

Σχεσιακός Λογισμός

Εισαγωγή

Τυπικές Γλώσσες Ερωτήσεων

Σχεσιακή Άλγεβρα

Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων

Σχεσιακός Λογισμός Πεδίου

Θα δούμε μόνο το σχεσιακό
λογισμό *πλειάδων*

Εισαγωγή

- σχεσιακή άλγεβρα: περιγράφει τον τρόπο (τα βήματα) για να πάρουμε την απάντηση σε μια ερώτηση - δηλαδή, το **πώς**

- **procedural (διαδικαστική)**

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

- σχεσιακός λογισμός: περιγραφή του **τι** θέλουμε

- **declarative (μη διαδικαστική)**

(βάση για QBE)

Σχεσιακός Λογισμός

Ο σχεσιακός λογισμός (πλειάδων/πεδίου) βασίζεται στον προσδιορισμό ενός πλήθους τιμών πλειάδων (γνωρισμάτων):

«Δώσε μου τις πλειάδες που ικανοποιούν μια συνθήκη»

- Κάθε πλειάδα έχει πεδίο τιμών μια συγκεκριμένη σχέση μιας βδ
- Η συνθήκη διατυπώνεται ως μια λογική έκφραση

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

- σχεσιακός λογισμός πλειάδων (**tuple relational calculus**)
- σχεσιακός λογισμός πεδίου (ορισμάτων) (**domain relational calculus**)

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Παίζει(Όνομα, Τίτλος, Έτος)

Ηθοποιός(Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού)

Γενική Μορφή Ερώτησης

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

t είναι μια μεταβλητή πλειάδων 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 $\text{COND}(t)$ αποτιμάται ως TRUE

π.χ., $\{t \mid \text{Hθοποιός}(t)\}$

Στις διαφάνειες, θα χρησιμοποιηθεί ο συμβολισμός του βιβλίου των Elmasri-Navathe

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Παίζει(Όνομα, Τίτλος, Έτος)

Ηθοποιός(Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού)

Ποια σχέση

t.Διάρκεια το γράφουμε και
t[Διάρκεια]

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

Ποια γνωρίσματα (ΠΡΟΒΟΛΗ)

Ποια συνθήκη

- Τα ζητούμενα **γνωρίσματα** που θα ανακτηθούν
- Για κάθε μεταβλητή πλειάδων t , τη **σχέση** – πεδίο τιμών - $R(t)$ (ή $t \in R$, δηλαδή, συμβολισμός: $\text{Ταινία}(t)$ ή $t \in \text{Ταινία}$)
- Μια **συνθήκη** για την επιλογή ενός συγκεκριμένου συνδυασμού πλειάδων (η συνθήκη αποτιμάται για κάθε πιθανό συνδυασμό πλειάδων)

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

Τυπικός Ορισμός Ερώτησης

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

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

$A_1, A_2, \dots, A_n$: γνωρίσματα

COND μια συνθήκη ή **τύπος** του σχεσιακού λογισμού πλειάδων

Τυπικός Ορισμός (συνέχεια)

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

Άτομα (atoms – atomic formulas) 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 (ή $t_i \in R$)

- $t_i.A \text{ opt } t_j.B$

- $t_i.A \text{ opt } c \quad \text{ή} \quad c \text{ opt } t_i.A$

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, ποσοδείκτες:

- $(\exists \tau) (\Phi)$

- $(\forall \tau) (\Phi)$

Ελεύθερη (free) και δεσμευμένη (bound) μεταβλητή

Ένας ποσοδείκτης δεσμεύει (binds) μια μεταβλητή

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

- *Υποσύνολο της κατηγορηματικής λογικής πρώτου βαθμού*

Λίγη Θεωρία

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

“every human is mortal: no human is immortal”

Παράδειγμα

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Παίζει(Όνομα, Τίτλος, Έτος)

Ηθοποιός(Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού)

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

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

Παράδειγμα

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Παίζει(Όνομα, Τίτλος, Έτος)

Ηθοποιός(Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού)

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

{t.Όνομα, t.Διεύθυνση |

Ηθοποιός(t) and

(($\exists$ d) (Παίζει(d) and d.Τίτλος = 'Νύφες' and d.Έτος = 2004 and

d. Όνομα-Ηθοποιού = t. Όνομα)))

Συνθήκη συνένωσης

Παράδειγμα

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Παίζει(Όνομα, Τίτλος, Έτος)

Ηθοποιός(Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού)

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

{d.Όνομα-Ηθοποιού, t.διεύθυνση |

Ηθοποιός(t) and Παίζει(d) and d.Τίτλος = 'Νύφες' and d.Έτος = 2004 and d.Όνομα-Ηθοποιού = t. Όνομα}

Δυο διαφορετικές (ελεύθερες) μεταβλητές πλειάδων

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

Προτιμήστε εκφράσεις με μια μεταβλητή στα αριστερά του |

Παράδειγμα

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Παίζει(Όνομα, Τίτλος, Έτος)

Ηθοποιός(Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού)

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

{t.Όνομα |

Ηθοποιός(t) and (not (($\exists$ d) (Παίζει(d) and

d.Τίτλος = 'American Beauty' and d.Έτος = 1999 and

d.Όνομα-Ηθοποιού = t. Όνομα)))}

Χρήση του $\forall$;

Παράδειγμα

Ταινία (Τίτλος, Έτος, Διάρκεια, Είδος)

Παίζει(Όνομα, Τίτλος, Έτος)

Ηθοποιός(Όνομα, Διεύθυνση, Έτος-Γέννησης, Σύζυγος-Ηθοποιού)

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(Παίζει(d)) or

(d.Τίτλος $\neq$ 'American Beauty') or (d.Έτος $\neq$ 1999) or

d.Όνομα-Ηθοποιού $\neq$ t. Όνομα))))

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

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

Ασφαλείς Εκφράσεις

Πρέπει να αποτιμάται σε πεπερασμένο αριθμό πλειάδων

Παράδειγμα **μη ασφαλούς (unsafe)** : $\{t \mid \text{not}(\text{Ηθοποιός}(t))\}$

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

Παραδείγματα

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)

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 8/11/2021
2. Τα λειτουργικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει επίθεση στο θύμα '10.10.10.2'
3. Τις μηχανές (ipaddr) που *και* έχουν κάνει *και* έχουν δεχθεί επίθεση
4. Τις μηχανές (ipaddr) που έχουν κάνει *ή* έχουν δεχθεί επίθεση

MACHINE(mname, ipaddr, os)

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

Η παρακάτω ερώτηση σε σχεσιακό λογισμό

$\pi_{a-ipaddr, v-ipaddr}(EVENT) \div \pi_{v-ipaddr}[\sigma_{a-ipaddr='9.9.9.9'}(EVENT)]$

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

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

Διατυπώστε τα παρακάτω σε σχεσιακό λογισμό

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

Παραδείγματα

ΠΙΤΣΑ(ΟΝΟΜΑ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΑΡΕΣΕΙ(ΦΟΙΤΗΤΗΣ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΟΝΟΜΑ-ΠΙΤΣΑΣ)

Διατυπώστε τα παρακάτω σε σχεσιακό λογισμό

1. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν τουλάχιστον δύο διαφορετικά συστατικά.
2. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν ένα τουλάχιστον συστατικό που να αρέσει στο Δημήτρη
3. Τις πίτσες που έχουν μόνο ένα συστατικό
4. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν ακριβώς δύο διαφορετικά συστατικά
5. Τις πίτσες (όνομα) που έχουν παραπάνω από δύο διαφορετικά συστατικά
6. Τις πίτσες που έχουν όλα τα συστατικά που αρέσουν στον Δημήτρη

Ερωτήσεις;

Παραδείγματα

ΠΡΟΤΙΜΑ(ΠΟΤΗΣ, ΜΠΥΡΑ)

ΣΥΧΝΑΖΕΙ(ΠΟΤΗΣ, ΜΑΓΑΖΙ)

ΣΕΡΒΙΡΕΙ(ΜΑΓΑΖΙ, ΜΠΥΡΑ)

1. Τους πότες που συχνάζουν σε μαγαζιά που σερβίρουν μύρα «Guinness»
2. Τα μαγαζιά που σερβίρουν μύρα «Guinness» ή μύρα «Leffe Brune» ή και τα δύο
3. Τα μαγαζιά που σερβίρουν μύρα «Guinness» **και** μύρα «Leffe Brune»
4. Τα μαγαζιά που σερβίρουν **μόνο** μύρα «Guinness»
5. **Μαγαζιά που σερβίρουν τουλάχιστον δύο διαφορετικές μύρες. (μόνο μία;)**
6. Μαγαζιά που σερβίρουν **ακριβώς δύο** διαφορετικές μύρες.
7. **Τα μαγαζιά που σερβίρουν μύρες που προτιμά ο πότης Δημήτρης.**
8. Τα μαγαζιά που σερβίρουν όλες τις μύρες που προτιμά ο Δημήτρης.