

Βάσεις Δεδομένων

Ενότητα 5: Σχεσιακή άλγεβρα

Δήμος Τσούρος

Σχεσιακή άλγεβρα

Η **σχεσιακή άλγεβρα** είναι μια διαδικαστική (procedural) γλώσσα για πράξεις σε σχέσεις βάσεων δεδομένων. Διαθέτει ένα σύνολο τελεστών για σχεσιακές πράξεις.

Βασικές πράξεις: Προβολή, Επιλογή, Ένωση, Διαφορά, Καρτεσιανό Γινόμενο.

Παράγωγες πράξεις: Σύζευξη, Διαίρεση, Τομή.

Επιπλέον πράξεις: Συνάθροιση, Μετονομασία, Εισαγωγή, Διαγραφή, Ενημέρωση.

Συμβατότητα τύπου

Ορισμός

Δύο σχέσεις r και s , έχουν **συμβατότητα τύπου**, αν και μόνο αν:

Έχουν τον ίδιο βαθμό, δηλαδή έχουν το **ίδιο πλήθος** γνωρισμάτων.

Τα αντίστοιχα γνωρίσματα έχουν το **ίδιο πεδίο ορισμού**.

Παράδειγμα

	A	B	C
r	1	b	10
	5	a	30
	3	c	20

	A	B	C
s	5	a	20
	2	b	10
	3	c	20

Παραδείγματα μη συμβατότητας τύπου

Παράδειγμα

A B C			A B C			A B		A B C		
r	1	b	10	s	5	a	20	t	5	b
	5	a	30		2	b	10		2	b
	3	c	20		3	c	20		3	c
								u		
								5	b	a
								2	b	b
								3	c	b

- 1 Οι σχέσεις r και t δεν έχουν συμβατότητα τύπου.
- 2 Οι σχέσεις r και u δεν έχουν συμβατότητα τύπου.
- 3 Οι σχέσεις s και t δεν έχουν συμβατότητα τύπου.
- 4 Οι σχέσεις s και u δεν έχουν συμβατότητα τύπου.
- 5 Οι σχέσεις t και u δεν έχουν συμβατότητα τύπου.

Ορισμός της προβολής

$$r[X] = \{t[X] \mid t \in r\}$$

Προβολή μιας σχέσης $r(R)$, πάνω στο υποσύνολο γνωρισμάτων της X ($X \subseteq R$) είναι μια σχέση με σχήμα το σύνολο X και κορμό εκείνες τις πλειάδες που αντιστοιχούν σε **μοναδικές τιμές** για τα γνωρίσματα X .

Η προβολή συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα Π :

$$\Pi_{A_1, A_2, \dots, A_m}(r)$$

Παραδείγματα προβολής

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
5	a	30	5	a	a	30	a	5	a	30
2	b	10	2	b	b	10	b	2	b	10
3	c	20	3	c	c	20	c	3	c	20
5	b	10	5	b				5	b	10
r			$\Pi_{A,B}(r)$		$\Pi_{B,C}(r)$		$\Pi_B(r)$	$\Pi(r)$		

Παρατηρήσεις

- Απαλοιφή διπλοεγγραφών.
- $\Pi(r)$: Ταυτοτική προβολή.

Ορισμός της Επιλογής

$$\sigma_{\phi}(r) = \{t \in r \mid t \text{ satisfies } \phi\}$$

Η επιλογή ή αλλιώς και περιορισμός μιας σχέσης $r(R)$, είναι μια σχέση που έχει το ίδιο σχήμα R με τη σχέση r και κορμό ένα υποσύνολο του κορμού της r που ικανοποιεί μια συνθήκη, πχ: $X \theta Y$.

Η επιλογή συμβολίζεται με:

$$\sigma_{X \theta Y}(r)$$

όπου η συνθήκη περιορισμού είναι μια παράσταση που μπορεί να αποτιμηθεί σε TRUE, FALSE ή UNK.

Διευκρινίσεις για την επιλογή

Τελεστές, τελεσταίοι, συγκρίσεις, NULL

- 1 Ο τελεστής θ μπορεί να είναι ένας από $=, \neq, <, \leq, >, \geq$.
- 2 Η τιμή ενός γνωρίσματος μπορεί να συγκριθεί με:
 - 1 Την τιμή ενός άλλου γνωρίσματος
 - 2 Μια κυριολεκτική τιμή
 - 3 Μια αλγεβρική παράσταση
 - 4 Μια σχεσιακή παράσταση (**εμφώλευση ερωτημάτων**)
- 3 Οι συνθήκες μπορούν επίσης να περιέχουν τους λογικούς τελεστές AND ($\wedge$), OR ($\vee$) και NOT ($\neg$).
- 4 Το αποτέλεσμα μιας σύγκρισης μπορεί να είναι TRUE, FALSE ή UNK.

Παραδείγματα επιλογής

Έστω η σχέση *employees* :

empid	name	salary
101	Αθανασίου Μιχ.	1200
102	Βαφειάδης Νικ.	1150
104	Νικολοπούλου Ναν.	1570
108	Βασιλειάδη Μαρ.	1320

Παραδείγματα:

- 1 $\sigma_{salary < 1300}(employees)$
- 2 $\sigma_{salary \geq 1200 \wedge salary \leq 1600}(employees)$
- 3 $\sigma_{empid=102}(employees)$

Υπάλληλοι με μισθό < 1300

empid	name	salary
101	Αθανασίου Μιχ.	1200
102	Βαφειάδης Νικ.	1150
104	Νικολοπούλου Ναν.	1570
108	Βασιλειάδη Μαρ.	1320

Απάντηση

$\sigma_{salary < 1300}(employees)$

empid	name	salary
101	Αθανασίου Μιχ.	1200
102	Βαφειάδης Νικ.	1150

Υπάλληλοι με μισθό μεταξύ 1200 και 1600

empid	name	salary
101	Αθανασίου Μιχ.	1200
102	Βαφειάδης Νικ.	1150
104	Νικολοπούλου Ναν.	1570
108	Βασιλειάδη Μαρ.	1320

Απάντηση

$\sigma_{salary \geq 1200 \wedge salary \leq 1600}(employees)$

empid	name	salary
101	Αθανασίου Μιχ.	1200
104	Νικολοπούλου Ναν.	1570
108	Βασιλειάδη Μαρ.	1320

Ο υπάλληλος με κωδικό 101

empid	name	salary
101	Αθανασίου Μιχ.	1200
102	Βαφειάδης Νικ.	1150
104	Νικολοπούλου Ναν.	1570
108	Βασιλειάδη Μαρ.	1320

Απάντηση

$\sigma_{empid=102}(employees)$

empid	name	salary
101	Αθανασίου Μιχ.	1200

Συνδυασμός προβολής και επιλογής

Συνδυασμός σχεσιακών πράξεων

- 1 Στο αποτέλεσμα μια προβολής μπορεί να εφαρμοστεί επιλογή.
- 2 Στο αποτέλεσμα μια επιλογής μπορεί να εφαρμοστεί προβολή.
- 3 Στο αποτέλεσμα μια προβολής μπορεί να εφαρμοστεί νέα προβολή.
- 4 Στο αποτέλεσμα μια επιλογής μπορεί να εφαρμοστεί νέα επιλογή.

Κλειστότητα

Το αποτέλεσμα κάθε σχεσιακής πράξης είναι σχέση.

Ο πίνακας *employees* από τη βάση *company*

Έστω η σχέση *employees* με σχήμα:

employees(*empid*, *firstname*, *lastname*, *depid*, *salary*, *hiredate*)

empid	firstname	lastname	depid	salary	hiredate
102	Νικηφόρος	Διαμαντίδης	6	1212.50	2003-06-02
109	Μαρία	Αθανασίου	1	2787.69	2000-01-26
153	Μαρία	Αλεβιζάτου	2	1321.92	2001-05-15
172	Χρήστος	Βλάσσης	3	1101.70	2000-07-04
189	Θεόδωρος	Αγγελίνας	6	1908.28	2000-06-19
...	...	...	...	...	...

Δείγμα από τα δεδομένα του πίνακα.

Ερωτήσεις και απαντήσεις 1–3

Να βρεθεί το όνομα και το επώνυμο όλων των υπαλλήλων:

Ερωτήσεις και απαντήσεις 1–3

Να βρεθεί το όνομα και το επώνυμο όλων των υπαλλήλων:

$$\Pi_{firstname,lastname}(employees)$$

Να βρεθούν οι υπάλληλοι με μισθό μεγαλύτερο του 1500:

Ερωτήσεις και απαντήσεις 1–3

Να βρεθεί το όνομα και το επώνυμο όλων των υπαλλήλων:

$$\Pi_{firstname,lastname}(employees)$$

Να βρεθούν οι υπάλληλοι με μισθό μεγαλύτερο του 1500:

$$\sigma_{salary>1500}(employees)$$

Να βρεθεί το όνομα και το επώνυμο όλων των υπαλλήλων που παίρνουν μισθό μεγαλύτερο από 1500:

Ερωτήσεις και απαντήσεις 1–3

Να βρεθεί το όνομα και το επώνυμο όλων των υπαλλήλων:

$$\Pi_{firstname,lastname}(employees)$$

Να βρεθούν οι υπάλληλοι με μισθό μεγαλύτερο του 1500:

$$\sigma_{salary>1500}(employees)$$

Να βρεθεί το όνομα και το επώνυμο όλων των υπαλλήλων που παίρνουν μισθό μεγαλύτερο από 1500:

$$\Pi_{firstname,lastname}(\sigma_{salary>1500}(employees))$$

Ερωτήσεις και απαντήσεις 4–6

Να βρεθούν οι υπάλληλοι (κωδικός, επώνυμο, τμήμα) που δεν εργάζονται στο τμήμα 2 και έχουν μισθό μικρότερο από 1200:

Ερωτήσεις και απαντήσεις 4–6

Να βρεθούν οι υπάλληλοι (κωδικός, επώνυμο, τμήμα) που δεν εργάζονται στο τμήμα 2 και έχουν μισθό μικρότερο από 1200:

$$\Pi_{empid,lastname,depid} \left(\sigma_{(depid \neq 2 \wedge salary < 1200)}(employees) \right)$$

Να βρεθεί το επώνυμο και ο μισθός του υπαλλήλου με κωδικό 109 μετά την αύξηση 5% στο μισθό του:

Ερωτήσεις και απαντήσεις 4–6

Να βρεθούν οι υπάλληλοι (κωδικός, επώνυμο, τμήμα) που δεν εργάζονται στο τμήμα 2 και έχουν μισθό μικρότερο από 1200:

$$\Pi_{empid,lastname,depid} \left(\sigma_{(depid \neq 2 \wedge salary < 1200)}(employees) \right)$$

Να βρεθεί το επώνυμο και ο μισθός του υπαλλήλου με κωδικό 109 μετά την αύξηση 5% στο μισθό του:

$$\Pi_{lastname,salary*1.05} \left(\sigma_{empid=109}(employees) \right)$$

Να βρεθούν οι κωδικοί των υπαλλήλων που δεν εργάζονται στα τμήματα 2, 3, 4:

Ερωτήσεις και απαντήσεις 4–6

Να βρεθούν οι υπάλληλοι (κωδικός, επώνυμο, τμήμα) που δεν εργάζονται στο τμήμα 2 και έχουν μισθό μικρότερο από 1200:

$$\Pi_{empid, lastname, depid} \left(\sigma_{(depid \neq 2 \wedge salary < 1200)}(employees) \right)$$

Να βρεθεί το επώνυμο και ο μισθός του υπαλλήλου με κωδικό 109 μετά την αύξηση 5% στο μισθό του:

$$\Pi_{lastname, salary * 1.05} \left(\sigma_{empid=109}(employees) \right)$$

Να βρεθούν οι κωδικοί των υπαλλήλων που δεν εργάζονται στα τμήματα 2, 3, 4:

$$\Pi_{empid} \left(\sigma_{\neg (depid=2 \vee depid=3 \vee depid=4)}(employees) \right)$$

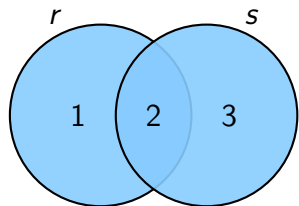
Η σχεσιακή πράξη της ένωσης

Ορισμός της ένωσης:

$$r \cup s = \{t \mid t \in r \text{ or } t \in s\}$$

Ένωση δύο σχέσεων $r(R)$ και $s(S)$, που έχουν συμβατότητα τύπου, είναι μια νέα σχέση που έχει σχήμα (επικεφαλίδα) ίδιο με αυτό της r και s , και ως πλειάδες το σύνολο των πλειάδων των r και s , δηλαδή όλες τις πλειάδες που ανήκουν στην r , ή στην s , η και στις δύο πλειάδες. Η ένωση συμβολίζεται με $r \cup s$ ή $r \text{ UNION } s$.

Παράδειγμα ένωσης σχέσεων



$$\begin{aligned}r &= \{1, 2\} \\s &= \{2, 3\} \\r \cup s &= \{1, 2, 3\}\end{aligned}$$

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

A	B	C
5	a	30
2	b	10
3	c	20

s

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20
2	b	10

$r \cup s$

Ένωση και αντιμεταθετική ιδιότητα

Ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα

$$r \cup s = s \cup r$$

Παράδειγμα

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

A	B	C
5	a	30
2	b	10
3	c	20

s

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20
2	b	10

$r \cup s$

A	B	C
5	a	30
2	b	10
3	c	20
1	b	10

$s \cup r$

Ένωση και προσεταιριστική ιδιότητα

Ισχύει η προσεταιριστική ιδιότητα

$$r \cup (s \cup t) = (r \cup s) \cup t$$

Λόγω αυτής της της ιδιότητας, είναι δυνατό να γραφεί η παρακάτω παράσταση χωρίς παρενθέσεις:

$$r \cup s \cup t$$

για να δηλώσει την ένωση τριών ή περισσότερων σχέσεων.

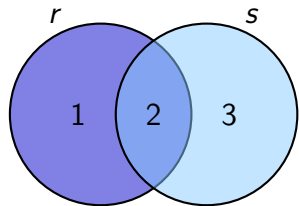
Η σχεσιακή πράξη της διαφοράς

Ορισμός της διαφοράς:

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

Διαφορά δύο σχέσεων $r(R)$ και $s(S)$, που έχουν συμβατότητα τύπου, είναι μια νέα σχέση που έχει σχήμα (επικεφαλίδα) ίδιο με αυτό της r και s , και κορμό τις πλειάδες που ανήκουν στην r αλλά όχι στην s . Η διαφορά συμβολίζεται με $r - s$ ή r MINUS s .

Παράδειγμα διαφοράς δύο σχέσεων



$$r = \{1, 2\}$$

$$s = \{2, 3\}$$

$$r - s = \{1\}$$

$$s - r = \{3\}$$

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

A	B	C
5	a	30
2	b	10
3	c	20

s

A	B	C
1	b	10

$r - s$

A	B	C
2	b	10

$s - r$

Αντιμεταθετική και προσεταιριστική ιδιότητα

Στη σχεσιακή πράξη της διαφοράς:

Δεν ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα

$$r - s \neq s - r$$

Δεν ισχύει η προσεταιριστική ιδιότητα

$$r - (s - t) \neq (r - s) - t$$

Υπενθύμιση

$$5 - 3 \neq 3 - 5$$

$$8 - (3 - 2) \neq (8 - 3) - 2$$

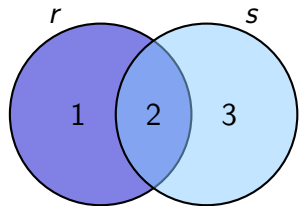
Η σχεσιακή πράξη της τομής

Ορισμός της τομής:

$$r \cap s = \{t \mid t \in r \text{ and } t \in s\}$$

Τομή δύο σχέσεων $r(R)$ και $s(S)$, που έχουν συμβατότητα τύπου, είναι μια νέα σχέση που έχει σχήμα (επικεφαλίδα) ίδιο με αυτό της r και s , και κορμό τις πλειάδες που ανήκουν στην r και στην s , δηλαδή τις κοινές πλειάδες. Η τομή συμβολίζεται με $r \cap s$ ή $r \text{ INTERSECT } s$.

Παράδειγμα τομής δύο σχέσεων



$$r = \{1, 2\}$$

$$s = \{2, 3\}$$

$$r \cap s = \{2\}$$

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

A	B	C
5	a	30
2	b	10
3	c	20

s

A	B	C
5	a	30
3	c	20

$r \cap s$

Τομή και αντιμεταθετική ιδιότητα

Ισχύει η αντιμεταθετική ιδιότητα

$$r \cap s = s \cap r$$

Παράδειγμα

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

A	B	C
5	a	30
2	b	10
3	c	20

s

A	B	C
5	a	30
3	c	20

$r \cap s$

A	B	C
5	a	30
3	c	20

$s \cap r$

Τομή και προσεταιριστική ιδιότητα

Ισχύει η προσεταιριστική ιδιότητα

$$r \cap (s \cap t) = (r \cap s) \cap t$$

Λόγω αυτής της της ιδιότητας, είναι δυνατό να γραφεί η παρακάτω παράσταση χωρίς παρενθέσεις:

$$r \cap s \cap t$$

για να δηλώσει την τομή τριών ή περισσότερων σχέσεων.

Η τομή είναι παράγωγη πράξη

Εναλλακτικός ορισμός της τομής

$$r \cap s = r - (r - s)$$

Δηλαδή το αποτέλεσμα της τομής $r \cap s$ ισούται με το αποτέλεσμα της διαφοράς της r από τη διαφορά $r - s$.

Παράδειγμα

Δώστε εσείς ένα παράδειγμα που να επιβεβαιώνει (ή να αναιρεί) τον παραπάνω ορισμό.

Pane amore

 f

actorID	name
0001120	Vittorio De Sica
0518178	Gina Lollobrigida
0581028	Marisa Merlini
0139214	Memmo Carotenuto
0728376	Roberto Risso
0681365	Tina Pica
0188022	Vittoria Crispo

 g

actorID	name
0001120	Vittorio De Sica
0518178	Gina Lollobrigida
0581028	Marisa Merlini
0139214	Memmo Carotenuto
0681365	Tina Pica
0882237	Saro Urzì
0188022	Vittoria Crispo

Pane amore (Ερωτήματα συμμετοχής)

Έπαιξαν σε τουλάχιστον μία ταινία

Pane amore (Ερωτήματα συμμετοχής)

Έπαιξαν σε τουλάχιστον μία ταινία

$$f \cup g$$

Έπαιξαν και στις δύο πρώτες ταινίες

Pane amore (Ερωτήματα συμμετοχής)

Έπαιξαν σε τουλάχιστον μία ταινία

$$f \cup g$$

Έπαιξαν και στις δύο πρώτες ταινίες

$$f \cap g$$

Έπαιξαν μόνο στην πρώτη ταινία

Pane amore (Ερωτήματα συμμετοχής)

Έπαιξαν σε τουλάχιστον μία ταινία

$$f \cup g$$

Έπαιξαν και στις δύο πρώτες ταινίες

$$f \cap g$$

Έπαιξαν μόνο στην πρώτη ταινία

$$f - g$$

Έπαιξαν μόνο στη δεύτερη ταινία

Pane amore (Ερωτήματα συμμετοχής)

Έπαιξαν σε τουλάχιστον μία ταινία

$$f \cup g$$

Έπαιξαν και στις δύο πρώτες ταινίες

$$f \cap g$$

Έπαιξαν μόνο στην πρώτη ταινία

$$f - g$$

Έπαιξαν μόνο στη δεύτερη ταινία

$$g - f$$

Τομή fantasia $\cap$ gelosia

<i>f</i>		<i>g</i>	
actorID	name	actorID	name
0001120	Vittorio De Sica	0001120	Vittorio De Sica
0518178	Gina Lollobrigida	0518178	Gina Lollobrigida
0581028	Marisa Merlini	0581028	Marisa Merlini
0139214	Memmo Carotenuto	0139214	Memmo Carotenuto
0728376	Roberto Risso	0681365	Tina Pica
0681365	Tina Pica	0882237	Saro Urzì
0188022	Vittoria Crispo	0188022	Vittoria Crispo

actorID	name
0001120	Vittorio De Sica
0518178	Gina Lollobrigida
0581028	Marisa Merlini
0139214	Memmo Carotenuto
0681365	Tina Pica
0188022	Vittoria Crispo

Διαφορά fantasia — gelosia

f

actorID	name
0001120	Vittorio De Sica
0518178	Gina Lollobrigida
0581028	Marisa Merlini
0139214	Memmo Carotenuto
0728376	Roberto Risso
0681365	Tina Pica
0188022	Vittoria Crispo

g

actorID	name
0001120	Vittorio De Sica
0518178	Gina Lollobrigida
0581028	Marisa Merlini
0139214	Memmo Carotenuto
0681365	Tina Pica
0882237	Saro Urzì
0188022	Vittoria Crispo

actorID name

0728376 Roberto Risso

Η σχεσιακή πράξη του γινομένου

Ορισμός του γινομένου

$$r \times s = \{t \, u \mid t \in r \text{ and } u \in s\}$$

Καρτεσιανό γινόμενο δύο σχέσεων $r(R)$ και $s(S)$, είναι μια σχέση που έχει επικεφαλίδα το σύνολο των γνωρισμάτων των σχέσεων R και S , και κορμό το σύνολο όλων των συνδυασμών των πλειάδων που ανήκουν στην r και στην s . Το καρτεσιανό γινόμενο συμβολίζεται με $r \times s$ ή r TIMES s .

Γνωρίσματα καρτεσιανού γινομένου

Μετονομασία κοινών γνωρισμάτων

Το σχήμα ενός καρτεσιανού γινομένου προκύπτει μετά από μετονομασία των πιθανών κοινών γνωρισμάτων δύο σχέσεων. Για παράδειγμα, αν Y είναι ένα κοινό γνώρισμα των σχέσεων $r(R)$ και $s(S)$, τότε το σχήμα της σχέσης $r \times s$ είναι:

$$T = (R - S) \cup (S - R) \cup \{R.Y, S.Y \mid Y \in R \cap S\}$$

Βαθμός και πληθικότητα γινομένου

Βαθμός γινομένου

Αν η σχέση r είναι n_R βαθμού και η σχέση s είναι n_S βαθμού τότε το αποτέλεσμα του γινομένου έχει βαθμό:

$$n_{r \times s} = n_R + n_S$$

Πληθικότητα γινομένου

Αν η σχέση r είναι m_r πληθικότητας και η σχέση s είναι m_s πληθικότητας τότε το αποτέλεσμα του γινομένου έχει:

$$m_{r \times s} = m_r \cdot m_s$$

Παράδειγμα σχεσιακού γινομένου

r	
A	B
1	b
5	a
3	c

s		
D	E	F
b	4	30
a	2	10

$r \times s$				
A	B	D	E	F
1	b	b	4	30
1	b	a	2	10
5	a	b	4	30
5	a	a	2	10
3	c	b	4	30
3	c	a	2	10

Γινόμενο και μετονομασία γνωρισμάτων

r	
A	B
1	b
5	a
3	c

s		
A	B	F
b	4	30
a	2	10

$r \times s$				
R.A	R.B	S.A	S.B	F
1	b	b	4	30
1	b	a	2	10
5	a	b	4	30
5	a	a	2	10
3	c	b	4	30
3	c	a	2	10

Προσοχή στο καρτεσιανό γινόμενο

Φοιτητές και Μαθήματα

Αν M είναι το σύνολο των μαθημάτων και Φ είναι το σύνολο των φοιτητών τότε

$$M \times \Phi$$

είναι ο συνδυασμός όλων των μαθημάτων με όλους τους φοιτητές (όλοι εξετάζονται σε όλα).

Ηθοποιοί και ταινίες

Αν H είναι το σύνολο των ηθοποιών και T είναι το σύνολο των ταινιών τότε

$$H \times T$$

είναι ο συνδυασμός όλων των ηθοποιών με όλες τις ταινίες (όλοι παίζουν σε όλες).

Η σχεσιακή πράξη της φυσικής σύζευξης

Ορισμός της φυσικής σύζευξης

$$r \bowtie s = \{t \mid \text{υπάρχουν πλειάδες } u \in r \text{ και } v \in s \\ \text{έτσι ώστε } t[R] = u \text{ και } t[S] = v\}$$

Αν η r είναι σχέση με σχήμα $r(R)$, με $R = \{X, Y\}$ και η s είναι σχέση με σχήμα $s(S)$, με $S = \{Y, Z\}$, τότε η **φυσική σύζευξη** των r και s είναι μια σχέση με σχήμα $R \cup S = \{X, Y, Z\}$ και κορμό το σύνολο των συνδυασμών των πλειάδων της r και s για τις οποίες οι τιμές στο κοινό γνώρισμα Y ταυτίζονται.

Η φυσική σύζευξη των σχέσεων r και s συμβολίζεται με $r \bowtie s$, ή r NATURAL JOIN s , ή απλά r JOIN s .

Παράδειγμα φυσικής σύζευξης

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

C	D
20	1
10	3
20	3

s

A	B	C	D
1	b	10	3
3	c	20	1
3	c	20	3

$r \bowtie s$

Παρατηρήσεις

- 1 Τα κοινά γνωρίσματα, εδώ το C, μόνο μία φορά στο αποτέλεσμα.
- 2 Πλειάδες με μη ταιριαστές τιμές δεν συμμετέχουν στο αποτέλεσμα.

Παράδειγμα φυσικής σύζευξης

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

C	D
20	1
10	3
20	3

s

A	B	C	D
1	b	10	3
3	c	20	1
3	c	20	3

$r \bowtie s$

Παρατηρήσεις

- 1 Τα κοινά γνωρίσματα, εδώ το C, μόνο μία φορά στο αποτέλεσμα.
- 2 Πλειάδες με μη ταιριαστές τιμές δεν συμμετέχουν στο αποτέλεσμα.

Παράδειγμα φυσικής σύζευξης

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

C	D
20	1
10	3
20	3

s

A	B	C	D
1	b	10	3
3	c	20	1
3	c	20	3

$r \bowtie s$

Παρατηρήσεις

- 1 Τα κοινά γνωρίσματα, εδώ το C, μόνο μία φορά στο αποτέλεσμα.
- 2 Πλειάδες με μη ταιριαστές τιμές δεν συμμετέχουν στο αποτέλεσμα.

Παράδειγμα φυσικής σύζευξης

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

C	D
20	1
10	3
20	3

s

A	B	C	D
1	b	10	3
3	c	20	1
3	c	20	3

$r \bowtie s$

Παρατηρήσεις

- 1 Τα κοινά γνωρίσματα, εδώ το C, μόνο μία φορά στο αποτέλεσμα.
- 2 Πλειάδες με μη ταιριαστές τιμές δεν συμμετέχουν στο αποτέλεσμα.

Παράδειγμα φυσικής σύζευξης

A	B	C
1	b	10
5	a	30
3	c	20

r

C	D
20	1
10	3
20	3

s

A	B	C	D
1	b	10	3
3	c	20	1
3	c	20	3

$r \bowtie s$

Παρατηρήσεις

- 1 Τα κοινά γνωρίσματα, εδώ το C, μόνο μία φορά στο αποτέλεσμα.
- 2 Πλειάδες με μη ταιριαστές τιμές δεν συμμετέχουν στο αποτέλεσμα.

Υπάλληλοι και τμήματα, ξένο κλειδί, 1:N

departments:		employees:		
depid	depname	empid	empname	depid
1	Μελετών	102	Αποστολάκης	2
2	Λογιστήριο	154	Βασιλάκης	1
3	Διαφήμισης	132	Χρηστάκης	2
		432	Δημητράκης	3
		203	Κωστάκης	1

departments ⋈ **employees**:

depid	depname	empid	empname
1	Μελετών	154	Βασιλάκης
1	Μελετών	203	Κωστάκης
2	Λογιστήριο	102	Αποστολάκης
2	Λογιστήριο	132	Χρηστάκης
3	Διαφήμισης	432	Δημητράκης

Γενική μορφή συνάθροισης

Η σύνοψη (ή αλλιώς ομαδοποίηση) ομαδοποιεί πλειάδες μιας σχέσης με βάση κοινές τιμές σε ένα ή περισσότερα γνωρίσματα. Σε κάθε ένα από τα υποσύνολα των πλειάδων που προκύπτουν μπορεί να εφαρμοστεί μια συναθροιστική συνάρτηση.

Συνάθροιση:

Αν R είναι μια σχεσιακή παράσταση και $X \subset R$ και $A \subset R$ τότε η παράσταση:

$$X \mathcal{G}_{F(A)}(R)$$

δηλώνει την ομαδοποίηση ως προς X των πλειάδων της $r(R)$ και την εφαρμογή της συνάρτησης F πάνω στα γνωρίσματα A . Η συνάθροιση δηλώνεται με το καλλιγραφικό G , $\mathcal{G}$. Η χρήση της ομαδοποίησης (X) είναι προαιρετική.

Συναρτήσεις συνάθροισης

5 κύριες συναρτήσεις συνάθροισης:

- COUNT(), πλήθος εγγραφών
- SUM(), άθροισμα αριθμητικού γνωρίσματος,
- AVG(), μέση τιμή αριθμητικού γνωρίσματος,
- MIN(), μικρότερη τιμή.
- MAX(), μεγαλύτερη τιμή.

Παράδειγμα άθροισης τιμών γνωρίσματος

Έστω η σχέση *sales*:

area	employee	amount
Ημαθίας	Ευθυμίου	1890
Μαγνησίας	Αλεξανρίδης	2400
Καβάλας	Αλεξανρίδης	780
Μαγνησίας	Ευθυμίου	2100
Τρικάλων	Πετρίδης	4400
Πιερίας	Πετρίδης	1820
Καβάλας	Ευθυμίου	2400

Να υπολογιστεί το άθροισμα των πωλήσεων

$$\mathcal{G}_{\text{sum}(\text{amount})}(\text{sales})$$

Παράδειγμα άθροισης με ομαδοποίηση

Άθροισμα πωλήσεων ανά υπάλληλο

$employee \mathcal{G}_{\text{sum}(\text{amount})}(\text{sales})$

employee	sum(amount)
Ευθυμίου	6390
Αλεξανρίδης	3180
Πετρίδης	6220

area	employee	amount
Ημαθίας	Ευθυμίου	1890
Μαγνησίας	Αλεξανρίδης	2400
Καβάλας	Αλεξανρίδης	780
Μαγνησίας	Ευθυμίου	2100
Τρικήλων	Πετρίδης	4400
Πιερίας	Πετρίδης	1820
Καβάλας	Ευθυμίου	2400

Ο πίνακας *employees* από τη βάση *company*

Έστω η σχέση *employees* με σχήμα:

employees(*empid*, *firstname*, *lastname*, *depid*, *salary*, *hiredate*)

empid	firstname	lastname	depid	salary	hiredate
102	Νικηφόρος	Διαμαντίδης	6	1212.50	2003-06-02
109	Μαρία	Αθανασίου	1	2787.69	2000-01-26
153	Μαρία	Αλεβιζάτου	2	1321.92	2001-05-15
172	Χρήστος	Βλάσσης	3	1101.70	2000-07-04
189	Θεόδωρος	Αγγελίνας	6	1908.28	2000-06-19
...	...	...	...	...	...

Παραδείγματα συναρτήσεων συνάθροισης

Το άθροισμα των μισθών όλων των υπαλλήλων

Παραδείγματα συναρτήσεων συνάθροισης

Το άθροισμα των μισθών όλων των υπαλλήλων

$$\mathcal{G}_{sum(salary)}(employees)$$

Ο μέσος μισθός των υπαλλήλων του τμήματος 3

Παραδείγματα συναρτήσεων συνάθροισης

Το άθροισμα των μισθών όλων των υπαλλήλων

$$\mathcal{G}_{sum(salary)}(employees)$$

Ο μέσος μισθός των υπαλλήλων του τμήματος 3

$$\mathcal{G}_{avg(salary)}(\sigma_{depid=3}(employees))$$

Πόσοι υπάλληλοι εργάζονται στο τμήμα 4

Παραδείγματα συναρτήσεων συνάθροισης

Το άθροισμα των μισθών όλων των υπαλλήλων

$$\mathcal{G}_{sum(salary)}(employees)$$

Ο μέσος μισθός των υπαλλήλων του τμήματος 3

$$\mathcal{G}_{avg(salary)}(\sigma_{depid=3}(employees))$$

Πόσοι υπάλληλοι εργάζονται στο τμήμα 4

$$\mathcal{G}_{count(empid)}(\sigma_{depid=4}(employees))$$

Ημερομηνία της πιο πρόσφατης πρόσληψης

Παραδείγματα συναρτήσεων συνάθροισης

Το άθροισμα των μισθών όλων των υπαλλήλων

$$\mathcal{G}_{sum(salary)}(employees)$$

Ο μέσος μισθός των υπαλλήλων του τμήματος 3

$$\mathcal{G}_{avg(salary)}(\sigma_{dept=3}(employees))$$

Πόσοι υπάλληλοι εργάζονται στο τμήμα 4

$$\mathcal{G}_{count(empid)}(\sigma_{dept=4}(employees))$$

Ημερομηνία της πιο πρόσφατης πρόσληψης

$$\mathcal{G}_{max(hiredate)}(employees)$$

Παραδείγματα συνάθροισης με ομαδοποίηση

Ο μικρότερος μισθός ανά τμήμα υπαλλήλων

Παραδείγματα συνάθροισης με ομαδοποίηση

Ο μικρότερος μισθός ανά τμήμα υπαλλήλων

$$\text{depid } \mathcal{G}_{\min(\text{salary})}(\text{employees})$$

Να βρεθεί το εύρος μισθού ανά τμήμα

Παραδείγματα συνάθροισης με ομαδοποίηση

Ο μικρότερος μισθός ανά τμήμα υπαλλήλων

$$depid \mathcal{G}_{min(salary)}(employees)$$

Να βρεθεί το εύρος μισθού ανά τμήμα

$$depid \mathcal{G}_{max(salary) - min(salary)}(employees)$$

Πλήθος υπαλλήλων ανά τμήμα με μισθό > 1300

Παραδείγματα συνάθροισης με ομαδοποίηση

Ο μικρότερος μισθός ανά τμήμα υπαλλήλων

$$\text{depid } \mathcal{G}_{\min(\text{salary})}(\text{employees})$$

Να βρεθεί το εύρος μισθού ανά τμήμα

$$\text{depid } \mathcal{G}_{\max(\text{salary}) - \min(\text{salary})}(\text{employees})$$

Πλήθος υπαλλήλων ανά τμήμα με μισθό > 1300

$$\text{depid } \mathcal{G}_{\text{count}(\text{depid})}(\sigma_{\text{salary} > 1300}(\text{employees}))$$