



HY360

Αρχεία και Βάσεις Δεδομένων

Φροντιστήριο στην Σχεσιακή
Άλγεβρα.



Σχεσιακή Άλγεβρα

- Εισαγωγή
 - Σύνολο τελεστών που εφαρμόζονται σε μία ή περισσότερες σχέσεις
 - Όλες οι πράξεις της σχεσιακής άλγεβρας επιστρέφουν μία σχέση
- Τελεστές
 - Τελεστές από τη θεωρία συνόλων
 - Ένωση (Union): \cup
 - Τομή (Intersection): \cap
 - Αφαίρεση (difference): $-$
 - Καρτεσιανό Γινόμενο (Cartesian Product): \times
 - Τελεστές Σχεσιακής Άλγεβρας
 - Προβολή (Projection): π
 - Επιλογή (Selection): σ
 - Σύζευξη (Join): \bowtie
 - Διαίρεση (Division): \div



Τελεστές Θεωρίας Συνόλων (1/3)

- Θεωρούμε τις σχέσεις ως σύνολα πλειάδων
- Εφαρμόζονται μόνο σε σχέσεις οι οποίες είναι **συμβατές (compatible)** δηλαδή έχουν το ίδιο σχήμα
- Έστω R και S δύο σχέσεις, είναι συμβατές αν $\text{Head}(R) = \text{Head}(S)$
- Από αυτόν τον περιορισμό **εξαιρείται το καρτεσιανό γινόμενο**



Τελεστές Θεωρίας Συνόλων (2/3)

- Ένωση ($R \cup S$)

$$\text{Cont}(R \cup S) = \{t \mid t \in \text{Cont}(R) \text{ or } t \in \text{Cont}(S)\}$$

- Τομή ($R \cap S$)

$$\text{Cont}(R \cap S) = \{t \mid t \in \text{Cont}(R) \text{ and } t \in \text{Cont}(S)\}$$

- Αφαίρεση ($R - S$)

$$\text{Cont}(R - S) = \{t \mid t \in \text{Cont}(R) \text{ and } t \notin \text{Cont}(S)\}$$

- Η σχέση που προκύπτει έχει το ίδιο σχήμα με τις σχέσεις που συμμετείχαν στην αντίστοιχη πράξη
- Σε περίπτωση που υπάρχουν πλειάδες που επαναλαμβάνονται (π.χ. στην ένωση) κρατάμε μόνο μία πλειάδα



Τελεστές Θεωρίας Συνόλων (3/3)

- Για την ένωση και την τομή ισχύει:
 - Αντιμεταθετική ιδιότητα
 $R \cup S = S \cup R$ και $R \cap S = S \cap R$
 - Προσεταιριστική ιδιότητα
 $R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T$
 $R \cap (S \cap T) = (R \cap S) \cap T$
- ΠΡΟΣΟΧΗ: για την αφαίρεση δεν ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα $R - S \neq S - R$



Ένωση - παράδειγμα

Customer1

ID	Name
1928	Γιώργος
2328	Μαρία

Customer2

ID	Name
2328	Μαρία
2568	Γιάννης

Customer1 U Customer2

ID	Name
1928	Γιώργος
2328	Μαρία
2568	Γιάννης



Τομή - παράδειγμα

Customer1

ID	Name
1928	Γιώργος
2328	Μαρία

Customer2

ID	Name
2328	Μαρία
2568	Γιάννης



Customer1 \cap Customer2

ID	Name
2328	Μαρία



Αφαίρεση - παράδειγμα

Customer1

	ID	Name
✘	1928	Γιώργος
✘	2328	Μαρία
✔	2391	Μηνάς

Customer2

ID	Name
1928	Γιώργος
2328	Μαρία
2392	Κατερίνα



Customer1 – Customer2

ID	Name
2391	Μηνάς

Customer2 - Customer1

ID	Name
2392	Κατερίνα



Τελεστές Θεωρίας Συνόλων (Συνέχεια)

- Καρτεσιανό γινόμενο ($R \times S$)
Ορίζεται μία νέα σχέση με σχήμα
$$\text{Head}(R \times S) = \{R.A_1, R.A_2, R.A_3, \dots, S.B_1, S.B_2, S.B_3, \dots\}$$
- Το περιεχόμενο της είναι όλες οι πιθανές συσχετίσεις Πλειάδων των **R** και **S**
- Αν $r \in \mathbf{R}$ και $s \in \mathbf{S}$ τότε η ένωση («concatenation») $r || s$ των r και s είναι μια πλειάδα της **R x S**



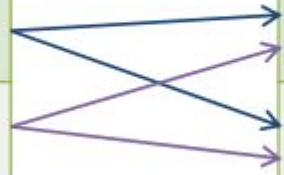
Καρτεσιανό γινόμενο - παράδειγμα

R

ID	Name
1928	Γιώργος
2391	Μηνάς

S

ID	Name
1928	Γιώργος
2328	Μαρία



R x S

R.ID	R.Name	S.ID	S.Name
1928	Γιώργος	1928	Γιώργος
1928	Γιώργος	2328	Μαρία
2391	Μηνάς	1928	Γιώργος
2391	Μηνάς	2328	Μαρία



Πρόσθετοι τελεστές

- **Ανάθεση($R:=S$)**
- Ορίζεται μία νέα σχέση **R** με σχήμα
 - **$\text{Head}(R) = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$**
 - **$\text{domain}(A_i) = \text{domain}(B_i)$** (A_i : γνωρίσματα της σχέσης S)
 - **Το περιεχόμενο της R είναι ακριβώς το περιεχόμενο της S**



Προβολή

- Έστω μία σχέση R , με σχήμα $\text{Head}(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
- Η προβολή $\pi_{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}}(R)$
Όπου $\{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}\} \subset \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
Ορίζει μία νέα σχέση T με σχήμα $\text{Head}(T) = \{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}\}$
όπου Όταν το σύνολο των γνωρισμάτων δεν περιέχει το κλειδί της σχέσης, πιθανόν να προκύπτουν ίδιες πλειάδες.

Κρατάμε μία από αυτές.

- **Ιδιότητες**
 - $\pi_{\langle \text{λίστα1} \rangle}(\pi_{\langle \text{λίστα2} \rangle}(R)) = \pi_{\langle \text{λίστα1} \rangle}(R)$
αν $\langle \text{λίστα1} \rangle \subset \langle \text{λίστα2} \rangle$
 - δεν είναι αντιμεταθετική



Προβολή - παραδείγματα

Customer

ID	Name	Age	City
1928	Γιώργος	25	Ηράκλειο
2328	Μαρία	23	Χανιά
2391	Μηνάς	25	Ρέθυμνο

$\pi_{Age}(\text{Customer})$

Age
25
23

$\pi_{Name, Age}(\text{Customer})$

Name	Age
Γιώργος	25
Μαρία	23
Μηνάς	25



Επιλογή

- Έστω μία σχέση R , με σχήμα $\text{Head}(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$
- Η επιλογή $\sigma_C(R)$ (C : συνθήκη επιλογής)
 - Ορίζει μία νέα σχέση T με σχήμα $\text{Head}(T) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ που περιέχει όσες πλειάδες ικανοποιούν τη συνθήκη C
 - Η συνθήκη C είναι της μορφής $A_i \theta A_j$
 - όπου $A_{i,j}$: γνωρίσματα σχέσης
 - θ σταθερά ($\theta \in \{<, >, <=, >=, =, \neq\}$)
 - $\sigma_{c_1}(\sigma_{c_2}(\sigma_{c_3}(R))) = \sigma_{c_1 \wedge c_2 \wedge c_3}(R)$
 - Αντιμεταθετική $\sigma_{c_1}(\sigma_{c_2}(R)) = \sigma_{c_2}(\sigma_{c_1}(R))$



Επιλογή - παραδείγματα

Customer

ID	Name	Age	City
1928	Γιώργος	25	Ηράκλειο
2328	Μαρία	23	Χανιά
2391	Μηνάς	25	Ρέθυμνο

ID>2000



$\sigma_{ID>2000}(\text{Customer})$

ID	Name	Age	City
2328	Μαρία	23	Χανιά
2391	Μηνάς	25	Ρέθυμνο

$\pi_{ID}(\sigma_{ID>2000}(\text{Customer}))$

ID
2328
2391



Φυσική Σύζευξη

- Έστω δύο συνθήκες R και S , με σχήμα $\text{Head}(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k\}$ και $\text{Head}(S) = \{B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$
- B_1, B_2, \dots, B_k κοινά γνωρίσματα των R και S
- Η σύζευξη $R \bowtie S$
 - Ορίζει μία νέα σχέση T με σχήμα $\text{Head}(T) = \{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_k, C_1, \dots, C_m\}$
 - Μία πλειάδα $t \in T$ αν και μόνον αν υπάρχουν πλειάδες $r \in R, s \in S$
 - $t(A_i) = r(A_i) \quad i = 1, \dots, n$
 - $t(B_j) = r(B_j) = s(B_j) \quad j = 1, \dots, k$
 - $t(C_z) = s(C_z) \quad z = 1, \dots, m$
 - Αν δεν υπάρχουν κοινά γνωρίσματα ισοδυναμεί με $R \times S$
 - Αν οι σχέσεις είναι συμβατές τότε ισοδυναμεί με $R \cap S$



Σύζευξη- παράδειγμα 1

Order

cid	pid
01	p_02
01	p_03
02	p_02
01	p_05

Product

pid	Name
p_01	Chocolate
p_02	Refreshment
p_03	Biscuits



Order ⋈ **Product**

cid	pid	Name
01	p_02	Refreshment
01	p_03	Biscuits
02	p_02	Refreshment



Σύζευξη- παράδειγμα 2

Order

cid	pid	quantity
01	p_01	5
01	p_03	10
02	p_02	8
01	p_05	6

Product

pid	quantity	Name
p_01	30	Chocolate
p_02	8	Milk
p_03	10	Biscuits

Order ⋈ Product

cid	pid	Name	quantity
01	p_03	Biscuits	10
02	p_02	Milk	8



Σύζευξη- παράδειγμα 2 (συνέχεια)

Order

cid	pid	quantity
01	p_01	5
01	p_03	10
02	p_02	8
01	p_05	6

Product

pid	quantity	Name
p_01	30	Chocolate
p_02	8	Milk
p_03	10	Biscuits

Order ⋈ $\pi_{pid, Name}$ (**Product**)

cid	pid	Name	quantity
01	p_01	Chocolate	5
01	p_03	Biscuits	10
02	p_02	Milk	8





Άλλα είδη σύζευξης

- θ -σύζευξη $R \bowtie_{\theta} S$ (όπου θ η συνθήκη σύζευξης)
 - Ισοδυναμεί με $\sigma_{\theta}(R \times S)$
 - Αν $\theta : R.B_1 = S.B_1 \wedge \dots \wedge R.B_k = S.B_k$ τότε έχουμε φυσική σύζευξη
 - B_1, B_2, \dots, B_k κοινά γνωρίσματα στην R και S
- Εξωτερική σύζευξη $R \bowtie_{\emptyset} S$
 - Λειτουργεί όπως η φυσική σύζευξη, συνδυάζει και τα γνωρίσματα που δεν ταιριάζουν (και από τις δύο σχέσεις) εισάγωντας την τιμή **null** στα γνωρίσματα για τα οποία δεν ξέρουμε τιμή
- Αριστερή εξωτερική σύζευξη $R \bowtie_{LO} S$
 - Όμοια με την εξωτερική σύζευξη, συνδυάζονται τα γνωρίσματα που δεν ταιριάζουν μόνο από την αριστερή σχέση R
- Δεξιά εξωτερική σύζευξη $R \bowtie_{RO} S$
 - Όμοια με την εξωτερική σύζευξη, συνδυάζονται τα γνωρίσματα που δεν ταιριάζουν μόνο από την δεξιά σχέση S



θ-σύζευξη παράδειγμα

Order

cid	pid	qty
01	p_02	10
02	p_03	8

Product

pid	Name	quantity
p_01	A	30
p_02	B	12

Order x Product

cid	O.pid	qty	P.pid	Name	quantity
01	p_02	10	p_01	A	30
01	p_02	10	p_02	B	12
02	p_03	8	p_01	A	30
02	p_03	8	p_02	B	12

$\pi_{cid} (\sigma_{qty < quantity} (O \times P))$ ή

$\pi_{cid} (O \bowtie_{qty < quantity} P)$

cid
01
02



θ-σύζευξη παράδειγμα (συνέχεια)

Order

cid	pid	qty
01	p_02	10
02	p_03	8

Product

pid	Name	quantity
p_01	A	30
p_02	B	12

Order x Product

cid	O.pid	qty	P.pid	Name	quantity
01	p_02	10	p_01	A	30
01	p_02	10	p_02	B	12
02	p_03	8	p_01	A	30
02	p_03	8	p_02	B	12

$\pi_{cid, Name} (\sigma_{O.pid = P.pid} (O \times P))$ ή

$\pi_{cid, Name} (O \bowtie_{O.pid = P.pid} P)$

cid	Name
01	B



Εξωτερική σύζευξη παράδειγμα

Order

cid	pid	qty
01	p_02	10
02	p_03	8

Product

pid	Name	quantity
p_01	A	30
p_02	B	12

Order ⋈_o **Product**

cid	pid	qty	Name	quantity
01	p_02	10	B	12
02	p_03	8	Null	Null
Null	p_01	Null	A	30



Δεξιά εξωτερική σύζευξη

Order

cid	pid	qty
01	p_02	10
02	p_03	8

Product

pid	Name	quantity
p_01	A	30
p_02	B	12

Order ⋈_{RO} **Product**

cid	pid	qty	Name	quantity
01	p_02	10	B	12
Null	p_01	Null	A	30



Αριστερή εξωτερική σύζευξη

Order

cid	pid	qty
01	p_02	10
02	p_03	8

Product

pid	Name	quantity
p_01	A	30
p_02	B	12

Order ⋈_{LO} **Product**

cid	pid	qty	Name	quantity
01	p_02	10	B	12
02	p_03	8	Null	Null



Άσκηση 1

- Θεωρείστε το ακόλουθο σχεσιακό σχήμα:

PRODUCT (pid, stock, supplier)

CLIENT (cid, name, address, city)

ORDER (orderno, date, quantity, pid, cid)



Άσκηση 1 (επερώτηση 1)

- Βρείτε τους αριθμούς των παραγγελιών για τα προϊόντα που παραγγέλλονται σε ποσότητα **μικρότερη** του 100 και από πελάτες που βρίσκονται στην Αθήνα.



Άσκηση 1 (επερώτηση 1)

- Βρείτε τους αριθμούς των παραγγελιών για τα προϊόντα που παραγγέλλονται σε ποσότητα **μικρότερη** του 100 και από πελάτες που βρίσκονται στην Αθήνα.

RESULT $\leftarrow \Pi_{\text{orderno}} \left(\left(\sigma_{\text{quantity} < 100}(\text{ORDER}) \right) \bowtie \left(\sigma_{\text{city} = \text{"Athens"}}(\text{CLIENT}) \right) \right)$
ή

RESULT $\leftarrow \Pi_{\text{orderno}} \left(\sigma_{\text{quantity} < 100 \wedge \text{city} = \text{"Athens"}}(\text{ORDER} \bowtie \text{CLIENT}) \right)$



Άσκηση 1 (επερώτηση 2)

- Βρείτε τα ονόματα και τις διευθύνσεις των πελατών οι οποίοι δίνουν παραγγελία για προϊόντα για τα οποία **δεν** υπάρχει stock.



Άσκηση 1 (επερώτηση 2)

- Βρείτε τα ονόματα και τις διευθύνσεις των πελατών οι οποίοι δίνουν παραγγελία για προϊόντα για τα οποία **δεν** υπάρχει stock.

RESULT ←

← $\pi_{\text{name, address}}(\text{CLIENT} \bowtie \pi_{\text{cid}}(\text{ORDER} \bowtie (\pi_{\text{pid}}(\sigma_{\text{stock}=0}(\text{PRODUCT}))))))$



Άσκηση 1 (επερώτηση 3)

- Βρείτε τις πόλεις στις οποίες μένουν πελάτες οι οποίοι δεν δίνουν **καμία** παραγγελία για προϊόντα που προμηθεύει ο “ΑΒ”.



Άσκηση 1 (επερώτηση 3)

- Βρείτε τις πόλεις στις οποίες μένουν πελάτες οι οποίοι δεν δίνουν **καμία** παραγγελία για προϊόντα που προμηθεύει ο “AB”.

$\text{RESULT} \leftarrow \pi_{\text{city}}(\text{CLIENT} \bowtie (\pi_{\text{cid}}(\text{CLIENT})))$

- $\pi_{\text{cid}}(\text{ORDER} \bowtie (\pi_{\text{pid}}(\sigma_{\text{supplier}=\text{“AB”}}(\text{PRODUCT}))))$



Άσκηση 1 (επερώτηση 4)

- Βρείτε τα ζεύγη πελατών προμηθευτών τα οποία είναι τέτοια ώστε ο προμηθευτής να μην προμηθεύει **κανένα** προϊόν που παραγγέλνει ο πελάτης.



Άσκηση 1 (επερώτηση 4)

- Βρείτε τα ζεύγη πελατών προμηθευτών τα οποία είναι τέτοια ώστε ο προμηθευτής να μην προμηθεύει **κανένα** προϊόν που παραγγέλνει ο πελάτης.

RESULT ← $\pi_{cid, supplier}(\text{CLIENT} \times \text{PRODUCT})$

- $\pi_{cid, supplier}(\text{ORDER} \bowtie \text{PRODUCT})$



Άσκηση 2

Θεωρείστε το ακόλουθο σχεσιακό σχήμα:

SHOP (id ,name ,address ,manager)

PRODUCT (pname ,company ,pcity)

SUPPLIER (sid ,sname ,scity)

BUYING (id ,sid) (καταστήματα αγοράζουν από προμηθευτές)

SUPPLYING (sid ,pname) (έμποροι προμηθεύουν προϊόντα)



Άσκηση 2(επερώτηση 1)

- Βρείτε τα καταστήματα που αγοράζουν από τον προμηθευτή με όνομα Α.



Άσκηση 2(επερώτηση 1)

- Βρείτε τα καταστήματα που αγοράζουν από τον προμηθευτή με όνομα Α.

RESULT ← **π** _{id,name} (**SHOP** ⋈ (**BUYING** ⋈ **σ** _{sname="A"}(**SUPPLIER**)))



Άσκηση 2(επερώτηση 2)

- Βρείτε τα καταστήματα τα οποία **είτε** έχουν manager τον 'B' **είτε** αγοράζουν από προμηθευτές που έχουν αυτό το όνομα.



Άσκηση 2(επερώτηση 2)

- Βρείτε τα καταστήματα τα οποία **είτε** έχουν manager τον 'B' **είτε** αγοράζουν από προμηθευτές που έχουν αυτό το όνομα.

$MANAGER_B \leftarrow \pi_{id}(\sigma_{manager="B"}(SHOP))$

$BUYING_B \leftarrow \pi_{id}(SHOP \bowtie (\sigma_{sname="B"}(SUPPLIER) \bowtie BUYING))$

$RESULT \leftarrow MANAGER_B \cup BUYING_B$

ή αν θέλουμε **αποκλειστικά είτε το ένα είτε το άλλο** αλλά όχι και τα δύο:

$RESULT \leftarrow (MANAGER_B \cup BUYING_B - MANAGER_B \cap BUYING_B)$



Άσκηση 2(επερώτηση 3)

Βρείτε τα καταστήματα τα οποία έχουν manager τον Β και **δεν** αγοράζουν από κάποιο προμηθευτή με όνομα Γ.



Άσκηση 2(επερώτηση 3)

Βρείτε τα καταστήματα τα οποία έχουν manager τον Β και δεν αγοράζουν από κάποιο προμηθευτή με όνομα Γ.

$\text{MANAGER_B} \leftarrow \sigma_{\text{manager}=\text{"B"}}(\text{SHOP})$

$\text{BUYING_}\Gamma \leftarrow \pi_{\text{id,name,address,manager}}(\text{SHOP} \bowtie (\sigma_{\text{sname}=\text{"}\Gamma\text{"}}(\text{SUPPLIER}) \bowtie \text{BUYING}))$

$\text{RESULT} \leftarrow \text{MANAGER_B} - \text{BUYING_}\Gamma$



Άσκηση 2(επερώτηση 4)

Βρείτε τα ονόματα των εμπόρων και τα ονόματα των προϊόντων που προμηθεύουν και έχουν προέλευση το Ηράκλειο, **είτε** προμηθεύουν τέτοια προϊόντα **είτε όχι**.



Άσκηση 2(επερώτηση 4)

Βρείτε τα ονόματα των εμπόρων και τα ονόματα των προϊόντων που προμηθεύουν και έχουν προέλευση το Ηράκλειο, **είτε** προμηθεύουν τέτοια προϊόντα **είτε όχι**.

$RESULT \leftarrow \pi_{sname, pname} (SUPPLIER \bowtie_{LO} (SUPPLYING \bowtie$

$\sigma_{pcity="Ηράκλειο"}(PRODUCT)))$



Άσκηση 3

HOTEL (HotelName, City, Chain, Country, Class, MinRate, MaxRate)

TRAVELER (TID, Name, TravelerCity)

BOOKING (BookingID, TID, HotelName, City, ArrDate, DepDate, Rate)



Άσκηση 3(επερώτηση 1)

Βρείτε όλες τις κρατήσεις που κάνουν ταξιδιώτες από το Ηράκλειο σε ξενοδοχεία της αλυσίδας “Holiday Inn”

$$\text{RESULT} \leftarrow \pi_{\text{BookingID}} \left(\pi_{\text{HotelName, City}} \left(\sigma_{\text{Chain}=\text{"Holiday inn"}}(\text{HOTEL}) \right) \bowtie \text{BOOKING} \bowtie \pi_{\text{TID}} \left(\sigma_{\text{TravelerCity}=\text{"Ηράκλειο"}}(\text{TRAVELER}) \right) \right)$$



Άσκηση 3(επερώτηση 2)

Βρείτε τα ονόματα των ταξιδιωτών που κλείνουν δωμάτια σε ξενοδοχεία με τη φθηνότερη διαθέσιμη τιμή.

```
RESULT ← πName ( TRAVELER ⋈ πTID ( σRate=MinRate ( HOTEL ⋈ BOOKING )))
```



Άσκηση 3(επερώτηση 3)

Βρείτε τα ονόματα εκείνων των ταξιδιωτών που κλείνουν δωμάτια μόνο σε ξενοδοχεία του Καναδά.

$$\text{BOOKINGS_CANADA} := \left(\text{BOOKING} \bowtie \pi_{\text{HotelName, City}} \left(\sigma_{\text{Country}=\text{"Canada"}}(\text{HOTEL}) \right) \right)$$
$$\text{RESULT} \leftarrow \pi_{\text{Name}} \left(\left(\pi_{\text{TID}}(\text{BOOKINGS_CANADA}) - \pi_{\text{TID}}(\text{BOOKING} - \text{BOOKINGS_CANADA}) \right) \bowtie \text{TRAVELER} \right)$$



Άσκηση 3(επερώτηση 4)

Βρείτε την πόλη με το ακριβότερο ξενοδοχείο.

HOTEL2 :=HOTEL

**RESULT ← π_{HOTEL.City} (π_{HOTEL.HotelName,HOTEL.City} (HOTEL) -
π_{HOTEL.HotelName,HOTEL.City} (σ_{HOTEL.MaxRate<HOTEL2.MaxRate} (HOTEL ×
HOTEL2)))**