΗΜ_ΓΕΝ	ΣΧΕΣΗ
-----------------	--------------------------	------	--------	-------

Ακεραιότητα οντοτήτων

- **Ακεραιότητα οντοτήτων:**
 - Τα γνωρίσματα του πρωτεύοντος κλειδιού PK κάθε σχήματος σχέσης R στην S δεν μπορούν να έχουν τιμές null σε οποιαδήποτε πλειάδα της $r(R)$.
 - Αυτό συμβαίνει επειδή οι τιμές του πρωτεύοντος κλειδιού χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των πλειάδων.
 - $t[PK] \neq null$ για κάθε πλειάδα t στην $r(R)$.
 - Αν το PK πολλά γνωρίσματα, δεν επιτρέπεται τιμή null σε οποιοδήποτε από τα γνωρίσματα αυτά.
 - Σημείωση: Και άλλα γνωρίσματα της R μπορεί να μην επιτρέπεται να έχουν null τιμές, αν και δεν ανήκουν στο πρωτεύον κλειδί.

Αναφορική Ακεραιότητα

- Ένας περιορισμός μεταξύ **δύο** σχέσεων.
 - Οι προηγούμενοι περιορισμοί αναφέρονται σε μια σχέση.
- Χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό μιας **συσχέτισης** μεταξύ των πλειάδων δύο σχέσεων:
 - Τη **σχέση που αναφέρει** και την **σχέση που αναφέρεται**.

Αναφορική Ακεραιότητα

- Οι πλειάδες στην σχέση που αναφέρει R_1 έχουν γνωρίσματα FK (ονομάζονται γνωρίσματα **ξένου κλειδιού**) που αναφέρουν τα γνωρίσματα πρωτεύοντος κλειδιού PK της **αναφερόμενης** σχέσης R_2 .
 - Μια πλειάδα t_1 της R_1 λέμε ότι **αναφέρει** μια πλειάδα t_2 της R_2 αν $t_1[FK] = t_2[PK]$.
- Ένας αναφορικός περιορισμός ακεραιότητας μπορεί να παριστάνεται, σε ένα σχήμα σχεσιακής βάσης δεδομένων, σαν κατευθυνόμενο τόξο από το $R_1.FK$ στο R_2 .

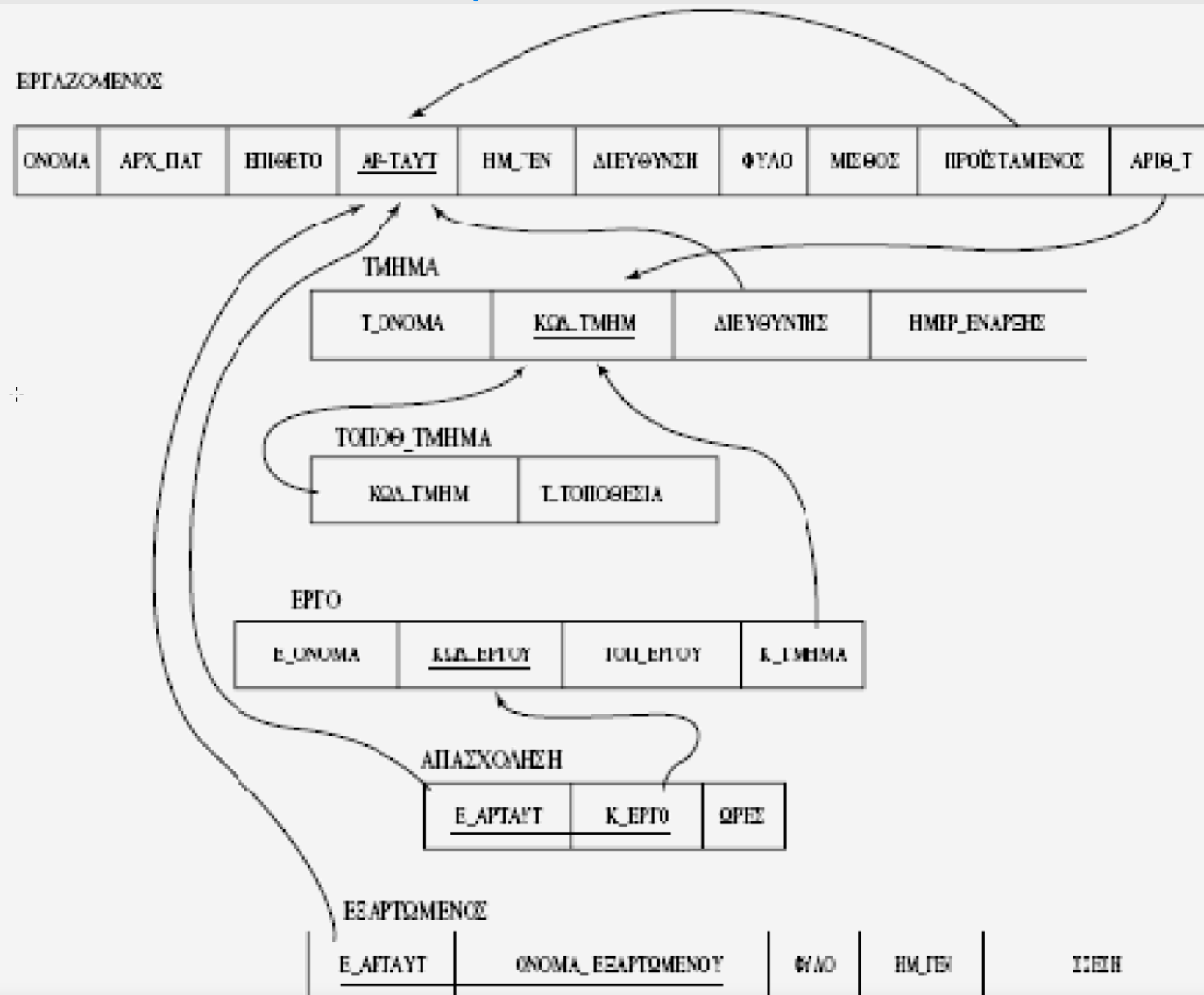
Περιορισμός Αναφορικής ακεραιότητας (ή ξένου κλειδιού)

- Δήλωση του περιορισμού
 - Η τιμή στη στήλη (ή τις στήλες) ξένου κλειδιού FK της σχέσης που αναφέρει R_1 μπορεί να είναι είτε:
 1. μια υπάρχουσα τιμή πρωτεύοντος κλειδιού μιας αντίστοιχης τιμής πρωτεύοντος κλειδιού PK στην αναφερόμενη σχέση R_2 , ή
 2. είναι **null**.
- Στην περίπτωση (2), το FK στην R_1 **δεν** πρέπει να είναι μέρος του πρωτεύοντος κλειδιού.

Παρουσίαση ενός σχήματος σχεσιακής βάσης και των περιορισμών της

- Κάθε σχήμα σχέσης μπορεί να παρασταθεί σαν μια γραμμή ονομάτων γνωρισμάτων.
- Το όνομα της σχέσης γράφεται πάνω από τα ονόματα των γνωρισμάτων.
- Το γνώρισμα (ή τα γνωρίσματα) πρωτεύοντος κλειδιού θα υπογραμμίζονται.
- Ένας περιορισμός ξένου κλειδιού (αναφορική ακεραιότητα) παρουσιάζεται σαν κατευθυνόμενη ακμή (τόξο) από τα γνωρίσματα ξένου κλειδιού προς τον αναφερόμενο πίνακα.
 - Για σαφήνεια μπορεί να δείχνει το πρωτεύον κλειδί της αναφερόμενης σχέσης.
- Η επόμενη διαφάνεια δείχνει το **διάγραμμα σχεσιακού σχήματος ΕΤΑΙΡΕΙΑ**.

Αναφορικοί περιορισμοί ακεραιότητας για τη βάση δεδομένων ΕΤΑΙΡΕΙΑ



Άλλοι τύποι περιορισμών

- Σημασιολογικοί περιορισμοί ακεραιότητας:
 - Βασίζονται στα σημασιολογικά της εφαρμογής και δεν μπορούν να διατυπωθούν από το μοντέλο μόνο του.
 - Παράδειγμα: “το μέγιστο πλήθος ωρών απασχόλησης ενός εργαζόμενου σε όλα τα έργα μια εβδομάδα είναι 56 ώρες”.
- Για την περιγραφή τους μπορεί να πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια γλώσσα **ορισμού περιορισμών**.
- Η SQL-99 υποστηρίζει σκανδάλες και **ASSERTIONS** για ορισμό κάποιων από αυτές.

Κατάσταση φορτωμένης βάσης δεδομένων

- Κάθε σχέση στην τρέχουσα κατάσταση θα έχει πολλές πλειάδες.
- Η κατάσταση της σχεσιακής βάσης δεδομένων είναι η ένωση όλων των καταστάσεων σχέσεων.
- Όποτε αλλάζει η βάση δεδομένων, προκύπτει μια νέα κατάσταση.
- Οι βασικές πράξεις αλλαγής μιας βάσης δεδομένων:
 - INSERT εισαγωγή μιας νέας πλειάδας σε μια σχέση.
 - DELETE διαγραφή μιας υπάρχουσας πλειάδας από τη σχέση.
 - MODIFY τροποποίηση ενός γνωρίσματος από μια υπάρχουσα πλειάδα.
- Η επόμενη διαφάνεια είναι ένα παράδειγμα κατάστασης της βάσης δεδομένων ΕΤΑΙΡΕΙΑ.

Κατάσταση για τη βάση δεδομένων ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΕΠΩΝΥΜΩΜΕΝΟΙ	ΟΝΟΜΑ	ΑΠΧ_ΕΠΩ	ΕΠΩΝΥΜΩ	ΑΠ_ΤΑΥΤ	ΗΜ_ΓΕΝ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΦΥΛΟ	ΜΕΤΡΟ	ΕΠΩΝΥΜΩ	ΑΠΧ_Τ
ΕΠΩΝΥΜΩΜΕΝΟΙ	John	B	Smith	023456789	1985-01-01	731 Faidon, Houston, TX	M	3000	023456789	5
	Franklin	T	Young	023456789	1985-02-01	630 Van, Houston, TX	M	4000	023456789	5
	Alicia	I	Zakaria	023456789	1985-03-01	321 Card, Spring, TX	F	2500	023456789	4
	Armenian	S	Wallace	023456789	1985-04-01	975 Pine Coll, Austin, TX	F	4300	023456789	4
	Ramirez	K	Wahyuni	023456789	1985-05-01	321 Card, Spring, TX	M	3800	023456789	5
	Joseph	A	Engels	023456789	1985-06-01	5631 Row, Houston, TX	F	2500	023456789	5
	Alfred	V	Jabbar	023456789	1985-07-01	888 Dallas, Houston, TX	M	2500	023456789	4
	James	E	Boyd	023456789	1985-08-01	4505 Gato, Houston, TX	M	2500	023456789	1

ΤΜΗΜΑ	Τ_ΟΝΟΜΑ	ΚΩΔ_ΤΜΗΜ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΗΜΕΡ_ΕΝΑΡΞΗΣ
Research	5	023456789	1985-05-01	1985-05-01
Administrative	4	023456789	1985-06-01	1985-06-01
Manufacturing	1	023456789	1985-07-01	1985-07-01

ΤΟΠΟΣ_ΤΜΗΜΑ	ΚΩΔ_ΤΜΗΜΑ	Τ_ΤΟΠΟΣ
1	023456789	Houston
4	023456789	Stafford
5	023456789	Bellville
5	023456789	Springfield
5	023456789	Houston

ΑΠΩΣΤΟΛΗ	Ε_ΑΠΩΣΤ	Κ_ΕΠΩ	ΩΡΕΣ
023456789	1	023456789	32.5
023456789	2	023456789	73
023456789	3	023456789	40.0
023456789	4	023456789	20.0
023456789	5	023456789	20.0
023456789	6	023456789	20.0
023456789	7	023456789	10.0
023456789	8	023456789	10.0
023456789	9	023456789	10.0
023456789	10	023456789	10.0
023456789	11	023456789	10.0
023456789	12	023456789	10.0
023456789	13	023456789	10.0
023456789	14	023456789	10.0
023456789	15	023456789	10.0
023456789	16	023456789	10.0
023456789	17	023456789	10.0
023456789	18	023456789	10.0
023456789	19	023456789	10.0
023456789	20	023456789	10.0
023456789	21	023456789	10.0
023456789	22	023456789	10.0
023456789	23	023456789	10.0
023456789	24	023456789	10.0
023456789	25	023456789	10.0
023456789	26	023456789	10.0
023456789	27	023456789	10.0
023456789	28	023456789	10.0
023456789	29	023456789	10.0
023456789	30	023456789	10.0
023456789	31	023456789	10.0
023456789	32	023456789	10.0
023456789	33	023456789	10.0
023456789	34	023456789	10.0
023456789	35	023456789	10.0
023456789	36	023456789	10.0
023456789	37	023456789	10.0
023456789	38	023456789	10.0
023456789	39	023456789	10.0
023456789	40	023456789	10.0
023456789	41	023456789	10.0
023456789	42	023456789	10.0
023456789	43	023456789	10.0
023456789	44	023456789	10.0
023456789	45	023456789	10.0
023456789	46	023456789	10.0
023456789	47	023456789	10.0
023456789	48	023456789	10.0
023456789	49	023456789	10.0
023456789	50	023456789	10.0
023456789	51	023456789	10.0
023456789	52	023456789	10.0
023456789	53	023456789	10.0
023456789	54	023456789	10.0
023456789	55	023456789	10.0
023456789	56	023456789	10.0
023456789	57	023456789	10.0
023456789	58	023456789	10.0
023456789	59	023456789	10.0
023456789	60	023456789	10.0
023456789	61	023456789	10.0
023456789	62	023456789	10.0
023456789	63	023456789	10.0
023456789	64	023456789	10.0
023456789	65	023456789	10.0
023456789	66	023456789	10.0
023456789	67	023456789	10.0
023456789	68	023456789	10.0
023456789	69	023456789	10.0
023456789	70	023456789	10.0
023456789	71	023456789	10.0
023456789	72	023456789	10.0
023456789	73	023456789	10.0
023456789	74	023456789	10.0
023456789	75	023456789	10.0
023456789	76	023456789	10.0
023456789	77	023456789	10.0
023456789	78	023456789	10.0
023456789	79	023456789	10.0
023456789	80	023456789	10.0
023456789	81	023456789	10.0
023456789	82	023456789	10.0
023456789	83	023456789	10.0
023456789	84	023456789	10.0
023456789	85	023456789	10.0
023456789	86	023456789	10.0
023456789	87	023456789	10.0
023456789	88	023456789	10.0
023456789	89	023456789	10.0
023456789	90	023456789	10.0
023456789	91	023456789	10.0
023456789	92	023456789	10.0
023456789	93	023456789	10.0
023456789	94	023456789	10.0
023456789	95	023456789	10.0
023456789	96	023456789	10.0
023456789	97	023456789	10.0
023456789	98	023456789	10.0
023456789	99	023456789	10.0
023456789	100	023456789	10.0

ΕΠΩ	Ε_ΟΝΟΜΑ	ΚΩΔ_ΕΠΩ	ΤΟΠ_ΕΠΩ	Κ_ΤΜΗΜΑ
ProductX	1	023456789	Bellville	5
ProductY	2	023456789	Springfield	5
ProductZ	3	023456789	Houston	5
Componentation	10	023456789	Stafford	4
Reorganization	20	023456789	Houston	1
NewProduct	30	023456789	Stafford	4

ΕΠΩΝΥΜΩΜΕΝΟΙ	Ε_ΑΠΩΣΤ	ΟΝΟΜΑ_ΕΠΩΝΥΜΩ	ΦΥΛΟ	ΗΜ_ΓΕΝ	ΣΤΑΘΕΡ
023456789	Alice	023456789	F	1985-04-05	DAUGHTER
023456789	Theodore	023456789	M	1985-10-15	SON
023456789	Joy	023456789	F	1985-08-05	SISTER
023456789	Alfred	023456789	M	1985-01-20	SISTER
023456789	Michael	023456789	M	1985-01-04	SON
023456789	Alice	023456789	F	1985-12-30	DAUGHTER
023456789	Elizabeth	023456789	F	1985-05-05	SISTER

Πράξεις ενημέρωσης σε σχέσεις

- INSERT εισαγωγή μιας πλειάδας.
- DELETE διαγραφή μιας πλειάδας.
- MODIFY τροποποίηση μιας πλειάδας.
- Οι περιορισμοί ακεραιότητας δεν πρέπει να παραβιάζονται από τις πράξεις ενημέρωσης.
- Διαφορετικές πράξεις ενημέρωσης μπορεί να πρέπει να ομαδοποιηθούν.
- Οι ενημερώσεις μπορεί να **διαδίδονται** προκαλώντας αυτόματα άλλες ενημερώσεις. Αυτό μπορεί να είναι απαραίτητο για διατήρηση των περιορισμών ακεραιότητας.

Πράξεις ενημέρωσης σε σχέσεις

- Σε περίπτωση παραβίασης ακεραιότητας, μπορούν να ληφθούν διάφορα μέτρα:
 - Ακύρωση της πράξης που προκαλεί την παραβίαση (επιλογή RESTRICT ή REJECT).
 - Εκτέλεση της πράξης με ενημέρωση του χρήστη για την παραβίαση.
 - Ενεργοποίηση επιπλέον ενημερώσεων ώστε να διορθωθεί η παραβίαση (επιλογή CASCADE και SET NULL).
 - Εκτέλεση μιας ρουτίνας διόρθωσης που προσδιορίζει ο χρήστης.

Πιθανές παραβιάσεις για κάθε πράξη

- Η INSERT μπορεί να παραβιάζει κάποιον από τους περιορισμούς:
 - Περιορισμός πεδίου:
 - Αν η τιμή ενός γνωρίσματος της νέας πλειάδας δεν ανήκει στο καθορισμένο πεδίο ορισμού.
 - Περιορισμός κλειδιού:
 - Αν η τιμή ενός γνωρίσματος κλειδιού της νέας πλειάδας υπάρχει ήδη σε μια άλλη πλειάδα της σχέσης.
 - Αναφορική ακεραιότητα:
 - Αν η τιμή ενός ξένου κλειδιού στη νέα πλειάδα αναφέρεται σε τιμή πρωτεύοντος κλειδιού που δεν υπάρχει στη σχέση που γίνεται αναφορά.
 - Ακεραιότητα οντότητας:
 - Αν η τιμή του πρωτεύοντος κλειδιού στη νέα πλειάδα είναι null.

Πιθανές παραβιάσεις για κάθε πράξη

- Η DELETE μπορεί να παραβιάζει μόνο αναφορική ακεραιότητα:
 - Αν η τιμή του πρωτεύοντος κλειδιού της πλειάδας που διαγράφεται αναφέρεται από άλλες πλειάδες της βάσης.
 - Μπορεί να διορθωθεί με διάφορες ενέργειες: RESTRICT, CASCADE, SET NULL (βλ Κεφάλαιο 8 για λεπτομέρειες).
 - RESTRICT επιλογή: απόρριψη της διαγραφής.
 - CASCADE επιλογή: διάδοση της νέας τιμής πρωτεύοντος κλειδιού στα ξένα κλειδιά των πλειάδων που την αναφέρουν.
 - SET NULL επιλογή: τα ξένα κλειδιά των πλειάδων που την αναφέρουν παίρνουν την τιμή NULL.
 - Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της βάσης δεδομένων πρέπει να ορισθεί πρέπει να ορισθεί μια από τις παραπάνω επιλογές για κάθε περιορισμό ξένου κλειδιού.

Πιθανές παραβιάσεις για κάθε πράξη

- Η UPDATE μπορεί να παραβιάσει τον περιορισμό πεδίου ορισμού και τον περιορισμό NOT NULL σε ένα γνώρισμα που τροποποιείται.
- Οποιοσδήποτε από τους άλλους περιορισμούς μπορεί επίσης να παραβιασθεί, ανάλογα με το γνώρισμα που τροποποιείται:
 - Τροποποίηση του πρωτεύοντος κλειδιού (*PK*):
 - Παρόμοια με μια DELETE ακολουθούμενη από μια INSERT.
 - Απαιτούνται παρόμοιες επιλογές με αυτές της DELETE.
 - Τροποποίηση ενός ξένου κλειδιού (*FK*):
 - Μπορεί να παραβιάσει την αναφορική ακεραιότητα.
 - Τροποποίηση κανονικού γνωρίσματος (ούτε *PK* ούτε *FK*):
 - Μπορεί να παραβιάσει μόνο περιορισμούς πεδίου.

Σύνοψη

- Παρουσιάσθηκαν οι έννοιες του σχεσιακού μοντέλου
 - Ορισμοί
 - Χαρακτηριστικά των σχέσεων
- Εξετάσθηκαν οι περιορισμοί του σχεσιακού μοντέλου και των σχεσιακών σχημάτων βάσεων δεδομένων.
 - Περιορισμοί πεδίου ορισμού.
 - Περιορισμοί κλειδιού.
 - Ακεραιότητα οντοτήτων.
 - Αναφορική ακεραιότητα.
- Παρουσιάσθηκαν οι σχεσιακές πράξεις ενημέρωσης και η αντιμετώπιση παραβίασης των περιορισμών.