

Σχεσιακή Άλγεβρα

Εισαγωγή

Στα προηγούμενα μαθήματα:

- Εννοιολογικός Σχεδιασμός Βάσεων Δεδομένων (με χρήση του Μοντέλου Οντοτήτων/Συσχετίσεων)
- Λογικός Σχεδιασμός Βάσεων Δεδομένων (με χρήση του Σχεσιακού Μοντέλου)
- 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 - 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 (επερωτήσεις) Query Language

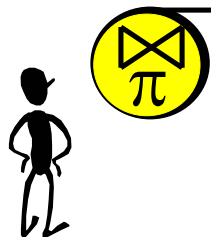
Σήμερα θα δούμε τη γλώσσα ερωτήσεων (*σχεσιακή άλγεβρα*) που βασίζεται σε ένα απλό αλλά γενικό μοντέλο, το σχεσιακό μοντέλο

Σχεσιακή Άλγεβρα

Η σημασία ενός απλού και γενικού μοντέλου:

By relieving the brain of all unnecessary work, a good notation sets it free to concentrate on more advanced problems, and, in effect, increases the mental power of the race.

-- Alfred North Whitehead
(1861 - 1947)



Ορισμοί και Τροποποιήσεις

Προγράμματα που απαντούν σε **επερωτήσεις** για τον **τρέχον στιγμιότυπο** της βάσης δεδομένων (*querying*)

Το σχεσιακό μοντέλο έχει ένα σύνολο από **πράξεις** -> Σχεσιακή Άλγεβρα

ΣΗΜΕΙΩΣΗ (πάλι): Πέρα από τη σχεσιακή άλγεβρα και τη διατύπωση ερωτήσεων:

- ορισμό του σχήματος
- τροποποίηση του στιγμιότυπου (εισαγωγή, διαγραφή και τροποποίηση πλειάδων)

Όχι μέρος της άλγεβρας, θα τις δούμε σε επόμενα μαθήματα



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

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



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.



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 περιγράφουν *τι* θέλουν αλλά *όχι πώς* να το υπολογίσουν

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



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>)

Η Πράξη της Επιλογής

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 γνωρίσματος>

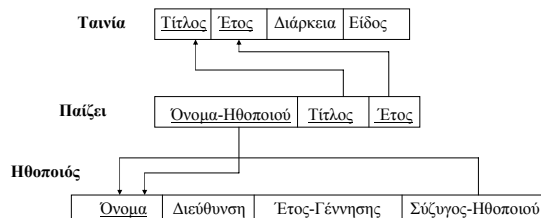
$=, >, <, \neq, \geq, \leq$

<τελεστής σύγκρισης>

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

συνδυασμένες με AND, OR, NOT

Παράδειγμα



Η Πράξη της Επιλογής

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)

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

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

Η Πράξη της Επιλογής

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

$\sigma_{\text{διάρκεια} > 100 \text{ AND } \text{χρόνος} > 1995}$ (Ταινία)

τίτλος	χρόνος	διάρκεια	είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη

Η Πράξη της Επιλογής

• 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)

Η Πράξη της Επιλογής

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)

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



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

$\pi_{\text{τίτλος, χρόνος, διάρκεια}}$ (Ταινία)

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



2. Είδος ταινιών

$\pi_{\text{είδος}}$ (Ταινία)

$\frac{\text{είδος}}{\text{έγχρωμη}}$

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;
- $\pi_{\langle \text{λίστα1} \rangle} (\pi_{\langle \text{λίστα2} \rangle} (R)) = ?$



Παράδειγμα

Διάρκειες μεγαλύτερες των 100 λεπτών

π διάρκεια (σ διάρκεια > 100 (Ταινία))

διάρκεια
124
104



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. $\forall i, \text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_i)$



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



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



Παράδειγμα

	A	B	
R	1	2	$\sigma_{A > B}(R)$
	1	4	
	2	1	
	6	5	
S			$\pi_A(R)$
	2	3	
	2	5	
			$R \cup S$
			$R \cap S$
			$R - S$
			$S - R$



Μετονομασία

- όνομα στην ενδιάμεση σχέση

$R \leftarrow$

Παράδειγμα

ΜΕΓΑΛΗΣ_ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ $\leftarrow \sigma$ διάρκεια > 100 (Ταινία)

- μετονομασία γνωρισμάτων

R(λίστα-με-νέα-ονόματα) ←

Παράδειγμα

ΜΕΓΑΛΗΣ_ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ (όνομα ταινίας, έτος παραγωγής, διάρκεια, είδος) ← σ διάρκεια > 100 (Ταινία)

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

Καρτεσιανό Γινόμενο

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

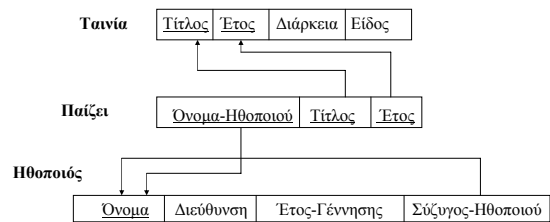
$$R(A_1, A_2, \dots, A_n) \times S(B_1, B_2, \dots, B_m)$$

αποτέλεσμα η σχέση Q: Q(A₁, A₂, ..., A_n, B₁, B₂, ..., B_m)

- n + m γνωρίσματα
- n_R * n_S πλειάδες

R x S

R		S			A	R.B	S.B	C	D
A	B	B	C	D					
1	2	2	5	6	1	2	2	5	6
3	4	4	7	8	1	2	4	7	8
		9	10	11	1	2	9	10	11
					3	4	2	5	6
					3	4	4	7	8
					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 = Ταινία.τίτλος AND Παίζει.έτος = Ταινία.έτος (Παίζει x Ταινία))

ή

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

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

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



Συνένωση (ή θήτα συνένωση) (join)

συνδυασμός σχετιζόμενων πλειάδων

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

($\equiv \sigma_{\langle \text{συνθήκη συνένωσης} \rangle} (R \times S)$)

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			U $\bowtie_{A < D} V$					
A	B	C	B	C	D	A	U.B	U.C	V.B	V.C	D
1	2	3	2	3	4	1	2	3	2	3	4
6	7	8	2	3	5	1	2	3	2	3	5
9	7	8	7	8	10	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 ($\sigma_{\text{Παίζει.τίτλος} = \text{Ταινία.τίτλος} \text{ AND } \text{Παίζει.έτος} = \text{Ταινία.έτος}}$ (Παίζει \times ($\sigma_{\text{είδος} = \text{"έγχρωμη"}}$ (Ταινία)))

π όνομα, τίτλος, έτος (Παίζει $\bowtie_{\text{Παίζει.τίτλος} = \text{Ταινία.τίτλος} \text{ AND } \text{Παίζει.έτος} = \text{Ταινία.έτος}}$ ($\sigma_{\text{είδος} = \text{"έγχρωμη"}}$ (Ταινία)))



Συνένωση Ισότητας (equijoin)

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 $\text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_j)$ συνδυασμένες με AND



R			S			R $\bowtie_{R.B=S.B} S$					
A	B		B	C	D	A	R.B	S.B	C	D	
1	2		2	5	6	1	2	2	5	6	
3	4		4	7	8	3	4	4	7	8	
			9	10	11						

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

Φυσική Συνένωση

συνένωση ισότητας όπου *παράλείπουμε* το γνώρισμα της δεύτερης σχέσης από το αποτέλεσμα

όταν διαφορετικό όνομα - μετονομασία

$$R *_{(λίστα1, λίστα2)} S$$

επιλεκτικότητα συνένωσης : μέγεθος αποτελέσματος / (n₁ * n₂)

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 Χ (σ είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

π όνομα, τίτλος, έτος (Παίζει > 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 ισοδύναμη των άλλων δύο;

	A	B		Παράδειγμα
R	1	2		
	1	4		
	2	1		
	6	5		
S	B	C	R x S	R ⋈ _{R.a = S.b} S
	2	3		
	2	5	R ⋈ _{R.a = S.b} S	R * S
	1	4		

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:

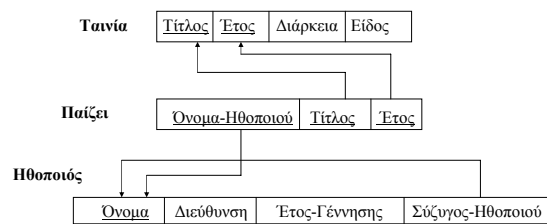
1. Πράξεις που αφαιρούν κομμάτια από μια σχέση είτε *επιλέγοντας* γραμμές (σ) είτε *προβάλλοντας* στήλες (π)
2. Οι συνηθισμένες πράξεις συνόλου: ένωση, τομή, διαφορά
3. Πράξεις που συνδυάζουν πλειάδες από δύο σχέσεις
4. Μετονομασία γνωρισμάτων



Πλήρες σύνολο πράξεων

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

Επίσης
τομή (\cap)
συνένωση \bowtie
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

Διαίρεση

$$R \div S$$

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

Διαίρεση

$$R \div S;$$

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

Διαίρεση

$$R \div S;$$

R			Παράδειγμα	S	
A	B	C		A	B
a ₁	b ₁	c ₁		a ₁	b ₁
a ₁	b ₁	c ₂		a ₂	b 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			

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

$$R \div S$$

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

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

Q(Y)?

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

Q

A

a₂

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

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

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

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

Ταινία: Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος

Παίζει: Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος

Ηθοποιός: Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού

Βάσεις Δεδομένων 2005-2006 Ευαγγελία Πιτουρά 61

Διάρθρωση

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

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

$Q \leftarrow \text{Παίζει} \div S$

Χωρίς να χρησιμοποιήσω την πράξη της διαίρεσης;

Βάσεις Δεδομένων 2005-2006 Ευαγγελία Πιτουρά 62

Διάρθρωση

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

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

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

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

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

Βάσεις Δεδομένων 2005-2006 Ευαγγελία Πιτουρά 63

Διάρθρωση

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

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

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

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

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

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

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

Βάσεις Δεδομένων 2005-2006 Ευαγγελία Πιτουρά 64

Παράδειγμα

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

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

Βάσεις Δεδομένων 2005-2006 Ευαγγελία Πιτουρά 65

Συναθροιστικές Συναρτήσεις

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.

Βάσεις Δεδομένων 2005-2006 Ευαγγελία Πιτουρά 66

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

$$f_{\text{AVERAGE διάρκεια}}(\text{Ταινία}) = \frac{\text{AVERAGE_διάρκεια}}{91}$$

Παράδειγμα: παλιότερη και πιο πρόσφατη έγχρωμη ταινία

$$f_{\text{MIN_έτος, MAX_έτος}}(\sigma \text{ είδος} = \text{έγχρωμη}(\text{Ταινία})) = \begin{array}{c|c} \text{MIN_έτος} & \text{MAX_έτος} \\ \hline 1945 & 1999 \end{array}$$

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

Ομαδοποίηση

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

Παράδειγμα: πόσοι ηθοποιοί ανά ταινία

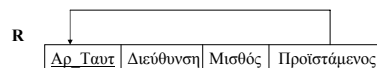
Παράδειγμα: αριθμός ηθοποιών ανά ταινία

τίτλος, έτος f COUNT_Όνομα-Ηθοποιού (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 = M20200)

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

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



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
				3	null	9