

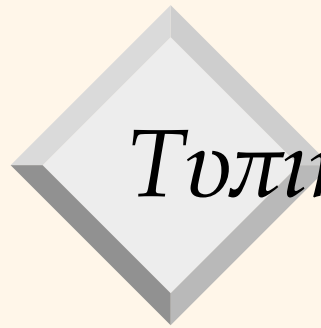
Σχεσιακή Άλγεβρα

Κεφάλαιο 4



Γλώσσες Σχεσιακών Αιτημάτων

- ◆ **Γλώσσες Αιτημάτων:** Επιτρέπουν τη Διαχείριση και την **Ανάκτηση Δεδομένων** από μια ΒΔ.
- ◆ Το Σχεσιακό Μοντέλο υποστηρίζει απλές και ισχυρές ΓΑ:
 - Τυπικός ορισμός βασισμένος στη Λογική.
 - Διευκολύνει τη διαδικασία βελτιστοποίησης.
- ◆ Γλώσσες Αιτημάτων **!=** Γλώσσες Προγραμματισμού!



Τυπικές Γλώσσες Σχεσιακών Αιτημάτων

◆ Δύο μαθηματικές Γλώσσες Αιτημάτων δίνουν τις βασικές γνώσεις για την κατανόηση της SQL:

- **Σχεσιακή Άλγεβρα:** Πιο **λειτουργική**, πολύ χρήσιμη για σχέδια επεξεργασίας. (Με αυτή θα ασχοληθούμε)
- **Σχεσιακός Λογισμός:** Περιγράφουμε τι θέλουμε και όχι πώς θα το υπολογίσουμε. (**Μη λειτουργικός, δηλωτικός**)

Η κατανόηση Άλγεβρας & Λογισμού είναι απαραίτητη για την κατανόηση επεξεργασίας ερωτημάτων με SQL



Εισαγωγικές Έννοιες

- ◆ Ένα αίτημα απευθύνεται σε **στιγμιότυπα σχέσεων**, και το αποτέλεσμα είναι επίσης στιγμιότυπο σχέσης.
 - Τα **Σχήματα** των Σχέσεων ενός αιτήματος είναι **αμετάβλητα** (το αίτημα εκτελείται ανεξαρτήτως στιγμιότυπου)
 - Το **Σχήμα του αποτελέσματος** ενός αιτήματος είναι επίσης **αμετάβλητο!**
 - Συμβολισμός Αριθμημένης Θέσης και Ονομασίας Πεδίου:
 - Ο συμβολισμός θέσης διευκολύνει τους τυπικούς ορισμούς, ο συμβολισμός ονομασίας πεδίου είναι ευανάγνωστος.
 - Και οι δύο χρησιμοποιούνται στην SQL



Παραδείγματα στιγμιοτύπων

- ◆ “Sailors” και “Reserves” σχέσεις για τα παραδείγματα.
- ◆ Θα χρησιμοποιήσουμε συμβολισμό θέσης ή ονομασίας πεδίου, υποθέτουμε ότι οι ονομασίες των πεδίων στα αποτελέσματα των αιτημάτων προκύπτουν από τις ονομασίες των πεδίων των σχέσεων που συμμετέχουν στο αίτημα.

R1	<u>sid</u>	<u>bid</u>	<u>day</u>
	22	101	10/10/96
	58	103	11/12/96

S1	<u>sid</u>	sname	rating	age
	22	dustin	7	45.0
	31	lubber	8	55.5
	58	rusty	10	35.0

S2	<u>sid</u>	sname	rating	age
	28	yuppy	9	35.0
	31	lubber	8	55.5
	44	guppy	5	35.0
	58	rusty	10	35.0

Σχεσιακή Άλγεβρα

◆ Βασικοί Τελεστές:

- **Επιλογή** (σ) Επιλέγει υποσύνολα γραμμών σχέσεων.
- **Προβολή** (π) Διαγράφει ανεπιθύμητες στήλες σχέσεων.
- **Καρτεσιανό Γινόμενο** (\times) Συνδυάζει 2 σχέσεις.
- **Διαφορά** ($-$) Πλειάδες που υπάρχουν στη σχέση 1 μόνο.
- **Ένωση** (\cup) Πλειάδες που υπάρχουν στις σχέσεις 1 & 2.

◆ Επιπρόσθετες πράξεις:

- Τομή, σύζευξη, διαίρεση, μετονομασία: Όχι απαραίτητες, αλλά πολύ χρήσιμες.

◆ Κάθε τελεστής επιστρέφει μια σχέση, οπότε οι τελεστές μπορούν να συνδυαστούν.

Προβολή

- ◆ Διαγράφει τα γνωρίσματα εκτός λίστας προβολής.
- ◆ Το Σχήμα του αποτελέσματος περιέχει μόνο τα πεδία της λίστας προβολής, με ονομασίες αυτές που έχουν στη μοναδική σχέση εισόδου.
- ◆ Ο τελεστής προβολής διαγράφει τα διπλότυπα!
 - Σε πραγματικά συστήματα συνήθως δε διαγράφονται τα διπλότυπα εκτός κι αν το ζητήσει ο χρήστης.

sname	rating
yuppy	9
lubber	8
guppy	5
rusty	10

$\pi_{sname, rating}(S2)$

age
35.0
55.5

$\pi_{age}(S2)$

Επιλογή

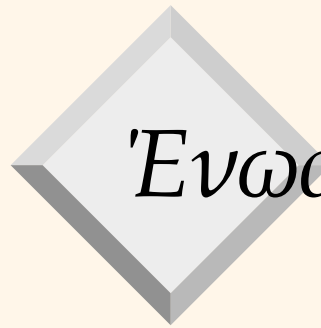
- ◆ Επιλέγει γραμμές που ικανοποιούν τη **συνθήκη επιλογής**.
- ◆ Δεν υπάρχουν διπλότυπες εγγραφές!
- ◆ Το **Σχήμα** του αποτελέσματος ίδιο με της μοναδικής Σχέσης.
- ◆ Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι είσοδος για νέο σχεσιακό τελεστή! (Συνδυασμός τελεστών.)

sid	sname	rating	age
28	yuppy	9	35.0
58	rusty	10	35.0

$$\sigma_{rating > 8}(S2)$$

sname	rating
yuppy	9
rusty	10

$$\pi_{sname, rating}(\sigma_{rating > 8}(S2))$$



Ένωση, Τομή, Διαφορά

- ◆ Όλοι οι τελεστές έχουν ως είσοδο δύο Σχέσεις που πρέπει να είναι **συμβατές ως προς την ένωση**:

- Ίδιο πλήθος πεδίων.
- Αντίστοιχοι τύποι πεδίων.

- ◆ Το Σχήμα του αποτελέσματος;

sid	sname	rating	age
22	dustin	7	45.0

$S1 - S2$

sid	sname	rating	age
22	dustin	7	45.0
31	lubber	8	55.5
58	rusty	10	35.0
44	guppy	5	35.0
28	yuppy	9	35.0

$S1 \cup S2$

sid	sname	rating	age
31	lubber	8	55.5
58	rusty	10	35.0

$S1 \cap S2$

Καρτεσιανό Γινόμενο

- ◆ Οι γραμμές του S1 συνδυάζονται με αυτές του R1.
- ◆ Το Σχήμα του αποτελέσματος έχει ένα πεδίο με όνομα που κληρονομείται για κάθε πεδίο των S1 & R1.
 - Πρόβλημα: Κοινό πεδίο *sid*.

(sid)	sname	rating	age	(sid)	bid	day
22	dustin	7	45.0	22	101	10/10/96
22	dustin	7	45.0	58	103	11/12/96
31	lubber	8	55.5	22	101	10/10/96
31	lubber	8	55.5	58	103	11/12/96
58	rusty	10	35.0	22	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	58	103	11/12/96

- ◆ Τελεστής μετονομασίας: $\rho (C(1 \rightarrow sid1, 5 \rightarrow sid2), S1 \times R1)$

Συζεύξεις

◆ Συνθήκη Σύζευξης: $R \bowtie_c S = \sigma_c (R \times S)$

(sid)	sname	rating	age	(sid)	bid	day
22	dustin	7	45.0	58	103	11/12/96
31	lubber	8	55.5	58	103	11/12/96

$$S1 \bowtie_{S1.sid < R1.sid} R1$$

- ◆ Σχήμα αποτελέσματος καρτεσιανού γινομένου
- ◆ Λιγότερες πλειάδες, ευκολότερος ο υπολογισμός

Συζεύξεις

- ◆ **Σύζευξη ισότητας:** Ειδική περίπτωση συνθήκης σύζευξης. Η συνθήκη c περιέχει μόνο **ισότητες**.

sid	sname	rating	age	bid	day
22	dustin	7	45.0	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	103	11/12/96

$$S1 \bowtie_{sid} R1$$

- ◆ **Σχήμα αποτελέσματος:** όμοιο με καρτεσιανού γινομένου με μοναδικό αντίγραφο του πεδίου ισότητας.
- ◆ **Φυσική σύζευξη:** Σύζευξη ισότητας όλων των κοινών πεδίων. Συμβολίζεται απλά ως: $S1 \bowtie R1$

Διαίρεση

- ◆ Δεν είναι πρωτογενής τελεστής, είναι χρήσιμος για αιτήματα της μορφής:
 - Εντοπίστε τους ναύτες με κράτηση σε **όλες** τις βάρκες.
- ◆ Έστω A Σχέση με 2 πεδία, x και y . B μόνο το πεδίο y :
 - $A/B = \{ \langle x \rangle \mid \exists \langle x, y \rangle \in A \ \forall \langle y \rangle \in B \}$
 - π.χ., A/B περιέχει **όλες τις πλειάδες x (ναύτες) για τις οποίες για κάθε πλειάδα y (βάρκα) του B , η υπάρχει μία πλειάδα xy στον A .**
- ◆ Γενικότερα, x και y μπορεί να είναι λίστες πεδίων. y είναι λίστα πεδίων του B , και xy είναι λίστα πεδίων του A .

Παραδείγματα Διαίρεσης A/B

sno	pno
s1	p1
s1	p2
s1	p3
s1	p4
s2	p1
s2	p2
s3	p2
s4	p2
s4	p4

A

pno
p2

B1

sno
s1
s2
s3
s4

A/B1

pno
p2
p4

B2

sno
s1
s4

A/B2

pno
p1
p2
p4

B3

sno
s1

A/B3

Έκφραση του A/B με Βασικούς Τελεστές

- ◆ Η Διαίρεση δεν είναι πρωτογενής τελεστής.
 - (Το ίδιο ισχύει και για τις συζεύξεις, αλλά οι συζεύξεις είναι τόσο συχνές που υλοποιούνται με ειδικό τρόπο.)
- ◆ **Ιδέα:** Για A/B , υπολογίζουμε όλες τις τιμές x που δεν αποκλείονται από κάποια τιμή του y στο B .
 - Η τιμή x αποκλείεται αν όταν συνενωθεί με κάποια τιμή y του B , προκύπτει συνδυασμός xy εκτός του A .

Αποκλειόμενες πλειάδες x : $\pi_x ((\pi_x(A) \times B) - A)$

A/B : $\pi_x(A) - \text{Όλες οι αποκλειόμενες πλειάδες}$

Na βρεθούν τα ονόματα των ναυτών με
κράτηση στη βάρκα #103

◆ Λύση 1: $\pi_{sname}((\sigma_{bid=103} Reserves) \bowtie Sailors)$

◆ Λύση 2: $\rho(Temp1, \sigma_{bid=103} Reserves)$

$\rho(Temp2, Temp1 \bowtie Sailors)$

$\pi_{sname}(Temp2)$

◆ Λύση 3: $\pi_{sname}(\sigma_{bid=103}(Reserves \bowtie Sailors))$

Na βρεθούν τα ονόματα των ναυτών με κρατήσεις σε κόκκινη βάρκα


◆ Η πληροφορία για τα χρώματα υπάρχει μόνο τον Boats. Έτσι, χρειάζεται επιπλέον σύζευξη:

$$\pi_{sname}((\sigma_{color='red'} Boats) \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$$

◆ Μια πιο αποδοτική λύση

$$\pi_{sname}(\pi_{sid}((\pi_{bid} \sigma_{color='red'} Boats) \bowtie Res) \bowtie Sailors)$$

◆ Ο βελτιστοποιητής καταλήγει μόνος στη δεύτερη



Να βρεθούν τα ονόματα των ναυτών με
κρατήσεις σε κόκκινη ή πράσινη βάρκα

- ◆ Επιλογή όλων των κόκκινων ή πράσινων, και
φυσικές συζεύξεις για τα ονόματα:

$\rho (Tempboats, (\sigma_{color='red' \vee color='green'} Boats))$

$\pi_{sname}(Tempboats \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$

- ◆ Ο Tempboats ορίζεται και με ένωση! (Πώς;)

Να βρεθούν τα ονόματα των ναυτών με κρατήσεις σε κόκκινη και πράσινη βάρκα

- ◆ Η προηγούμενη προσέγγιση δε λειτουργεί! Νέα προσέγγιση: ναύτες με κράτηση σε κόκκινη, ναύτες με κράτηση σε πράσινη, υπολογισμός της τομής (το *sid* είναι κλειδί του *Sailors*):

$$\rho (Tempred, \pi_{sid}((\sigma_{color='red'} Boats) \bowtie Reserves))$$
$$\rho (Tempgreen, \pi_{sid}((\sigma_{color='green'} Boats) \bowtie Reserves))$$
$$\pi_{sname}((Tempred \cap Tempgreen) \bowtie Sailors)$$



Να βρεθούν οι ναύτες με κρατήσεις σε όλες τις βάρκες

- ◆ Χρήση διαίρεσης. Τα Σχήματα των Σχέσεων εισόδου πρέπει να επιλεγούν προσεκτικά:

$$\rho (Tempsids, (\pi_{sid,bid}^{Reserves}) / (\pi_{bid}^{Boats}))$$

$$\pi_{sname} (Tempsids \bowtie Sailors)$$

- ◆ Εύρεση ναυτών με κρατήσεις στις βάρκες 'Interlake' :

$$..... / \pi_{bid} (\sigma_{bname='Interlake'} Boats)$$



Περίληψη

- ◆ Το σχεσιακό μοντέλο διαθέτει απλές και ισχυρές γλώσσες αιτημάτων.
- ◆ Η Σχεσιακή Άλγεβρα είναι πιο λειτουργική. Είναι χρήσιμη για την αναπαράσταση σχεδίων εκτέλεσης αιτημάτων.
- ◆ Διάφοροι τρόποι έκφρασης ενός αιτήματος. Ένας βελτιστοποιητής αιτημάτων επιλέγει τον πιο αποδοτικό.