

Γλώσσες Βάσεων Δεδομένων: Σχεσιακή Άλγεβρα (1)

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 Ο/Σ)

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: έναν απλός τρόπος δημιουργίας νέων σχέσεων από παλιές.

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

Σχέση=Πίνακας=Οντότητα

Σχεσιακή Άλγεβρα

<i>customer_id</i>	<i>customer_name</i>	<i>customer_street</i>	<i>customer_city</i>
192-83-7465	Johnson	12 Alma St.	Palo Alto
677-89-9011	Hayes	3 Main St.	Harrison
182-73-6091	Turner	123 Putnam Ave.	Stamford
321-12-3123	Jones	100 Main St.	Harrison
336-66-9999	Lindsay	175 Park Ave.	Pittsfield
019-28-3746	Smith	72 North St.	Rye

(a) The *customer* table

<i>account_number</i>	<i>balance</i>
A-101	500
A-215	700
A-102	400
A-305	350
A-201	900
A-217	750
A-222	700

(b) The *account* table

<i>customer_id</i>	<i>account_number</i>
192-83-7465	A-101
192-83-7465	A-201
019-28-3746	A-215
677-89-9011	A-102
182-73-6091	A-305
321-12-3123	A-217
336-66-9999	A-222
019-28-3746	A-201

(c) The *depositor* table

Κλειδί Σχέσης:=το γνώρισμα (ή σύνολο γνωρισμάτων) που χαρακτηρίζει (χαρακτηρίζουν) μοναδικά μία εγγραφή.

Η σχέση (πίνακας) του οποίου τα γνωρίσματα είναι κλειδιά άλλων πινάκων (σχέσεων), ΣΥΝΔΕΕΙ ή ΣΥΣΧΕΤΙΖΕΙ αυτούς τους πίνακες, π.χ. Ο πίνακας *depositor* συνδέει (συσχετίζει) τους πίνακες *customer* και *account*.

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

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

Η Πράξη της Επιλογής

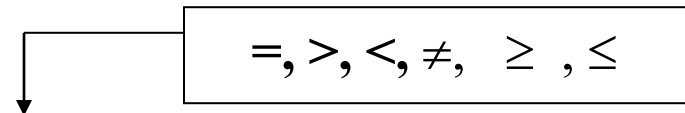
Επιλογή ενός υποσυνόλου των πλειάδων μιας σχέσης που ικανοποιεί μια συνθήκη επιλογής

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

συνθήκη

προτάσεις της μορφής

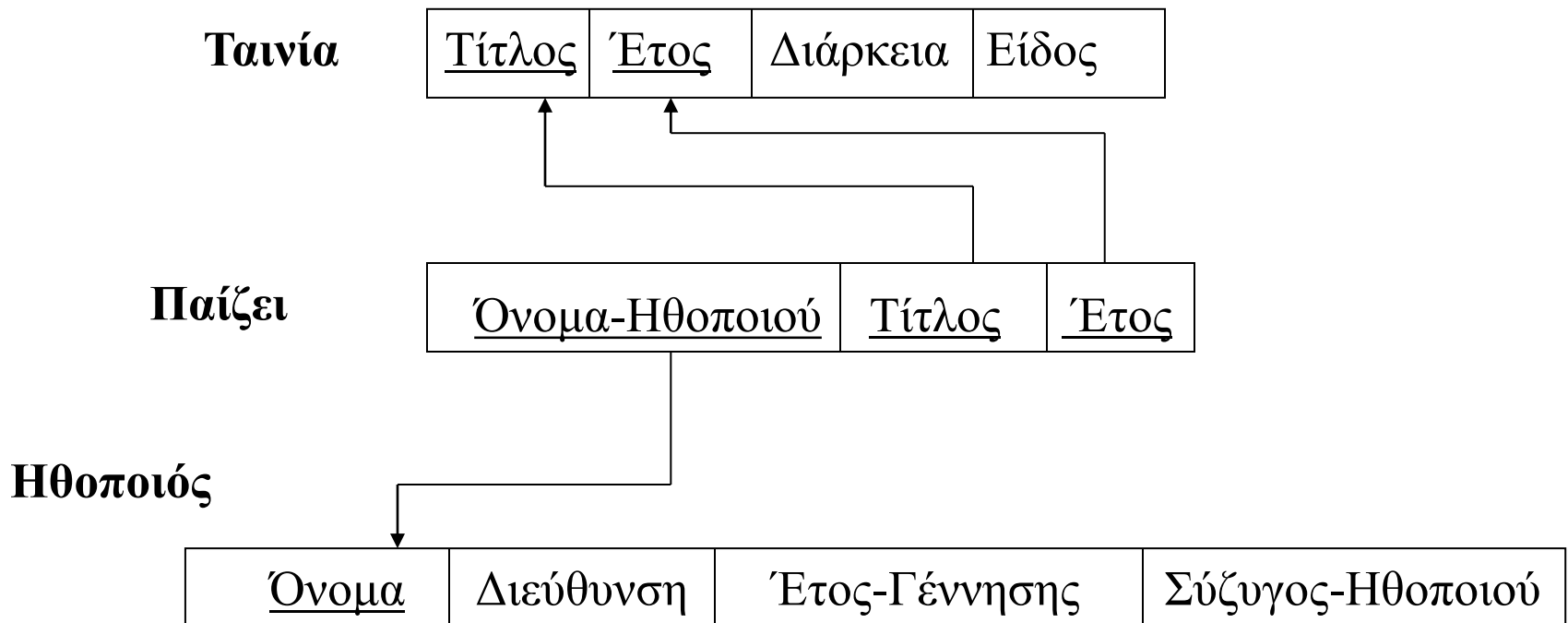
$\langle \text{όνομα γνωρίσματος} \rangle$



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

$\langle \text{όνομα γνωρίσματος} \rangle$ ή $\langle \text{σταθερή τιμή από το πεδίο ορισμού του γνωρίσματος} \rangle$

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

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

σ διάρκεια > 100 AND 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 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

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 με την πρώτη σχέση
- Απαλοιφή διπλότιμων

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

Καρτεσιανό Γινόμενο

R

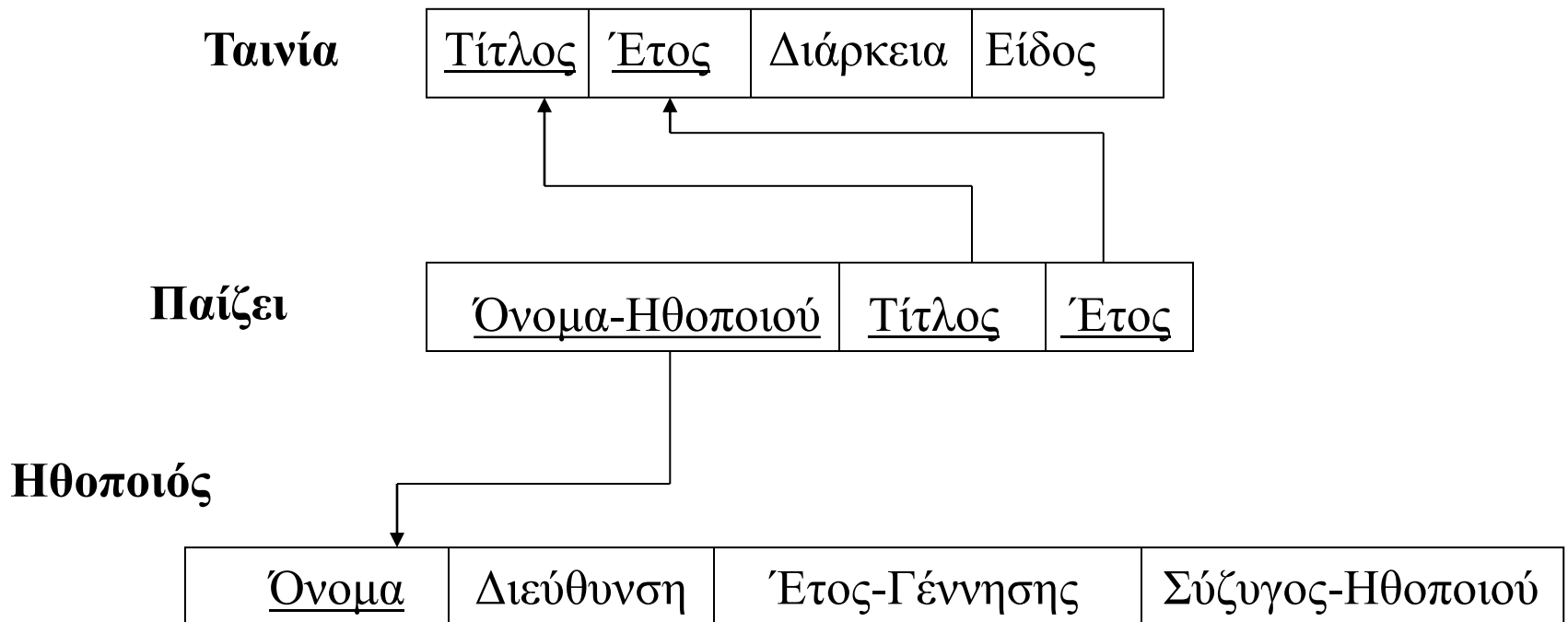
A	B
1	2
3	4

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

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 \times Ταινία))

ή

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

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 $n + m$ γνωρίσματα
- πλειάδες με τιμή null σε γνώρισμα συνένωσης δεν εμφανίζονται στο αποτέλεσμα

$$U \triangleright \triangleleft_{A < D} V$$

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

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

Παράδειγμα

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

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

π όνομα, τίτλος, έτος $(\text{Παίζει} \triangleright \triangleleft$ Παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND Παίζει.έτος = Ταινία.έτος $(\sigma$ είδος = "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

Συνένωση Ισότητας

R	
A	B
1	2
3	4

S		
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

$$\mathbf{R} \triangleright \triangleleft \mathbf{S}$$

R	
A	B
1	2
3	4

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

R $\triangleright\triangleleft$ **S**

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

$U \bowtie V$

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	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

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

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

π όνομα, τίτλος, έτος $(\text{Παίζει} \triangleright \triangleleft (\sigma \text{ είδος} = \text{"έγχρωμη"} (\text{Ταινία})))$

είναι η τρίτη έκφραση ισοδύναμη των άλλων δύο;

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	
A	C	A	B
1	6	1	3
2	4	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

Πλήρες σύνολο πράξεων

επιλογή (σ)

προβολή (π)

ένωση (\cup)

διαφορά ($-$)

καρτεσιανό γινόμενο (\times)

Επίσης

τομή (\cap)

συνένωση ($\triangleright \triangleleft_{\theta}$)

συνένωση ισότητας

φυσική συνένωση ($\triangleright \triangleleft$)