Εισαγωγή στις Βάσεις Δεδομένων

Επεξεργασία δεδομένων στο σχεσιακό μοντέλο

Γλώσσες διαχείρισης δεδομένων

- Εξαιτίας της θεωρητικής του βάσης (θεωρία συνόλων) το σχεσιακό μοντέλο ‘κληρονομεί’ δυνατότητες που επιτρέπουν επεξεργασία δεδομένων
- Κατά καιρούς μελετήθηκαν διάφορα συστήματα, μεταξύ αυτών
  - Η Σχεσιακή Άλγεβρα (διαδικαστική γλώσσα)
  - Ο λογισμός πλειάδων (μεταβλητές διατρέχουν πλειάδες)
  - Ο λογισμός πεδίου τιμών (μεταβλητές διατρέχουν πεδία τιμών)
- Στις παραπάνω γλώσσες βασίστηκαν τα πρότυπα της SQL και άλλων γλωσσών που εμφανίσθηκαν κατά καιρούς

Σχεσιακή άλγεβρα

- Διαδικαστική γλώσσα
- Η κεντρική ιδέα είναι
  - Μια λογική παράσταση (έκφραση) δέχεται σαν δεδομένα σχέσεις και παράγει σαν αποτέλεσμα μια σχέση
    - ✓ f : R1 x R2 x …x Rn → R
- Στη αρχική διατύπωση του σχεσιακού μοντέλου ορίστηκαν δύο κατηγορίες υψηλού επιπέδου τελεστών
  - Βασικοί σχεσιακοί τελεστές
  - Ειδικοί σχεσιακοί τελεστές

Βασικοί σχεσιακοί τελεστές

- Βασικοί τελεστές
  - Ένωση (union)
  - Τομή (intersection)
  - Διαφορά (difference)
  - Καρτεσιανό Γινόμενο (Cartesian product)

Τελεστής Σχεσιακής Άλγεβρας	Σύμβολο
Selection	σ
Projection	Π
Cartesian Product	x
Join	⋈
Union	∪
Intersection	∩
Difference	–
Logical AND	∧
Logical OR	∨
Logical NOT	~
Renaming	ρ

Εδικοί σχεσιακοί τελεστές

- Ειδικοί σχεσιακοί τελεστές
  - Select – επιλογή
  - Project – προβολή
  - Cartesian product
  - Join – σύνδεση
  - Natural join – φυσική σύνδεση
  - Divide (quotient)
  - Semi-join

Τελεστής Σχεσιακής Άλγεβρας	Σύμβολο
Selection	σ
Projection	Π
Cartesian Product	x
Join	⋈
Union	∪
Intersection	∩
Difference	–
Logical AND	∧
Logical OR	∨
Logical NOT	~
Renaming	ρ

Η ένωση ($\cup$)

- Η ένωση (union) δύο ή παραπάνω σχέσεων κτίζει μια νέα σχέση η οποία αποτελείται από όλες τις διαφορετικές πλειάδες των καθορισμένων σχέσεων
- Η σχέση που προκύπτει έχει τα ίδια ονόματα με την πρώτη σχέση
- Απαλοιφή διπλότιμων

Παράδειγμα

- Ας θεωρήσουμε δύο σχέσεις r, s

A	B
α	1
α	2
β	1

r

A	B
α	2
β	3

s

διπλότιμα

- Ο τελεστής r $\cup$ s παράγει τη σχέση

A	B
α	1
α	2
β	1
β	3

Ορισμός ένωσης

- Συμβολισμός: $r \cup s$
- Ορίζεται ως εξής:

$$r \cup s = \{t \mid t \in r \vee t \in s\}$$

- Περιορισμοί ακεραιότητας της ένωση $r \cup s$
  - *r, s* πρέπει να είναι του ίδιου βαθμού (να έχουν τον ίδιο αριθμό γνωρισμάτων)
  - Τα πεδία ορισμού των γνωρισμάτων να είναι συμβατά (δηλ. η i στήλη της *r* έχει το ίδιο πεδίο ορισμού με την i στήλη της *s*)

Παραδείγματα μη επιτρεπτής ένωσης

- Ποιο από τα παρακάτω είναι έγκυρο;

$r \cup s$

A	B
α	1
α	2
β	1

A	B
α	2
β	3

$r \cup s$

A
α
α
β

A	B
α	2
β	3

Πίνακες διαφορετικού βαθμού

$r \cup s$

A
α
α
β

A	B
1	α

Διαφορετικά πεδία τιμών

Τομή (∩)

- Δημιουργεί μια σχέση που αποτελείται από όλες τις πλειάδες που εμφανίζονται και στις δυο σχέσεις

A	B
α	1
α	2
β	1

r

κοινά

A	B
α	2
β	3

s

- Ο τελεστής r ∩ s παράγει τη σχέση

A	B
α	2

Ορισμός τομής

- Συμβολισμός $r \cap s$
- Ορισμός:

$$r \cap s = \{t \mid t \in r \wedge t \in s\}$$

- Η τομή προϋποθέτει συμβατές σχέσεις
  - *r* και *s* πρέπει να είναι του ιδίου βαθμού
  - Πεδία ορισμού γνωρισμάτων της r και της s πρέπει να είναι συμβατά

Διαφορά (set difference)

- Δημιουργεί μια σχέση που αποτελείται από όλες τις πλειάδες που εμφανίζονται στην πρώτη και όχι στην δεύτερη από δυο ορισμένες σχέσεις

r

A	*B*
α	1
α	2
β	1

s

A	*B*
α	2
β	3

- Η έκφραση **`r – s`** παράγει τη σχέση

A	*B*
α	1
β	1

Ορισμός διαφοράς

- Συμβολισμός $r - s$
- Ορισμός:

$$r - s = \{t \mid t \in r \wedge t \notin s\}$$

- Διαφορά προϋποθέτει συμβατές σχέσεις
  - *r* και *s* πρέπει να είναι του ιδίου βαθμού
  - Πεδία ορισμού γνωρισμάτων της r και της s πρέπει να είναι συμβατά

Καρτεσιανό Γινόμενο (Χ)

- Δημιουργεί μια σχέση από δυο ορισμένες σχέσεις που αποτελείται από όλους τους δυνατούς συνδυασμούς πλειάδων, μια από κάθε σχέση
  - **t ∈ R × S** εάν
    - ✓ Τα πρώτα **K1** στοιχεία του **t** αποτελούν μια πλειάδα στο **R**
    - ✓ Τα υπόλοιπα **K2** στοιχεία του **t** αποτελούν μια πλειάδα στο **S**
      - ***K1*** *είναι ο βαθμός της σχέσης* ***R***
      - ***K2*** *είναι ο βαθμός της σχέσης* ***S***

Καρτεσιανό Γινόμενο - Παράδειγμα

- Έστω οι σχέσεις **r** και **s**

r

A	*B*
α	1
β	2

s

A
α
δ

- Η έκφραση **r** × **s** παράγει τη σχέση

A	*B*	*A*
α	1	α
α	1	δ
β	2	α
β	2	δ

ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ

Παραδείγματα

- Σας δίδονται οι παρακάτω σχέσεις **r** και **s**

r

A	*B*
1	*2*
3	*4*

s

B	*C*	*D*
2	*5*	*6*
4	*7*	*8*
9	*10*	*11*

- Υπολογίστε το καρτεσιανό γινόμενο **r×s**

Απάντηση

r

A	B
1	2
3	4

s

B	C	D
2	5	6
4	7	8
9	10	11

r×s

A	r.B	s.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

Ειδικοί σχεσιακοί τελεστές

- Είναι οι εξής:
  - Selection
  - Projection
  - Natural join
  - Divide (quotient)
  - Join
  - Semi-join
- Δεν προσφέρουν περισσότερη εκφραστική δύναμη απλά διευκολύνουν και απλοποιούν τις ερωτήσεις σε μια βάση δεδομένων
- Παράγονται από τους βασικούς τελεστές

Selection

- Επιλέγει συγκεκριμένες πλειάδες από μια σχέση βάσει συνθήκης. Με άλλα λόγια περιορίζει τη σχέση σε αυτές τις πλειάδες που ικανοποιούν μια συνθήκη φ
  - $t \in \sigma_{\varphi}(R)$ εάν $t \in R$ και $F(t)$
  - Όπου F είναι μια λογική παράσταση αποτελούμενη από
    - ✓Τελεστές, σταθερές, ονόματα στηλών, σειρά όρου
    - ✓Αριθμητικοί τελεστές συγκρίσεως = < > ≤ ≥
    - ✓Λογικοί τελεστές ¬ ν ∧

Παράδειγμα επιλογής

- Ας θεωρήσουμε το παρακάτω στιγμιότυπο της σχέσης *r*

A	*B*	*C*	*D*
α	α	1	7
α	β	5	7
β	β	12	3
β	β	23	10

- Υπολογίστε την έκφραση $\sigma_{A=B \wedge D > 5}(r)$

A	*B*	*C*	*D*
α	α	1	7
β	β	23	10

Ορισμός επιλογής

- Συμβολισμός: $\sigma_p(r)$
- *p* ονομάζεται τελεστής επιλογής και ορίζεται ως εξής $\sigma_p(\boldsymbol{r}) = \{t \mid t \in r \wedge p(t)\}$
- Όπου *p* είναι μια φόρμουλα προτασιακού λογισμού αποτελούμενη από όρους (terms) που συνδέονται με τα συνδετικά: $\wedge$ (και), $\vee$ (ή), $\neg$ (άρνηση)
- Κάθε όρος είναι της μορφής:

  <γνώρισμα> *op* <γνώρισμα> ή <σταθερά> και *op* είναι ένα από τα =, ≠, >, ≥, <, ≤
- Παράδειγμα Example of selection:

  $\sigma_{branch\text{-}name=\text{“}Perryridge\text{”}}(account)$

Προβολή

- Ας θεωρήσουμε το παρακάτω στιγμιότυπο της σχέσης *r*

A	B	C
α	10	1
α	20	1
β	30	1
β	40	2

- Η έκφραση $\Pi_{A,C}(r)$ παράγει σχέση

A	C
α	1
α	1
β	1
β	2

=

A	C
α	1
β	1
β	2

Ορισμός προβολής

- Συμβολισμός: $\Pi_{A1, A2, \ldots, Ak}(r)$
  όπου A_1, A_2 είναι γνωρίσματα και r είναι το όνομα του τύπου σχέσης
- Το αποτέλεσμα ορίζεται ως μια σχέση αποτελούμενη από k στήλες που προκύπτουν αφού διαγραφούν οι στήλες που δεν ονοματίζονται
- Όμοιες πλειάδες διαγράφονται

Σύνδεση

- Έστω οι σχέσεις **r** και **s**

r

A	*B*
α	1
β	2

s

K
α
δ

- Τι παράγει η πράξη **r** $\bowtie_{s.K = \delta}$ **s**

$(r \times s)$ →

A	*B*	*K*
α	1	α
α	1	δ
β	2	α
β	2	δ

$\sigma_{s.K=\delta}(r \times s)$ →

A	*B*	*K*
~~α~~	~~1~~	~~α~~
α	1	δ
~~β~~	~~2~~	~~α~~
β	2	δ

Φυσική σύνδεση

- Έστω οι σχέσεις **r** και **s**

r

A	*B*
α	*1*
β	*2*

s

A
α
δ

- Τι παράγει η πράξη **r** ⋈ **s**

A	*B*
α	*1*

✓ Η πράξη προϋποθέτει κοινά γνωρίσματα

Φυσική σύνδεση - Παράδειγμα

- Ας θεωρήσουμε δύο σχέσεις r και s

r

A	B	C	D
α	1	α	a
β	2	γ	a
γ	4	β	b
α	1	γ	a
δ	2	β	b

s

B	D	E
1	a	α
3	a	β
1	a	γ
2	b	δ
3	b	ϵ

- Τι παράγει η πράξη r ⋈ s

A	B	C	D	E
α	1	α	a	α
α	1	α	a	γ
α	1	γ	a	α
α	1	γ	a	γ
δ	2	β	b	δ

Φυσική σύνδεση - Natural Join

- Συμβολισμός: r ⋈ s
- Ας θεωρήσουμε δύο σχέσεις *r* και *s* με σχήματα *R* και *S* αντίστοιχα. Τότε, r ⋈ s είναι μια σχέση με σχήμα $R \cup S$ που παράγεται ως εξής:
  - Για κάθε ζευγάρι πλειάδων t_r της *r* and t_s της *s*
  - Εάν t_r και t_s έχουν την ίδια τιμή για κάθε γνώρισμα της $R \cap S$, προσθέτουμε μια πλειάδα *t* στο αποτέλεσμα, όπου
    - ✓ *t* έχει την ίδια με το t_r της *r*
    - ✓ *t* έχει την ίδια με το t_s της *s*

Φυσική σύνδεση - Παράδειγμα

- Ας θεωρήσουμε:

  $R = (A, B, C, D)$

  $S = (E, B, D)$

  - Σχήμα αποτελέσματος = (A, B, C, D, E)
  - $r \bowtie s$ ορίζεται ως εξής:

    $$\Pi_{r.A,\ r.B,\ r.C,\ r.D,\ s.E}\ (\sigma_{r.B=s.B \wedge r.D=s.D}\ (r \times s))$$

Διαίρεση

- Συμβολισμός r ÷ s
- Ή χρήση του τελεστή ενδείκνυται για ερωτήσεις (queries) που περιλαμβάνουν τη φράση «για κάθε ένα» ή «για όλα»
- Ας θεωρήσουμε *r* και *s* δύο σχέσεις με σχήματα R και S αντίστοιχα όπου
  - $R = (A_1, \ldots, A_m, B_1, \ldots, B_n)$
  - $S = (B_1, \ldots, B_n)$
- Το αποτέλεσμα του τελεστή r ÷ s είναι μια νέα σχέση με σχήμα $R - S = (A_1, \ldots, A_m)$

$$r \div s = \{ t \mid t \in \Pi_{R-S}(r) \wedge \forall u \in s (tu \in r) \}$$

Διαίρεση - Παράδειγμα

- Ας θεωρήσουμε τις σχέσεις r και s

r

A	B
α	1
α	2
α	3
β	1
γ	1
δ	1
δ	3
δ	4
$\in$	6
$\in$	1
β	2

s

B
1
2

- Τότε $r \div s$ παράγει τη σχέση

A
α
β

Διαίρεση - Παράδειγμα

- Ας θεωρήσουμε τις σχέσεις r και s

r

A	*B*	*C*	*D*	*E*
α	a	α	a	*1*
α	a	γ	a	*1*
α	a	γ	b	*1*
β	a	γ	a	*1*
β	a	γ	b	*3*
γ	a	γ	a	*1*
γ	a	γ	b	*1*
γ	a	β	b	*1*

s

D	*E*
a	*1*
b	*1*

- Τότε *r* ÷ *s* παράγει τη σχέση

A	*B*	*C*
α	a	γ
γ	a	γ

Ασκήσεις στη σχεσιακή άλγεβρα

Παραδείγματα

- Ας θεωρήσουμε τις σχέσεις

Ταινία

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος
Παραμύθι	1990	90	Έγχρωμη
Παραμύθι	1930	120	Ασπρόμαυρη

Παίζει

Όνομα-Ηθοποιού	Τίτλος	Έτος
Αλίκη Παππά	Παραμύθι	1930
Μαρία Γεωργίου	Παραμύθι	1990

- Υπολογίστε το τίτλο και τη διάρκεια όλων των ταινιών

Μέθοδος εργασίας

Ταινία

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος
Παραμύθι	1990	90	Έγχρωμη
Παραμύθι	1930	120	Ασπρόμαυρη

Παίζει

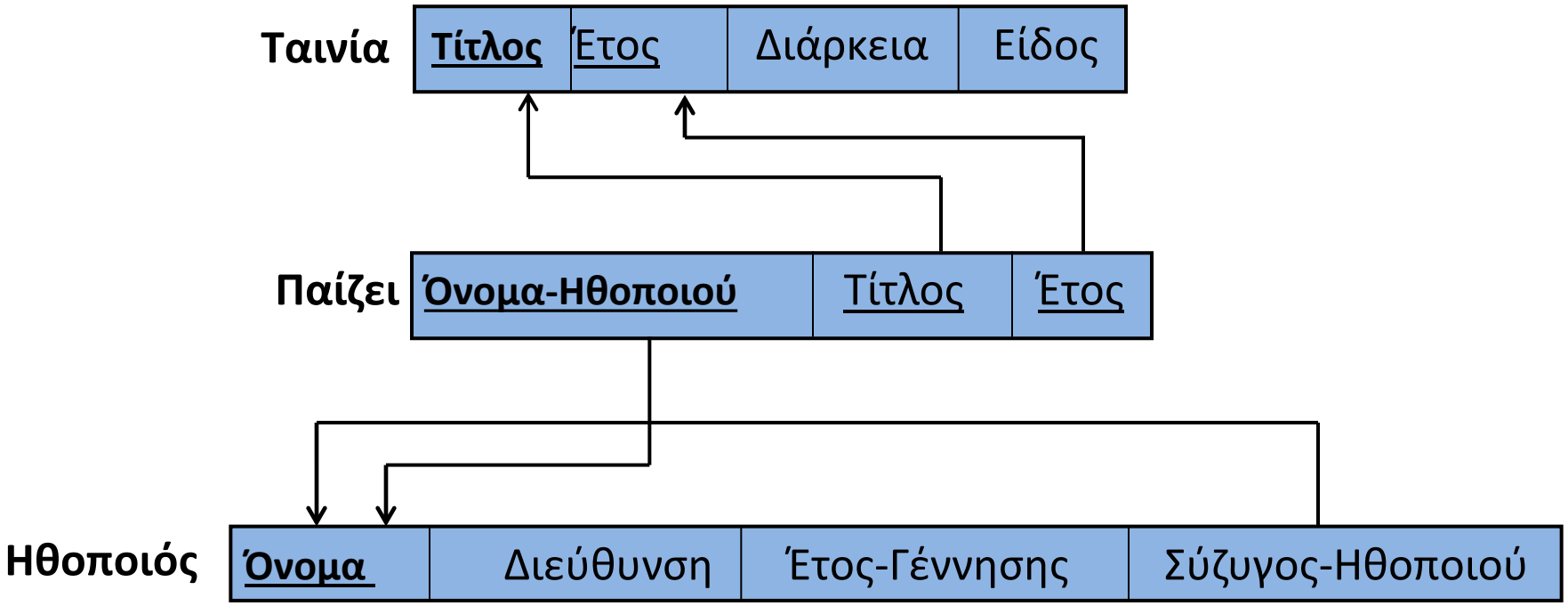
Όνομα-Ηθοποιού	Τίτλος	Έτος
Αλίκη Παππά	Παραμύθι	1930
Μαρία Γεωργίου	Παραμύθι	1990

- Παρατηρήσεις
  - Όλα τα ζητούμενα πεδία ανήκουν στον ίδιο πίνακα
  - Δεν υπάρχει κριτήριο επιλογής

$$\pi_{\text{τίτλος, διάρκεια}}(\text{Ταινία})$$

Παράδειγμα σύνθετης έκφρασης

- Να υπολογιστεί για κάθε ηθοποιό το όνομα, ο τίτλος και το έτος για όλες τις έγχρωμες ταινίες στις οποίες παίζει



Απάντηση

- Απαιτείται συνένωση

Προβολή *Επιλογή* *Καρτεσιανό γινόμενο*

π όνομα, τίτλος, έτος (**σ** είδος = “έγχρωμη” AND

Παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND

Παίζει.έτος = Ταινία.έτος

(**Παίζει x Ταινία**))

Γίνεται με φυσική σύνδεση;

$\pi_{\text{όνομα, τίτλος, έτος}}$ (σ $_{\text{είδος = “έγχρωμη” AND}}$

Παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND

Παίζει.έτος = Ταινία.έτος

(Παίζει x Ταινία))

$\pi_{\text{όνομα, τίτλος, έτος}}$ (σ $_{\text{είδος = “έγχρωμη”}}$ (Ταινία r ▷◁ Παίζει))

Γίνεται με φυσική σύνδεση (συν.);

- Αν έχουμε τα παρακάτω δεδομένα, να υπολογίσετε για κάθε ηθοποιό το όνομα, τον τίτλο και το έτος για όλες τις έγχρωμες ταινίες στις οποίες παίζει

Ταινία

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος
Παραμύθι	1990	90	Έγχρωμη
Παραμύθι	1930	120	Ασπρόμαυρη

Παίζει

Όνομα-Ηθοποιού	Τίτλος	Έτος
Αλίκη Παππά	Παραμύθι	1930
Μαρία Γεωργίου	Παραμύθι	1990

Εκτέλεση με φυσική σύνδεση

- Υπάρχει κοινό γνώρισμα

Ταινία

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος
Παραμύθι	1990	90	Έγχρωμη
Παραμύθι	1930	120	Ασπρόμαυρη

Παίζει

Όνομα-Ηθοποιού	Τίτλος	Έτος
Αλίκη Παππά	Παραμύθι	1930
Μαρία Γεωργίου	Παραμύθι	1990

Ταινία r $\bowtie$ **Παίζει**

Τίτλος	Έτος	Διάρκεια	Είδος	Όνομα-Ηθοποιού
Παραμύθι	1990	90	Έγχρωμη	Μαρία Γεωργίου
Παραμύθι	1930	120	Ασπρόμαυρη	Αλίκη Παππά

Ισοδυναμία

- Το ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα θα πάρετε αν εκτελέσετε την δήλωση

$\pi_{\text{όνομα, τίτλος, έτος}} (\sigma_{\text{είδος = “έγχρωμη” AND}}$

Παίζει.τίτλος = Ταινία.τίτλος AND

Παίζει.έτος = Ταινία.έτος

(Παίζει x Ταινία))

- Επομένως, το παραπάνω είναι ισοδύναμο με

$\pi_{\text{όνομα, τίτλος, έτος}} (\sigma_{\text{είδος = “έγχρωμη”}} (\textbf{Ταινία r} \bowtie \textbf{Παίζει}))$

Πράξεις Αλλαγής Δεδομένων

- Το περιεχόμενο μιας βάσης δεδομένων μπορεί να αλλάξει χρησιμοποιώντας τους τελεστές
  - INSERT
  - DELETE
  - UPDATE

INSERT (εισαγωγή)

- Ο τελεστής παρέχει μια λίστα από πεδία τιμών για μια καινούργια πλειάδα η οποία θα εισαχθεί σε μια σχέση R
  - Ο τελεστής δεν ελέγχεται ως προς τη ακεραιότητα του αποτελέσματος (δηλ. μπορεί να καταπατήσει οποιοδήποτε περιορισμό ακεραιότητας)
- Παράδειγμα
  - **`Insert`** <‘Cecilia’, ‘F’, ‘Kolonsky’, ‘677678989’, ’05-APR-50’, ‘6357 Windy Lane, Katy, TX’, F, 28000, null, 4> **`into EMPLOYEE`**

Μέθοδος εργασίας

- Χρειάζονται να εκτελεστούν οι ακόλουθες πράξεις
  - Υπολογίζουμε το καρτεσιανό γινόμενο των σχέσεων
  - Επιλέγουμε από το καρτεσιανό γινόμενο βάσει της (σύνθετης) συνθήκης επιλογής
  - Παίρνουμε την προβολή των γνωρισμάτων που ζητάει η ερώτηση
- Στη σχεσιακή άλγεβρα γράφουμε
  - Πρώτα τη πράξη της προβολής
  - Στη συνέχεια την πράξη της επιλογής
  - Τέλος τη πράξη του καρτεσιανού γινομένου

INSERT (εισαγωγή)

- Για την εισαγωγή νέων δεδομένων σε μια σχέση αρκεί να:
  - Προσδιορίσουμε μια πλειάδα για εισαγωγή
  - Συντάξουμε μια επερώτηση (query) που το αποτέλεσμα της να είναι ένα σύνολο πλειάδων προς εισαγωγή
- Με όρους σχεσιακής άλγεβρας η εισαγωγή νέων δεδομένων ορίζεται ως εξής:

$$r \leftarrow r \cup E,$$

r είναι σχέση και *E* είναι ερώτηση (query) σχεσιακής άλγεβρας

- Η εισαγωγή μιας και μόνο πλειάδας προκύπτει από τον παραπάνω τύπο αν θεωρήσουμε το *E* ως σταθερή σχέση μιας και μόνο πλειάδας

Παραδείγματα χρήσης του INSERT

- Εισαγωγή του δεδομένου ‘Ο Ακουμιανάκης έχει $1200 σε λογαριασμό με κωδικό A-973 στο παράρτημα του Ηρακλείου’

$$account \leftarrow account \cup \{(\text{“Ηράκλειο”}, \text{A-973}, 1200)\}$$

$$depositor \leftarrow depositor \cup \{(\text{“Ακουμιανάκης”}, \text{A-973})\}$$

- Εισαγωγή του δεδομένου ‘Δίδεται δώρο ένας αποταμιευτικός λογαριασμός (με κωδικό τον κωδικό του δανείου) με ποσό $200 σε όλους τους δανειολήπτες του παρατήματος του Ηρακλείου’

$$r_1 \leftarrow (\sigma_{branch\text{-}name = \text{“Ηράκλειο”}}(borrower \ \text{loan}))$$

$$account \leftarrow account \cup \Pi_{branch\text{-}name,\ account\text{-}number,200}(r_1)$$

$$depositor \leftarrow depositor \cup \Pi_{customer\text{-}name,\ loan\text{-}number}(r_1)$$

DELETE (Διαγραφή)

- Αντί να παρουσιάζει επιλεγμένες πλειάδες τις διαγράφει από τη βάση δεδομένων
- Δεν μπορούν να διαγραφούν τιμές συγκεκριμένων γνωρισμάτων
- Σε σχεσιακή άλγεβρα η διαγραφή ορίζεται ως εξής

$$r \leftarrow r - E$$

όπου *r* είναι μια σχέση και *E* είναι μια ερώτηση σχεσιακής άλγεβρας

Παραδείγματα χρήσης DELETE

- Διαγραφή εγγραφών στο παράρτημα του Ηρακλείου

$$account \leftarrow account - \sigma_{branch\text{-}name = \text{“Ηράκλειο”}} (account)$$

- Διαγραφή εγγραφών δανείου με ποσό 0 - 50

$$loan \leftarrow loan - \sigma_{amount \geq 0 \text{ and } amount \leq 50} (loan)$$

Περιορισμοί της σχεσιακής άλγεβρας

- Κάποιου είδους ερωτήσεις δεν μπορούν να απαντηθούν:
  - Είναι βασισμένη στη λογική πρώτης τάξης, επομένως
    - ✓ Ανεπαρκές για αναδρομικές ερωτήσεις
      - Βρες όλους τους υπαλλήλους που διευθύνονται από τη «Σοφία»
    - ✓ Ποσοδεικτικές ερωτήσεις
      - Πόσες πλειάδες υπάρχουν στη σχέση R
  - Λύσεις:
    - ✓ Host Γλώσσες (π.χ. C, Fortran)
    - ✓ Ειδικές κατασκευές (π.χ. Count(*))
    - ✓ Καινούργιες πιο ισχυρές γλώσσες υπερωτήσεων

Περιορισμοί της σχεσιακής άλγεβρας

- Πεπερασμένες σχέσεις μόνο
  - Άπειρα φαινόμενα δεν μπορούν να αντιπροσωπευθούν (π.χ. παραγωγικές σχέσεις ή deductions)
  - Λύση: αναγωγικοί κανόνες (Prolog, KDBMS)
- Πεδία τιμών με βασικά στοιχεία
  - Ανεπαρκείς για μη συμβατές εφαρμογές
  - Λύση:
    - ✓Εμφωλευτηκές σχέσεις (NON-1NF)
    - ✓Πολύπλοκα αντικείμενα (Complex Objects: OODBMS)

Τέλος