

# 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 συνηθισμένες 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)

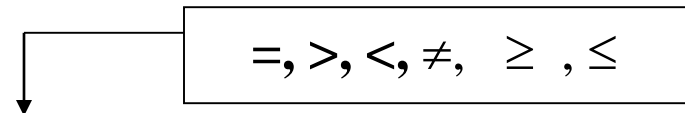
Επιλογή ενός υποσυνόλου των πλειάδων μιας σχέσης που ικανοποιεί μια συνθήκη επιλογής

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

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

προτάσεις της μορφής

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

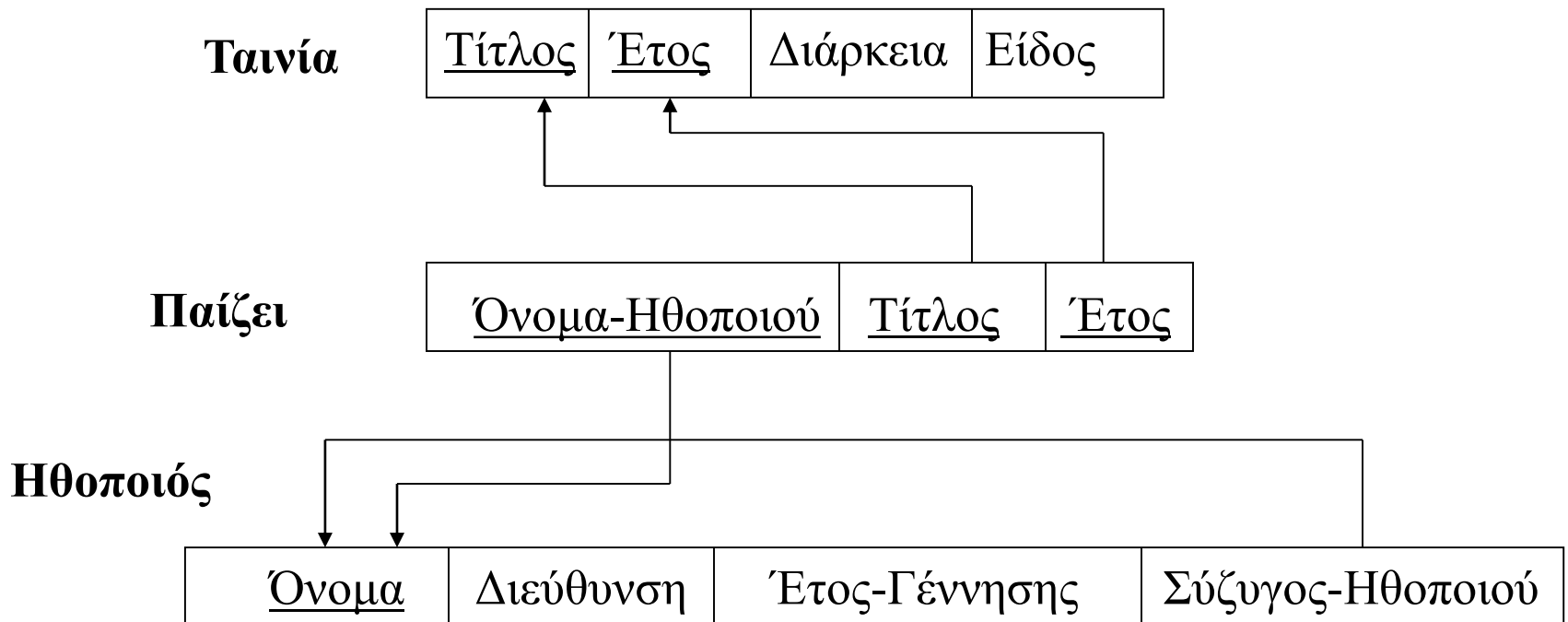


$\langle \text{τελεστής σύγκρισης} \rangle$

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

| Τίτλος       | Έτος | Διάρκεια | Είδος   |
|--------------|------|----------|---------|
| Star Wars    | 1997 | 124      | έγχρωμη |
| Mighty Ducks | 1991 | 104      | έγχρωμη |

# 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

σ Διάρκεια > 100 AND Έτος > 1995 (Ταινία)

| Τίτλος    | Έτος | Διάρκεια | Είδος   |
|-----------|------|----------|---------|
| Star Wars | 1997 | 124      | έγχρωμη |

# 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 (π)

- 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

# 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

# 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> |                     |            |            |         |         |
|          | <hr/>    |          |                     |            |            |         |         |
| <b>R</b> | 1        | 2        | $\sigma_{A > B}(R)$ |            |            |         |         |
|          | 1        | 4        |                     |            |            |         |         |
|          | 2        | 1        | $\pi_A(R)$          |            |            |         |         |
|          | 6        | 5        |                     | $R \cup S$ | $R \cap S$ | $R - S$ | $S - R$ |
|          | <b>B</b> | <b>C</b> |                     |            |            |         |         |
|          | <hr/>    |          |                     |            |            |         |         |
| <b>S</b> | 2        | 3        |                     |            |            |         |         |
|          | 2        | 5        |                     |            |            |         |         |
|          | 1        | 4        |                     |            |            |         |         |

# Παράδειγμα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ-ΠΙΤΣΑΣ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

# Παράδειγμα

## 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           |

# 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) περιέχουν μανιτάρι
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



(  $\equiv \sigma_{\langle \text{συνθήκη συνένωσης} \rangle} (R \times S)$  )

## Συνθήκη συνένωσης

Προτάσεις της μορφής

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

A rectangular box containing the following comparison operators: =, >, <, ≠, ≥, ≤. An arrow points from the top-left corner of this box to the join symbol in the diagram above.

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 |   |   | 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 | 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. Ποιες 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          |

# 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 |

**R**  $\bowtie$  **S**  
B = 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

# Μετονομασία

όνομα σε μια ενδιαμέση σχέση

**R ←**

*Παράδειγμα*

ΜΕΓΑΛΗΣ\_ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ← σ 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 έχει μανιτάρι
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

## Τις πίτσες που έχουν τουλάχιστον δύο διαφορετικά συστατικά

| ΠΙΤΣΑ      |           |            |          |            |          |
|------------|-----------|------------|----------|------------|----------|
| ΟΝΟΜΑ      | ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ |            |          |            |          |
| Vegetarian | μανιτάρι  |            |          |            |          |
| Vegetarian | ελιά      |            |          |            |          |
| Χαβάη      | ανανάς    |            |          |            |          |
| Χαβάη      | ζαμπόν    |            |          |            |          |
| Σπέσιαλ    | ζαμπόν    | O1         | Σ1       | O2         | Σ2       |
| Σπέσιαλ    | μπέικον   | Vegetarian | μανιτάρι | Vegetarian | μανιτάρι |
| Σπέσιαλ    | μανιτάρι  | Vegetarian | μανιτάρι | Vegetarian | ελιά     |
| Ελληνική   | ελιά      | Vegetarian | μανιτάρι | Χαβάη      | ανανάς   |
|            |           | Vegetarian | μανιτάρι | Χαβάη      | ζαμπόν   |
|            |           | Vegetarian | μανιτάρι | Σπέσιαλ    | ζαμπόν   |
|            |           | 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     |

# 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**)

| <b>R</b> |   | <b>S</b> |   | <b>R * S</b> |   |   |   |      |      |
|----------|---|----------|---|--------------|---|---|---|------|------|
| A        | C | A        | B | A            | C | B | A | C    | B    |
| 1        | 6 | 1        | 3 | 1            | 6 | 3 | 1 | 6    | 3    |
| 2        | 4 | 1        | 5 | 1            | 6 | 5 | 1 | 6    | 5    |
|          |   | 3        | 9 |              |   |   | 2 | 4    | null |
|          |   |          |   |              |   |   | 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

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

$$R \div S$$

S

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



B

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

**b<sub>2</sub>**

Q(Y)?

Q

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

A

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

a<sub>2</sub>

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

# Διαίρεση

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

| <b>R</b> |          |          |
|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |
| $a_1$    | $b_1$    | $c_1$    |
| $a_1$    | $b_1$    | $c_2$    |
| $a_2$    | $b_2$    | $c_2$    |
| $a_2$    | $b_1$    | $c_1$    |
| $a_2$    | $b_2$    | $c_1$    |
| $a_3$    | $b_1$    | $c_1$    |
| $a_3$    | $b_1$    | $c_2$    |

Παράδειγμα

**S**

**A**

$a_1$

$a_2$

$a_3$

# Διαίρεση

$$R \div S$$

| <b>R</b> |          |          |
|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> |
| $a_1$    | $b_1$    | $c_1$    |
| $a_1$    | $b_1$    | $c_2$    |
| $a_2$    | $b_2$    | $c_2$    |
| $a_2$    | $b_2$    | $c_3$    |
| $a_2$    | $b_2$    | $c_1$    |
| $a_3$    | $b_1$    | $c_1$    |
| $a_3$    | $b_1$    | $c_2$    |

| <b>S</b> |          |
|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>B</b> |
| $a_1$    | $b_1$    |
| $a_2$    | $b_2$    |

# 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



# 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  $R$

$$T_1 \leftarrow (\pi_Y(R) \times S) - R$$

$$Q \leftarrow \pi_Y(R) - \pi_Y(T_1)$$

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

| ΠΙΤΣΑ      | ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ |
|------------|-----------|
| ONOMA      |           |
| Vegetarian | μανιτάρι  |
| Vegetarian | ελιά      |
| Χαβάρη     | ανανάς    |
| Χαβάρη     | ζαμπόν    |
| Σπέσιαλ    | ζαμπόν    |
| Σπέσιαλ    | μπέικον   |
| Σπέσιαλ    | μανιτάρι  |
| Ελληνική   | ελιά      |

Δ\_ΑΡΕΣΕΙ  
 ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ  
 μανιτάρι  
 μπέικον

$$T_1 \leftarrow (\pi_Y(R) \times S) - R$$

| ONOMA      | ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ |
|------------|-----------|
| Vegetarian | μανιτάρι  |
| Vegetarian | μπέικον   |
| Χαβάρη     | μανιτάρι  |
| Χαβάρη     | μπέικον   |
| Σπέσιαλ    | μανιτάρι  |
| Σπέσιαλ    | μπέικον   |
| Ελληνική   | μανιτάρι  |
| Ελληνική   | μπέικον   |

# 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 4/11/2019
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

# Άσκηση

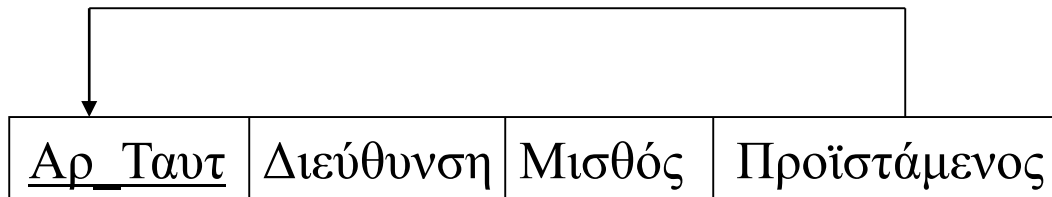
Τι επιστρέφει η παρακάτω ερώτηση με απλά λόγια και ποιο είναι το αποτέλεσμα της στον παρακάτω πίνακα

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

| 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 |

# Αναδρομική Κλειστότητα

**R**



Δεν είναι δυνατόν να βρούμε όλους τους υφισταμένους που επιτηρεί σε οποιοδήποτε επίπεδο ένας συγκεκριμένος προϊστάμενος (π.χ., Αρ\_Ταυτ = M20200)

$$\Pi_1(\text{Προϊστ1}) \leftarrow \pi_{\text{Αρ\_Ταυτ}} (\sigma_{\text{Προϊστάμενος} = \text{M20200}} (\text{R}))$$

$$\Pi_2(\text{Προϊστ2}) \leftarrow \pi_{\text{Αρ\_Ταυτ}} (\Pi_1 \triangleright \triangleleft \text{Προϊστ1} = \text{Προϊστάμενος} (\text{R}))$$

Παρόμοια, μπορώ να βρω πχ τους συμπρωταγωνιστές του George Clooney (ηθοποιούς που έπαιξαν σε τουλάχιστον μια ταινία μαζί του), τους συμπρωταγωνιστές των συμπρωταγωνιστών του κλπ άλλα μέχρι ένα βάθος

# Άσκηση

| athlete_id | country | name                | age |
|------------|---------|---------------------|-----|
| A1         | U.S.A.  | Michael Phelps      | 31  |
| A2         | U.S.A.  | Justin Gatlin       | 34  |
| A3         | U.S.A.  | Ryan Lochte         | 32  |
| A4         | Canada  | Andre De Grasse     | 21  |
| A5         | Jamaica | Usain Bolt          | 30  |
| A6         | France  | Christophe Lemaitre | 26  |
| A7         | Japan   | Masato Sakai        | 24  |
| A8         | Japan   | Naito Ehara         | 60  |
| A9         | GBR     | Duncan Scott        | 35  |
| A10        | GBR     | James Guy           | 32  |

(a) Athletes Table

| event_id | name                  |
|----------|-----------------------|
| E1       | 100m Sprint           |
| E2       | 200m Sprint           |
| E3       | 200m Butterfly        |
| E4       | 4x200 Freestyle Relay |

(b) Events Table

| event_id | athlete_id | result |
|----------|------------|--------|
| E1       | A5         | Gold   |
| E1       | A2         | Silver |
| E1       | A4         | Bronze |
| E2       | A5         | Gold   |
| E2       | A4         | Silver |
| E3       | A1         | Gold   |
| E3       | A7         | Silver |
| E3       | A9         | Bronze |
| E4       | A1         | Gold   |
| E4       | A3         | Gold   |
| E4       | A7         | Silver |
| E4       | A8         | Silver |
| E4       | A9         | Bronze |
| E4       | A10        | Bronze |

(c) Event\_Results Table: the outcome of every event



1. Έστω η παρακάτω ερώτηση

$$\sigma_{\text{age} < 25}(\text{Athletes} \bowtie \text{Event\_Results})$$

(α) Τι υπολογίζει με απλά λόγια (το  $\bowtie$  συμβολίζει φυσική συνένωση)

(β) Ποιο είναι το αποτέλεσμα της στους πίνακες της προηγούμενης σελίδας;

2. Ποιες από τις παρακάτω ερωτήσεις μας δίνουν τα ονόματα των αθλητών που πήραν τουλάχιστον ένα χρυσό μετάλλιο (το  $\bowtie$  συμβολίζει φυσική συνένωση);

$$\pi_{\text{name}}(\sigma_{\text{result}='Gold'}(\text{Athletes} \bowtie \text{Event\_Results}))$$
$$\pi_{\text{name}}(\text{Athletes} \bowtie \sigma_{\text{result}='Gold'}(\text{Event\_Results}))$$
$$\pi_{\text{name}}(\sigma_{\text{result}='Gold'}(\text{Athletes} \bowtie \pi_{\text{athlete\_id,result}}(\text{Event\_Results})))$$
$$\pi_{\text{name}}(\text{Athletes}) \bowtie \sigma_{\text{result}='Gold'}(\text{Event\_Results})$$
$$\pi_{\text{name}}(\text{Athletes}) - \pi_{\text{name}}(\text{Athletes} \bowtie \sigma_{\text{result} \neq 'Gold'}(\text{Event\_Results}))$$

# Άσκηση

ΠΡΟΤΙΜΑ(Π-ΠΟΤΗΣ, Π-ΜΠΥΡΑ)

ΣΥΧΝΑΖΕΙ(ΣΥ-ΠΟΤΗΣ, ΣΥ-ΜΑΓΑΖΙ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΣΕ-ΜΑΓΑΖΙ, ΣΕ-ΜΠΥΡΑ)

1. Τους πότες που προτιμούν τη μύρα «Guinness»
2. Τους πότες που συχνάζουν σε μαγαζιά που σερβίρουν μύρα «Guinness»
3. Τα μαγαζιά που σερβίρουν μύρα «Guinness» ή μύρα «Leffe Brune» ή και τα δύο
4. Τα μαγαζιά που σερβίρουν μύρα «Guinness» και μύρα «Leffe Brune»
5. Τα μαγαζιά που σερβίρουν μύρα «Guinness» αλλά όχι μύρα «Leffe Brune»
6. Τα μαγαζιά που σερβίρουν μόνο μύρα «Guinness»
7. Μαγαζιά που σερβίρουν τουλάχιστον δύο διαφορετικές μύρες. (μόνο ένα είδος;)
8. Μαγαζιά που σερβίρουν ακριβώς δύο διαφορετικές μύρες. (παραπάνω από δύο;)
9. Τα μαγαζιά που σερβίρουν μύρες που προτιμά ο πότης «Δημήτρης».
10. Τα μαγαζιά που σερβίρουν όλες τις μύρες που προτιμά ο «Δημήτρης».

**ΠΡΟΤΙΜΑ(Π-ΠΟΤΗΣ, Π-ΜΠΥΡΑ)**

**ΣΥΧΝΑΖΕΙ(ΣΥ-ΠΟΤΗΣ, ΣΥ-ΜΑΓΑΖΙ)**

**ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΣΕ-ΜΑΓΑΖΙ, ΣΕ-ΜΠΥΡΑ)**

**ΣΥΧΝΑΖΕΙ**

| <b>ΣΥ-ΠΟΤΗΣ</b> | <b>ΣΥ-ΜΑΓΑΖΙ</b> |
|-----------------|------------------|
| Δημήτρης        | Ζυθοπωλείο       |
| Δημήτρης        | BeeRock          |
| Κώστας          | Ζυθοπωλείο       |
| Κατερίνα        | GreenRose        |
| Κατερίνα        | Lancelot         |
| Μαρία           | BeeRock          |
| Μαρία           | Lancelot         |
| Άννα            | Ζυθοπωλείο       |

**ΠΡΟΤΙΜΑ**

**Π-ΠΟΤΗΣ**

Δημήτρης

Δημήτρης

Μαρία

Κώστας

Κώστας

Κώστας

Κατερίνα

Μαρία

Άννα

Μαρία

Δημήτρης

**Π-ΜΠΥΡΑ**

Guinness

Αμστελ

Corona

Fix

Leffe Brune

Guinness

Leffe Brune

Fix

Kaiser

Guinness

Corona

**ΣΕΡΒΙΡΕΙ**

**ΣΕ-ΜΑΓΑΖΙ**

Ζυθοπωλείο

Ζυθοπωλείο

BeeRock

BeeRock

Lancelot

GreenRose

GreenRose

GreenRose

**ΣΕ-ΜΠΥΡΑ**

Guinness

Αμστελ

Fix

GreenRose

Fix

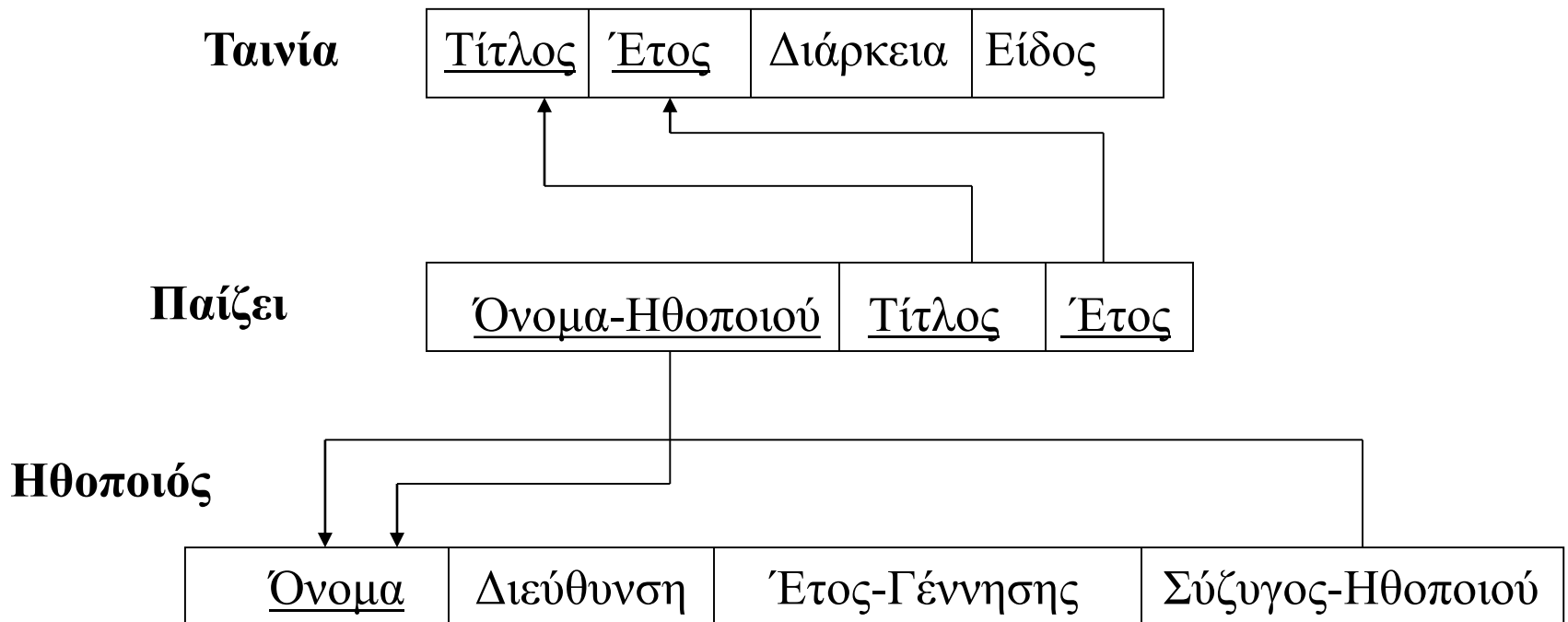
Guinness

Leffe Brune

Fix

# Ερωτήσεις;

# Παράδειγμα



# Παράδειγμα

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

Ας μετονομάσουμε τα γνωρίσματα της σχέσης Παίζει σε Παίζει-Τίτλος και Παίζει-Έτος ώστε να μπορούμε να τα διακρίνουμε από τα αντίστοιχα γνωρίσματα της σχέσης Ταινία

Παίζει1( Όνομα-Ηθοποιού, Παίζει-Τίτλος, Παίζει-Έτος) ←  
Παίζει( Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος)

# Παράδειγμα

## Ταινία

| Τίτλος   | Έτος | Διάρκεια | Είδος      |
|----------|------|----------|------------|
| Παραμύθι | 1990 | 90       | Έγχρωμη    |
| Παραμύθι | 1930 | 120      | Ασπρόμαυρη |
| Φυγή     | 2000 | 98       | Ασπρόμαυρη |
| Άνοιξη   | 1998 | 101      | Έγχρωμη    |

## Παίζει1

| Όνομα-Ηθοποιού | Παίζει-Τίτλος | Παίζει-Έτος |
|----------------|---------------|-------------|
| Αλίκη Παππά    | Παραμύθι      | 1930        |
| Μαρία Γεωργίου | Παραμύθι      | 1990        |
| Κώστας Χρήστου | Φυγή          | 2000        |
| Μαρία Στεργίου | Άνοιξη        | 1998        |

# Παράδειγμα

## Ταινία

| Ταινία.  | Ταινία. | Διάρκεια | Είδος      |
|----------|---------|----------|------------|
| Παραμύθι | 1990    | 90       | Έγχρωμη    |
| Παραμύθι | 1930    | 120      | Ασπρόμαυρη |
| Φυγή     | 2000    | 98       | Ασπρόμαυρη |
| Άνοιξη   | 1998    | 101      | Έγχρωμη    |

## Παίζει1

| Όνομα-Ηθοποιού     | Παίζει-Τίτλος | Παίζει-Έτος |
|--------------------|---------------|-------------|
| Αλίκη Παππά        | Παραμύθι      | 1930        |
| Μαρία Γεωργίου     | Παραμύθι      | 1990        |
| Κώστας Χρήστου     | Φυγή          | 2000        |
| Μαρία Στεργίου     | Άνοιξη        | 1998        |
| Κατερίνα Αποστόλου | Φυγή          | 2000        |

| Τίτλος   | Έτος | Διάρκεια | Είδος      | Όνομα-Ηθοποιού     | Παίζει-Τίτλος | Παίζει-Έτος |
|----------|------|----------|------------|--------------------|---------------|-------------|
| Παραμύθι | 1990 | 90       | Έγχρωμη    | Αλίκη Παππά        | Παραμύθι      | 1930        |
| Παραμύθι | 1990 | 90       | Έγχρωμη    | Μαρία Γεωργίου     | Παραμύθι      | 1990        |
| Παραμύθι | 1990 | 90       | Έγχρωμη    | Κώστας Χρήστου     | Φυγή          | 2000        |
| Παραμύθι | 1990 | 90       | Έγχρωμη    | Μαρία Στεργίου     | Άνοιξη        | 1998        |
| Παραμύθι | 1990 | 90       | Έγχρωμη    | Κατερίνα Αποστόλου | Φυγή          | 2000        |
| Παραμύθι | 1930 | 120      | Ασπρόμαυρη | Αλίκη Παππά        | Παραμύθι      | 1930        |
| Παραμύθι | 1990 | 120      | Ασπρόμαυρη | Μαρία Γεωργίου     | Παραμύθι      | 1990        |
| Παραμύθι | 1930 | 120      | Ασπρόμαυρη | Κώστας Χρήστου     | Φυγή          | 2000        |
| Παραμύθι | 1930 | 120      | Ασπρόμαυρη | Μαρία Στεργίου     | Άνοιξη        | 1998        |
| Παραμύθι | 1930 | 120      | Ασπρόμαυρη | Κατερίνα Αποστόλου | Φυγή          | 2000        |
| Φυγή     | 2000 | 98       | Ασπρόμαυρη | Αλίκη Παππά        | Παραμύθι      | 1930        |
| ...      |      |          |            |                    |               |             |



# Παράδειγμα

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

$\pi$  Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος ( $\sigma$  Παίζει-Τίτλος = Τίτλος AND Παίζει-Έτος = Έτος (Παίζει1 x ( $\sigma$  Είδος = "έγχρωμη" (Ταινία))))

$\pi$  Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος (Παίζει1  $\triangleright\triangleleft$  Παίζει-Τίτλος = Τίτλος AND Παίζει-Έτος = Έτος ( $\sigma$  Είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

# Παράδειγμα

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

$\pi$  Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος ( $\sigma$  Είδος = "έγχρωμη" AND Παίζει-Τίτλος = Τίτλος AND Παίζει-Έτος = Έτος (Παίζει1 x Ταινία))

ή

$\pi$  Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος ( $\sigma$  Παίζει-Τίτλος = Τίτλος AND Παίζει-Έτος = Έτος (Παίζει1 x ( $\sigma$  Είδος = "έγχρωμη" (Ταινία))))

# Παράδειγμα

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

$\pi$  Όνομα-ηθοποιού, Τίτλος, Έτος ( $\sigma$  Παίζει.τίτλος = Τίτλος AND Παίζει.έτος = Έτος (Παίζει1 x ( $\sigma$  Είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

$\pi$  Όνομα-ηθοποιού, Τίτλος, Έτος (Παίζει1  $\triangleright$   $\triangleleft$  Παίζει.τίτλος = Τίτλος AND Παίζει Έτος = Έτος ( $\sigma$  Είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

$\pi$  Όνομα-Ηθοποιού, Τίτλος, Έτος (Παίζει \* ( $\sigma$  Είδος = "έγχρωμη" (Ταινία)))

*είναι η τρίτη έκφραση πριν την προβολή ισοδύναμη των άλλων δύο;*

# Παραδείγματα

- Τις ταινίες (όλα τα γνωρίσματα) που γυρίστηκαν το 2005
- Μόνο τον τίτλο των ταινιών που γυρίστηκαν το 2005
- Τους ηθοποιούς (ονόματα) που έπαιξαν σε ταινίες που γυρίστηκαν το 2005
- Τους ηθοποιούς (ονόματα) που έπαιξαν σε ταινίες που γυρίστηκαν το 2005, αλλά δεν έπαιξαν σε καμία ταινία που γυρίστηκε το 2004
- Για κάθε ηθοποιό το όνομα του και τον τίτλο-έτος για όλες τις (έγχρωμες) ταινίες στις οποίες παίζει μαζί με τον σύζυγο του/της

# Διαίρεση (παράδειγμα)

παράδειγμα: βρες τον ηθοποιό που παίζει σε όλες (σε κάθε) ταινία που παίζει και ο George Clooney.

S: Όλες τις ταινίες που παίζει ο George Clooney

Q: Οι ηθοποιοί που (το όνομα τους) εμφανίζονται στη σχέση Παίζει (R) με υπόλοιπα γνωρίσματα να παίρνουν όλες τις τιμές του S

$S \leftarrow \pi_{\text{Τίτλος, Έτος}} (\sigma_{\text{Όνομα Ηθοποιού} = \text{George Clooney}} (\text{Παίζει}))$

$Q \leftarrow \text{Παίζει} \div S$

Χωρίς να χρησιμοποιήσω την πράξη της διαίρεσης;

# Διαίρεση (παράδειγμα)

Παράδειγμα (εφαρμογή ισοδύναμης έκφρασης): βρες τον ηθοποιό που παίζει σε όλες (σε κάθε) ταινία που παίζει και ο George Clooney.

Μια πλειάδα  $y$  αποκλείεται από το αποτέλεσμα ανν όταν τις συνάψουμε μια τιμή  $x$  από το  $S$ , η πλειάδα  $\langle y, x \rangle$  δεν ανήκει στο  $R$

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

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

$$S \leftarrow \pi_{\text{Τίτλος, Έτος}} (\sigma_{\text{Όνομα-Ηθοποιού} = \text{George Clooney}} (\text{Παίζει}))$$

$$T_1 \leftarrow (\pi_{\text{Όνομα-Ηθοποιού}} (\text{Παίζει}) \times S) - \text{Παίζει (μένουν μόνο οι ηθοποιοί που δεν παίζουν σε κάποια ταινία που παίζει ο Clooney!)}$$

$$Q \leftarrow \pi_{\text{Όνομα-Ηθοποιού}} (\text{Παίζει}) - \pi_{\text{Όνομα-Ηθοποιού}} (T_1)$$

# Παράδειγμα

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

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

**R x S**      **R**  $\bowtie_{A \geq B}$  **S**

**R**  $\bowtie_{A = B}$  **S**

# Μοντέλο Ο/Σ συμβολισμοί

