Σχεσιακή Άλγεβρα

Ορισμοί και Τροποποιήσεις

Προγράμματα που απαντούν σε **ερωτήσεις** για τον παρόν στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων (*quering*)

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

Πέρα από τη σχεσιακή άλγεβρα και τη διατύπωση ερωτήσεων:

- ορισμό του σχήματος

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

Προγράμματα που απαντούν σε ερωτήσεις για τον παρόν στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων (*quering*)

- Το μοντέλο Ο/Σ δεν έχει ένα συγκεκριμένο τρόπο χειρισμού των δεδομένων

- Το σχεσιακό μοντέλο έχει ένα σύνολο από πράξεις

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

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

Οι πράξεις τις 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

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

Η Πράξη της Επιλογής

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

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

συνθήκη

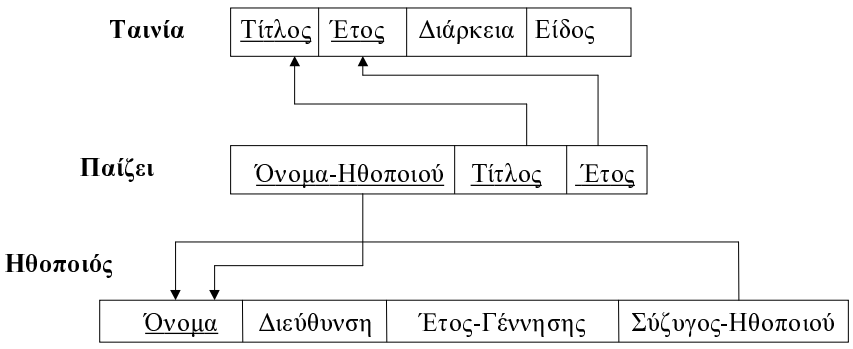
προτάσεις της μορφής

<όνομα γνωρίσματος> <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)

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

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

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

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*

$\sigma_{<συνθ1>}(\sigma_{<συνθ2>}(R)) = \sigma_{<συνθ2>}(\sigma_{<συνθ1>}(R))$

- $\sigma_{<συνθ1>}(\sigma_{<συνθ2>}(\ldots \sigma_{<συνθn>}(R) \ldots)) =$

$\sigma_{<συνθ1> \text{ AND } <συνθ2> \text{ AND } <συνθn>}(R)$

Η πράξη της προβολής (project)

Επιλογή συγκεκριμένων στηλών (γνωρισμάτων)

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

Παραδείγματα

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

Η Πράξη της Προβολής

1. Τίτλος, χρόνος, διάρκεια των ταινιών

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

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

Η Πράξη της Προβολής

2. Είδος ταινιών

$$\pi_{\text{είδος}}(\text{Ταινία})$$

είδος
έγχρωμη

Προσοχή: απαλοιφή διπλότιμων

Η Πράξη της Προβολής

- 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

Η Πράξη της Προβολής

Ιδιότητες

- αντιμεταθετική;
- $\pi_{\text{<λίστα1>}}(\pi_{\text{<λίστα2>}}(R)) = ?$

Παράδειγμα

Διάρκειες μεγαλύτερες των 100 λεπτών

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

διάρκεια
124
104

Μετονομασία

- όνομα στην ενδιάμεση σχέση

  R ←

Παράδειγμα

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

Μετονομασία

- μετονομασία γνωρισμάτων

R(λίστα με νέα ονόματα) ←

Παράδειγμα

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

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

Πράξεις Συνόλου

Πράξεις συνόλου

- Ένωση (∪)
- Τομή (∩)
- Διαφορά (-)

Συμβατότητα ως προς την ένωση

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

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

Πράξεις Συνόλου

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

Σχεσιακή Άλγεβρα

Οι πράξεις τις 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

Καρτεσιανό Γινόμενο

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

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

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

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

R

A	B
1	2
3	4

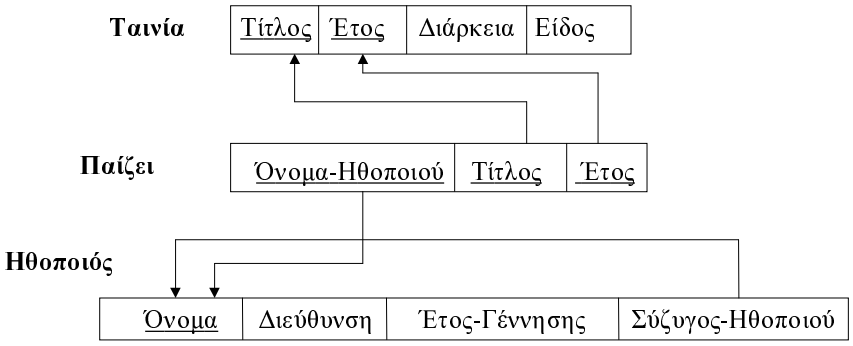
S

B	C	D
2	5	6
4	7	8
9	10	11

R x S

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

Παράδειγμα



Καρτεσιανό Γινόμενο

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)))

Παράδειγμα

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

Συνένωση (ή θήτα συνένωση) (join)

συνδυασμός σχετιζόμενων πλειάδων

$$R \bowtie_{\text{<συνθήκη συνένωσης>}} S$$

$$(\equiv \sigma_{\text{<συνθήκη συνένωσης>}} (R \times S))$$

Συνθήκη συνένωσης

Προτάσεις της μορφής

A_i <τελεστής σύγκρισης> B_j

(=, >, <, ≠, ≥, ≤)

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

συνδυασμένες με AND

Συνένωση

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

Συνένωση

$$U \rhd\lhd_{A<D} V$$

U

A	B	C
1	2	3
6	7	8
9	7	8

V

B	C	D
2	3	4
2	3	5
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

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

Παράδειγμα

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

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

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

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**

A	B
1	2
3	4

B	C	D
2	5	6
4	7	8
9	10	11

$R \triangleright\triangleleft_{R.B = S.B} S$

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

Φυσική Συνένωση

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

όταν διαφορετικό όνομα - μετονομασία

$R *_{(λίστα1,\ λίστα2)} S$

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

Φυσική Συνένωση

R

A	B
1	2
3	4

S

B	C	D
2	5	6
4	7	8
9	10	11

R * S

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

Φυσική Συνένωση

U

A	B	C
1	2	3
6	7	8
9	7	8

V

B	C	D
2	3	4
2	3	5
7	8	10

U * V

A	B	C	D
1	2	3	4
1	2	3	5
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

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

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

$\pi_{\text{όνομα, τίτλος, έτος}}(\text{Παίζει} * (\sigma_{\text{είδος = "έγχρωμη"}}(\text{Ταινία})))$

είναι η τρίτη έκφραση ισοδύναμη των άλλων δύο;

Πλήρες σύνολο πράξεων

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

Διαφήμιση!!!!

HELDiNET:: Ανθρώπινο Δίκτυο Διάδοσης της Γνώσης για τις Νέες Τεχνολογίες Βάσεων Δεδομένων

http://heldinet.dbnet.ece.ntua.gr

Σεμινάριο *Εξόρυξη Γνώσης από Βάσεις Δεδομένων*

Θεσσαλονίκη 31 Οκτωβρίου - 2 Νοεμβρίου

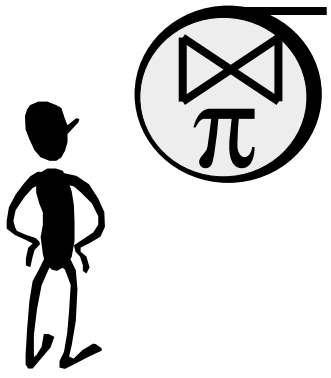
Ημερίδα *Νέες Τεχνολογίες Βάσεων Δεδομένων και Εφαρμογές τους στον Τραπεζικό Τομέα*

Θεσσαλονίκη 3 Νοεμβρίου

Σχεσιακή Άλγεβρα

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)



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

Το *σχεσιακό μοντέλο* υποστηρίζει απλές και ισχυρές γλώσσες ερωτήσεων

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

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

- Σχεσιακή Άλγεβρα: Ποιο λειτουργική "operational" (database byte-code!)
- Σχεσιακός Λογισμός (calculus): Επιτρέπει στους χρήστες να περιγράψουν τι θέλουν αλλά όχι πώς να το υπολογίσουν

Σχεσιακή Άλγεβρα

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 (∪)
- διαφορά (-)
- καρτεσιανό γινόμενο (x)

Επίσης

- τομή (∩)
- συνένωση ⋈
- συνένωση ισότητας
- φυσική συνένωση (*)

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

Σχεσιακή Άλγεβρα

R

A	B
1	2
1	4
2	1
6	5

S

B	C
2	3
2	5
1	4

$\sigma_{a > b}(R)$

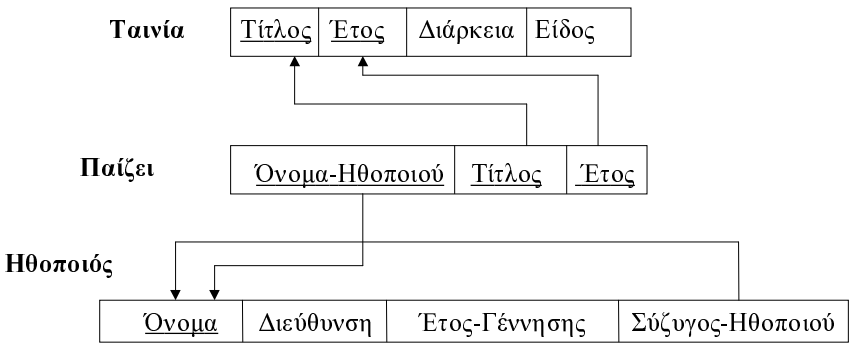
$\pi_{A}(R)$

$R \cup S$ $R \cap S$ $R - S$

$R \times S$ $R \rhd\lhd_{R.a >= S.b} S$

$R \rhd\lhd_{R.a = S.b} S$ $R * S$

Παράδειγμα



Παράδειγμα

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

Παίζει1 (Όνομα-Ηθοποιού1, Τίτλος1, Έτος1, Όνομα1, Σύζυγος-Ηθοποιού1)

$\leftarrow \pi_{\text{Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος, Όνομα, Σύζυγος-Ηθοποιού}}$ Παίζει (

Ηθοποιός $\triangleright\triangleleft_{\text{Όνομα-Ηθοποιού = Όνομα}}$ Παίζει)

Παίζει2 (Όνομα-Ηθοποιού2, Τίτλος2, Έτος2, Όνομα2, Σύζυγος-Ηθοποιού2)

$\leftarrow \pi_{\text{Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος, Όνομα, Σύζυγος-Ηθοποιού}}$ Παίζει (

Ηθοποιός $\triangleright\triangleleft_{\text{Όνομα-Ηθοποιού = Όνομα}}$ Παίζει)

Παράδειγμα

Κοινές-Ταινίες $\leftarrow$ **Παίζει1** $\triangleright\triangleleft_{????}$ **Παίζει2**

Αποτέλεσμα $\leftarrow \pi_{???}$ **Κοινές-Ταινίες** $\triangleright\triangleleft_{????}$ $\sigma_{\text{Είδος = Έγχρωμη}}$ **(Ταινία)**

Διαίρεση

Χρήσιμη όταν **για κάθε**,

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

A
a_1
a_3

R

A	B
a_1	$\mathbf{b_1}$
a_1	$\mathbf{b_2}$
a_1	b_4
a_2	$\mathbf{b_2}$
a_2	b_4
a_3	$\mathbf{b_2}$

$\mathbf{R \div S}$

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

$\mathbf{R(Z) \div S(X)}$, $X \subseteq Z$

Q(Y)? $\mathbf{Y = \{B\}}$

$\mathbf{Y = Z - X}$

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

Διαίρεση

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

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

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

- 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 ...

Διαίρεση

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

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

$$Q \leftarrow \text{Παίζει} \div S$$

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 y αποκλείεται από το αποτέλεσμα αν όταν τις συνάψουμε μια τιμή x από το S, η πλειάδα <y, x> δεν ανήκει στο R

$$T_1 \rightarrow (S \times \pi_y(R)) - R$$

$$Q \rightarrow \pi_y(R) - \pi_y(T_1)$$

Συναθροιστικές Συναρτήσεις

- 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.

Συναθροιστικές Συναρτήσεις

- 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

$f_{\text{<λίστα συναρτήσεων>}}$ (<όνομα σχέσης>)

ζεύγη <συνάρτηση γνώρισμα>

Συναθροιστικές Συναρτήσεις

Παράδειγμα: μέση διάρκεια ταινιών

$f_{\text{AVERAGE διάρκεια}}(\text{Ταινία})$

AVERAGE_διάρκεια
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

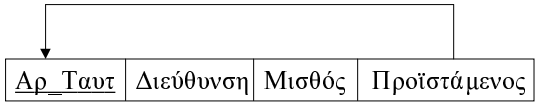
Τίτλος, έτος $\mathcal{F}$ COUNT Όνομα-Ηθοποιού (Παίζει)

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

R



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

$$\Pi_1 (\text{Προϊστ1}) \leftarrow \pi_{\text{Αρ_Ταυτ}} (\sigma_{\text{Προϊστάμενος} = \text{Μ20200}} (R))$$

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

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

A	C
1	6
2	4

S

A	B
1	3
1	5
3	9

R * S

A	C	B
1	6	3
1	6	5

A	C	B
1	6	3
1	6	5
2	4	null

A	C	B
1	6	3
1	6	5
3	null	9