



EPL342 –Databases

Lecture 10: RA II

RA Advanced + Examples

(Chapter 6.4-6.5, Elmasri-Navathe 5ED)

Διδάσκων: Παναγιώτης Ανδρέου

<http://www.cs.ucy.ac.cy/courses/EPL342>

Επισκόπηση Τελεστών Σχεσιακής Άλγεβρας που Καλύφθηκαν



- Η Σχεσιακή Άλγεβρα παρέχει τους τελεστές (operators):
 - Μοναδιαίοι Σχεσιακοί Τελεστές (Unary Relational Ops)
 - Επιλογή (Select, σ (sigma))
 - Προβολή (Project, π (pi))
 - Μετονομασία (Rename, ρ (rho))
 - Σχεσιακοί Τελεστές από την Θεωρία Συνόλων
 - Ένωση (UNION, \cup), Τομή (INTERSECTION, \cap), Διαφορά Συνόλων (DIFFERENCE ή MINUS, $-$)
 - Καρτεσιανό Γινόμενο (CARTESIAN PRODUCT, \times)
 - Δυαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές (Binary Relational Ops)
 - Συνένωση (JOIN, \bowtie) (υπάρχουν πολλαπλές εκδοχές)
 - Διαίρεση (DIVISION, $/$)
 - Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές
 - Συναρτήσεις Συνάθροισης AGGREGATE FUNCTIONS (π.χ., SUM, COUNT, AVG, MIN, MAX)
 - Εξωτερική Συνένωση (OUTER JOINS),

Διαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές

Συνένωση (JOIN)



- Αυτό που θα θέλαμε στη πραγματικότητα, είναι να συνδυάσουμε τα Reserves με τους Sailors κατά τέτοιο τρόπο που να δημιουργείται **κάποια χρήσιμη πληροφορία**
- **Χρήσιμο Ερώτημα: Βρες σε ποιο όνομα ανήκει κάθε κράτηση Reserve**

Reserves =6			Sailors =5			
sid	bid	day	sid	sname	rating	age
28	103	12/4/06	22	dustin	7	45.0
28	103	11/3/06	28	yuppy	9	35.0
31	101	10/10/06	31	lubber	8	55.5
31	102	10/12/06	44	guppy	5	35.0
31	101	10/11/06	58	rusty	10	35.0
58	103	11/12/06				



- Εάν εκτελεστεί το **Reserves x Sailors** ακολουθούμενο από $\sigma_{Reserves.sid = Sailors.sid}$ τότε βρίσκουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα

Το αποτέλεσμα αυτή την φορά θα είναι μόνο έξι πλειάδες:

(28, 103, 12/4/06, **yuppy, 9, 35.0**) (28, 103, 11/3/06, **yuppy, 9, 35.0**)
 (31, 101, 10/10/06, **lubber, 8, 55.5**) (31, 102, 10/12/06, **lubber, 8, 55.5**)
 (31, 101, 10/11/06, **lubber, 8, 55.5**) (58, 103, 11/12/06, **rusty, 10, 35.0**)

Διαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές

Συνένωση (JOIN)



- **Τελεστής Συνένωσης (JOIN \bowtie)**

- Είναι ένας διαδικός τελεστής ο οποίος συνδυάζει **σχετιζόμενες** πλειάδες σχέσεων σε μια ενιαία πλειάδα.
- Τυπικά, ορίζεται ως το καρτεσιανό γινόμενο μεταξύ δυο σχέσεων ακολουθούμενο από επιλογή.

$$R \bowtie_{\langle \text{Κριτήρια} \rangle} S = \sigma_{\langle \text{Κριτήρια} \rangle} (R \times S)$$

- Τα κριτήρια είναι μια **Λογική Έκφραση (Boolean Expression)**:

- **Κριτήρια := <Κριτήριο> \$ <Κριτήριο> \$... \$ <Κριτήριο>**
\$ είναι Λογικός Τελεστής **AND** ή **OR**
- **Κριτήριο := <γνώρισμα> # <σταθερή τιμή | γνώρισμα>**
είναι διαδικός Τελεστής Σύγκρισης {<, >, =, !=, >=, <=}

- π.χ., (age=30) AND (sex="M") AND (ssn!=mgr_ssn)
- Για να αναφερθούμε σε γνωρίσματα χρησιμοποιείται και η σημειογραφία με την τελεία, π.χ., **DEPARTMENT.MGRSS, EMPLOYEE.SSN**

Διαδικοί Σχισιακοί Τελεστές Τελεστής Συνένωσης (JOIN)



- **Επερώτηση:** Βρείτε το όνομα του manager κάθε department.

DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u>	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

- a) Πρέπει να συνδυάσουμε κάθε πλειάδα του πίνακα **Department** με τις πλειάδες του πίνακα **Employee**.

$$R = (\text{DEPARTMENT} \times \text{EMPLOYEE})$$

- b) Μετά πρέπει να επιλέξουμε τις πλειάδες για τις οποίες ισχύει το **Mgr_ssn=SSN**, δηλ.,

$$\sigma_{\text{Mgr_ssn} = \text{SSN}}(R)$$

Το a-b ισοδυναμεί με την έκφραση:

$$\text{DEPARTMENT} \bowtie_{\text{Mgr_ssn} = \text{SSN}} \text{EMPLOYEE}$$

DEPT_MGR **Αποτέλεσμα**

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	...	Fname	Minit	Lname	Ssn	...
Research	5	333445555	...	Franklin	T	Wong	333445555	...
Administration	4	987654321	...	Jennifer	S	Wallace	987654321	...
Headquarters	1	888665555	...	James	E	Borg	888665555	...

Δυαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές

Τελεστής Συνένωσης (JOIN)



- Πρακτικά, το \bowtie χρησιμοποιείται για να **συνδυαστούν σχετιζόμενες πλειάδες δυο σχέσεων**,
- Η Συνένωση \bowtie μεταξύ δυο σχέσεων βαθμού μεγαλύτερου του 2, π.χ., $R(A_1, A_2, \dots, A_n) \bowtie S(B_1, B_2, \dots, B_m)$, μας επιστρέφει μια σχέση Q βαθμού $n+m$
 - δηλ., $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$
- Η μεγαλύτερη δυνατή τιμή του $|Q|$ είναι $n*m$ (εάν και στη πράξη αναμένεται να είναι μικρότερο, λόγω της επιλογής)
- Στην **συνένωση**, όπως και στο Καρτεσιανό Γινόμενο, οι τελεσταίοι (R, S) ΔΕΝ χρειάζεται να **συμφωνούν στον τύπο** ΑΛΛΑ πρέπει να έχουν ένα **κοινό πεδίο** (το οποίο θα συμφωνεί στον τύπο δεδομένων, δηλ., $R.A_i = S.B_j$ ή $r[A_i] = s[B_j]$)
- Στη συνέχεια θα δούμε διάφορες παραλλαγές του βασικού τελεστή (**Συνένωση Ισότητας (Equi-join)**, **Φυσική Συνένωση (Natural Join)**, κτλ)

Δυαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές

Θ-Συνένωση (Θ-JOIN)



- Ο τελεστής συνένωσης που είδαμε μέχρι τώρα ονομάζεται **Θ-join** και αποτελεί την γενικευμένη περίπτωση:

$$R \bowtie_{\Theta} S$$

- Όπως είχαμε αναφέρει, η συνθήκη συνένωσης Θ μπορεί να είναι οποιαδήποτε **Λογική (Boolean) έκφραση**

- Σημειώστε ότι **οποιαδήποτε** λογική έκφραση μπορεί να μεταφραστεί σε **Συζευκτική Κανονική Μορφή (Conjunctive Normal Form - CNF)** με χρήση λογικών ισοδυναμιών

– **CNF**: Μια σύζευξη όρων, όπου κάθε όρος είναι μια διάζευξη κριτηρίων (λεκτικών στοιχείων)

– Π.χ., $(day < 8/9/94 \text{ OR } bid = 5 \text{ OR } sid = 3) \text{ AND } (rname = 'Paul' \text{ OR } bid = 5 \text{ OR } sid = 3)$

CNF

$$A \wedge B.$$

$$\neg A \wedge (B \vee C)$$

$$(A \vee B) \wedge (\neg B \vee C \vee \neg D) \wedge (D \vee \neg E)$$

NOT CNF

$$(A \wedge B) \vee C$$

$$\neg (A \vee B) \vee C$$

Διαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές Συνένωση Ισότητας (EQUIJOIN)



- **Συνένωση Ισότητας (EQUIJOIN)**

Εξειδίκευση του τελεστή **θ-join**: ο τελεστής σύγκρισης περιορίζεται μόνο σε ισοδυναμία “=”

- Π.χ., **DEPARTMENT** ⋈_{Mgr_ssn = SSN} **EMPLOYEE**

- Υπάρχει σαν ορισμός εφόσον οι περισσότερες συνενώσεις χρησιμοποιούν μόνο συγκρίσεις ισότητας
 - Στην πράξη ωστόσο δεν διαφέρει (σε άποψη σημειογραφίας ή υλοποίησης)
- Σημειώστε ότι στο αποτέλεσμα του Equijoin θα έχουμε δυο στήλες με την ίδια πληροφορία
 - Π.χ., Mgr_ssn και SSN

DEPT_MGR

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	...	Fname	Minit	Lname	Ssn	...
Research	5	333445555	...	Franklin	T	Wong	333445555	...
Administration	4	987654321	...	Jennifer	S	Wallace	987654321	...
Headquarters	1	888665555	...	James	E	Borg	888665555	...

Διαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές Φυσική Συνένωση (Natural Join)



• Φυσική Συνένωση (Natural Join, Σύμβολο *)

Εξειδίκευση του τελεστή **equi-join** (δηλ., μόνο =) με τους εξής περιορισμούς:

1. Οι **τελεσταίοι** έχουν το ίδιο **όνομα** στο **γνώρισμα** συνένωσης, π.χ.,

- Department * Dept_Locations (Dnumber = Dnumber) **OK**

- Department * Employee (SSN=**Mgr_SSN**) **Μη-επιτρεπτό**

- Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να γίνει πρώτα μετονομασία του εν λόγω πεδίου π.χ., $\rho_{D'(Mgr_SSN \rightarrow SSN)}(D)$ μετά $Dept_Mgr = D' * E$

2. Το **κοινό γνώρισμα** εμφανίζεται στο αποτέλεσμα 1 φορά.

Π.χ., DEPT_MGR

Dname	Dnumber	...	Fname	Minit	Lname	Ssn	...
Research	5	...	Franklin	T	Wong	333445555	...
Administration	4	...	Jennifer	S	Wallace	987654321	...
Headquarters	1	...	James	E	Borg	888665555	...

Διαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές Φυσική Συνένωση (Natural Join)



Παράδειγμα I:

DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

DEPT_LOCATIONS

<u>Dnumber</u>	<u>Dlocation</u>
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston

**DEPT_LOCS ←
DEPARTMENT * DEPT_LOCATIONS**

DEPT_LOCS

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	Mgr_start_date	Location
Headquarters	1	888665555	1981-06-19	Houston
Administration	4	987654321	1995-01-01	Stafford
Research	5	333445555	1988-05-22	Bellaire
Research	5	333445555	1988-05-22	Sugarland
Research	5	333445555	1988-05-22	Houston

Διαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές Φυσική Συνένωση (Natural Join)



Παράδειγμα II: Για κάθε Project τύπωσε τις πληροφορίες του Department που ανήκει

PROJECT

Pname	<u>Pnumber</u>	Plocation	Dnum
ProductX	1	Bellaire	5
ProductY	2	Sugarland	5
ProductZ	3	Houston	5
Computerization	10	Stafford	4
Reorganization	20	Houston	1
Newbenefits	30	Stafford	4

DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

PROJ_DEPT ←

PROJECT * $\rho_{Dnumber \rightarrow Dnum}$ (DEPARTMENT)

PROJ_DEPT

Pname	<u>Pnumber</u>	Plocation	Dnum	Dname	Mgr_ssn	Mgr_start_date
ProductX	1	Bellaire	5	Research	333445555	1988-05-22
ProductY	2	Sugarland	5	Research	333445555	1988-05-22
ProductZ	3	Houston	5	Research	333445555	1988-05-22
Computerization	10	Stafford	4	Administration	987654321	1995-01-01
Reorganization	20	Houston	1	Headquarters	888665555	1981-06-19
Newbenefits	30	Stafford	4	Administration	987654321	1995-01-01

Δυαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές Φυσική Συνένωση (Natural Join)



- Παράδειγμα III:

$$Q \leftarrow R(A,B,C,D) * S(C,D,E)$$

- Η υπονοούμενη **συνθήκη συνένωσης** περιλαμβάνει **όλα τα ζεύγη γνωρισμάτων** με το ίδιο όνομα, για τα οποία δημιουργούμε μια σύζευξη (AND):
 - Δηλ., **$R.C=S.C$ AND $R.D=S.D$**
- Το **αποτέλεσμα** διατηρεί μόνο **μία φορά** κάθε γνώρισμα, δηλ.:
 - **$Q(A,B,C,D,E)$**

Κλειστότητα Σχεσιακών Τελεστών

Complete Set of Relational Operations

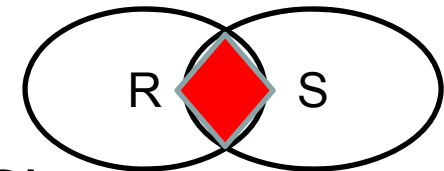


- Το σύνολο σχεσιακών τελεστών $\{\sigma, \pi, \cup, -, \rho, \bowtie\}$ ονομάζεται **κλειστό σύνολο (complete set)** διότι κάθε έκφραση σχεσιακής άλγεβρας μπορεί να διατυπωθεί από τον συνδυασμό των πιο πάνω τελεστών:

- Π.χ., :

$$- R \cap S = (R \cup S) - ((R - S) \cup (S - R))$$

$$- R \bowtie_{\langle \text{join condition} \rangle} S = \sigma_{\langle \text{join condition} \rangle} (R \times S)$$





Περιεχόμενο Διάλεξης

Κεφάλαιο 6: Προχωρημένη Σχεσιακή Άλγεβρα

- **6.3) Δυαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές: Διαίρεση, Συμβολισμός για Δένδρα Επερωτήσεων**
- **6.4) Επιπλέον Σχεσιακές Πράξεις:**
 - **Συναθροιστικές Συναρτήσεις (Aggregate Functions)**
 - **Γενικευμένη Προβολή (Generalized Projection)**
 - **Ομαδοποίηση (Grouping)**
 - **Πράξεις Αναδρομικής Κλειστότητας (Recursive Closure)**
 - **Πράξεις Εξωτερικής Συνένωσης (Outer Join)**
- **6.5) Παραδείγματα Επερωτήσεων σε Σχεσιακή Άλγεβρα με το Σχήμα Βάσης University και το Σχήμα Sailors-Reserve-Boats**

Δυαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές

Διαίρεση (Division)



- Ο τελεστής της **Διαίρεσης (Division, /)**, παρόλο που **ΔΕΝ** υποστηρίζεται σε **πραγματικές γλώσσες βάσεων δεδομένων***, είναι χρήσιμος στο πλαίσιο της Σχεσιακής Άλγεβρας για να διατυπώσει ερωτήσεις της μορφής:

Βρες τους Suppliers που προσφέρουν ΌΛΑ τα Parts (όπως προσδιορίζονται τα Parts).

Π.χ.,

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

PARTS

pno
p2
p4

/

=

sno
s1
s4

* Στην **συνέχεια** θα δούμε πως ο τελεστής **μπορεί να υλοποιηθεί** με χρήση **10-15** υπαρκτών τελεστών της **SQL** (δηλ., αντίστοιχους τελεστές των **σ-π-χ**)

Διαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές

Διαίρεση (Division)



Διαιρετέος (nominator)

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

A

Διαιρέτες (denominators)

/

pno
p2

B1

Απάντηση;

sno
s1
s2
s3
s4

A/B1

/

pno
p2
p4

B2

Απάντηση;

sno
s1
s4

A/B2

/

pno
p1
p2
p4

B3

Απάντηση;

sno
s1

A/B3

Αναπαράσταση Διαίρεσης με Ποσοδείκτες

$$A / B = \{ x \mid \exists(x,y) \in A \quad \forall y \in B \}$$

Διαίρεση (Division)

Επιπλέον Παραδείγματα



SSN_PNOS

Essn	Pno
123456789	1
123456789	2
666884444	3
453453453	1
453453453	2
333445555	2
333445555	3
333445555	10
333445555	20
999887777	30
999887777	10
987987987	10
987987987	30
987654321	30
987654321	20
888665555	20

SMITH_PNOS

Pno
1
2

SSNS

Ssn
123456789
453453453

/

=

R

A	B
a1	b1
a2	b1
a3	b1
a4	b1
a1	b2
a3	b2
a2	b3
a3	b3
a4	b3
a1	b4
a2	b4
a3	b4

S

A
a1
a2
a3

T

B
b1
b4

/

=

Expressing A/B Using Basic Operators



- Σημειώστε ότι η διαίρεση (/) ΔΕΝ είναι **βασικός τελεστής** αλλά αποτελεί **βολική συντομογραφία**
 - Το ίδιο ισχύει και για την **Συνένωση** (\bowtie), θυμηθείτε ότι $R \bowtie_{\theta} S = \sigma_{\theta}(R \times S)$.

- Ωστόσο η συνένωση είναι πραγματικά χρήσιμη (για αυτό υλοποιείται από την SQL ως ξεχωριστός τελεστής)

- *Εφόσον η διαίρεση δεν υπάρχει ως τελεστής σε πραγματικές γλώσσες, ποια **ακολουθία** τελεστών **σ-π-χ** θα μας επέστρεφε το **ίδιο λογικό αποτέλεσμα**;*

- **Έκφραση Διαίρεσης με τελεστές σ-π-χ**

$$A / B = \pi_x(A) - \pi_x((\pi_x(A) \times B) - A)$$

- Η επόμενη διαφάνεια εξηγεί την πιο πάνω έκφραση

Δυαδικοί Σχεσιακοί Τελεστές

Διαίρεση (Division)



A

x	y
s1	p1
s1	p2
s1	p3
s1	p4
s2	p1
s2	p2
s3	p2
s4	p2
s4	p4

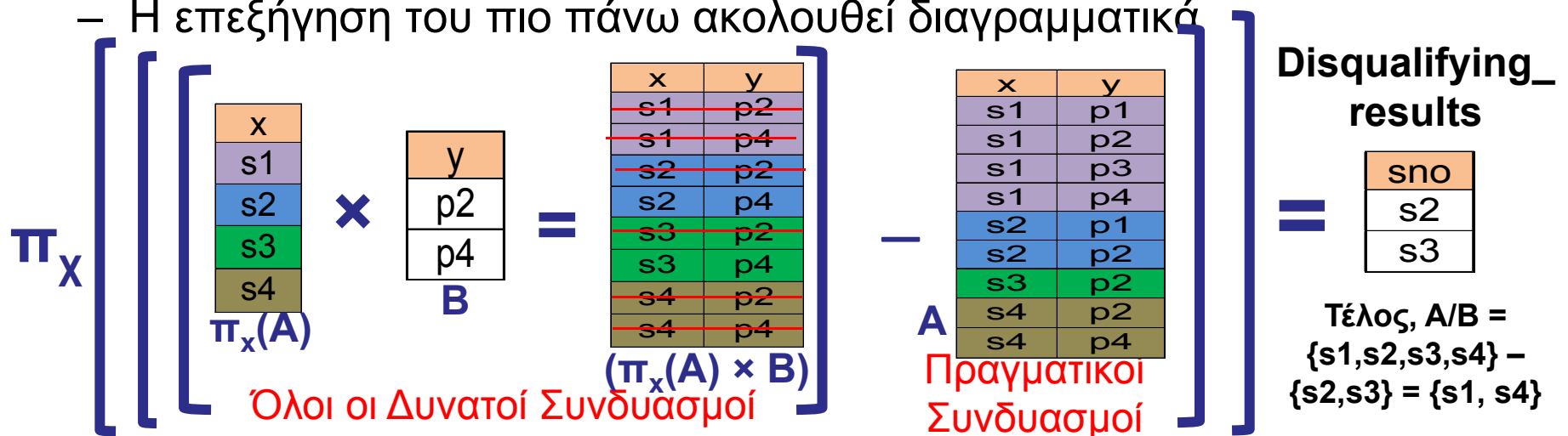
B

y
p2
p4

$$A / B = \pi_x(A) - \pi_x(\pi_x(A) \times B) - A$$

$$= \text{all_results} - \text{disqualifying_results}$$

- **all_results**: Όλες οι δυνατές πλειάδες του αποτελέσματος
 - π.χ., όλοι οι suppliers $\pi_x(A) = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$
- Από το **all_results** πρέπει να αφαιρέσουμε τους ακατάλληλους suppliers (**disqualifying_results**)
 - αυτούς που ΔΕΝ προσφέρουν **ΟΛΑ** τα parts $y \in B$. (δηλ., s_2, s_3)
 - **disqualifying_results** συμβολίζεται με $[\pi_x(\pi_x(A) \times B) - A]$
 - Η επεξήγηση του πιο πάνω ακολουθεί διαγραμματικά



Επανάληψη Τελεστών Σχεσιακής Άλγεβρας



Operation	Purpose	Notation
SELECT	Selects all tuples that satisfy the selection condition from a relation R .	$\sigma_{\langle \text{selection condition} \rangle}(R)$
PROJECT	Produces a new relation with only some of the attributes of R , and removes duplicate tuples.	$\pi_{\langle \text{attribute list} \rangle}(R)$
THETA JOIN	Produces all combinations of tuples from R_1 and R_2 that satisfy the join condition.	$R_1 \bowtie_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2$
EQUIJOIN	Produces all the combinations of tuples from R_1 and R_2 that satisfy a join condition with only equality comparisons.	$R_1 \bowtie_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2,$ OR $R_1 \bowtie_{(\langle \text{join attributes 1} \rangle), (\langle \text{join attributes 2} \rangle)} R_2$
NATURAL JOIN	Same as EQUIJOIN except that the join attributes of R_2 are not included in the resulting relation; if the join attributes have the same names, they do not have to be specified at all.	$R_1 *_{\langle \text{join condition} \rangle} R_2,$ OR $R_1 *_{(\langle \text{join attributes 1} \rangle), (\langle \text{join attributes 2} \rangle)} R_2$ OR $R_1 * R_2$

Επανάληψη Τελεστών Σχεσιακής Άλγεβρας



Operation	Purpose	Notation
UNION	Produces a relation that includes all the tuples in R_1 or R_2 or both R_1 and R_2 ; R_1 and R_2 must be union compatible.	$R_1 \cup R_2$
INTERSECTION	Produces a relation that includes all the tuples in both R_1 and R_2 ; R_1 and R_2 must be union compatible.	$R_1 \cap R_2$
DIFFERENCE	Produces a relation that includes all the tuples in R_1 that are not in R_2 ; R_1 and R_2 must be union compatible.	$R_1 - R_2$
CARTESIAN PRODUCT	Produces a relation that has the attributes of R_1 and R_2 and includes as tuples all possible combinations of tuples from R_1 and R_2 .	$R_1 \times R_2$
DIVISION	Produces a relation $R(X)$ that includes all tuples $t[X]$ in $R_1(Z)$ that appear in R_1 in combination with every tuple from $R_2(Y)$, where $Z = X \cup Y$.	$R_1(Z) \div R_2(Y)$

Δένδρο Επερώτησης (Query Tree)



- **Δένδρο Επερώτησης (Query Tree)**

Είναι μια δενδρική δομή που αντιστοιχεί σε μια έκφραση της Σχεσιακής Άλγεβρας η οποία δείχνει με ποια ακολουθία πρέπει να εκτελεστούν οι τελεστές

- **Τερματικοί Κόμβοι:** Σχέσεις Εισόδου $\pi_{P.Pnumber, P.Dnum, E.Lname, E.Address, E.Bdate}$
- **Εσωτερικοί Κόμβοι:** Τελεστές

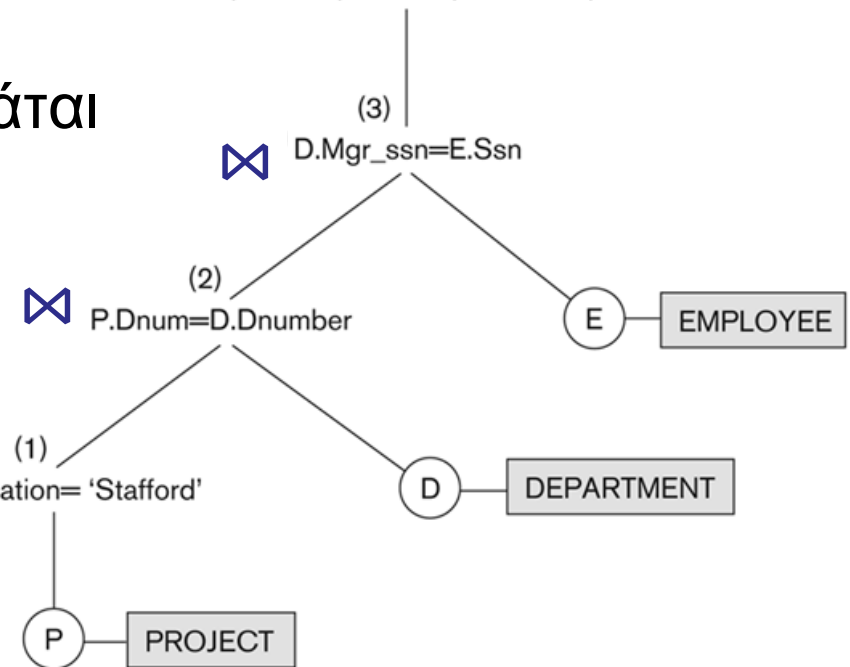
- Το δένδρο στα δεξιά, αναπαριστάται από την έκφραση Σ.Α.:

$T1 \leftarrow \sigma_{P.Plocation='Stafford'}(P)$

$T2 \leftarrow T1 \bowtie_{DNum=DNumber} D$

$T3 \leftarrow T2 \bowtie_{Mgr_ssn=ssn} D$

$T4 \leftarrow \pi_{Pnumber, Dnum, Address, Bdate}(T3)$



Δένδρο Επερώτησης (Query Tree)



- Ένα **Δένδρο Επερώτησης (Query Tree)** ονομάζεται και **Δένδρο Αποτίμησης Επερωτήσεων (Query Evaluation Tree)**
- Η βάση δεδομένων επιλεγεί συνήθως μόνο τα **αριστεροβαθή δένδρα** (αυτά στα οποία το δεξί παιδί είναι σχέση εισόδου
 - γιατί με αυτό τον τρόπο τα αποτελέσματα μπορεί να σωληνώνονται μεταξύ τελεστών (pipelined)
- Σημειώστε ότι υπάρχουν πολλά τέτοια πιθανά δένδρα $n!$, όπου n ο αριθμός των σχέσεων (διάταξη χωρίς επανατοποθέτηση)

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Additional Relational Operators)



- Η σχεσιακή άλγεβρα, όπως προτάθηκε **δεν είχε πρόνοιες** για κάποια είδη **χρήσιμων πράξεων**, π.χ.,
 - **Συναθροιστικές Συναρτήσεις (Aggregate Functions)**
 - Εύρεση **απλών στατιστικών** των πινάκων (π.χ., μέση ηλικία, μέγιστος βαθμός φοιτητή, αριθμός φοιτητών σε μια σχέση κτλ.)
 - **Ομαδοποίηση (Grouping)** των συναθροιστικών αποτελεσμάτων (π.χ., ανά Τμήμα)
 - **Πράξεις Αναδρ. Κλειστότητας (Recursive Closure)** για εύρεση απαντήσεων αναδρομικά σε μια σχέση
 - **Πράξεις Εξωτερικής Συνένωσης (Outer Join)** για συμπερίληψη πλειάδων που δεν συνενώνονται
- Πολλές από τις πιο πάνω πράξεις υποστηρίζονται σήμερα και τόσο στο **τυπικό επίπεδο** (δηλ., στη Σχεσιακή Άλγεβρα όσο και στο **πρακτικό επίπεδο** (δηλ., στη SQL, QBE, κτλ.)

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Συναθροιστικές Συναρτήσεις)



- **Συναθροιστικές Συναρτήσεις (Aggregate Functions):** Προσδιορίζουν μαθηματικές πράξεις πάνω σε συλλογές τιμών της βάσης:

$\mathcal{F}_{\langle \text{function-list} \rangle}(\text{Relation})$

– **Function List:** MIN, MAX, SUM, COUNT, AVERAGE, ...

- Παράδειγμα: Βρες τη μέση ηλικία των υπάλληλων

$\mathcal{F}_{\text{Average}(\text{age})}(\text{EMPLOYEE})$

- Η συνάρτηση COUNT χρησιμοποιείται για να μετριοούνται πλειάδες ή τιμές.
 - Δεν μετριοούνται τα **NULL** και τα **διπλότυπα** (duplicates)
 - Στην SQL, όπου οι σχέσεις (πίνακες) ενδέχεται να περιέχουν διπλότυπα (duplicates) χρησιμοποιείται και η έννοια του **COUNT DISTINCT** για να **ΜΗΝ** μετριοούνται ξανά τα **διπλότυπα**.
 - Στη **Σχεσιακή Άλγεβρα** ωστόσο δεν υπάρχει αυτό το πρόβλημα εφόσον οι σχέσεις ακολουθούν πιστά την έννοια του συνόλου.

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές

(Συναθροιστικές Συναρτήσεις)



- Παραδείγματα Χρήσης του Τελεστή Συναθροιστικής Συναρτήσης \mathcal{F}
 - $\mathcal{F}_{\text{MAX}(\text{Salary})}$ (**EMPLOYEE**) επιστρέφει την μέγιστη τιμή του πεδίου **Salary** που εμφανίζεται στη σχέση **EMPLOYEE**.
 - $\mathcal{F}_{\text{MIN}(\text{Salary})}$ (**EMPLOYEE**) επιστρέφει την ελάχιστη τιμή του πεδίου **Salary** που εμφανίζεται στη σχέση **EMPLOYEE**.
 - $\mathcal{F}_{\text{SUM}(\text{Salary})}$ (**EMPLOYEE**) επιστρέφει το άθροισμα του πεδίου **Salary** που εμφανίζεται στη σχέση **EMPLOYEE**.
 - $\mathcal{F}_{\text{COUNT}(\text{SSN}), \text{AVERAGE}(\text{Salary})}$ (**EMPLOYEE**) επιστρέφει τον αριθμό των υπαλλήλων και τον μέσο όρο των μισθών ΤΟΥΣ

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές



(Ομαδοποίηση με Συναθροιστικές Συναρτήσεις)

Ομαδοποίηση (Grouping)

- Οι συναθροιστικές συναρτήσεις \mathcal{F} μπορεί να **εφαρμόζονται** σε επί μέρους (ομαδοποιημένα) **υποσύνολα** μιας **σχέσης**
 - Π.χ., Βρες τον Μέσο Μισθό **ανά Τμήμα** (αντί για όλη την εταιρεία).
- Ο τελεστής της συνάθροισης **επεκτείνεται** ως ακολούθως:
 $\langle \text{grouping-list} \rangle \mathcal{F} \langle \text{function-list} \rangle$ (**Relation**)
- Το **αποτέλεσμα** περιλαμβάνει τα πεδία που προσδιορίζονται στο **function-list** και το **επιπλέον πεδίο(α)** του **grouping-list**

Παράδειγμα

- **Ερώτηση:** Για κάθε τμήμα, ανάκτησε το DNO, τον αριθμό των υπαλλήλων και τον μέσο μισθό ανά τμήμα
- **Απάντηση:**

DNO \mathcal{F} COUNT(SSN), AVERAGE(Salary) (EMPLOYEE)

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές

(Ομαδοποίηση με Συναθροιστικές Συναρτήσεις)



- Εάν θέλουμε μπορούμε να **μετονομάσουμε** τα αποτελέσματα έτσι ώστε αυτά να έχουν εξειδικευμένα ονόματα γνωρισμάτων
- **R(Dno, No_of_employees, Average_sal)**

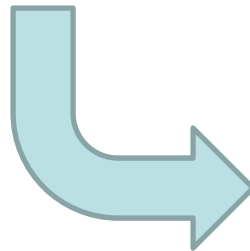
← $\text{DNO } \mathcal{F} \text{ COUNT(SSN), AVERAGE(Salary) (EMPLOYEE)}$

EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

R

Dno	No_of_employees	Average_sal
5	4	33250
4	3	31000
1	1	55000





Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές

(Ομαδοποίηση + Επιλογή με Συναθρ. Συναρ.)

- **Ομαδοποίηση με Επιλογή (HAVING)**

Φιλτράρει το αποτέλεσμα μιας ομαδοποίησης

- π.χ., να βρούμε και πάλι τον αριθμό υπαλλήλων και τον μέσο όρο μισθών ανά τμήμα αλλά να τυπώσουμε μόνο τα αποτελέσματα όπου **Count>3**.
- Στη **SQL** υπάρχει εξειδικευμένος τελεστής για αυτή τη συχνή λειτουργία ο οποίος ονομάζεται **HAVING** (θα μελετηθεί αργότερα)
- Στη **Σχεσιακή Άλγεβρα** μπορεί να λυθεί με συνδυασμό **Συναθροιστικής συνάρτησης** ακολουθούμενο από **επιλογή**.
- Το παράδειγμα στην επόμενη διαφάνεια δείχνει πως...

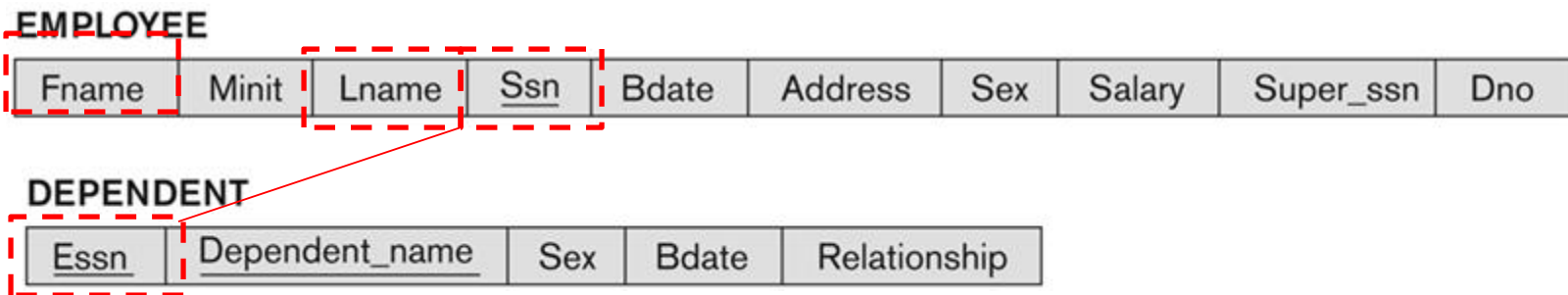
Fname	Minit	Lname	Ssn	...	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789		30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555		40000	888665555	5
Ramesh	K	Narayan	666884444		38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	...	25000	333445555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777		25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321		43000	888665555	4
Ahmad	V	Jabbar	987987987		25000	987654321	4
James	E	Bong	888665555		55000	NULL	1

Dno	Count (*)	Avg (Salary)
5	4	33250
4	3	31000
1	1	55000

Result of Q24

Grouping EMPLOYEE tuples by the value of Dno

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Ομαδοποίηση + Επιλογή με Συναθρ. Συναρ.)



- **Q1: Βρες τα ονόματα όλων των υπαλλήλων με δυο ή περισσότερους εξαρτώμενους (dependents).**

// Καταμέτρηση (COUNT) Εξαρτωμένων κάθε ατόμου

1. $T1(Ssn, Dcount) \leftarrow \text{ESSN}^{\mathcal{F}} \text{COUNT}(Dependent_name)(DEPENDENT)$

// Φιλτράρισμα Συναρθροιστικού Αποτελέσματος με Επιλογή

2. $T2 \leftarrow \sigma_{Dcount \geq 2}(T1)$

// Προβολή Αποτελεσμάτων (μέσω φυσικής συνένωσης πάνω στο SSN)

3. $RESULT \leftarrow \pi_{LNAME, FNAME}(T2 * EMPLOYEE)$

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Γενικευμένη Προβολή)



- **Γενικευμένη Προβολή (Generalized Projection):**
Επεκτείνει την πράξη της προβολής επιτρέποντας να συμπεριληφθούν στη λίστα της προβολής **συναρτήσεις γνωρισμάτων, δηλ.,**

$\pi_{F_1, F_2, \dots, F_n}(R)$, όπου F_i ($i \leq n$) μπορεί να είναι **συνάρτηση γνωρίσματος ή σταθερά.**

- Π.χ., Υποθέστε το ακόλουθο Σχήμα:
EMPLOYEE(Ταυτότητα, Μισθός, Αποκοπές,
Χρόνια_Υπηρεσίας)

Π Ταυτότητα, Μισθός-Αποκοπές, 2000*Χρόνια_Υπηρεσίας, 0.25*Μισθός (EMPLOYEE)

Απλό
Γνώρισμα

Καθαρός
Μισθός

Bonus

Φορολογία

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Αναδρομική Κλειστότητα)



- **Αναδρομική Κλειστότητα (Recursive or Transitive Closure Operations):** Επεξήγηση με Παράδειγμα:
 - Supervisor(123456789) → 333445555
 - Supervisor(333445555) → 888665555
 - Supervisor(888665555) → NULL
- Supervisor(123456789) σε όλα τα πιο πάνω επίπεδα?
 - Απάντηση A = {333445555, 888665555, NULL}
- Το A ορίζει την αναδρομική κλειστότητα του Supervisor(123456789)

EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Αναδρομική Κλειστότητα)

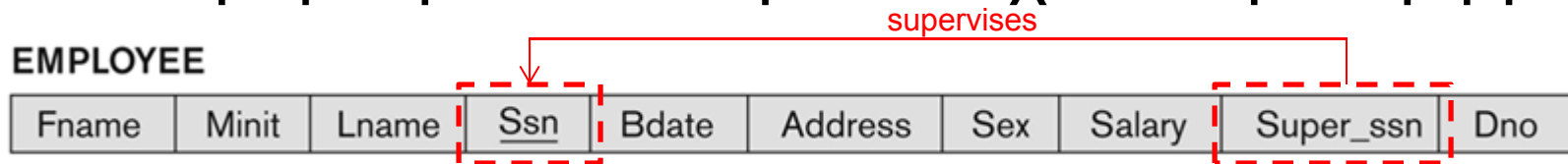


- Αναδρομική Κλειστότητα (Recursive Closure Operations)
 - Στη Σχεσιακή Άλγεβρα **δεν υπάρχει τελεστής** που να υποστηρίζει αυτή την πράξη.
 - Μπορούμε ωστόσο να το **υποστηρίξουμε** με μια **σειρά ενώσεων** (δες επόμενη διαφάνεια).
 - Σε SQL3, που θα δούμε αργότερα, θα είναι δυνατό να υλοποιηθεί με κάποιο **διαδικαστικό τρόπο**, με χρήση επαναλήψεων, ή μέσω κάποιου **εξειδικευμένου τελεστή**.
 - Μια ιδέα είναι η χρήση του αλγορίθμου **Floyd-Warshall**, το οποίο βρίσκει το **ελάχιστο μονοπάτι μεταξύ οποιονδήποτε κορυφών** (και κατ'επέκταση όλα τα δυνατά ζεύγη)

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Αναδρομική Κλειστότητα)



- Αναδρομική Κλειστότητα σε Σχεσιακή Άλγεβρα



- Ερώτημα (Q5):** Βρες τους υφιστάμενους (supervisees) του James Borg μέχρι 2 επίπεδα κάτω.

- Απάντηση:**

- $BORG_SSN \leftarrow \pi_{SSN}(\sigma_{Fname="James" \text{ AND } Lname="Borg"}(EMPLOYEE))$
- $SUPERVISION(SSN1, SSN2) \leftarrow \pi_{SSN, Super_ssn}(EMPLOYEE)$

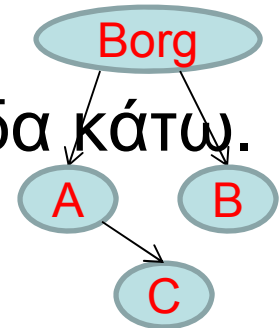
// Υφιστάμενοι του James Borg σε επίπεδο 1

- $RESULT1(SSN) = \pi_{SSN1}(SUPERVISION \bowtie_{SSN2=SSN} BORG_SSN)$

// Υφιστάμενοι των Άμεσα Υφιστάμενων του James Borg (σε επίπεδο 2)

- $RESULT2(SSN) = \pi_{SSN1}(SUPERVISION \bowtie_{SSN2=SSN} RESULT1)$

- $RESULT \leftarrow RESULT2 \cup RESULT1$



Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές (Αναδρομική Κλειστότητα)



BORG SSN: 888665555

Υφιστάμενοι Borg Επιπέδου 1

	(SSN)	(SUPERSSN)
SUPERVISION	SSN1	SSN2
	123456789	333445555
	333445555	888665555
	999887777	987654321
	987654321	888665555
	666884444	333445555
	453453453	333445555
	987987987	987654321

RESULT 1	SSN
	333445555
	987654321

Υφιστάμενοι Borg Επιπέδου 2

RESULT 2	SSN
	123456789
	999887777
	666884444
	453453453
	987987987

RESULT	SSN
	123456789
	999887777
	666884444
	453453453
	987987987
	333445555
	987654321

RESULT2 \cup RESULT1

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές

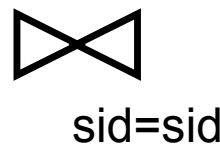
(Εξωτερική Συνένωση, Outer Join = \bowtie , \bowtie =, = \bowtie =)



- Εξωτερική Συνένωση (Outer Join) – Παράδειγμα

|Sailors|=5

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



|Reserves|=6

sid	bid	day
28	103	12/4/06
28	103	11/3/06
31	101	10/10/06
31	102	10/12/06
31	101	10/11/06
58	103	11/12/06

- Σε μια **Θ-συνένωση** το αποτέλεσμα περιλαμβάνει **ΜΟΝΟ** τις πλειάδες που έχουν το ίδιο γνώρισμα συνένωσης (δηλ., το sid):
 - **SAILOR** $\bowtie_{sid=sid}$ **RESERVES** = {(28, yuppy, 9, 35.0, 103, 12/4/06), (28, yuppy, 9, 35.0, 103, 11/3/06), (31, lubber, 8, 55.5, 101, 10/10/06), (31, lubber, 8, 55.5, 102, 10/12/06), (31, lubber, 8, 55.5, 101, 10/11/06), (58, rusty, 10, 35.0, 103, 11/12/06)}

- Συχνά, θέλουμε να έχουμε στο αποτέλεσμα **ΟΛΕΣ** τις πλειάδες της **ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ** σχέσης, δηλ., να περιλαμβάνει και τις πλειάδες **(22, dustin, 7, 45.0, NULL, NULL)**, **(44, guppy, 5, 35.0, NULL, NULL)**
 - Το πιο πάνω είναι παράδειγμα **Αριστερής Εξ. Συν. (left outer join, = \bowtie)**
 - Κατά αντίστοιχο τρόπο δημιουργούνται και οι έννοιες της **δεξιάς (right outer join, \bowtie =)** και **Πλήρης Εξωτερικής συνένωσης (full outer join, = \bowtie =)**

Επιπλέον Σχεσιακοί Τελεστές

(Εξωτερική Συνένωση, Outer Join = \bowtie , \bowtie =, = \bowtie =)



EMPLOYEE = \bowtie **DNO=Dnumber** **DEPARTMENT_SUB**

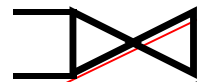
EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	2
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	2
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	2
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	2
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	2
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

Τυπικά, το σενάριο αυτό δεν είναι εφικτό λόγω του κανόνα αναφορικής ακεραιότητας, προκύπτει ωστόσο σε συνένωση μη-κλειδιών

DEPARTMENT_SUB

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19



DNO=Dnumber

RESULT

Fname	Minit	Lname	Dname
John	B	Smith	NULL
Franklin	T	Wong	Research
Alicia	J	Zelaya	NULL
Jennifer	S	Wallace	Administration
Ramesh	K	Narayan	NULL
Joyce	A	English	NULL
Ahmad	V	Jabbar	NULL
James	E	Borg	Headquarters

=

Η εξωτερική συνένωση είναι χρήσιμη για παραγωγή αποτελεσμάτων που θέλουν στο αποτέλεσμα όλες τις εγγραφές μιας οντότητας ανεξάρτητα εάν συνενώνονται ή όχι.

Παραδείγματα Σχεσιακής Άλγεβρας (Σχήμα UNIVERSITY)



EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u>	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
-------	-------	-------	------------	-------	---------	-----	--------	-----------	-----

DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
-------	----------------	---------	----------------

DEPT_LOCATIONS

<u>Dnumber</u>	<u>Dlocation</u>
----------------	------------------

PROJECT

Pname	<u>Pnumber</u>	Plocation	Dnum
-------	----------------	-----------	------

WORKS_ON

<u>Essn</u>	<u>Pno</u>	Hours
-------------	------------	-------

DEPENDENT

<u>Essn</u>	<u>Dependent_name</u>	Sex	Bdate	Relationship
-------------	-----------------------	-----	-------	--------------

Παραδείγματα Σχεσιακής Άλγεβρας



EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u>	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
-------	-------	-------	------------	-------	---------	-----	--------	-----------	-----

DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
-------	----------------	---------	----------------

- **Q1: Ανάκτησε το name και address όλων των υπαλλήλων που δουλεύουν για το 'Research' department.**

1. RESEARCH_DEPT $\leftarrow \sigma_{\text{DNAME}='Research'}(\text{DEPARTMENT})$
2. RESEARCH_EMPS $\leftarrow (\text{RESEARCH_DEPT} \bowtie_{\text{DNUMBER}=\text{DNO}} \text{EMPLOYEE})$
3. RESULT $\leftarrow \pi_{\text{FNAME}, \text{LNAME}, \text{ADDRESS}}(\text{RESEARCH_EMPS})$

* Η σειρά των σ - π - \bowtie θα μπορούσε να αλλάξει λαμβάνοντας πίσω το ίδιο αποτέλεσμα (π.χ., η σειρά των joins στο 2)

Παραδείγματα Σχεσιακής Άλγεβρας



EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u>	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
-------	-------	-------	------------	-------	---------	-----	--------	-----------	-----

WORKS_ON

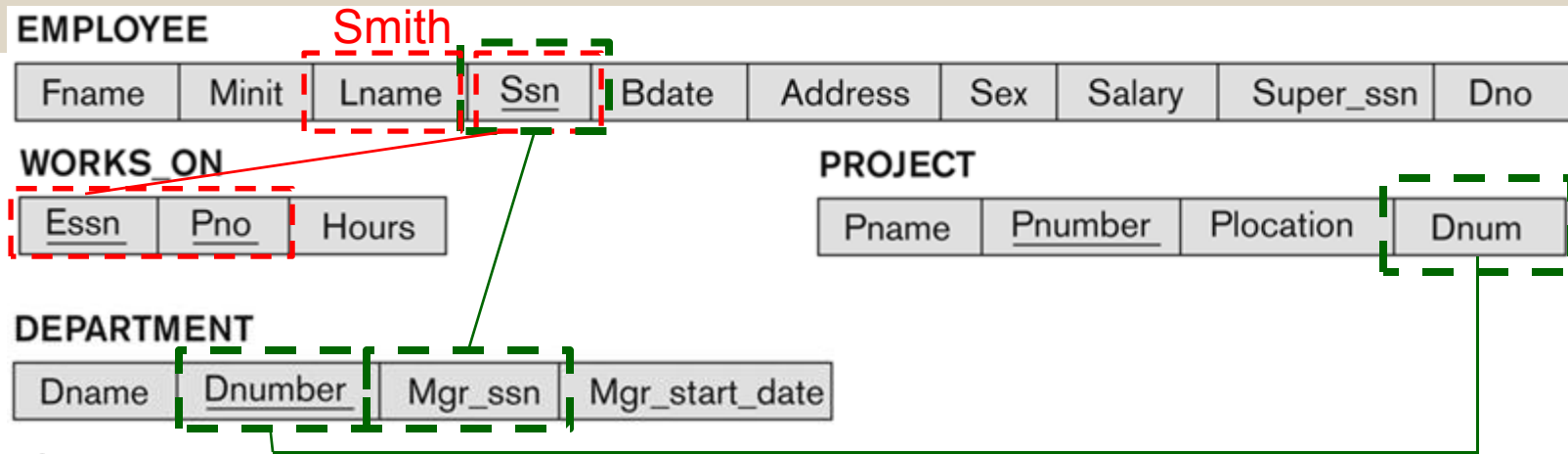
<u>Essn</u>	<u>Pno</u>	Hours
-------------	------------	-------

PROJECT

Pname	<u>Pnumber</u>	Plocation	<u>Dnum</u>
-------	----------------	-----------	-------------

- Q3: Βρες το **όνομα** των υπαλλήλων που **δουλεύουν** πάνω σε **όλα τα projects** που **ελέγχονται** από το **department 5**.
 1. $DEPT5_PROJS(Pno) \leftarrow \pi_{Pnumber}(\sigma_{DNUM=5}(PROJECT))$
 2. $EMP_PROJ(Ssn, Pno) \leftarrow \pi_{ESSN, Pno}(WORKS_ON)$
 3. $RESULT_EMP_SSNS \leftarrow EMP_PROJ / DEPT5_PROJS$
 4. $RESULT \leftarrow \pi_{LNAME, FNAME}(RESULT_EMP_SSNS * EMPLOYEE)$

Παραδείγματα Σχεσιακής Άλγεβρας



- **Q4:** Δημιουργήστε μια **λίστα από projects** τα οποία περιλαμβάνουν ένα **υπάλληλο** με το **επίθετο “Smith”**, ως **υπάλληλο ή*** ως **manager του τμήματος** που ελέγχει το εν λόγω project.

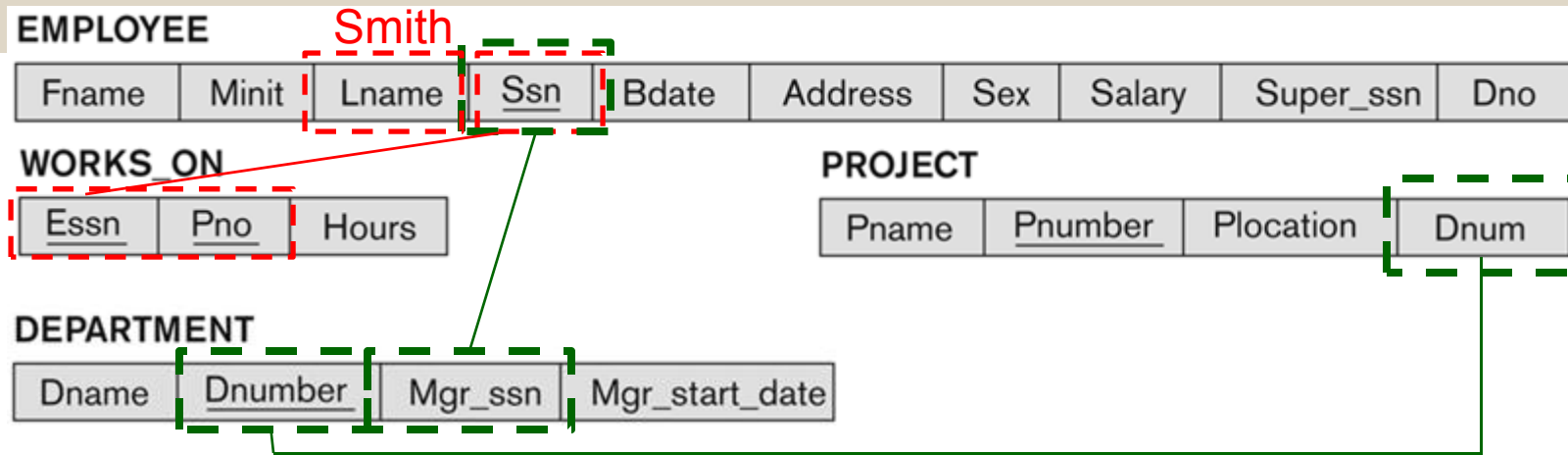
- Αναλύοντας το πιο πάνω ερώτημα βρίσκουμε ότι το αποτέλεσμα θα πρέπει να είναι της μορφής (δηλ., να είναι ένωση αποτελεσμάτων)

$$\pi_{Pnumber}(\mathbf{SMITH_WORKER_PROJS} \cup \mathbf{SMITH_MGR_PROJS})$$

- Στην επόμενη διαφάνεια δείχνουμε αναλυτικά την απάντηση.

* Εάν το **ή** ήταν συμμετρική διάφορα (δηλαδή **είτε...ή**) τότε θα έπρεπε να εφαρμόσουμε την ισοδυναμία $R \oplus S = (R - S) \cup (S - R)$

Παραδείγματα Σχεσιακής Άλγεβρας



- Q4: Δημιουργήστε μια λίστα από projects τα οποία περιλαμβάνουν ένα υπάλληλο με το επίθετο “Smith”, ως υπάλληλο ή ως manager του τμήματος που ελέγχει το εν λόγω project.

$$\text{SMITHS} \leftarrow \pi_{\text{SSN}}(\sigma_{\text{Lname}='Smith'}(\text{EMPLOYEE}))$$

$$\text{SMITH_WORKER_PROJS} \leftarrow \pi_{\text{Pno}}(\text{SMITHS} \bowtie_{\text{SSN}=\text{ESSN}} \text{WORKS_ON})$$

$$\text{SMITH_MNG_DEPTS} \leftarrow \pi_{\text{DNumber}}(\text{SMITHS} \bowtie_{\text{SSN}=\text{MGR_SSN}} \text{DEPARTMENT})$$

$$\text{SMITH_MGR_PROJS(PNO)} \leftarrow \pi_{\text{Pnumber}}(\text{SMITH_MNG_DEPTS} \bowtie_{\text{DNumber}=\text{DNum}} \text{PROJECT})$$

$$\text{RESULT} \leftarrow \pi_{\text{Pno}}(\text{SMITH_WORKER_PROJS} \cup \text{SMITH_MGR_PROJS(PNO)})$$

Παραδείγματα Σχεσιακής Άλγεβρας

Sailors-Reserve-Boats



Βρες τα **ονόματα των sailors** που κράτησαν
μια κόκκινη βάρκα

Sailors(sid:integer, sname:string, rating:integer, age:real)
Boats(bid:integer, bname:string, color:string)
Reserves(sid:integer, bid:integer, day:date)

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

❖ Μια πιο αποδοτική διατύπωση*:

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

↙ Διατήρηση μόνο των απαραίτητων γνωρισμάτων ↘

* Είναι πιο αποδοτικό διότι τα ενδιάμεσα αποτελέσματα είναι μικρότερα

- Π.χ., στο $\pi_{bid}(\sigma_{color='red'} Boats)$ διατηρούμε ως **ενδιάμεσο αποτέλεσμα** μόνο το bid **αντί** και τα τρία