



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Αρχεία και Βάσεις Δεδομένων

Διάλεξη 5η: Σχεσιακή Άλγεβρα - Μέρος 2ο
Δημήτρης Πλεξουσάκης
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Σχεσιακή Άλγεβρα

- ✓ Βασικές πράξεις άλγεβρας: \cup , $-$, \times , σ , π , $:=$ ανήκουν στο ελάχιστο σύνολο τελεστών
- ✓ Οι υπόλοιπες πράξεις εκφράζονται μέσω των πράξεων αυτών

- ✓ **Θεώρημα 1:** Έστω οι συμβατές σχέσεις R, S . Τότε

$$R \cap S = R - (R - S)$$

- ✓ **Απόδειξη:** Έστω t μια πλειάδα της $R \cap S$. Τότε η t ανήκει και στην R και στην S και δεν ανήκει στην $R - S$ με βάση τον ορισμό της αφαίρεσης. Αν η t ανήκει στην $R - (R - S)$, τότε η t ανήκει στην R και όχι στην $R - S$. Άρα η t πρέπει να ανήκει στην S . Άρα η t είναι πλειάδα της $R \cap S$.

Σχεσιακή Άλγεβρα

✓ **Θεώρημα 2:** Έστω συμβατές σχέσεις R, S με $\text{Head}(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k\}$ και $\text{Head}(S) = \{B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$ με $n, k, m \geq 0$. Η σύζευξη $R \bowtie S$ ($R \text{ JOIN } S$) μπορεί να εκφραστεί με τις πράξεις \times, σ, π .

✓ **Απόδειξη:** Έστω $T := \sigma_{\underline{R.B1=S.B1 \wedge R.B2=S.B2 \dots \wedge R.Bk=S.Bk}}(R \times S)$. Τα διπλότυπα γνωρίσματα της T αφαιρούνται με την προβολή των τιμών των κοινών γνωρισμάτων από την σχέση R .

$$T1 := \pi_{\underline{R.A1, \dots, R.An, R.B1, \dots, R.Bk, S.C1 \dots S.Cm}}(T).$$

✓ Ορίζουμε τη σχέση $T2$

✓ με σχήμα $\text{Head}(T2) = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$

✓ Περιεχόμενο : πλειάδες της σχέσης $T1$

➤ $T2 = R \bowtie S$ ($R \text{ JOIN } S$)

Customers (cid, cname, city, discount) Orders (order, cid, aid, pid, qty, amt)

cid	cname	city	discount
c001	TipTop	Duluth	10.00
c002	Basics	Dallas	12.00

order	cid	aid	pid	qty	amt
1011	c001	a01	p01	1000	450
1012	c001	a01	p01	1000	450
1025	c001	a05	p07	800	720
1013	c002	a03	p03	1000	880
1026	c002	a05	p01	800	704

$T_1 := \text{Customers} \bowtie \text{Orders}$

cname	city	discount	order	cid	aid	pid	qty	amt
TipTop	Duluth	10.00	1011	c001	a01	p01	1000	450
TipTop	Duluth	10.00	1012	c001	a01	p01	1000	450
TipTop	Duluth	10.00	1025	c001	a05	p07	800	720
Basics	Dallas	12.00	1013	c002	a03	p03	1000	880
Basics	Dallas	12.00	1026	c002	a05	p01	800	704

Παράδειγμα (8)

$T_1 := \text{Customers} \bowtie \text{Orders}$

cname	city	discount	order	cid	aid	pid	qty	amt
TipTop	Duluth	10.00	1011	c001	a01	p01	1000	450
TipTop	Duluth	10.00	1012	c001	a01	p01	1000	450
TipTop	Duluth	10.00	1025	c001	a05	p07	800	720
Basics	Dallas	12.00	1013	c002	a03	p03	1000	880
Basics	Dallas	12.00	1026	c002	a05	p01	800	704

$T_2 := \sigma_{\text{pid}=\text{p01}}(T_1)$

cname	city	discount	order	cid	aid	pid	qty	amt
TipTop	Duluth	10.00	1011	c001	a01	p01	1000	450
TipTop	Duluth	10.00	1012	c001	a01	p01	1000	450
Basics	Dallas	12.00	1026	c002	a05	p01	800	704

$T_3 := \pi_{\text{cname}}(T_2)$

cname
TipTop
Basics

Παράδειγμα (9)

(P) Products (pid, pname, city, quantity, price)

(C) Customers (cid, cname, city, discount)

(O) Orders (orderid, cid, aid, pid, qty, amt)

(A) Agents (aid, aname, city, percent)

✓ «Βρείτε τον κωδικό των πελατών που παραγγέλνουν τουλάχιστον ένα προϊόν με τιμή μεγαλύτερη από 1.50\$ »

✓ Προϊόντα με τιμή μεγαλύτερη από 1.50\$: $T1 := \sigma_{price>1.50} (P)$

✓ Κωδικός προϊόντος: $T2 := \pi_{pid} (T1)$

✓ Συσχέτιση παραγγελιών με προϊόντα $T3 := O \text{ JOIN } T2$

✓ Κωδικός πελάτη: $T4 := \pi_{cid} (T3)$

$\pi_{cid} (O \text{ JOIN} (\pi_{pid} (\sigma_{price>1.50} (P))))$

Παράδειγμα (10)

(P) Products (pid, pname, city, quantity, price)

(C) Customers (cid, cname, city, discount)

(O) Orders (orderid, cid, aid, pid, qty, amt)

(A) Agents (aid, aname, city, percent)

✓ «Βρείτε τα ονόματα των πελατών που παραγγέλνουν τουλάχιστον ένα προϊόν με τιμή ίση με 1.50\$»

✓ Προϊόντα με τιμή 1.50\$: $T1 := \sigma_{price=1.50} (P)$

✓ Κωδικός προϊόντος: $T2 := \pi_{pid} (T1)$

✓ Συσχέτιση παραγγελιών με προϊόντα $T3 := O \text{ JOIN } T2$

✓ Συσχέτιση πελατών με παραγγελίες $T4 := C \text{ JOIN } T3$

✓ Όνομα πελάτη: $T5 := \pi_{cname} (T4)$

$\pi_{cname} (C \text{ JOIN } (O \text{ JOIN } (\pi_{pid} (\sigma_{price=1.50} (P))))$

Παράδειγμα (11)

(P) Products (pid, pname, city, quantity, price)

(C) Customers (cid, cname, city, discount)

(O) Orders (orderid, cid, aid, pid, qty, amt)

(A) Agents (aid, aname, city, percent)

✓ «Βρείτε τους κωδικούς των πελατών που κάνουν παραγγελία μέσω τουλάχιστον ενός πράκτορα που κάνει παραγγελίες για το προϊόν με κωδικό p03.»

✓ Παραγγελίες για το προϊόν με κωδικό p03: $T1 := \sigma_{pid=p03} (O)$

✓ Κωδικός πρακτόρων για τις παραγγελίες $T2 := \pi_{aid} (T1)$

✓ Συσχέτιση παραγγελιών με τους πράκτορες $T3 := O \text{ JOIN } T2$

✓ Κωδικός πελατών: $\pi_{cid} (T3)$

$\pi_{cid} (O \text{ JOIN } (\pi_{aid} (\sigma_{pid=p03} (O))))$

Παράδειγμα (12)

(P) Products (pid, pname, city, quantity, price)

(C) Customers (cid, cname, city, discount)

(O) Orders (orderid, cid, aid, pid, qty, amt)

(A) Agents (aid, aname, city, percent)

- ✓ «Βρείτε τους πελάτες που έχουν την ίδια έκπτωση με οποιονδήποτε πελάτη στο Ντάλλας (Dallas) ή στη Βοστώνη (Boston)»
 - ✓ Πελάτες με έδρα Ντάλλας ή Βοστώνη $T1 := \sigma_{city="Boston" \vee city="Dallas"} (C)$
 - ✓ Έκπτωση των παραπάνω πελατών $T2 := \pi_{discount} (T1)$
 - ✓ Συσχέτιση πελατών με τους προηγούμενους $T3 := C \text{ JOIN } T2$
 - ✓ Ανάκτηση κωδικού πελάτη $T4 := \pi_{cid} (T3)$

$\pi_{cid} (C \text{ JOIN } (\pi_{discount} (\sigma_{city="Boston" \vee city="Dallas"} (C))))$

Παράδειγμα (13)

(P) Products (pid, pname, city, quantity, price)

(C) Customers (cid, cname, city, discount)

(O) Orders (orderid, cid, aid, pid, qty, \$)

(A) Agents (aid, aname, city, percent)

✓ «Βρείτε τα προϊόντα που παραγγέλλονται από πράκτορες που κάνουν παραγγελίες για πελάτες οι οποίοι παραγγέλλουν τουλάχιστον ένα προϊόν από πράκτορα που έχει κάνει παραγγελία για τον πελάτη c001»

✓ Πράκτορας για τον πελάτη c001 $T1 := \pi_{aid} (\sigma_{cid="c001"} (O))$

✓ Παραγγελίες από τον ίδιο πράκτορα $T2 := O \text{ JOIN } T1$

✓ Πελάτες των παραπάνω παραγγελιών $T3 := \pi_{cid} (T2)$

✓ Πράκτορες που παραγγέλλουν για τους παραπάνω πελάτες

➤ $T4 := \pi_{aid} (O \text{ JOIN } T3)$

✓ Προϊόντα που παραγγέλλουν οι παραπάνω πράκτορες

➤ $T5 := \pi_{pid} (O \text{ JOIN } T4)$

$\pi_{pid} (O \text{ JOIN } \pi_{aid} (O \text{ JOIN} (\pi_{cid} (O \text{ JOIN } \pi_{aid} (\sigma_{cid="c001"} (O)))))$

Άλλα είδη σύζευξης:

Εξωτερική Σύζευξη

- Εξωτερική Σύζευξη (Outer Join - \bowtie_O - OuterJoin)
 - Συνδυάζει τις πλειάδες που ταιριάζουν στα κοινά τους γνωρίσματα όσο και εκείνες που δεν ταιριάζουν
 - *Ορισμός (9):* Έστω σχέσεις R, S με $Head(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k\}$ και $Head(S) = \{B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$ με $n, k, m \geq 0$. Η εξωτερική σύζευξη $R \bowtie_O S$ (R OuterJoin S) είναι μια σχέση T
 - με σχήμα $\{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$
 - οι πλειάδες της T είναι
 - πλειάδες $t \in R \text{ JOIN } S$
 - πλειάδα t για την οποία υπάρχει $u \in R$ και **δεν υπάρχει** $v \in S$ που να μπορεί να συζευχθεί με την u
 - $t(X) = u(X)$ για $X = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k\}$
 - $t(Y) = \text{null}$ για $Y = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$
 - πλειάδα t για την οποία υπάρχει $v \in S$ και **δεν υπάρχει** $u \in R$ που να μπορεί να συζευχθεί με την v
 - $t(X) = v(X)$ για $X = \{B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$
 - $t(Y) = \text{null}$ για $Y = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$

Εξωτερική Σύζευξη

Παράδειγμα (14)

- ✓ «Βρείτε το όνομα, αναγνωριστικό και το συνολικό ποσό πωλήσεων για όλους τους προμηθευτές ανεξάρτητα αν έχουν κάνει πωλήσεις»

Agents (aid, aname, city, percent)

aid	aname	city	percent (%)
a01	Smith	NY	3
a02	Jones	Newark	5
a03	Pitt	NY	4

Sales (aid, total)

aid	total
a01	100
a02	200
a04	300

aid	aname	total
a01	Smith	100
a02	Jones	200
a03	Pitt	null
a04	null	300

- ✓ Έκφραση Σχεσιακής Άλγεβρας: $\pi_{aname,aid,total} (\mathbf{A} \text{ OuterJoin } \mathbf{S})$

Εξωτερική Σύζευξη

Παράδειγμα (14)

- ✓ «Βρείτε το όνομα, αναγνωριστικό και συνολικό ποσό πωλήσεων για όλους τους προμηθευτές (ανεξάρτητα αν έχουν κάνει πωλήσεις)»

Agents (aid, aname, city, percent)

aid	aname	city	percent (%)
a01	Smith	NY	3
a02	Jones	Newark	5
a03	Pitt	NY	4

Sales (aid, total)

aid	total
a01	100
a02	200
a04	300

aid	aname	total
a01	Smith	100
a02	Jones	200
a03	Pitt	null
a04	null	300

Αν είχε χρησιμοποιηθεί JOIN, τότε θα παίρναμε στο αποτέλεσμα μόνο τους πράκτορες που έχουν κάνει πωλήσεις!

- ✓ Έκφραση Σχεσιακής Άλγεβρας: $\pi_{aname,aid,total} (\mathbf{A} \text{ OuterJoin } \mathbf{S})$

Αριστερή Εξωτερική Σύζευξη

- Αριστερή Εξωτερική Σύζευξη (LeftOuterJoin - \bowtie_{LO} -)
- Ορισμός (10): Έστω σχέσεις R, S με $Head(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k\}$ και $Head(S) = \{B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$ με $n, k, m \geq 0$. Η αριστερή εξωτερική σύζευξη R OuterJoin S είναι μια σχέση T
 - με σχήμα $\{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$
 - οι πλειάδες της T είναι
 - πλειάδες $t \in R \text{ JOIN } S$
 - πλειάδα t για την οποία υπάρχει $u \in R$ και **δεν υπάρχει** $v \in S$ που να μπορεί να συζευχθεί με την u
 - $t(X) = u(X)$ για $X = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k\}$
 - $t(Y) = \text{null}$ για $Y = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$

Αριστερή Εξωτερική Σύζευξη

Παράδειγμα (14)

- ✓ «Βρείτε το όνομα, αναγνωριστικό και συνολικό ποσό πωλήσεων για όλους τους προμηθευτές του πίνακα **Agents**»

Agents (aid, aname, city, percent)

aid	aname	city	percent (%)
a01	Smith	NY	3
a02	Jones	Newark	5
a03	Pitt	NY	4

Sales (aid, total)

aid	total
a01	100
a02	200
a04	300

aid	aname	total
a01	Smith	100
a02	Jones	200
a03	Pitt	null

- ✓ Έκφραση Σχεσιακής Άλγεβρας: $\pi_{aname,aid,total}$ (**A LeftOuterJoin S**)

Δεξιά Εξωτερική Σύζευξη

- Δεξιά Εξωτερική Σύζευξη (RightOuterJoin - \bowtie_{RO} -)
- Ορισμός (11): Έστω σχέσεις R, S με $Head(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, $B_1, B_2, \dots, B_k\}$ και $Head(S) = \{B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$ με $n, k, m \geq 0$. Η δεξιά εξωτερική σύζευξη $R \text{ RightOuterJoin } S$ είναι μια σχέση T
 - με σχήμα $\{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$
 - οι πλειάδες της $R \text{ RightOuterJoin } S$ είναι
 - πλειάδες $t \in R \text{ JOIN } S$
 - πλειάδα t για την οποία υπάρχει $v \in S$ και **δεν υπάρχει** $u \in R$ που να μπορεί να συζευχθεί με την v
 - $t(X) = v(X)$ για $X = \{B_1, B_2, \dots, B_k, C_1, C_2, \dots, C_m\}$
 - $t(Y) = \text{null}$ για $Y = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$

Δεξιά Εξωτερική Σύζευξη

Παράδειγμα (14)

- ✓ «Βρείτε το όνομα, αναγνωριστικό και το συνολικό ποσό πωλήσεων για όλους τους προμηθευτές του πίνακα `sales`»

Agents (aid, aname, city, percent)

aid	aname	city	percent (%)
a01	Smith	NY	3
a02	Jones	Newark	5
a03	Pitt	NY	4

Sales (aid, total)

aid	total
a01	100
a02	200
a04	300

aid	aname	total
a01	Smith	100
a02	Jones	200
a04	null	300

- ✓ Έκφραση Σχεσιακής Άλγεβρας: $\pi_{aname,aid,total} (\mathbf{A} \text{ RightOuterJoin } \mathbf{S})$

θ-Σύζευξη (Theta Join)

- Καρτεσιανό γινόμενο με συνθήκες πάνω σε γνωρίσματα
- Επιτρέπει συγκρίσεις μεταξύ γνωρισμάτων χρησιμοποιώντας τελεστές άλλους εκτός από την ισότητα (όπως γίνεται στη πράξη JOIN)
- *Ορισμός (12)*: Έστω σχέσεις R, S με $Head(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ και $Head(S) = \{B_1, B_2, \dots, B_k\}$. Αν τα γνωρίσματα A_i και B_j έχουν το ίδιο πεδίο τιμών και $\theta \in \{=, <, >, \leq, \geq, \neq\}$ τότε $R \bowtie_{A_i \theta B_j} S$ είναι μια σχέση T
 - με σχήμα $Head(T) = \{A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_k\}$
 - οι πλειάδες είναι της μορφής $(a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_k)$ όπου $(a_1, a_2, \dots, a_n) \in R, (b_1, b_2, \dots, b_k) \in S$ και $a_i \theta b_j$
- Αν θ είναι ισότητα, τότε η σύζευξη ονομάζεται «σύζευξη ισότητας» (equi-join)

Θ-Σύζευξη Παράδειγμα (15)

- ✓ «Βρείτε τους αριθμούς των παραγγελιών για τις οποίες η ποσότητα ξεπερνάει την υπάρχουσα ποσότητα για το προϊόν που παραγγέλνει ο »

(P) Products (pid, pname, city, quantity, price)

(O) Orders (orderid, cid, aid, pid, qty, \$)

- ✓ Έκφραση Σχεσιακής Άλγεβρας: $\pi_{orderid} (O \bowtie_{O.qty > P.quantity} P)$
- ✓ Ισοδύναμη έκφραση: $\pi_{orderid} (\sigma_{O.qty > P.quantity} (O \times P))$

Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα αδειοδότησης

• Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

• Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

– που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο

– που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο

– που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

• Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης, Δημήτρης Πληξουσάκης. «**Αρχεία και Βάσεις Δεδομένων. Διάλεξη 5η: Σχεσιακή Άλγεβρα - Μέρος 2ο**». Έκδοση: 1.0.
Ηράκλειο/Ρέθυμνο 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://www.csd.uoc.gr/~hy360/>