



# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ - ΤΜΗΥΠ

## ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι

---

*Β. Μεγαλοικονόμου*  
*Δ. Χριστοδουλάκης*

### **Σχεσιακό Μοντέλο ΙΙΙ**

(παρουσίαση βασισμένη εν μέρη σε σημειώσεις των Silberchatz, Korth και Sudarshan και του C. Faloutsos)



# Επισκόπηση

---

- Ιστορικά στοιχεία
- Έννοιες
- Τυπικές γλώσσες ερωτημάτων
  - Σχεσιακή άλγεβρα
  - Σχεσιακός λογισμός πλειάδων
  - Σχεσιακός λογισμός πεδίων



# Επισκόπηση –σχεσιακό μοντέλο

---

- Ιστορικά στοιχεία
- Έννοιες
- Τυπικές γλώσσες ερωτημάτων
  - Σχεσιακή άλγεβρα
  - Σχεσιακός λογισμός πλειάδων
  - Σχεσιακός λογισμός πεδίων



# Επισκόπηση- αναλυτικά

---

- Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων
  - Γιατί μας χρειάζεται;
  - Λεπτομέρειες
  - Παραδείγματα
  - Ισοδυναμία με σχεσιακή άλγεβρα
  - Περισσότερα παραδείγματα, 'ασφάλεια' εκφράσεων
- Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων + QBE

# Ασφάλεια Εκφράσεων

- ΜΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ:

~~$\{t \mid t \notin \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ}\}$~~

Τα δεδομένα εξόδου είναι μη πεπερασμένα!!

- Αντί αυτής χρησιμοποιείται

$\{t \mid \dots t \in \text{ΚΑΠΟΙΟΣ} - \text{ΠΙΝΑΚΑΣ}\}$

# Ασφάλεια Εκφράσεων

- Είναι πιθανό να γράψουμε εκφράσεις λογισμού πλειάδων που δημιουργούν μη πεπερασμένες σχέσεις, πχ. η  $\{t \mid \neg t \in r\}$  δίνει σαν αποτέλεσμα μια μη πεπερασμένη σχέση αν το πεδίο οποιουδήποτε γνωρίσματος της σχέσης  $r$  είναι μη πεπερασμένο
- Για να διασφαλίσουμε πως δεν θα προκύψει τέτοιο πρόβλημα περιορίζουμε το σύνολο των επιτρεπόμενων εκφράσεων σε **ασφαλείς** εκφράσεις
- Μια έκφραση  $\{t \mid P(t)\}$  στο σχεσιακό λογισμό πλειάδων είναι **ασφαλής** αν κάθε συστατικό του  $t$  εμφανίζεται σε μία από τις σχέσεις, πλειάδες ή τις σταθερές που εμφανίζονται στο  $P$



# Περισσότερα παραδείγματα: η Τράπεζα

Υποκατάστημα (όνομα-υποκαταστήματος, πόλη-υποκαταστήματος, μετοχές)

Πελάτης (όνομα-πελάτη, οδός-πελάτη, πόλη-πελάτη)

Λογαριασμός (αριθμός-λογαριασμού, όνομα-υποκαταστήματος, υπόλοιπο)

Δάνειο (αριθμός-δανείου, όνομα-υποκαταστήματος, ποσό)

Καταθέτης (όνομα-πελάτη, αριθμός-λογαριασμού)

Δανειζόμενος (όνομα-πελάτη, αριθμός-δανείου)

# Παράδειγμα Επερωτήσεων

- Βρες τον *αριθμό-δανείου*, το *όνομα-υποκαταστήματος* και το *ποσό* για δάνεια μεγαλύτερα από 1200 Ευρώ

$$\{t \mid t \in \text{δάνειο} \wedge t [\text{ποσό}] > 1200\}$$

- Βρες τον αριθμό δανείου για κάθε δάνειο με ποσό μεγαλύτερο από 1200 Ευρώ

$$\{t \mid \exists s \in \text{δάνειο} (t [\text{αριθμός-δανείου}] = s [\text{αριθμός-δανείου}] \wedge s [\text{ποσό}] > 1200)\}$$

Σημειώστε ότι η σχέση στο σχήμα *[αριθμός-δανείου]* ορίζεται έμμεσα από την επερώτηση



# Παράδειγμα Επερωτήσεων

- Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν πάρει δάνειο, που έχουν καταθέσεις ή και τα δύο

$$\{t \mid \exists s \in \text{δανειζόμενος}(t[\text{όνομα-πελάτη}] = s[\text{όνομα-πελάτη}]) \vee \exists u \in \text{καταθέτης}(t[\text{όνομα-πελάτη}] = u[\text{όνομα-πελάτη}])\}$$

- Βρες τα ονόματα όλων των πελάτων που έχουν πάρει δάνειο και έχουν και καταθέσεις στην τράπεζα

$$\{t \mid \exists s \in \text{δανειζόμενος}(t[\text{όνομα-πελάτη}] = s[\text{όνομα-πελάτη}]) \wedge \exists u \in \text{καταθέτης}(t[\text{όνομα-πελάτη}] = u[\text{όνομα-πελάτη}])\}$$

# Παράδειγμα Επερωτήσεων

■ Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν πάρει δάνειο από το υποκατάστημα της Πάτρας

$$\{t \mid \exists s \in \text{δανειζόμενος}(t [\text{όνομα-πελάτη}] = s[\text{όνομα-πελάτη}] \wedge \exists u \in \text{δάνειο}(u[\text{όνομα-υποκαταστήματος}] = \text{"Πάτρα"} \wedge u[\text{αριθμός-δανείου}] = s[\text{αριθμός-δανείου}]))\}$$

■ Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν πάρει δάνειο από το υποκατάστημα της Πάτρας αλλά δεν έχουν λογαριασμό σε κανένα υποκατάστημα της τράπεζας

$$\{t \mid \exists s \in \text{δανειζόμενος}(t[\text{όνομα-πελάτη}] = s[\text{όνομα-πελάτη}] \wedge \exists u \in \text{δάνειο}(u[\text{όνομα-υποκαταστήματος}] = \text{"Πάτρα"} \wedge u[\text{αριθμός-δανείου}] = s[\text{αριθμός-δανείου}])) \wedge \text{not } \exists v \in \text{καταθέτης}(v[\text{όνομα-πελάτη}] = t[\text{όνομα-πελάτη}]) \}$$

# Παράδειγμα Επερωτήσεων

- Βρες τα ονόματα και τις πόλεις διαμονής όλων των πελατών που έχουν πάρει δάνειο από το υποκατάστημα της Πάτρας

$$\{t \mid \exists s \in \text{δάνειο}(s[\text{όνομα-υποκαταστήματος}] = \text{"Πάτρα"}) \\ \wedge \exists u \in \text{δανειζόμενος}(u[\text{αριθμός-δανείου}] = s[\text{αριθμός-δανείου}] \\ \wedge t[\text{όνομα-πελάτη}] = u[\text{όνομα-πελάτη}]) \\ \wedge \exists v \in \text{πελάτης}(u[\text{όνομα-πελάτη}] = v[\text{όνομα-πελάτη}] \\ \wedge t[\text{πόλη-πελάτη}] = v[\text{πόλη-πελάτη}]))))\}$$

# Παράδειγμα Επερωτήσεων

- Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν λογαριασμό σε όλα τα υποκαταστήματα που βρίσκονται στο Βόλο:

$$\{t \mid \exists c \in \text{πελάτης} (t[\text{όνομα.πελάτη}] = c[\text{όνομα.πελάτη}] \wedge \\ \forall s \in \text{υποκατάστημα} (s[\text{πόλη-υποκαταστήματος}] = \text{"Βόλος"} \Rightarrow \\ \exists u \in \text{λογαριασμός} ( s[\text{όνομα-υποκαταστήματος}] = \\ u[\text{όνομα-υποκαταστήματος}] \\ \wedge \exists s \in \text{καταθέτης} ( t[\text{όνομα.πελάτη}] = s[\text{όνομα.πελάτη}] \\ \wedge s[\text{αριθμός-λογαριασμού}] = u[\text{αριθμός-λογαριασμού}] )) )) \}$$



# Επισκόπηση

---

- Ιστορικά στοιχεία
- Έννοιες
- Τυπικές γλώσσες ερωτημάτων
  - Σχεσιακή άλγεβρα
  - Σχεσιακός λογισμός πλειάδων
  - Σχεσιακός λογισμός πεδίων



# Επισκόπηση- αναλυτικά

---

- Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων
  - Ορισμός
  - Λεπτομέρειες
  - Παραδείγματα
  - Ισοδυναμία με σχεσιακή άλγεβρα
- Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων + QBE

# Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων

- Ερ: γιατί;
- Απ: ελαφρώς ευκολότερος από το σχεσιακό λογισμό πλειάδων αν και ισοδύναμοι –βάση για την QBE
- Βασική ιδέα: μεταβλητές πεδίου (με Προτασιακή Λογική Πρώτης Τάξης (First Order Logic)) – Π.χ.
  - βρες αρχείο ΦΟΙΤΗΤΗ με AM=123



# Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων

- βρες αρχείο ΦΟΙΤΗΤΗ με  $AM=123$

$\{ \langle AM, O, \Delta \rangle \mid \langle AM, O, \Delta \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge AM = 123 \}$



# Λεπτομέρειες

- Όπως και στο σχεσιακό λογισμό πλειάδων τα επιτρεπόμενα σύμβολα:

$\wedge, \vee, \neg, \Rightarrow$

$>, <, =, \neq, \leq, \geq,$

$(, ), \in$

- Ποσοδείκτες:  $\forall, \exists$



# Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων

- Μια μη-διαδικαστική γλώσσα ερωτήσεων ισοδύναμη με το σχεσιακό λογισμό πλειάδων
- Κάθε ερώτηση είναι μια έκφραση της μορφής:

$$\{ \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n) \}$$

- $x_1, x_2, \dots, x_n$  αναπαριστούν μεταβλητές πεδίων
- $P$  αναπαριστά έναν τύπο παρόμοιο με αυτόν του κατηγορικού λογισμού

# Παράδειγμα Επερωτήσεων

■ Βρες το *όνομα-υποκαταστήματος*, τον *αριθμό-δανείου*, και το *ποσό* για τα δάνεια που είναι πάνω από 1200 Ευρώ

$\{ \langle \text{δάνειο}, \text{υποκ}, \text{ποσό} \rangle \mid \langle \text{δάνειο}, \text{υποκ}, \text{ποσό} \rangle \in \text{δάνειο} \wedge \text{ποσό} > 1200 \}$

■ Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν πάρει δάνειο πάνω από 1200

$\{ \langle \text{πελ} \rangle \mid \exists \text{δάνειο}, \text{υποκ}, \text{ποσό} (\langle \text{πελ}, \text{δάνειο} \rangle \in \text{δανειζόμενος} \wedge \langle \text{δάνειο}, \text{υποκ}, \text{ποσό} \rangle \in \text{δάνειο} \wedge \text{ποσό} > 1200) \}$

■ Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν πάρει δάνειο από το υποκατάστημα Πάτρας και το ύψος του δανείου:

$\{ \langle \text{πελ}, \text{ποσό} \rangle \mid \exists I (\langle \text{πελ}, \text{δάνειο} \rangle \in \text{δανειζόμενος} \wedge \exists \text{υποκ} (\langle \text{δάνειο}, \text{υποκ}, \text{ποσό} \rangle \in \text{δάνειο} \wedge \text{υποκ} = \text{"Πάτρα"})) \}$

or  $\{ \langle \text{πελ}, \text{ποσό} \rangle \mid \exists I (\langle \text{πελ}, \text{δάνειο} \rangle \in \text{δανειζόμενος} \wedge \langle \text{δάνειο} \text{"Πάτρα"}, \text{ποσό} \rangle \in \text{δάνειο}) \}$

# Παράδειγμα Επερωτήσεων

- Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν πάρει δάνειο, που έχουν καταθέσεις ή και τα δύο στο υποκατάστημα Πάτρας:  
$$\{ \langle \text{πελ} \rangle \mid \exists l (\{ \langle \text{πελ}, \text{δάνειο} \rangle \in \text{δανειζόμενος} \wedge \exists \text{υποκ, ποσό} (\langle \text{δάνειο}, \text{υποκ}, \text{ποσό} \rangle \in \text{δάνειο} \wedge \text{υποκ} = \text{"Πάτρα"}) \vee \exists \text{λογ} (\langle \text{πελ}, \text{λογ} \rangle \in \text{καταθέτης} \wedge \exists \text{υποκ, όνομα} (\langle \text{λογ}, \text{υποκ}, \text{όνομα} \rangle \in \text{λογαριασμός} \wedge \text{υποκ} = \text{"Πάτρα"})) \} \}$$
- Βρες τα ονόματα όλων των πελατών που έχουν λογαριασμό σε όλα τα υποκαταστήματα του Βόλου:  
$$\{ \langle \text{πελ} \rangle \mid \exists \text{όνομα} (\langle \text{πελ}, \text{οδ}, \text{όνομα} \rangle \in \text{πελάτης}) \wedge \forall x, y, z (\langle x, y, z \rangle \in \text{υποκατάστημα} \wedge y = \text{"Βόλος"}) \Rightarrow \exists \text{λογ, υποκ} (\langle x, y, z \rangle \in \text{λογαριασμός} \wedge \langle \text{πελ}, \text{λογ} \rangle \in \text{καταθέτης}) \}$$

# Θυμηθείτε τη μικρή μας ΒΔ

| ΦΟΙΤΗΤΗΣ  |          |           |
|-----------|----------|-----------|
| <u>ΑΜ</u> | Όνομα    | Διεύθυνση |
| 123       | Σταύρου  | Αιόλου    |
| 234       | Αντωνίου | Κιλκίς    |

| ΜΑΘΗΜΑ     |       |    |
|------------|-------|----|
| <u>Κωδ</u> | Όνομα | ΔΜ |
| cis331     | ΔΒ    | 2  |
| cis321     | С     | 2  |

| ΠΑΙΡΝΕΙ   |        |        |
|-----------|--------|--------|
| <u>ΑΜ</u> | Κωδ    | βαθμός |
| 123       | cis331 | A      |
| 234       | cis331 | B      |



# Παραδείγματα

---

- Βρες όλα τα αρχεία φοιτητών

$\{ \langle \text{AM}, \text{ον}, \delta\iota \rangle \mid \langle \text{AM}, \text{ον}, \delta\iota \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \}$

Σχεσιακός λογισμός πλειάδων  $\{ t \mid t \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \}$



# Παραδείγματα

---

- (επιλογή) βρες όλα τα αρχεία φοιτητών με  $AM=123$



# Παραδείγματα

- (επιλογή) βρες όλα τα αρχεία φοιτητών με AM=123

$$\{ \langle 123, \text{ον}, \delta\iota \rangle \mid \langle 123, \text{ον}, \delta\iota \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \}$$

ή

$$\{ \langle \text{AM}, \text{ον}, \delta\iota \rangle \mid \langle \text{AM}, \text{ον}, \delta\iota \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge \text{AM} = 123 \}$$

**Σχεσιακός λογισμός πλειάδων**  $\{ t \mid t \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge t[\text{AM}] = 123 \}$



# Παραδείγματα

---

- (προβολή) βρες το όνομα του φοιτητή με AM=123

{ < *όνομα* > | < 123, *όνομα*, *διεύθυνση* ∈ ΦΟΙΤΗΤΗΣ }

# Παραδείγματα

- (προβολή) βρες το όνομα του φοιτητή με AM=123

$\{ \langle \text{όνομα} \rangle \mid \exists \delta i (\langle 123, \text{ον}, \delta i \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ}) \}$

↑ πρέπει να δεσμεύσουμε το “δι”

Σχεσιακός λογισμός πλειάδων

$\{ t \mid \exists s \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} (s[\text{AM}] = 123 \wedge t[\text{όνομα}] = s[\text{όνομα}]) \}$

# Παραδείγματα συνέχεια

- (ένωση) φέρει τα αρχεία των full-time (FT) και part-time (PT) φοιτητών

**Σχεσιακός λογισμός πλειάδων**  $\{t \mid t \in FT\_ΦΟΙΤΗΤΗΣ \vee t \in PT\_ΦΟΙΤΗΤΗΣ\}$

# Παραδείγματα συνέχεια

- (ένωση) φέρει τα αρχεία των full-time (FT) και part-time (PT) φοιτητών

$$\{ \langle AM, on, dt \rangle \mid \langle AM, on, dt \rangle \in FT\_ΦΟΙΤΗΤΗΣ \vee \langle AM, on, dt \rangle \in PT\_ΦΟΙΤΗΤΗΣ \}$$



# Παραδείγματα

---

- διαφορά: βρες τους φοιτητές που δεν είναι μέλη του προσωπικού

**Σχεσιακός λογισμός πλειάδων**

$$\{t \mid t \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge t \notin \text{ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ}\}$$



# Παραδείγματα

---

- διαφορά: βρες τους φοιτητές που δεν είναι μέλη του προσωπικού

$$\{ \langle AM, on, di \rangle \mid \langle AM, on, di \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge \langle AM, on, di \rangle \notin \text{ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ} \}$$

# Καρτεσιανό Γινόμενο

- Πχ. Dog breeding: ΑΡΣΕΝΙΚΑ x ΘΥΛΗΚΑ
- Δίνει όλα τα πιθανά ζεύγη

|              |
|--------------|
| ΑΡΣΕΝΙΚΑ     |
| <u>όνομα</u> |
| Τζακ         |
| Φλοξ         |

x  
⊗

|              |
|--------------|
| ΘΥΛΗΚΑ       |
| <u>όνομα</u> |
| Ίρμα         |
| Λίντα        |

=

|                |                |
|----------------|----------------|
| <u>Α.όνομα</u> | <u>Θ.όνομα</u> |
| Τζακ           | Λίντα          |
| Τζακ           | Ίρμα           |
| Φλοξ           | Λίντα          |
| Φλοξ           | Ίρμα           |



# Καρτεσιανό Γινόμενο

- Βρες όλα τα ζευγάρια (αρσενικά, θυληκά)  
– Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων

$$\{t \mid \exists \alpha \in \text{ΑΡΣΕΝΙΚΑ} \wedge \\ \exists \theta \in \text{ΘΥΛΗΚΑ} \\ t[\alpha - \text{όνομα}] = \alpha[\text{όνομα}] \wedge \\ t[\theta - \text{όνομα}] = \theta[\text{όνομα}]\}$$

# Καρτεσιανό Γινόμενο

- Βρες όλα τα ζευγάρια (αρσενικά, θυληκά) – Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων:

$$\{ \langle \text{αρσ}, \text{θυλ} \rangle \mid \langle \text{αρσ} \rangle \in \text{ΑΡΣΕΝΙΚΑ} \wedge \langle \text{θυλ} \rangle \in \text{ΘΥΛΗΚΑ} \}$$



# Απόδειξη ισοδυναμίας

---

- Σχεσιακή άλγεβρα  $\leftrightarrow$  σχεσιακός λογισμός πεδίων  $\leftrightarrow$  σχεσιακός λογισμός πλειάδων



# Επισκόπηση -αναλυτικά

---

- Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων
  - Γιατί
  - Λεπτομέρειες
  - Παραδείγματα
  - Ισοδυναμία με σχεσιακή άλγεβρα
  - **Περισσότερα παραδείγματα, ασφαλείς εκφράσεις**



# Περισσότερα παραδείγματα

---

- Συνένωση: βρες τους φοιτητές του μαθήματος cis351

# Θυμηθείτε τη μικρή μας ΒΔ

| ΦΟΙΤΗΤΗΣ  |          |           |
|-----------|----------|-----------|
| <u>ΑΜ</u> | Όνομα    | Διεύθυνση |
| 123       | Σταύρου  | Αιόλου    |
| 234       | Αντωνίου | Κιλκίς    |

| ΜΑΘΗΜΑ     |       |    |
|------------|-------|----|
| <u>Κωδ</u> | Όνομα | ΔΜ |
| cis331     | ΔΒ    | 2  |
| cis321     | С     | 2  |



| ΠΑΙΡΝΕΙ   |        |        |
|-----------|--------|--------|
| <u>ΑΜ</u> | Κωδ    | βαθμός |
| 123       | cis331 | A      |
| 234       | cis331 | B      |

# Περισσότερα παραδείγματα

- Συνένωση: βρες τους φοιτητές του μαθήματος cis351 – σε σχεσιακό λογισμό πλειάδων

$$\{t \mid \exists s \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \\ \wedge \exists e \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ} ( s[\text{ΑΜ}] = e[\text{ΑΜ}] \wedge \\ t[\text{όνομα}] = s[\text{όνομα}] \wedge \\ e[\text{κωδ}] = \text{cis351}) \}$$

# Περισσότερα παραδείγματα

- Συνένωση: βρες τους φοιτητές του μαθήματος *cis351* – σε σχεσιακό λογισμό πεδίων

$$\{ \langle \text{όνομα} \rangle \mid \exists AM \exists \delta i \exists \beta \alpha \theta \mu (\langle AM, \delta i \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge \exists \langle AM, \text{cis351}, \beta \alpha \theta \mu \rangle \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ}) \}$$



# Προεπισκόπηση στην QBE:

$\{ \langle \text{όνομα} \rangle \mid \exists \text{AM} \exists \text{δι} \exists \text{βαθμ} (\langle \text{AM}, \text{ον}, \text{δι} \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge \exists \langle \text{AM}, \text{cis351}, \text{βαθμ} \rangle \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ}) \}$

| ΦΟΙΤΗΤΗΣ  |       |           |
|-----------|-------|-----------|
| <u>AM</u> | όνομα | διεύθυνση |
| _x        | P.    |           |
|           |       |           |

| ΠΑΙΡΝΕΙ   |            |        |
|-----------|------------|--------|
| <u>AM</u> | <u>κωδ</u> | βαθμός |
| _x        | cis351     |        |
|           |            |        |

# Προεπισκόπηση στην QBE:

- Φιλική προς τον χρήστη
- Στηρίζεται πολύ στο σχεσιακό λογισμό πεδίων
- Αρκετά παρόμοια με τη διεπαφή της MS Access

| ΦΟΙΤΗΤΗΣ  |       |           |
|-----------|-------|-----------|
| <u>AM</u> | όνομα | διεύθυνση |
| _x        | P.    |           |
|           |       |           |

| ΠΑΙΡΝΕΙ   |            |        |
|-----------|------------|--------|
| <u>AM</u> | <u>κωδ</u> | βαθμός |
| _x        | cis351     |        |
|           |            |        |

# Περισσότερα παραδείγματα

- Τριπλή συνένωση: βρες τα ονόματα των φοιτητών που έχουν πάρει μάθημα με 2 ΔΜ- σε σχεσιακό λογισμό πλειάδων:

$\{t \mid \exists s \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge \exists e \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ}$

$\exists c \in \text{ΜΑΘΗΜΑ} ( s[\text{ΑΜ}] = e[\text{ΑΜ}] \wedge$

$e[\text{κωδ}] = c[\text{κωδ}] \wedge$

$t[\text{όνομα}] = s[\text{όνομα}] \wedge$

$c[\text{ΔΜ}] = 2) \}$

συνένωση

προβολή

επιλογή

# Θυμηθείτε τη μικρή μας ΒΔ

**\_x** **.P**

| ΦΟΙΤΗΤΗΣ  |          |           |
|-----------|----------|-----------|
| <u>ΑΜ</u> | Όνομα    | Διεύθυνση |
| 123       | Σταύρου  | Αιόλου    |
| 234       | Αντωνίου | Κιλκίς    |

**\_y** **2**

| ΜΑΘΗΜΑ     |       |    |
|------------|-------|----|
| <u>Κωδ</u> | Όνομα | ΔΜ |
| cis331     | ΔΒ    | 2  |
| cis321     | C     | 2  |

**ΠΑΙΡΝΕΙ**

| ΑΜ  | Κωδ    | βαθμός |
|-----|--------|--------|
| 123 | cis331 | A      |
| 234 | cis331 | B      |

**\_x**

**\_y**

# Περισσότερα παραδείγματα

- Τριπλή συνένωση: βρες τα ονόματα των φοιτητών που έχουν πάρει μάθημα με 2 ΔΜ

{< *όνομα* > | .....

< *ΑΜ, ον, δι* > ∈ ΦΟΙΤΗΤΗΣ ∧

< *ΑΜ, κωδ.μαθ, βαθμ* > ∈ ΠΑΙΡΝΕΙ ∧

< *κωδ – μαθ, ον.μαθ, 2* > ∈ ΜΑΘΗΜΑ}

# Περισσότερα παραδείγματα

- Τριπλή συνένωση: βρες τα ονόματα των φοιτητών που έχουν πάρει μάθημα με 2 ΔΜ

$\{ \langle \text{όνομα} \rangle \mid \exists \text{AM}, \text{δι}, \text{κωδ} - \text{μαθ}, \text{βαθμ}, \text{ον.μαθ} ($   
 $\langle \text{AM}, \text{όν}, \text{δι} \rangle \in \text{ΦΟΙΤΗΤΗΣ} \wedge$   
 $\langle \text{AM}, \text{κωδ.μαθ}, \text{βαθμ} \rangle \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ} \wedge$   
 $\langle \text{κωδ.μαθ}, \text{ον.μαθ}, 2 \rangle \in \text{ΜΑΘΗΜΑ}$   
 $\}) \}$

# Ακόμα Περισσότερα Παραδείγματα

- self -joins: βρες τους παππούδες του Θωμά

| ΓΠ          |       |
|-------------|-------|
| <u>Γ-id</u> | π-id  |
| Μαρία       | Θωμάς |
| Πέτρος      | Μαρία |
| Γιάννης     | Θωμάς |

| ΓΠ          |       |
|-------------|-------|
| <u>Γ-id</u> | π-id  |
| Μαρία       | Θωμάς |
| Πέτρος      | Μαρία |
| Γιάννης     | Θωμάς |

# Ακόμα Περισσότερα Παραδείγματα

- self -joins: βρες τους παππούδες του Θωμά

$$\{t \mid \exists p \in \Gamma\Pi \wedge \exists q \in \Gamma\Pi$$
$$( p[\pi - id] = q[\gamma - id] \wedge$$
$$p[\gamma - id] = t[\gamma - id] \wedge$$
$$q[\pi - id] = \text{"Θωμάς"}) \}$$



# Ακόμα Περισσότερα Παραδείγματα

- **self -joins:** βρες τους παππούδες του Θωμά

$$\{t \mid \exists p \in \Gamma\Pi \wedge \exists q \in \Gamma\Pi \\ ( p[\pi - id] = q[\gamma - id] \wedge \\ p[\gamma - id] = t[\gamma - id] \wedge \\ q[\pi - id] = " \Theta\omega\mu\acute{\alpha}\varsigma ") \}$$

$$\{ \langle \pi\alpha\pi \rangle \mid \exists \gamma (\langle \pi\alpha\pi, \gamma \rangle \in \Gamma\Pi \wedge \\ \langle \gamma, " \Theta\omega\mu\acute{\alpha}\varsigma " \rangle \in \Gamma\Pi) \}$$

# Ακόμα Περισσότερα Παραδείγματα

- self -joins: βρες τους παππούδες του Θωμά

$$\{ \langle \text{παπ} \rangle \mid \exists \gamma (\langle \text{παπ}, \gamma \rangle \in \Gamma \Pi \wedge \langle \gamma, \text{"Θωμάς"} \rangle \in \Gamma \Pi) \}$$

# Δύσκολα Παραδείγματα: ΔΙΑΙΡΕΣΗ

- Βρες τους προμηθευτές που παρείχαν **όλα** τα μέρη της AT\_BOMBAΣ

| ΠΡΟΗΜΘΕΙΑ          |               |
|--------------------|---------------|
| <u>προμηθευτής</u> | <u>προϊόν</u> |
| s1                 | p1            |
| s2                 | p1            |
| s1                 | p2            |
| s3                 | p1            |
| s5                 | p3            |

÷

| AT-BOMBA      |
|---------------|
| <u>προϊόν</u> |
| p1            |
| p2            |
|               |

=

| ΥΠ_ΠΡΟΜ          |
|------------------|
| <u>προμηθευτ</u> |
| s1               |

# Δύσκολα Παραδείγματα: ΔΙΑΙΡΕΣΗ

- Βρες τους προμηθευτές που παρείχαν **όλα** τα μέρη της AT\_BOMBAΣ

$$\{t \mid \forall p(p \in AT - BOMBA \Rightarrow (\exists s \in \text{ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ}(\begin{aligned} &t[s \#] = s[s \#] \wedge \\ &s[p \#] = p[p \#])))\}) \end{aligned}$$

# Δύσκολα Παραδείγματα: ΔΙΑΙΡΕΣΗ

- Βρες τους προμηθευτές που παρείχαν **όλα** τα μέρη της AT\_BOMBAΣ

$\{t \mid \forall p(p \in AT - BOMA \Rightarrow ($

$\exists s \in \text{ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ}($

$t[s \#] = s[s \#] \wedge$

$s[p \#] = p[p \#]))))\}$

$\{ \langle \text{προμ} \rangle \mid \forall \text{πρ}(\langle \text{πρ} \rangle \in AT - BOMBA \Rightarrow$

$\langle \text{προμ}, \text{πρ} \rangle \in \text{ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ})\}$

# Περισσότερα για τη διαίρεση

- Βρες τους φοιτητές (AM) που πήραν όλα τα μαθήματα που πήρε ο φοιτητής με AM = 123 (και ίσως περισσότερα)

$$\{o \mid \forall t((t \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ} \wedge t[\text{AM}] = 123) \Rightarrow \\ \exists t1 \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ}( \\ t1[\text{κωδ}] = t[\text{κωδ}] \wedge \\ t1[\text{AM}] = o[\text{AM}]) \\ )\}$$

# Περισσότερα για τη διαίρεση

- Βρες τους φοιτητές (AM) που πήραν όλα τα μαθήματα που πήρε ο φοιτητής με AM = 123 (και ίσως περισσότερα)

$\{ \langle AM \rangle \mid \forall \text{κωδ.μαθ} (\exists g(\langle 123, \text{κωδ}, \text{μαθ}, \text{βαθμ} \rangle \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ}) \Rightarrow \exists g'(\langle AM, \text{κωδ.μαθ}, \text{βαθμ}' \rangle \in \text{ΠΑΙΡΝΕΙ})) \}$

# Ασφάλεια Εκφράσεων

- Παρόμοια με το σχεσιακό λογισμό πλειάδων
- ΜΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ:

$\{ \langle AM, on, \delta t \rangle | \langle AM, on, \delta t \rangle \notin \Phi O I T H T H S \}$



# Ασφάλεια Εκφράσεων

$$\{ \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \mid P(x_1, x_2, \dots, x_n) \}$$

Είναι ασφαλής αν ισχύουν όλα τα ακόλουθα:

1. Όλες οι τιμές στις πλειάδες της έκφρασης είναι μεταβλητές από το  $dom\ a(P)$  (δηλ.οι τιμές εμφανίζονται είτε στο  $P$  ή σε μια πλειάδα μιας σχέσης που αναφέρεται στο  $P$ )
2. Για κάθε "there exists" τύπο της μορφής  $\exists x (P_1(x))$ , ο τύπος αξιολογείται σε true αν και μόνο αν υπάρχει μια τιμή  $x$  στο  $dom(P_1)$  τέτοια ώστε το  $P_1(x)$  να αξιολογείται σε true.
3. Για κάθε "for all" τύπο της μορφής  $\forall x (P_1(x))$ , ο τύπος αξιολογείται σε true αν και μόνο αν το  $P_1(x)$  αξιολογείται σε true για όλες τις τιμές του  $x$  από το  $dom(P_1)$ .



# Επισκόπηση -αναλυτικά

---

- **Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων + QBE**
  - Ορισμός
  - Λεπτομέρειες
  - Ισοδυναμία με σχεσιακή άλγεβρα