

# Σχεσιακή Άλγεβρα

# Τι έχουμε δει έως σήμερα

- Σχεδιασμό βάσεων δεδομένων (ορισμός σχήματος)
  - μοντέλο Οντοτήτων/Συσχετίσεων
  - σχεσιακό μοντέλο

Μια γλώσσα ορισμού δεδομένων ΓΟΔ (για τον ορισμό των σχημάτων)

ένας μεταφραστής της ΓΟΔ επεξεργάζεται τις εντολές της ΓΟΔ, αναγνωρίζει τις περιγραφές των δομικών στοιχείων του σχήματος και αποθηκεύει την περιγραφή του σχήματος στον κατάλογο του ΣΔΒΔ

Μια γλώσσα χειρισμού δεδομένων ΓΧΔ (αφορά τα στιγμιότυπα)

- Γλώσσα ενημέρωσης
- Γλώσσες ερωτήσεων (το αντικείμενο των επόμενων διαλέξεων)

# Γλώσσες Ερωτήσεων (query languages)

Επιτρέπουν την εύρεση πληροφορίας από μια βάση δεδομένων μέσω της διατύπωσης *ερωτημάτων (queries)* στον τρέχων στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων

# Γλώσσες Ερωτήσεων

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

- **Σχεσιακή Άλγεβρα (relational algebra)**: Λειτουργική “operational” (database byte-code!): αποτελείται από ένα **σύνολο τελεστών** και περιγράφει τα βήματα για τον υπολογισμό του αποτελέσματος
- **Σχεσιακός Λογισμός (relational calculus)**: Επιτρέπει στους χρήστες να περιγράψουν τι θέλουν αλλά όχι πώς να το υπολογίσουν

Αυτές οι τυπικές γλώσσες επηρέασαν τις εμπορικές γλώσσες (SQL, QBE) που θα δούμε στα επόμενα μαθήματα

# Γλώσσες Ερωτήσεων

Γλώσσες Ερωτήσεων  $\neq$  Γλώσσες Προγραμματισμού!

- Δεν αναμένεται να είναι “Turing complete”.
- Δεν αναμένεται να χρησιμοποιηθούν για “περίπλοκους υπολογισμούς”.
- Υποστηρίζουν *εύκολη* και *αποδοτική* προσπάθεια σε *μεγάλα σύνολα δεδομένων*.

# Σχεσιακή Άλγεβρα

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

Ένα σύνολο από πράξεις που όταν εφαρμοστούν σε σχέσεις (πίνακες, σύνολο πλειάδων) μας δίνουν νέες σχέσεις

# Σχεσιακή Άλγεβρα

Μια ερώτηση εφαρμόζεται σε ένα στιγμιότυπο σχέσης και το αποτέλεσμα της ερώτησης είναι πάλι ένα στιγμιότυπο σχέσης (σύνολο από πλειάδες)

- Το σχήμα της σχέσης εισόδου είναι προκαθορισμένο
- Το σχήμα του αποτελέσματος είναι επίσης προκαθορισμένο

# Σχεσιακή Άλγεβρα

Οι πράξεις τις σχεσιακής άλγεβρας:

1. Πράξεις που αφαιρούν «κομμάτια» από μια σχέση είτε *επιλέγοντας γραμμές* ( $\sigma$ ) είτε *προβάλλοντας στήλες* ( $\pi$ )
2. Οι γνωστές πράξεις συνόλου: ένωση, τομή, διαφορά
3. Πράξεις που συνδυάζουν πλειάδες από δύο σχέσεις
4. Μετονομασία γνωρισμάτων



# Επιλογή (σ)

## Η πράξη της επιλογής (select)

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

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

Το σχήμα εξόδου είναι το ίδιο με το σχήμα εισόδου

# Επιλογή (σ)

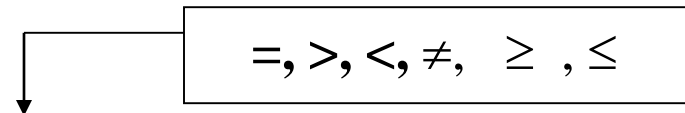
Επιλογή ενός υποσυνόλου των πλειάδων μιας σχέσης που ικανοποιεί μια συνθήκη επιλογής

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

$\langle \text{συνθήκη επιλογής} \rangle$

προτάσεις της μορφής

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

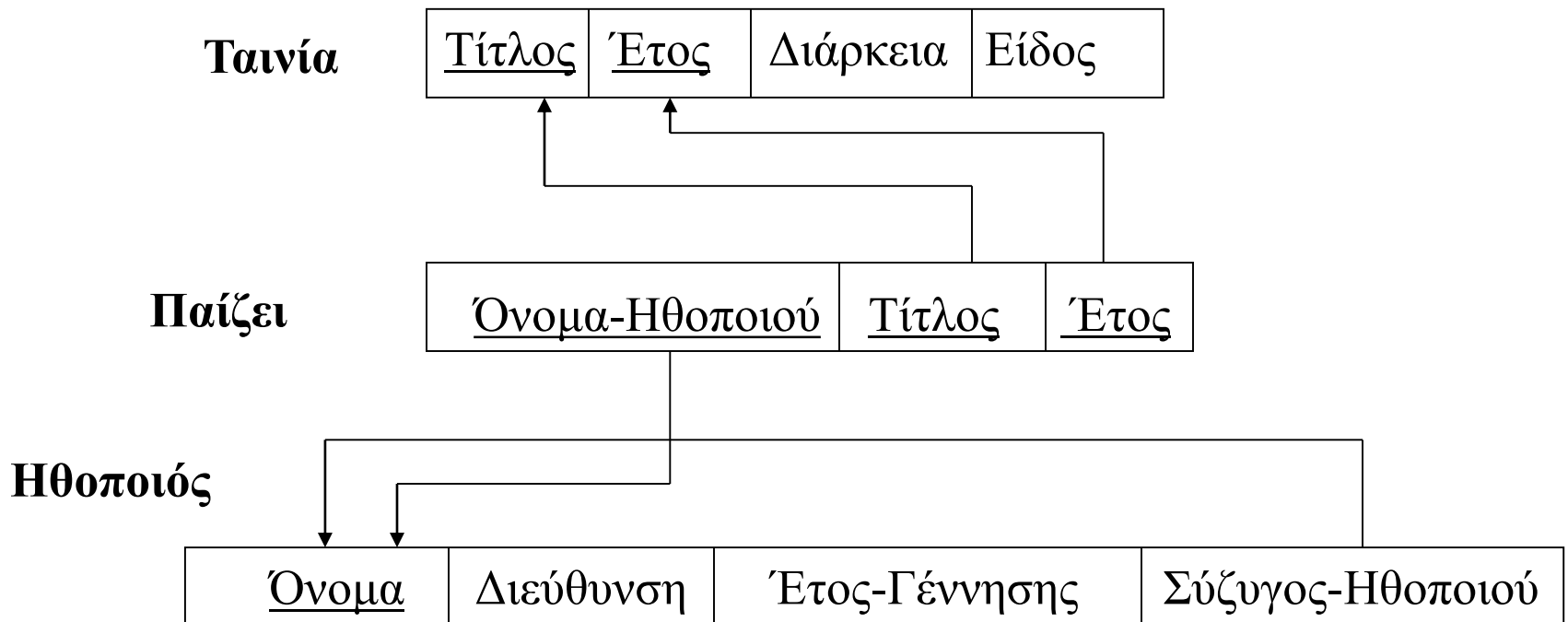


$\langle \text{τελεστής σύγκρισης} \rangle$

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

συνδυασμένες με AND, OR, NOT

# Επιλογή (σ)



# Επιλογή (σ)

## Παραδείγματα

Τίτλος	Έτος	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)

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

# Επιλογή (σ)

Τίτλος	Έτος	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

$\sigma_{\text{Διάρκεια} > 100 \text{ AND } \text{Έτος} > 1995}$  (Ταινία)

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη

$$\sigma_A > 2 \text{ AND } B < 3 \text{ (R)}$$

R	A	B	C
2	1	5	
8	3	4	
6	2	1	
4	5	2	
3	0	1	
6	5	9	
7	2	1	

Το αποτέλεσμα είναι

- A. Ένας πίνακας με 3 στήλες και 3 γραμμές
- B. Ένας πίνακας με 3 στήλες και 2 γραμμές
- C. Ένας πίνακας με 2 στήλες και 3 γραμμές
- D. Ένας πίνακας με 2 στήλες και 2 γραμμές

# Επιλογή (σ)

- Η συνθήκη επιλογής εφαρμόζεται ανεξάρτητα σε κάθε πλειάδα
  - Ο τελεστής είναι *μοναδιαίος*
  - Ο *βαθμός* της σχέσης που προκύπτει είναι ίδιος με τον βαθμό της αρχικής σχέσης
  - *Πλήθος πλειάδων* μικρότερο ή ίσο με την αρχική σχέση: ποσοστό που επιλέγονται - *επιλεκτικότητα (selectivity)*

# Επιλογή ( $\sigma$ )

## Ιδιότητες

### Αντιμεταθετική

$$\sigma_{\langle \text{συν}\theta_1 \rangle} (\sigma_{\langle \text{συν}\theta_2 \rangle} (R)) = \sigma_{\langle \text{συν}\theta_2 \rangle} (\sigma_{\langle \text{συν}\theta_1 \rangle} (R))$$

- $\sigma_{\langle \text{συν}\theta_1 \rangle} (\sigma_{\langle \text{συν}\theta_2 \rangle} (\dots \sigma_{\langle \text{συν}\theta_n \rangle} (R) \dots)) =$

$$\sigma_{\langle \text{συν}\theta_1 \rangle \text{ AND } \langle \text{συν}\theta_2 \rangle \dots \text{ AND } \langle \text{συν}\theta_n \rangle} (R)$$



# Προβολή (π)

Η πράξη της προβολής (project)

Επιλογή συγκεκριμένων στηλών (γνωρισμάτων)

$\pi_{\langle \text{λίστα γνωρισμάτων} \rangle} (\langle \text{όνομα σχέσης} \rangle)$

Το σχήμα εξόδου καθορίζεται από τη λίστα γνωρισμάτων

# Προβολή (π)

## Παραδείγματα

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος
Star Wars	1997	124	έγχρωμη
Mighty Ducks	1991	104	έγχρωμη
Wayne's World	1992	95	έγχρωμη

# Προβολή (π)

## 1. Τίτλος, χρόνος, διάρκεια των ταινιών

π Τίτλος, Έτος, Διάρκεια (Ταινία)

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια
Star Wars	1997	124
Mighty Ducks	1991	104
Wayne's World	1992	95

# Προβολή (π)

## 2. Είδος ταινιών

$\pi_{\text{Είδος}}$  (Ταινία)

$\frac{\text{Είδος}}{\text{έγχρωμη}}$

Προσοχή: απαλοιφή διπλότιμων

Γιατί;

Με βάση τον ορισμό το αποτέλεσμα είναι σχέση (δηλαδή, **σύνολο** πλειάδων)

# Προβολή ( $\pi$ )

- 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

R	A	B	C
	2	1	5
	8	3	4
	6	2	1
	4	5	2
	3	0	1
	6	5	9
	7	2	1

$\pi_C(R)$

Το αποτέλεσμα είναι

- A. Ένας πίνακας με 3 στήλες και 7 γραμμές
- B. Ένας πίνακας με 3 στήλες και 5 γραμμές
- C. Ένας πίνακας με 1 στήλη και 7 γραμμές
- D. Ένας πίνακας με 1 στήλες και 5 γραμμές

# Προβολή ( $\pi$ )

## Ιδιότητες

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

# Παράδειγμα

## **Παράδειγμα**

Διάρκειες των ταινιών που είναι μεγαλύτερες των 100 λεπτών

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

Διάρκεια

124

104



R		
A	B	C
2	1	5
8	3	4
6	2	1
4	5	2
6	0	1
7	5	9
8	2	1

# Πράξεις Συνόλων

## Πράξεις συνόλου

1. Ένωση ( $\cup$ )
2. Τομή ( $\cap$ )
3. 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.  $\forall i, \text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_i)$

# Πράξεις Συνόλων

- Σύμβαση: η σχέση που προκύπτει έχει τα ίδια ονόματα γνωρισμάτων με την πρώτη σχέση
- Απαλοιφή διπλότιμων

# Παραδείγματα

	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>R</b>	1	2
	1	4
	2	1
	6	5

$\sigma_{A > B}(R)$

$\pi_A(R)$

$R \cup S$

	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>S</b>	2	3
	2	5
	1	4

R		
A	B	C
1	2	3
4	5	6
1	8	9
3	2	6

S		
A	B	C
4	2	9
6	1	8
4	2	3

$$\pi_A(R) \cup \pi_A(S)$$

Το αποτέλεσμα είναι  
ένας πίνακας με

- A. 3 στήλες και 6 γραμμές
- B. 3 στήλες και 4 γραμμές
- C. 1 στήλη και 6 γραμμές
- D. 1 στήλη και 4 γραμμές

# Παράδειγμα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

# Παράδειγμα

## ΠΙΤΣΑ

ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
Vegetarian	μανιτάρι
Vegetarian	ελιά
Χαβάρη	ανανάς
Χαβάρη	ζαμπόν
Σπέσιαλ	ζαμπόν
Σπέσιαλ	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι
Ελληνική	ελιά

## ΣΕΡΒΙΡΕΙ

ΜΑΓΑΖΙ	ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ
Roma	Vegetarian
Roma	Σπέσιαλ
Napoli	Vegetarian
Napoli	Ελληνική
Pizza-Express	Χαβάρη
Pizza-Express	Σπέσιαλ
Pizza-Express	Ελληνική
Pizza-Place	Σπέσιαλ

## ΑΡΕΣΕΙ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ
Δημήτρης	μανιτάρι
Κώστας	ζαμπόν
Μαρία	ελιά
Κατερίνα	μανιτάρι
Μαρία	ζαμπόν
Δημήτρης	μπέικον
Μαρία	ανανάς

# Παράδειγμα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

1. *Τα συστατικά της πίτσας Σπέσιαλ*
2. *Τα συστατικά που μπορούμε να βρούμε σε πίτσες*
3. *Ποιες πίτσες (τα ονόματά τους) περιέχουνμανιτάρι*
4. *Το συστατικό που αρέσει τουλάχιστον σε ένα φοιτητή*



# Παράδειγμα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

1. Ποιες πίτσες (όνομα) έχουν ως συστατικό το μανιτάρι
2. Ποιες πίτσες (όνομα) **δεν έχουν** ως συστατικό το μανιτάρι
3. Ποιες πίτσες (όνομα) έχουν ως συστατικό μανιτάρι **ή** ζαμπόν
4. Ποιες πίτσες (όνομα) έχουν ως συστατικό μανιτάρι **και** ζαμπόν
5. Ποιες πίτσες (όνομα) έχουν ως συστατικό μανιτάρι και δεν έχουν ζαμπόν

# 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)

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

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	B	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

# Συνένωση (join)

(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

# Συνένωση

$$U \bowtie_{A < D} V$$

**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	B	C	B'	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

$$U \bowtie_{A < D \text{ AND } B \neq B'} V$$

# 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

# Επανάληψη

Σχεσιακή άλγεβρα – ένα σύνολο τελεστών που εφαρμόζονται πάνω σε σχέσεις (πίνακες) και έχουν ως αποτέλεσμα σχέσεις

επιλογή ( $\sigma$ )

προβολή ( $\pi$ )

ένωση ( $\cup$ )

διαφορά ( $-$ )

καρτεσιανό γινόμενο ( $\times$ )

συνένωση  $\bowtie$



# Παράδειγμα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

1. *Τι πίτσες (όνομα) έχουν κάποιο συστατικό που αρέσει στο φοιτητή Δημήτρη*

## Τις πίτσες που έχουν συστατικά που αρέσουν στον φοιτητή Δημήτρη

### ΠΙΤΣΑ

ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
Vegetarian	μανιτάρι
Vegetarian	ελιά
Χαβάη	ανανάς
Χαβάη	ζαμπόν
Σπέσιαλ	ζαμπόν
Σπέσιαλ	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι
Ελληνική	ελιά

### ΑΡΕΣΕΙ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ
Δημήτρης	μανιτάρι
Κώστας	ζαμπόν
Μαρία	ελιά
Κατερίνα	μανιτάρι
Μαρία	ζαμπόν
Δημήτρης	μπέικον
Μαρία	ανανάς

ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΦΟΙΤΗΤΗΣ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ
Vegetarian	μανιτάρι	Δημήτρης	μανιτάρι
Vegetarian	μανιτάρι	Δημήτρης	μπέικον
Vegetarian	ελιά	Δημήτρης	μανιτάρι
Vegetarian	ελιά	Δημήτρης	μπέικον
Χαβάη	ανανάς	Δημήτρης	μανιτάρι
Χαβάη	ανανάς	Δημήτρης	μπέικον
Χαβάη	ζαμπόν	Δημήτρης	μανιτάρι
Χαβάη	ζαμπόν	Δημήτρης	μπέικον
Σπέσιαλ	ζαμπόν	Δημήτρης	μανιτάρι
Σπέσιαλ	ζαμπόν	Δημήτρης	μπέικον
Σπέσιαλ	μπέικον	Δημήτρης	μανιτάρι
Σπέσιαλ	μπέικον	Δημήτρης	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι	Δημήτρης	μανιτάρι
Σπέσιαλ	μανιτάρι	Δημήτρης	μπέικον
Ελληνική	ελιά	Δημήτρης	μανιτάρι
Ελληνική	ελιά	Δημήτρης	μπέικον

# Παράδειγμα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

1. *Τι πίτσες (όνομα) έχουν κάποιο συστατικό που αρέσει στο φοιτητή Δημήτρη*
2. *Τα μαγαζιά (όνομα) σερβίρουν κάποια πίτσα που έχει κάποιο συστατικό που αρέσει στο Δημήτρη – η απάντηση να είναι ζεύγη της μορφής (ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ) όπου ΜΑΓΑΖΙ το όνομα του μαγαζιού και ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ το όνομα της πίτσας με το συστατικό.*

# 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

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

$$\mathbf{R} \bowtie \mathbf{S}$$

$\mathbf{B} = \mathbf{B}'$

# Φυσική Συνένωση (natural join)

Ίδιες τιμές στα γνωρίσματα με το ίδιο όνομα

Τα κοινά γνώρισμα εμφανίζονται μόνο μια φορά στο αποτέλεσμα

$$R * S$$

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

*τα κοινά γνωρίσματα εμφανίζονται μόνο μια φορά*

# 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



# Σχεσιακή Άλγεβρα

Πλήρες σύνολο πράξεων

επιλογή ( $\sigma$ )

προβολή ( $\pi$ )

ένωση ( $\cup$ )

διαφορά ( $-$ )

καρτεσιανό γινόμενο ( $\times$ )

Επίσης

τομή ( $\cap$ )

συνένωση  $\bowtie$

συνένωση ισότητας

φυσική συνένωση ( $*$ )

# Παραδείγματα

<b>R</b>	A1	B1	C1	<b>S</b>	A2	B2	C2
	4	2	1		3	1	2
1	3	6	2	6	4		
2	8	3	1	3	2		
1	2	5					

1. Τις πλειάδες της R για τις οποίες το B1 είναι μικρότερο του C1
2. Τις τιμές του A1 για τις οποίες το B1 είναι μικρότερο του 5
3. Τις πλειάδες της R για τις οποίες η τιμή του A1 είναι μεγαλύτερη από τουλάχιστον μια τιμή του A2 της S
4. Τις πλειάδες της R για τις οποίες η τιμή του A1 είναι μεγαλύτερη από όλες τις τιμές του A2 της S

# Άσκηση

MACHINE(mname, ipaddr, os)

EVENT(a-ipaddr, v-ipaddr, date)

MACHINE περιέχει πληροφορία για τη μηχανή (του attacker ή του θύματος) – όνομα, ip address, λειτουργικό σύστημα (os)

EVENT περιέχει πληροφορίες για την επίθεση – ip address attacker, ip address victim (θύματος), ημερομηνία)

1. Τι λίστα των θυμάτων (v-ipaddr) που δέχθηκαν επίθεση στις 6/11/2022
2. Τα λειτουργικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει επίθεση στο θύμα '10.10.10.2'
3. Τις μηχανές (ip address) που *και έχουν κάνει και έχουν δεχθεί* επίθεση

# Μετονομασία

όνομα σε μια ενδιαμέση σχέση

**R ←**

*Παράδειγμα*

ΜΕΓΑΛΗΣ\_ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ←  $\sigma$  Διάρκεια > 100 (Ταινία)

# Μετονομασία

- μετονομασία γνωρισμάτων

R(λίστα-με-νέα-ονόματα) ←

*Παράδειγμα*

ΜΕΓΑΛΗΣ\_ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ (όνομα -ταινίας, έτος-παραγωγής, διάρκεια, είδος) ← σ  
διάρκεια > 100 (Ταινία)

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

# Μετονομασία

τελεστής μετονομασίας (*rename operator*) συμβολίζεται με  $\rho$

για μια σχέση  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ :

η έκφραση  $\rho_{S(B_1, B_2, \dots, B_n)}(R)$

είναι ισοδύναμη του συμβολισμού

$S(B_1, B_2, \dots, B_n) \leftarrow R(A_1, A_2, \dots, A_n)$

# Ασκήσεις

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

1. Τα μαγαζιά που σερβίρουν τουλάχιστον μια πίτσα που έχειμανιτάρι
2. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν **τουλάχιστον δύο** διαφορετικά συστατικά.
3. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν **μόνο ένα** συστατικό
4. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν **περισσότερα από δύο** (δηλαδή, τουλάχιστον τρία) διαφορετικά συστατικά
5. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν **ακριβώς δύο** διαφορετικά συστατικά

## ΠΙΤΣΑ

ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
Vegetarian	μανιτάρι
Vegetarian	ελιά
Χαβάη	ανανάς
Χαβάη	ζαμπόν
Σπέσιαλ	ζαμπόν
Σπέσιαλ	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι
Ελληνική	ελιά

## ΑΡΕΣΕΙ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ
Δημήτρης	μανιτάρι
Κώστας	ζαμπόν
Μαρία	ελιά
Κατερίνα	μανιτάρι
Μαρία	ζαμπόν
Δημήτρης	μπέικον
Μαρία	ανανάς

## ΣΕΡΒΙΡΕΙ

ΜΑΓΑΖΙ	ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ
Roma	Vegetarian
Roma	Σπέσιαλ
Napoli	Vegetarian
Napoli	Ελληνική
Pizza-Express	Χαβάη
Pizza-Express	Σπέσιαλ
Pizza-Express	Ελληνική
Pizza-Place	Σπέσιαλ



## Τις πίτσες που έχουν τουλάχιστον δύο διαφορετικά συστατικά

### ΠΙΤΣΑ

ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ				
Vegetarian	μανιτάρι				
Vegetarian	ελιά	Ο1	Σ1	Ο2	Σ2
Χαβάη	ανανάς	Vegetarian	μανιτάρι	Vegetarian	μανιτάρι
Χαβάη	ζαμπόν	Vegetarian	μανιτάρι	Vegetarian	ελιά
Σπέσιαλ	ζαμπόν	Vegetarian	μανιτάρι	Χαβάη	ανανάς
Σπέσιαλ	μπέικον	Vegetarian	μανιτάρι	Χαβάη	ζαμπόν
Σπέσιαλ	μανιτάρι	Vegetarian	μανιτάρι	Σπέσιαλ	ζαμπόν
Ελληνική	ελιά	Vegetarian	μανιτάρι	Σπέσιαλ	μπέικον
		Vegetarian	μανιτάρι	Σπέσιαλ	μανιτάρι
		Vegetarian	μανιτάρι	Ελληνική	ελιά
		Vegetarian	ελιά	Vegetarian	μανιτάρι
				...	
		Ελληνική	ελιά	Vegetarian	μανιτάρι
		Ελληνική	ελιά	Vegetarian	ελιά
		Ελληνική	ελιά	Χαβάη	ανανάς
		Ελληνική	ελιά	Χαβάη	ζαμπόν
		Ελληνική	ελιά	Σπέσιαλ	ζαμπόν
		Ελληνική	ελιά	Σπέσιαλ	μπέικον
		Ελληνική	ελιά	Σπέσιαλ	μανιτάρι
		Ελληνική	ελιά	Ελληνική	ελιά

# Άσκηση

MACHINE(mname, ipaddr, os)

EVENT(a-ipaddr, v-ipaddr, date)

MACHINE περιέχει πληροφορία για τη μηχανή (του attacker ή του θύματος) – όνομα, ip address, λειτουργικό σύστημα (os)

EVENT περιέχει πληροφορίες για την επίθεση – ip address attacker, ip address victim (θύματος), ημερομηνία)

Τα θύματα (ζεύγη) που έχουν δεχθεί επίθεση τουλάχιστον μια επίθεση από τον ίδιο attacker και μια επίθεση από διαφορετικούς attackers

# Εξωτερική Συνένωση

## Outer join

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**)

$R \bowtie S$

$R \bowtie S$

R		S		R * S		
A	C	A	B	A	C	B
1	6	1	3	1	6	3
2	4	1	5	1	6	5
		3	9			

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

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

# Διαίρεση

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

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

$t \in Q(Y)$  ανν

$$\exists t_{R1} \in R, t_{R1}[Y] = t \text{ και}$$

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

- αναλογία με τη διαίρεση ακεραίων

διαίρεση ακεραίων:  $R / S$  το αποτέλεσμα  $Q$  τέτοιο ώστε:  $Q * S \leq R$

διαίρεση σχέσεων:  $R \div S$  το αποτέλεσμα  $Q$  τέτοιο ώστε ...

*Με απλά λόγια, τις υπο-πλειάδες  $Z$  της  $R$  που εμφανίζονται με όλες τις τιμές της  $S$*

# Διαίρεση

**R**

A	B
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>4</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>

**S**

B
b <sub>2</sub>
b <sub>4</sub>
<b>Q</b>
<b>A</b>
a <sub>2</sub>

$$R \div S$$

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

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

Q(Y)?

$$Y = Z - X \quad Y = \{A\}$$

$$t \in Q, \exists t_{R1} \in R, t_{R1}[Y] = t$$

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

# Διαίρεση

<b>R</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>

$$\mathbf{R} \div \mathbf{S}$$

Παράδειγμα

**S**

**A**

a<sub>1</sub>

a<sub>2</sub>

a<sub>3</sub>

# Διαίρεση

$$R \div S$$

<b>R</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>

<b>S</b>	
<b>A</b>	<b>B</b>
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>

# Διαίρεση

$$R \div S$$

παράδειγμα: βρες τις πίτσες που έχουν όλα τα συστατικά που αρέσουν στον Δημήτρη

**R (ΠΙΤΣΑ)**

**S:** Τα συστατικά που αρέσουν στον Δημήτρη

**Q:** Τα ονόματα από πίτσες που εμφανίζονται στη σχέση ΠΙΤΣΑ με όλα τα συστατικά που εμφανίζονται στο S



# Παράδειγμα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

## ΠΙΤΣΑ

ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
Vegetarian	μανιτάρι
Vegetarian	ελιά
Χαβάη	ανανάς
Χαβάη	ζαμπόν
Σπέσιαλ	ζαμπόν
Σπέσιαλ	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι
Ελληνική	ελιά

## ΣΕΡΒΙΡΕΙ

ΜΑΓΑΖΙ	ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ
Roma	Vegetarian
Roma	Σπέσιαλ
Napoli	Vegetarian
Napoli	Ελληνική
Pizza-Express	Χαβάη
Pizza-Express	Σπέσιαλ
Pizza-Express	Ελληνική
Pizza-Place	Σπέσιαλ

## ΑΡΕΣΕΙ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ
Δημήτρης	μανιτάρι
Κώστας	ζαμπόν
Μαρία	ελιά
Κατερίνα	μανιτάρι
Μαρία	ζαμπόν
Δημήτρης	μπέικον
Μαρία	ανανάς

ΠΙΤΣΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
ΟΝΟΜΑ	
Vegetarian	μανιτάρι
Vegetarian	ελιά
Χαβάη	ανανάς
Χαβάη	ζαμπόν
Σπέσιαλ	ζαμπόν
Σπέσιαλ	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι
Ελληνική	ελιά

ΟΝΟΜΑ  
Σπέσιαλ

ΑΡΕΣΕΙ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ

Δημήτρης

Κώστας

Μαρία

Κατερίνα

Μαρία

Δημήτρης

Μαρία

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ

μανιτάρι

ζαμπόν

ελιά

μανιτάρι

ζαμπόν

μπέικον

ανανάς

Δ\_ΑΡΕΣΕΙ

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ

μανιτάρι

μπέικον

S



Τις πίτσες που έχουν όλα τα συστατικά που αρέσουν στον φοιτητή Δημήτρη

ΠΙΤΣΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
Vegetarian	μανιτάρι
Vegetarian	ελιά
Χαβάρη	ανανάς
Χαβάρη	ζαμπόν
Σπέσιαλ	ζαμπόν
Σπέσιαλ	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι
Ελληνική	ελιά

$\pi_{\text{ΟΝΟΜΑ}}$ (ΠΙΤΣΑ)	S
ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
Vegetarian	μανιτάρι
Χαβάρη	μπέικον
Σπέσιαλ	
Ελληνική	

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

$\pi_{\text{ΟΝΟΜΑ}}$ (ΠΙΤΣΑ) x S	
ΟΝΟΜΑ	ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ
Vegetarian	μανιτάρι
Vegetarian	μπέικον
Χαβάρη	μανιτάρι
Χαβάρη	μπέικον
Σπέσιαλ	μανιτάρι
Σπέσιαλ	μπέικον
Ελληνική	μανιτάρι
Ελληνική	μπέικον

$$T_1 \leftarrow (\pi_{\gamma}(R) \times S) - R$$

$$\pi_{\text{ΟΝΟΜΑ}}(\text{ΠΙΤΣΑ}) - \pi_{\text{ΟΝΟΜΑ}}(T_1)$$

# Διαίρεση

Ισοδύναμη έκφραση για το  $Q(Y) \leftarrow R(Z) \div S(X)$

- Υπολογισμός των πλειάδων που δεν πρέπει να είναι στο αποτέλεσμα.

Μια πλειάδα  $\gamma$  αποκλείεται από το αποτέλεσμα αν και μόνον αν: όταν της συνάψουμε μια τιμή  $x$  από το  $S$ , η πλειάδα  $\langle \gamma, x \rangle$  δεν ανήκει στο  $R$

$$T_1 \leftarrow (\pi_\gamma(R) \times S) - R$$

$$Q \leftarrow \pi_\gamma(R) - \pi_\gamma(T_1)$$

# Άσκηση

MACHINE(mname, ipaddr, os)

EVENT(a-ipaddr, v-ipaddr, date)

MACHINE περιέχει πληροφορία για τη μηχανή (του attacker ή του θύματος) – όνομα, ip address, λειτουργικό σύστημα (os)

EVENT περιέχει πληροφορίες για την επίθεση – ip address attacker, ip address victim (θύματος), ημερομηνία)

# Άσκηση

Τι επιστρέφει η παρακάτω ερώτηση με απλά λόγια και ποιο είναι το αποτέλεσμα της στον παρακάτω πίνακα

$\pi_{a-ipaddr,v-ipaddr}(EVENT) \div \pi_{v-ipaddr}[\sigma_{a-ipaddr='9.9.9'}(EVENT)]$

EVENT	a-ipaddr	v-ipaddr	date
	9.9.9.1	10.10.10.2	2/1/2012
	9.9.9.2	10.10.10.1	2/2/2012
	9.9.9.2	10.10.10.3	2/2/2012
	9.9.9.9	10.10.10.4	2/3/2012
	9.9.9.9	10.10.10.3	2/4/2012
	9.9.9.10	10.10.10.3	2/5/2012
	9.9.9.10	10.10.10.4	2/6/2012

# Ερωτήσεις;

# Μοντέλο Ο/Σ συμβολισμοί

