



# Σχεσιακός Λογισμός



## Σχεσιακό Μοντέλο

- Τυπικές Γλώσσες Ερωτήσεων
  - Σχεσιακή Άλγεβρα
  - Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων
  - Σχεσιακός Λογισμός Πεδίου



Γιατί σχεσιακό λογισμό;

- αδυναμία σχεσιακή άλγεβρας: περιγράφει τον τρόπο (τα βήματα) για να πάρουμε την απάντηση σε μια ερώτηση - δηλαδή, το **πως** παρέχει ένα σύνολο από πράξεις
  - μία ερώτηση στη σχεσιακή άλγεβρα είναι μια ακολουθία από πράξεις που προσδιορίζει ρητά τη σειρά εκτέλεσης των πράξεων και καθορίζει μια στρατηγική αποτίμησης
- στόχος: περιγραφή του **τι** θέλουμε (βάση για QBE)



Στη **σχεσιακή άλγεβρα** έχουμε μια ακολουθία πράξεων (procedural) ενώ στον **σχεσιακό λογισμό** έχουμε **δηλωτικές εκφράσεις** (declarative μη διαδικαστικός τρόπος)

Δύο προσαρμογές (με βάση το από που παίρνουν τιμές οι μεταβλητές):

- σχεσιακός λογισμός πλειάδων
- σχεσιακός λογισμός πεδίου



- **Ισοδυναμία = ίδια εκφραστική δύναμη**

όποια ανάκτηση μπορεί να προσδιοριστεί σε σχεσιακή άλγεβρα μπορεί και σε σχεσιακό λογισμό και αντιστρόφως

*σχεσιακά πλήρης γλώσσα*



# Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων

• Ο **σχεσιακός λογισμός πλειάδων** βασίζεται στον προσδιορισμό ενός πλήθους τιμών πλειάδων:

«Δώσε μου τις πλειάδες που ικανοποιούν μια συνθήκη»

Η ερώτηση δίνει τη *συνθήκη ως μια λογική έκφραση* (στη συνέχεια, θα δούμε τη σύνταξη της)

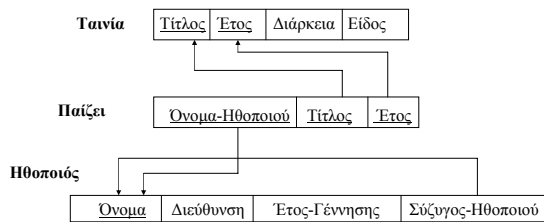
• Κάθε μεταβλητή έχει πεδίο τιμών μια συγκεκριμένη σχέση μιας βδ

$\{t \mid \text{COND}(t)\}$  (όπου  $t$  μεταβλητή πλειάδων)

$t$  είναι μια μεταβλητή πλειάδων (σχέση) και  $\text{COND}(t)$  είναι ένας τύπος (formula) που περιγράφει την  $t$

**Αποτέλεσμα** είναι το σύνολο όλων των πλειάδων  $t$  για τις οποίες η συνθήκη  $\text{COND}(t)$  είναι TRUE

π.χ.,  $\{t \mid \text{Ηθοποιός}(t)\}$



•  $\{t \mid \text{COND}(t)\}$  (όπου  $t$  μεταβλητή πλειάδων)

πχ. οι ταινίες με διάρκεια πάνω από 100 λεπτά  
 σχέση τιμών  $\{t \mid \text{Ταινία}(t) \text{ and } t.\text{Διάρκεια} > 100\}$  *επιλογή*

μόνο ο τίτλος και το έτος *προβολή*  
 $\{t.\text{Τίτλος}, t.\text{Έτος} \mid \text{Ταινία}(t) \text{ and } t.\text{Διάρκεια} > 100\}$

Σημείωση  
 $t.\text{Διάρκεια}$  το γράφουμε  
 $\{t.\text{Διάρκεια}\}$

**Ποια σχέση**  
 $\{t.\text{Τίτλος}, t.\text{Έτος} \mid \text{Ταινία}(t) \text{ and } t.\text{Διάρκεια} > 100\}$

**ποια γνωρίσματα (project)**

**Ποια συνθήκη**

- Για κάθε μεταβλητή πλειάδων  $t$ , τη σχέση τιμών  $R(t)$
- Μια συνθήκη για την επιλογή ενός συγκεκριμένου συνδυασμού πλειάδων (η συνθήκη αποτιμάται για κάθε πιθανό συνδυασμό πλειάδων)
- Τα ζητούμενα γνωρίσματα που θα ανακτηθούν

Σημείωση: μια μεταβλητή πλειάδων  $t$  παίρνει τιμές από όλες τις δυνατές τιμές του κόσμου μας, αν  $R(t)$ , τότε true αν  $t$  ανήκει στην  $R$

### Τυπικός Ορισμός

$\{t_1.A_1, t_2.A_2, \dots, t_n.A_n \mid \text{COND}(t_1, t_2, \dots, t_n, t_{n+1}, t_{n+2}, \dots, t_{n+m})\}$

$t_1, t_2, \dots, t_{n+m}$  : μεταβλητές πλειάδων

$A_1, A_2, \dots, A_n$  : γνωρίσματα

$\text{COND}$  μια συνθήκη ή τύπος του σχεσιακού λογισμού πλειάδων

Τυπικός Ορισμός (συνέχεια)

Ένας **τύπος (formula)** του σχεσιακού λογισμού πλειάδων αποτελείται από άτομα

**Άτομα** του σχεσιακού λογισμού πλειάδων:

- $R(t_i)$ : R όνομα σχέσης,  $t_i$  μεταβλητή πλειάδων, προσδιορίζει ότι το πεδίο τιμών της πλειάδας είναι η σχέση R
- $t_i.A \text{ opt } t_j.B$
- $t_i.A \text{ opt } c$  ή  $c \text{ opt } t_i.A$

opt : = < > ≠ ≤ ≥  
c : σταθερά  
A, B : γνωρίσματα

Τυπικός Ορισμός (συνέχεια)

Κάθε άτομο *αποτιμάται* σε true ή false (τιμή αληθείας) του ατόμου

Κάθε **τύπος** κατασκευάζεται από ένα ή περισσότερα άτομα

- Κάθε άτομο είναι ένας τύπος
- (F1 and F2)
- (F1 or F2)
- not(F1)

Τυπικός Ορισμός (συνέχεια)

Επίσης:

- $(\exists t) (\Phi)$
- $(\forall t) (\Phi)$

**Ελεύθερη και δεσμευμένη μεταβλητή**

Με απλά λόγια, δεσμευμένη αν ποσοδεικτείται

Οι μόνες ελεύθερες μεταβλητές πλειάδων του σχεσιακού λογισμού θα πρέπει να είναι αυτές που εμφανίζονται στα αριστερά του |

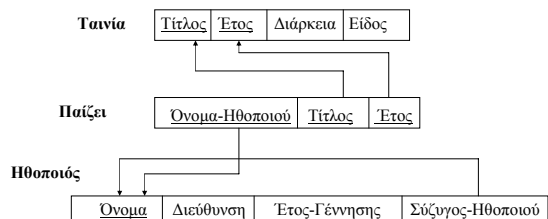
Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων

- Υπενθύμιση:
  - DeMorgan  $P1 \text{ and } P2 \equiv \text{not} (\text{not}(P1) \text{ or } \text{not}(P2))$
  - Implication:  $P1 \Rightarrow P2 \equiv \text{not}(P1) \text{ or } P2$
  - Διπλή άρνηση:

$$(\forall t) P(t) = \text{not} (\exists t) (\text{not } P(t))$$

"every human is mortal : no human is immortal"

Παράδειγμα



Παράδειγμα

*Παράδειγμα (επιλογή, προβολή): Τα ονόματα ηθοποιών που γεννήθηκαν μετά το 1980*

{t.Όνομα |  
Ηθοποιός(t) and t.Έτος-Γέννησης > 1980}

### Παράδειγμα

Παράδειγμα (συνένωση): Το όνομα και η διεύθυνση όλων των ηθοποιών που έπαιξαν στη ταινία «Νύφες» του 2004

{t.Όνομα, t.διεύθυνση |  
Ηθοποιός(t) and  
( $\exists d$ ) ( Παιζει(d) and d.Τίτλος = 'Νύφες' and d.Έτος = 2004 and  
d.Όνομα-Ηθοποιού = t.Όνομα))}

Συνθήκη συνένωσης

### Παράδειγμα

Παράδειγμα (συνένωση): Το όνομα και η διεύθυνση όλων των ηθοποιών που έπαιξαν στη ταινία «Νύφες» του 2004

{d.Όνομα-Ηθοποιού, t.διεύθυνση |  
Ηθοποιός(t) and Παιζει(d) and d.Τίτλος = 'Νύφες' and d.Έτος = 2004  
and d.Όνομα-Ηθοποιού = t.Όνομα}

Διο διαφορετικές (ελεύθερες) μεταβλητές πλειάδων

Η συνθήκη αποτιμάται για κάθε συνδυασμό πλειάδων που ανατίθεται στο d και t.

Προτιμότες εκφράσεις με μια μεταβλητή στα αριστερά του |

### Παράδειγμα

Παράδειγμα (διαφορά): Τα ονόματα ηθοποιών που δεν έπαιξαν στην ταινία American Beauty του 1999

{t.Όνομα |  
Ηθοποιός(t) and (not ( $\exists d$ ) ( Παιζει(d) and  
d.Τίτλος = 'American Beauty' and d.Έτος = 1999 and  
d.Όνομα-Ηθοποιού = t.Όνομα))}

Χρήση του  $\forall$ ;

### Παράδειγμα

Παράδειγμα (διαφορά): Τα ονόματα ηθοποιών που δεν έπαιξαν στην ταινία American Beauty του 1999

Χρήση του  $\forall$

Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, πρέπει να είναι true για όλες τις δυνατές πλειάδες

{t.Όνομα |  
Ηθοποιός(t) and ( $\forall d$ ) ( not(Παιζει(d)) or  
(d.Όνομα-Ηθοποιού  $\neq$  t.Όνομα or  
d.Τίτλος  $\neq$  'American Beauty' and d.Έτος  $\neq$  1999))}

( $\forall t$ ) P(t) = not ( $\exists t$ ) (not P(t))  
( $\exists t$ ) (P(t)) = not ( $\forall t$ ) (not P(t))

### Ασφαλείς Εκφράσεις

#### Ασφαλείς Εκφράσεις

Πρέπει να αποτιμάται σε πεπερασμένο αριθμό πλειάδων

Παράδειγμα μη ασφαλούς: {t | not(Ηθοποιός(t))}

Πεδίο ορισμού μιας έκφρασης P: σύνολο τιμών που αναφέρονται στο P, δηλαδή οι τιμές που εμφανίζονται άμεσα στο P (ως σταθερές) και οι τιμές πλειάδων σχέσεων που εμφανίζονται στο P

Ασφαλής: τιμές στο αποτέλεσμα από το πεδίο ορισμού

### Παράδειγμα

Για κάθε ηθοποιό το όνομα και τον τίτλο-έτος για όλες τις ταινίες στις οποίες παίζει μαζί με τον σύζυγο του/της

## Σχεσιακός Λογισμός Πεδίου

### Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων

Διαφορά από το σχεσιακό λογισμό πλειάδων: οι μεταβλητές είναι απλές τιμές του πεδίου ορισμού των γνωρισμάτων

$$\{x_1, x_2, \dots, x_n \mid \text{COND}(x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m})\}$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$ : μεταβλητές πεδίου τιμών που παίρνουν τιμές από πεδία ορισμού γνωρισμάτων

COND μια συνθήκη ή τύπος του σχεσιακού λογισμού πεδίων

### Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων

**Άτομα** του σχεσιακού λογισμού πεδίου

•  $R(x_1, x_2, \dots, x_n)$ : R όνομα σχέσης n-οστού βαθμού

Για συντομία  $\{x_1, x_2, \dots, x_n \mid R(x_1, x_2, \dots, x_n)\}$   
αντί του  $\{x_1, x_2, \dots, x_n \mid R(x_1, x_2, \dots, x_n)\}$

•  $x_i \text{ opt } x_j$

•  $x_i \text{ opt } c$  ή  $c \text{ opt } x_i$

### Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων

Κάθε **τύπος** κατασκευάζεται από ένα ή περισσότερα άτομα

### Σχεσιακός Λογισμός Πεδίου

*Παράδειγμα: Το όνομα και η διεύθυνση όλων των ηθοποιών που έπαιξαν στη ταινία «Νύφες» του 2004*

{t.Όνομα, t.Διεύθυνση |  
Ηθοποιός(t) and

πλειάδων

(( $\exists d$ ) ( Παιζει(d) and d.Τίτλος = 'Νύφες' and d.Έτος = 2004 and  
d.Όνομα-Ηθοποιού = t.Όνομα))}

{o, d | Ηθοποιός(odes) and

πεδίου

(( $\exists q$ ) ( $\exists r$ ) ( $\exists s$ ) ( Ταινία(qrs) and r = 'Νύφες' and s = 2004 and  
q = o))}

### Ανακεφαλαίωση

Είδαμε διάφορες τυπικές γλώσσες ερωτήσεων για το σχεσιακό μοντέλο

**Τυπικές γλώσσες**

Σχεσιακή Άλγεβρα

Σχεσιακό Λογισμό (πλειάδων και πεδίου)

Στα επόμενα μαθήματα

SQL (Πλήρης γλώσσα: ορισμό δεδομένων, ενημερώσεις και ερωτήσεις)

QBE