

Σχεσιακή Άλγεβρα

Εισαγωγή

Στα προηγούμενα μαθήματα:

- Ενωσιολογικός Σχεδιασμός Βάσεων Δεδομένων (με χρήση του Μοντέλου Οντοτήτων/Συσχετίσεων)
- Λογικός Σχεδιασμός Βάσεων Δεδομένων (με χρήση του Σχεσιακού Μοντέλου)
- Αντιστοιχία (μετατροπή) ανάμεσα στα μοντέλα

Εισαγωγή

Μετά τη φάση του σχεδιασμού, καταλήγουμε σε ένα σχεσιακό σχήμα.

Δυο ερωτήματα

1. Είναι ο σχεδιασμός μας καλός;
Θεωρία Κανονικών Μορφών
2. Πως θα υλοποιήσουμε (προγραμματίσουμε) την εφαρμογή μας χρησιμοποιώντας ένα ΣΔΒΔ;
Σχεσιακή Άλγεβρα (Θεωρητικό υπόβαθρο) - SQL

Θα αρχίσουμε από το ερώτημα 2 - για να δούμε γρήγορα πως η θεωρία βρήκε εφαρμογή σε πραγματικά συστήματα.

Εισαγωγή

Τι χρειαζόμαστε: (Η Γενική Εικόνα)

Μια γλώσσα ορισμού δεδομένων ΓΟΔ (για τον ορισμό των σχημάτων) ένας μεταφραστής της ΓΟΔ επεξεργάζεται τις εντολές της ΓΟΔ, αναγνωρίζει τις περιγραφές των δομικών στοιχείων του σχήματος και αποθηκεύει την περιγραφή του σχήματος στον κατάλογο του ΣΔΒΔ

Μια γλώσσα χειρισμού δεδομένων ΓΧΔ

- γλώσσα ενημέρωσης
- γλώσσα ερωτήσεων (επερωτήσεων) Query Language

Η σχεσιακή άλγεβρα είναι γλώσσα ερωτήσεων - οδηγεί στην ανάκτηση δεδομένων

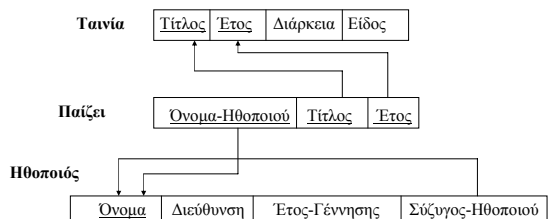
Η SQL είναι και ΓΟΔ και ΓΧΔ

Σήμερα θα δούμε τη γλώσσα ερωτήσεων (σχεσιακή άλγεβρα) που βασίζεται σε ένα απλό αλλά γενικό μοντέλο, το σχεσιακό μοντέλο

Εισαγωγή

Πριν δούμε τις πράξεις της σχεσιακής άλγεβρας λίγα γενικά θέματα για τις γλώσσες ορισμού του σχεσιακού μοντέλου και τροποποίησης σχέσεων

Παράδειγμα





Ορισμός Σχήματος

Για κάθε σχεσιακό σχήμα μια **γλώσσα ορισμού δεδομένων**

1. Ορισμός σχήματος (όνομα στη σχεσιακή βάση δεδομένων)
2. Ορισμός των (σχημάτων) σχέσεων που αποτελούν τη βάση
Όνομα σχέσης, ονόματα και πεδία ορισμού των γνωρισμάτων, περιορισμοί ορθότητας
3. Ορισμοί πεδίων ορισμού

Επίσης, δυνατότητα ορισμού περιορισμών (κλειδιού, ακεραιότητας οντοτήτων, αναφορικής ακεραιότητας, σημασιολογικής ακεραιότητας)



Δυνατότητα τροποποίησης της βάσης δεδομένων:

1. Εισαγωγή πλειάδων
2. Διαγραφή πλειάδων
3. Τροποποίηση κάποιων γνωρισμάτων πλειάδων που ήδη υπάρχουν



Εισαγωγή: Παρέχει μια λίστα από τιμές γνωρισμάτων για μια νέα πλειάδα που πρέπει να εισαχθεί στη σχέση

Ποιους από τους περιορισμούς (πεδίου ορισμού, κλειδιού, ακεραιότητας οντοτήτων και αναφορικής ακεραιότητας) μπορεί να παραβιάζει μια τέτοια λίστα τιμών;

Σε περίπτωση παραβίασης:

Απόρριψη εισαγωγής ή προσπάθεια διόρθωσης της αιτίας (διάδοση προς τα πίσω, πότε:)



Διαγραφή: Προσδιορίζεται μια συνθήκη πάνω στα γνωρίσματα της σχέσης και διαγράφονται οι πλειάδες που την ικανοποιούν

Ποιους από τους περιορισμούς (πεδίου ορισμού, κλειδιού, ακεραιότητας οντοτήτων και αναφορικής ακεραιότητας) μπορεί να παραβιάζει το αποτέλεσμα μια διαγραφής;

Σε περίπτωση παραβίασης (αναφορικής ακεραιότητας):

- απόρριψη της διαγραφής
- διάδοση της διαγραφής
- τροποποίηση των τιμών των αναφορικών γνωρισμάτων



Τροποποίηση: Προσδιορίζεται μια συνθήκη πάνω στα γνωρίσματα της σχέσης και τροποποιούνται οι πλειάδες που την ικανοποιούν

Ποιους από τους περιορισμούς (πεδίου ορισμού, κλειδιού, ακεραιότητας οντοτήτων και αναφορικής ακεραιότητας) μπορεί να παραβιάζει το αποτέλεσμα μιας τροποποίησης;

Όταν το γνώρισμα που τροποποιείται είναι ξένο κλειδί ή κλειδί;



Γλώσσες Ερωτήσεων (Query Languages): Επιτρέπουν τον χειρισμό και την εύρεση πληροφορίας από μια βάση δεδομένων

Με τη διατύπωση **ερωτήσεων** στον τρέχων στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων (*querying*)

Το **σχεσιακό μοντέλο** υποστηρίζει απλές και ισχυρές γλώσσες ερωτήσεων (σε αντίθεση με το μοντέλο O/Σ)



Δύο μαθηματικές γλώσσες ερωτήσεων αποτελούν τη βάση για τις πραγματικές γλώσσες ερωτήσεων (π.χ., SQL) και για την υλοποίησή τους

• **Σχεσιακή Άλγεβρα:** Λειτουργική "operational" (**database byte-code**): αποτελείται από ένα σύνολο τελεστών και περιγράφει τα βήματα για τον υπολογισμό του αποτελέσματος

• **Σχεσιακός Λογισμός** (calculus): Επιτρέπει στους χρήστες να περιγράψουν *τι* θέλουν αλλά *όχι πώς* να το υπολογίσουν

Αυτές οι τυπικές γλώσσες επηρέασαν τις εμπορικές γλώσσες (SQL, QBE) που θα δούμε στα επόμενα μαθήματα



Γλώσσες Ερωτήσεων != Γλώσσες Προγραμματισμού!

- Δεν αναμένεται να είναι "Turing complete".
- Δεν αναμένεται να χρησιμοποιηθούν για "δύσκολους υπολογισμούς".
- Υποστηρίζουν εύκολη και αποδοτική προσπέλαση σε μεγάλα σύνολα δεδομένων.



Σχεσιακή άλγεβρα: έναν απλό τρόπο δημιουργίας νέων σχέσεων από υπάρχουσες.

Ένα σύνολο από **πράξεις** που όταν εφαρμοστούν σε **σχέσεις** (πίνακες) μας δίνουν **νέες σχέσεις**

Μια ερώτηση εφαρμόζεται σε ένα **στιγμιότυπο σχέσης** και το **αποτέλεσμα** της ερώτησης είναι πάλι ένα στιγμιότυπο σχέσης



Οι πράξεις της σχεσιακής άλγεβρας:

1. Πράξεις που αφαιρούν κομμάτια από μια σχέση είτε **επιλέγοντας γραμμές** είτε **προβάλλοντας στήλες**
2. Οι συνηθισμένες **πράξεις συνόλου** - ένωση, τομή, διαφορά
3. Πράξεις που **συνδυάζουν πλειάδες από δύο σχέσεις**
4. **Μετονομασία γνωρισμάτων**



Η πράξη της επιλογής (select)

Επιλογή ενός υποσυνόλου των πλειάδων μιας σχέσης που ικανοποιεί μια συνθήκη επιλογής

$\sigma_{\langle \text{συνθήκη επιλογής} \rangle}$ (<όνομα σχέσης>)



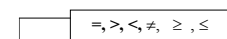
Επιλογή ενός υποσυνόλου των πλειάδων μιας σχέσης που ικανοποιεί μια συνθήκη επιλογής

$\sigma_{\langle \text{συνθήκη επιλογής} \rangle}$ (<όνομα σχέσης>)

συνθήκη

προτάσεις της μορφής

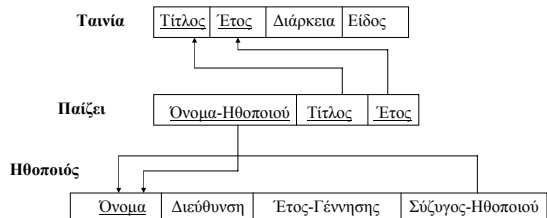
<όνομα γνωρισματος>



<τελεστής σύγκρισης>

<όνομα γνωρισματος> ή <σταθερή τιμή από το πεδίο ορισμού του γνωρισματος>

συνδυασμένες με AND, OR, NOT



Παραδείγματα

τίτλος	χρόνος	διάρκεια	είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη
Mighty Ducks	1991	104	έγχρωμη
Wayne's World	1992	95	έγχρωμη

1. Ταινίες με διάρκεια μεγαλύτερη των 100 λεπτών

σ διάρκεια > 100 (Ταινία)

τίτλος	χρόνος	διάρκεια	είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη
Mighty Ducks	1991	104	έγχρωμη

τίτλος	χρόνος	διάρκεια	είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη
Mighty Ducks	1991	104	έγχρωμη
Wayne's World	1992	95	έγχρωμη

2. Ταινίες με διάρκεια μεγαλύτερη των 100 λεπτών που γυρίστηκαν μετά το 1995

σ διάρκεια > 100 AND χρόνος > 1995 (Ταινία)

τίτλος	χρόνος	διάρκεια	είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη

- Η συνθήκη επιλογής εφαρμόζεται ανεξάρτητα σε κάθε πλειάδα
- Ο τελεστής είναι μοναδιαίος
- Ο βαθμός της σχέσης που προκύπτει ίδιος με τον βαθμό της αρχικής R
- Πλήθος πλειάδων μικρότερο ή ίσο με την αρχική σχέση: ποσοστό που επιλέγονται - επιλεκτικότητα (selectivity)

Ιδιότητες

- αντιμεταθετική
- $\sigma_{\langle \text{συνθ1} \rangle} (\sigma_{\langle \text{συνθ2} \rangle} (R)) = \sigma_{\langle \text{συνθ2} \rangle} (\sigma_{\langle \text{συνθ1} \rangle} (R))$
- $\sigma_{\langle \text{συνθ1} \rangle} (\sigma_{\langle \text{συνθ2} \rangle} (\dots \sigma_{\langle \text{συνθn} \rangle} (R) \dots)) =$
- $\sigma_{\langle \text{συνθ1} \rangle \text{ AND } \langle \text{συνθ2} \rangle \dots \text{ AND } \langle \text{συνθn} \rangle} (R)$

Η πράξη της προβολής (project)

Επιλογή συγκεκριμένων στηλών (γνωρισμάτων)

$\pi_{\langle \text{λίστα γνωρισμάτων} \rangle} (\langle \text{όνομα σχέσης} \rangle)$



Παραδείγματα

τίτλος	χρόνος	διάρκεια	είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη
Mighty Ducks	1991	104	έγχρωμη
Wayne's World	1992	95	έγχρωμη



1. Τίτλος, χρόνος, διάρκεια των ταινιών

π τίτλος, χρόνος, διάρκεια (Ταινία)

τίτλος	χρόνος	διάρκεια
Star Wars	1997	124
Mighty Ducks	1991	104
Wayne's World	1992	95



2. Είδος ταινιών

π είδος (Ταινία)

είδος
έγχρωμη

Προσοχή: απαλοιφή διπλότιμων



- Τα γνωρίσματα έχουν την ίδια διάταξη
- Ο τελεστής είναι μοναδιαίος
- Ο βαθμός της σχέσης είναι ίσος με τον αριθμό γνωρισμάτων στη <λίστα γνωρισμάτων>
- Πλήθος πλειάδων μικρότερο ή ίσο (πότε;) με την αρχική σχέση



Ιδιότητες

- αντιμεταθετική;
- π <λίστα1> (π <λίστα2> (R)) = ?



Παράδειγμα

Διάρκειες μεγαλύτερες των 100 λεπτών

π διάρκεια (σ διάρκεια > 100 (Ταινία))

διάρκεια
124
104

Πράξεις Συνόλου

Πράξεις συνόλου

- Ένωση (\cup)
- Τομή (\cap)
- Διαφορά ($-$)

Συμβατότητα ως προς την ένωση

Δύο σχέσεις $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ και $S(B_1, B_2, \dots, B_n)$ είναι συμβατές ως προς την ένωση όταν

1. Έχουν τον ίδιο βαθμό n
2. $\forall i, \text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_i)$

Βάσεις Δεδομένων 2006-2007 Ευαγγελία Πιτουρά 31

Πράξεις Συνόλου

- Σύμβαση: η προκύπτουσα σχέση έχει τα ίδια ονόματα γνωρισμάτων με την πρώτη σχέση
- Απαλοιφή διπλότιμων

Βάσεις Δεδομένων 2006-2007 Ευαγγελία Πιτουρά 32

Σχεσιακή Άλγεβρα

Οι πράξεις της σχεσιακής άλγεβρας:

- ✓ 1. Πράξεις που αφαιρούν κομμάτια από μια σχέση είτε *επιλέγοντας* γραμμές είτε *προβάλλοντας* στήλες
- ✓ 2. Οι συνηθισμένες πράξεις συνόλου - ένωση, τομή, διαφορά
3. Πράξεις που συνδυάζουν πλειάδες από δύο σχέσεις
4. Μετονομασία γνωρισμάτων

Βάσεις Δεδομένων 2006-2007 Ευαγγελία Πιτουρά 33

Σχεσιακή Άλγεβρα

Παράδειγμα

	<u>A</u>	<u>B</u>	
R	1	2	$\sigma_{A > B}(R)$
	1	4	$\Pi_A(R)$
	2	1	$R \cup S$ $R \cap S$ $R - S$ $S - R$
	6	5	

	<u>B</u>	<u>C</u>
S	2	3
	2	5
	1	4

Βάσεις Δεδομένων 2006-2007 Ευαγγελία Πιτουρά 34

Μετονομασία

Μετονομασία

- όνομα στην ενδιάμεση σχέση

$R \leftarrow$

Παράδειγμα

$MEΓΑΛΗΣ_ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ \leftarrow \sigma_{\text{διάρκεια} > 100}(\text{Ταινία})$

Βάσεις Δεδομένων 2006-2007 Ευαγγελία Πιτουρά 35

Μετονομασία

- μετονομασία γνωρισμάτων

R(λίστα-με-νέα-ονόματα) \leftarrow

Παράδειγμα

$MEΓΑΛΗΣ_ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ$ (όνομα ταινίας, έτος παραγωγής, διάρκεια, είδος) $\leftarrow \sigma_{\text{διάρκεια} > 100}(\text{Ταινία})$

όνομα ταινίας	έτος παραγωγής	διάρκεια	είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη
Mighty Ducks	1991	104	έγχρωμη

Βάσεις Δεδομένων 2006-2007 Ευαγγελία Πιτουρά 36

Καρτεσιανό Γινόμενο

(ή χιαστί γινόμενο (cross product) ή χιαστί συνένωση (cross join))

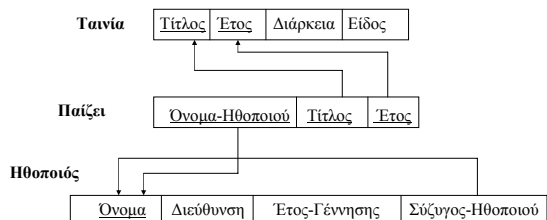
$$R(A_1, A_2, \dots, A_n) \times S(B_1, B_2, \dots, B_m)$$

αποτέλεσμα η σχέση Q: $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$

- $n + m$ γνωρίσματα
- $n_R * n_S$ πλειάδες

R x S

R		S			R x S				
A	B	B	C	D	A	R.B	S.B	C	D
1	2	2	5	6	1	2	2	5	6
1	2	4	7	8	1	2	4	7	8
1	2	9	10	11	1	2	9	10	11
3	4	2	5	6	3	4	2	5	6
3	4	4	7	8	3	4	4	7	8
3	4	9	10	11	3	4	9	10	11



Παράδειγμα

Για κάθε ηθοποιό το όνομα και τον τίτλο-έτος για όλες τις έγχρωμες ταινίες στις οποίες παίζει

π όνομα, τίτλος, έτος (σ είδος = "έγχρωμη" AND Παίζει.τίτλος = Ταίνια.τίτλος AND Παίζει.έτος = Ταίνια.έτος (Παίζει x Ταίνια))

ή

π όνομα, τίτλος, έτος (σ Παίζει.τίτλος = Ταίνια.τίτλος AND Παίζει.έτος = Ταίνια.έτος (Παίζει x (σ είδος = "έγχρωμη" (Ταίνια))))

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος	Ταίνια
Παραμύθι	1990	90	Έγχρωμη	
Παραμύθι	1930	120	Ασπρόμαυρη	
Φυγή	2000	98	Ασπρόμαυρη	
Άνοιξη	1998	101	Έγχρωμη	

Όνομα-Ηθοποιού	Τίτλος	Έτος	Παίζει
Αλίκη Παππά	Παραμύθι	1930	
Μαρία Γεωργίου	Παραμύθι	1990	
Κώστας Χρήστου	Φυγή	2000	
Μαρία Στεργίου	Άνοιξη	1998	

Συνένωση (ή θήτα συνένωση) (join)

συνδυασμός σχετιζόμενων πλειάδων

$$R \bowtie \langle \text{συνθήκη συνένωσης} \rangle S$$

(= σ <συνθήκη συνένωσης> (R x S))

Συνθήκη συνένωσης

Προτάσεις της μορφής

$$A_i \langle \text{τελεστής σύγκρισης} \rangle B_j$$

όπου A_i γνώρισμα της R, B_j γνώρισμα της S, και $\text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_j)$ συνδυασμένες με AND



- το αποτέλεσμα είναι οι συνδυασμοί πλειάδων που ικανοποιούν τη συνθήκη
- η συνθήκη αποτιμάται για κάθε συνδυασμό
- αποτέλεσμα σχέση Q με n + m γνώρισμα
- πλειάδες με τιμή null σε γνώρισμα συνένωσης δεν εμφανίζονται στο αποτέλεσμα



$$U \bowtie_{A < D} V$$

U			V		
A	B	C	B	C	D
1	2	3	2	3	4
6	7	8	2	3	5
9	7	8	7	8	10

A	U.B	U.C	V.B	V.C	D
1	2	3	2	3	4
1	2	3	2	3	5
1	2	3	7	8	10
6	7	8	7	8	10
9	7	8	7	8	10

$$U \bowtie_{A < D \text{ AND } U.B \neq V.B} V$$



Παράδειγμα

Για κάθε ηθοποιό το όνομα και τον τίτλο-έτος για όλες τις έγχρωμες ταινίες στις οποίες παίζει

π όνομα, τίτλος, έτος (σ παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND παίζει.έτος = Ταινία.έτος (Παίζει x (σ είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

π όνομα, τίτλος, έτος (Παίζει \bowtie παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND παίζει.έτος = Ταινία.έτος (σ είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))



Συνένωση Ισότητας (equi join)

όταν χρησιμοποιείται μόνο τελεστής ισότητας

Συνθήκη συνένωσης

Προτάσεις της μορφής

$$A_i = B_j$$

όπου A_i γνώρισμα της R, B_j γνώρισμα της S, και $dom(A_i) = dom(B_j)$ συνδυασμένες με AND



R			S		
A	B	C	B	C	D
1	2	3	2	5	6
3	4	4	4	7	8
		9	10	11	

A	R.B	S.B	C	D
1	2	2	5	6
3	4	4	7	8

$$R \bowtie_{R.B = S.B} S$$



Φυσική Συνένωση

συνένωση ισότητας όπου παραλείψουμε το γνώρισμα της δεύτερης σχέσης από το αποτέλεσμα

όταν διαφορετικό όνομα - μετονομασία

$$R^*_{(Aιστα1, Aιστα2)} S$$

επιλεκτικότητα συνένωσης : μέγεθος αποτελέσματος / ($n_r * n_s$)

R		S			R * S			
A	B	B	C	D	A	B	C	D
1	2	2	5	6	1	2	5	6
3	4	4	7	8	3	4	7	8
		9	10	11				

U			V			U * V			
A	B	C	B	C	D	A	B	C	D
1	2	3	2	3	4	1	2	3	4
6	7	8	2	3	5	1	2	3	5
9	7	8	7	8	10	6	7	8	10
						9	7	8	10

Παράδειγμα

Για κάθε ηθοποιό το όνομα και τον τίτλο-έτος για όλες τις έγχρωμες ταινίες στις οποίες παίζει

π όνομα, τίτλος, έτος (σ Παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND Παίζει.έτος = Ταινία.έτος) (Παίζει \times (σ είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

π όνομα, τίτλος, έτος (Παίζει $\triangleright \triangleleft$ Παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND Παίζει.έτος = Ταινία.έτος) (σ είδος = "έγχρωμη" (Ταινία))

π όνομα, τίτλος, έτος (Παίζει * (σ είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

είναι η τρίτη έκφραση πριν την προβολή ισοδύναμη των άλλων δύο;

R		S	
A	B	B	C
1	2	2	3
1	4	2	5
2	1		
6	5		

Παράδειγμα

$R \times S$ $R \triangleleft$ $R_a \gg S_b$ S
 $R \triangleleft$ $R_a = S_b$ S $R * S$

Γλώσσες Ερωτήσεων (Query Languages): Επιτρέπουν τον χειρισμό και την εύρεση πληροφορίας από μια βάση δεδομένων

Το **σχεσιακό μοντέλο** υποστηρίζει απλές και ισχυρές γλώσσες ερωτήσεων

Σχεσιακή άλγεβρα: έναν απλό τρόπο δημιουργίας νέων σχέσεων από παλιές (byte - code, assembly)

Ένα σύνολο από **πράξεις** που όταν εφαρμοστούν σε **σχέσεις** μας δίνουν **νέες σχέσεις**

Μια ερώτηση εφαρμόζεται σε ένα **στιγμιότυπο σχέσης** και το αποτέλεσμα της ερώτησης είναι πάλι ένα στιγμιότυπο σχέσης

Το σχήμα της σχέσης εισόδου είναι ορισμένο

Το σχήμα του αποτελέσματος είναι επίσης ορισμένο



Οι πράξεις τις σχεσιακής άλγεβρας:

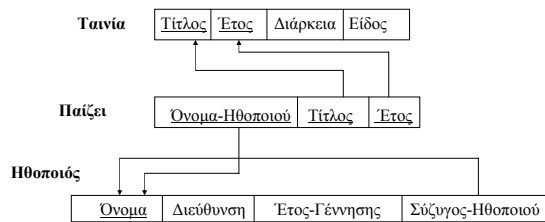
1. Πράξεις που αφαιρούν κομμάτια από μια σχέση είτε *επιλέγοντας* γραμμές (σ) είτε *προβάλλοντας* στήλες (π)
2. Οι συνηθισμένες πράξεις συνόλου: ένωση, τομή, διαφορά
3. Πράξεις που συνδυάζουν πλειάδες από δύο σχέσεις
4. Μετονομασία γνωρισμάτων



Πλήρες σύνολο πράξεων

- επιλογή (σ)
- προβολή (π)
- ένωση (\cup)
- διαφορά ($-$)
- καρτεσιανό γινόμενο (\times)

Επίσης
τομή (\cap) \bowtie
συνένωση
συνένωση ισότητας
φυσική συνένωση ($*$)



Παράδειγμα

Όλες τις ταινίες (τίτλο, έτος) με ηθοποιό τη Βουγιουκλάκη

Όλες τις ταινίες (τίτλο, έτος) μεταξύ 1956 και 1975 με ηθοποιό τη Βουγιουκλάκη



Παράδειγμα

Για κάθε ηθοποιό το όνομα του και τον τίτλο-έτος για όλες τις (έγχρωμες) ταινίες στις οποίες παίζει μαζί με τον σύζυγο του/της

Ονόματα ηθοποιών που δεν έπαιξαν σε καμία ταινία μεταξύ 1995 και 2000



Μερικά ακόμα απλά παραδείγματα για επανάληψη

- Τις ταινίες (όλα τα γνωρίσματα) που γυρίστηκαν το 2005
- Μόνο τον τίτλο των ταινιών που γυρίστηκαν το 2005
- Τους ηθοποιούς (ονόματα) που έπαιξαν σε ταινίες που γυρίστηκαν το 2005
- Τους ηθοποιούς (ονόματα) που έπαιξαν σε ταινίες που γυρίστηκαν το 2005, αλλά δεν έπαιξαν σε καμία ταινία που γυρίστηκε το 2004



Διάρθρωση

$$R \div S$$

Χρήσιμη όταν **για κάθε**,
 παράδειγμα: βρες τον ηθοποιό που παίζει σε όλες (σε κάθε) ταινία που παίζει και η Sharon Stone.

R (Παίζει): Όλοι η ηθοποιοί και οι ταινίες που παίζουν

S: Όλες τις ταινίες που παίζει η Sharon Stone

Q: Οι ηθοποιοί που (το όνομα τους) εμφανίζονται στη σχέση Παίζει (**R**) με υπόλοιπα γνωρίσματα να παίρνουν **όλες τις τιμές** του S



Διάρθρωση

$$R \div S;$$

R		
A	B	C
a ₁	b ₁	c ₁
a ₁	b ₁	c ₂
a ₂	b ₂	c ₂
a ₂	b ₁	c ₁
a ₂	b ₂	c ₁
a ₃	b ₁	c ₁
a ₃	b ₁	c ₂

Παράδειγμα

S
A
a ₁
a ₂
a ₃



Διάρθρωση

$$R \div S;$$

R		
A	B	C
a ₁	b ₁	c ₁
a ₁	b ₁	c ₂
a ₂	b ₂	c ₂
a ₂	b ₁	c ₁
a ₂	b ₂	c ₁
a ₃	b ₁	c ₁
a ₃	b ₁	c ₂

Παράδειγμα

S	
A	B
a ₁	b ₁
a ₂	b ₂



R	A	B
a ₁	b ₁	
a ₁	b ₃	
a ₁	b ₄	
a ₂	b ₂	
a ₂	b ₄	
a ₃	b ₂	

S

$$R \div S$$

$$Z = \{A, B\} \quad X = \{B\}$$

$$R(Z) \div S(X), X \subseteq Z$$

Q(Y)?

$$Y = Z - X \quad Y = \{A\}$$

$$t \in Q, \exists t_{R1} \in R, t_{R1}[Y] = t$$

$$\forall t_S \in S, \exists t_R \in R, t_R[X] = t_S \text{ και } t_R[Y] = t$$



$$R(Z) \div S(X), X \subseteq Z$$

Το αποτέλεσμα είναι μια καινούργια σχέση Q(Y) όπου Y = Z - X και t ∈ Q(Y) αν

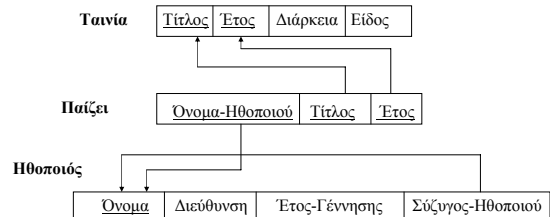
$$\exists t_{R1} \in R, t_{R1}[Y] = t \text{ και}$$

$$\forall t_S \in S, \exists t_R \in R, t_R[X] = t_S, \text{ και } t_R[Y] = t$$

• αναλογία με τη διαίρεση ακεραίων

διαίρεση ακεραίων: R / S το αποτέλεσμα Q τέτοιο ώστε: Q * S ≤ R

διαίρεση σχέσεων: R ÷ S το αποτέλεσμα Q τέτοιο ώστε ...





παράδειγμα: βρες τον ηθοποιό που παίζει σε όλες (σε κάθε) ταινία που παίζει και η Sharon Stone.

S: Όλες τις ταινίες που παίζει η Sharon Stone

Q: Οι ηθοποιοί που (το όνομα τους) εμφανίζονται στη σχέση Παίζει (R) με υπόλοιπα γνωρίσματα να παίρνουν όλες τις τιμές του S

$S \leftarrow \pi_{\text{τίτλος, έτος}}$ (σ Όνομα Ηθοποιού = Sharon Stone (Παίζει))

$Q \leftarrow \text{Παίζει} \div S$

Χωρίς να χρησιμοποιήσω την πράξη της διαίρεσης;



Ισοδύναμη έκφραση για το $Q(Y) \leftarrow R(Z) \div S(X)$

• Υπολογισμός των πλειάδων που δεν πρέπει να είναι στο αποτέλεσμα.

Μια πλειάδα γ αποκλείεται από το αποτέλεσμα αν και μόνον αν: όταν τις συνάψουμε μια τιμή x από το S, η πλειάδα $\langle \gamma, x \rangle$ δεν ανήκει στο R

$T_1 \leftarrow (S \times \pi_{\gamma}(R)) - R$

$Q \leftarrow \pi_{\gamma}(R) - \pi_{\gamma}(T_1)$



Παράδειγμα (εφαρμογή ισοδύναμης έκφρασης): βρες τον ηθοποιό που παίζει σε όλες (σε κάθε) ταινία που παίζει και η Sharon Stone.

Μια πλειάδα γ αποκλείεται από το αποτέλεσμα αν όταν τις συνάψουμε μια τιμή x από το S, η πλειάδα $\langle \gamma, x \rangle$ δεν ανήκει στο R

$T_1 \leftarrow (S \times \pi_{\gamma}(R)) - R$

$Q \leftarrow \pi_{\gamma}(R) - \pi_{\gamma}(T_1)$

$S \leftarrow \pi_{\text{τίτλος, έτος}}$ (σ Όνομα Ηθοποιού = Sharon Stone (Παίζει))

$T_1 \leftarrow (S \times \pi_{\text{ηθοποιός}}(\text{Παίζει})) - \text{Παίζει}$ (μένουν μόνο οι ηθοποιοί που δεν παίζουν σε κάποια ταινία που παίζει η Stone!)

$Q \leftarrow \pi_{\text{ηθοποιός}}(\text{Παίζει}) - \pi_{\text{ηθοποιός}}(T_1)$



ΠΡΟΤΙΜΑ(ΠΟΤΗΣ, ΜΠΥΡΑ)
ΣΥΧΝΑΖΕΙ(ΠΟΤΗΣ, ΜΑΓΑΖΙ)
ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΜΠΥΡΑ)

1. Μαγαζιά που σερβίρουν τουλάχιστον δύο διαφορετικές μπίρες.
2. Μαγαζιά που σερβίρουν ακριβώς δύο διαφορετικές μπίρες.
3. Τα μαγαζιά που σερβίρουν όλες τις μπίρες που προτιμούν οι πότες.
4. Τα μαγαζιά που δεν σερβίρουν καμία μπίρα που προτιμά ο πότης «Δημήτρης». (Παρεμπιπτόντως, Χρόνια Πολλά)
5. Τα μαγαζιά που δεν σερβίρουν καμία μπίρα που να αρέσει σε κάποιον πότη.



Συναθροιστικές Συναρτήσεις (aggregation)

• Χρήσιμη η δυνατότητα της **συνάθροισης**: συνδυασμός των πλειάδων μιας σχέσης για τον υπολογισμό μιας συναθροιστικής τιμής

• Παραδείγματα: πόσοι ηθοποιοί παίζουν σε μια ταινία, ποιος ηθοποιός πήρε το μεγαλύτερο μισθό, κ.λ.π.



• συναρτήσεις που παίρνουν ως παράμετρο μια **συλλογή** (όχι σύνολο) από τιμές

• συνήθειες συναρτήσεις: SUM, AVERAGE, MAX, MIN, COUNT (πλήθος πλειάδων)

• αποτέλεσμα μια **σχέση** και όχι μια τιμή

F <λίστα συναρτήσεων> (<όνομα σχέσης>)

↑

ζεύγη: <συνάρτηση γνώρισμα>

Παράδειγμα: μέση διάρκεια ταινιών

$$f_{\text{AVERAGE_δ\acute{\alpha}\rho\kappa\epsilon\iota\alpha}(\text{Ταινία})} = \frac{\text{AVERAGE_δ\acute{\alpha}\rho\kappa\epsilon\iota\alpha}}{91}$$

Παράδειγμα: παλιότερη και πιο πρόσφατη έγχρωμη ταινία

$$f_{\text{MIN_έτος, MAX_έτος}(\sigma \text{ είδος} = \text{έγχρωμη}(\text{Ταινία}))}$$

MIN_έτος	MAX_έτος
1945	1999

Παρατήρηση : σύμβαση για το όνομα των γνωρισμάτων του αποτελέσματος (δηλ, concatenation του ονόματος της συνάρτησης με το όνομα του γνωρίσματος)- δυνατή και η μετονομασία

Ομαδοποίηση

<γνωρίσματα ομαδοποίησης> f <λίστα συναρτήσεων> (<όνομα σχέσης>)

Παράδειγμα: πόσοι ηθοποιοί ανά ταινία

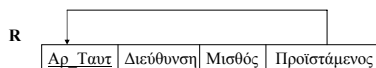
Παράδειγμα: αριθμός ηθοποιών ανά ταινία

τίτλος, έτος $f_{\text{COUNT_Όνομα-Ηθοποιού}(\text{Παίζει})}$

Τίτλος	Έτος	COUNT_Όνομα Ηθοποιού
Sixth Sense	1999	20
Run Lola Run	1998	10
Eyes Wide Shut	1999	14

Ποιο θα ήταν το αποτέλεσμα αν δεν υπήρχαν τα γνωρίσματα ομαδοποίησης;

Αναδρομική Κλειστότητα



Δεν είναι δυνατόν να βρούμε όλους τους υφιστάμενους που επιτηρεί σε οποιοδήποτε επίπεδο ένας συγκεκριμένος προϊστάμενος (π.χ., Αρ_Ταυτ = Μ20200)

$$\Pi_1(\text{Προϊστ1}) \leftarrow \pi_{\text{Αρ_Ταυτ}}(\sigma_{\text{Προϊστάμενος} = \text{M20200}}(\text{R}))$$

$$\Pi_2(\text{Προϊστ2}) \leftarrow \pi_{\text{Αρ_Ταυτ}}(\Pi_1 \bowtie_{\text{Προϊστ1} = \text{Προϊστάμενος}}(\text{R}))$$

Εξωτερική Συνένωση

Όταν θέλουμε να κρατήσουμε στο αποτέλεσμα όλες τις πλειάδες - και αυτές που δεν ταιριάζουν) είτε της σχέσης στα αριστερά (αριστερή εξωτερική συνένωση) είτε της σχέσης στα δεξιά (δεξιά εξωτερική συνένωση)

R		S		R * S		
A	C	A	B	A	C	B
1	6	1	3	1	6	3
2	4	1	5	1	6	5
		3	9	2	4	null
				1	6	3
				1	6	5
				3	null	9