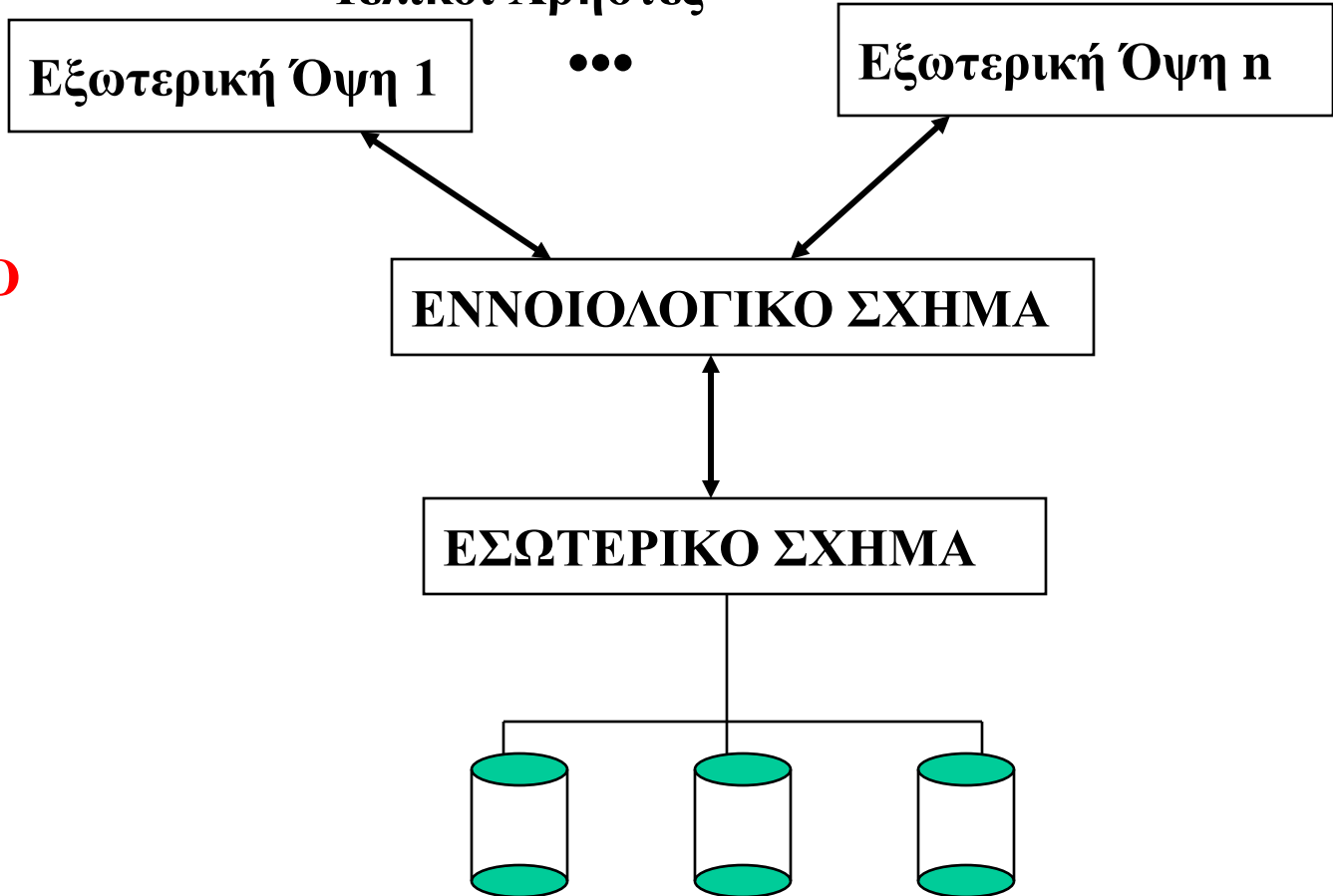


Το Σχεσιακό Μοντέλο-Σχεσιακή Άλγεβρα, Σχεσιακός Λογισμός

Αρχιτεκτονική Τριών Σχημάτων

Τελικοί Χρήστες



**ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ
ΕΠΙΠΕΔΟ**

**ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΠΙΠΕΔΟ**

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ
ΕΠΙΠΕΔΟ**

Έννοιες του Σχεσιακού Μοντέλου

Το σχεσιακό μοντέλο παριστάνει τη βάση δεδομένων ως μια συλλογή από σχέσεις. Μιλώντας χωρίς αυστηρότητα, μπορούμε να πούμε ότι κάθε σχέση μοιάζει με έναν πίνακα ή, κατά κάποιο τρόπο, με ένα “επίπεδο” αρχείο εγγραφών.

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
58	Παππάς	7	Αθήνα

Όνομα Σχέσης

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσot
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
22	Π14	200

Γνωρίσματα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

Πλειάδα ή γραμμή

Ορισμοί (1)

- **Πεδίο ορισμού (domain) D** είναι ένα σύνολο από ατομικές τιμές. Με τον όρο ατομικές (atomic) εννοούμε ότι καμιά τιμή από το πεδίο ορισμού δεν μπορεί να διασπαστεί, στα πλαίσια του σχεσιακού μοντέλου. Για κάθε πεδίο ορισμού προσδιορίζεται επίσης ένας τύπος δεδομένων (data type) ή μια μορφοποίηση (format).
- **Σχήμα σχέσης (relation schema) R** , που δηλώνεται με $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ αποτελείται από ένα όνομα σχέσης R και μια λίστα από γνωρίσματα A_1, A_2, \dots, A_n . Ένα σχήμα σχέσης χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας σχέσης· το R λέγεται όνομα (name) αυτής της σχέσης.
- **Γνώρισμα (attribute) A_i** είναι το όνομα ενός ρόλου που παίζει κάποιο πεδίο ορισμού D στο σχήμα σχέσης R . Το D λέγεται πεδίο ορισμού του A_i και συμβολίζεται $\text{dom}(A_i)$.

Ορισμοί (2)

- Βαθμός μιας σχέσης (degree of a relation) είναι το πλήθος n των γνωρισμάτων του σχήματός της.
- Ένα στιγμιότυπο ή μία κατάσταση σχέσης (relation state) r του σχήματος σχέσης $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$, που συμβολίζεται και $r(R)$, είναι ένα σύνολο από n -πλειάδες $r = \{ t_1, t_2, \dots, t_m \}$. Κάθε n -πλειάδα (n -tuple) t είναι μια διατεταγμένη λίστα από n τιμές $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$, όπου κάθε τιμή v_i , $1 \leq i \leq n$, είναι ένα στοιχείο του $\text{dom}(A_i)$ ή μια ειδική τιμή null. Η i τιμή της πλειάδας t , που αντιστοιχεί στο γνώρισμα A_i , αναφέρεται σαν $t[A_i]$. Το στιγμιότυπο λέγεται και έκταση της σχέσης.

Εναλλακτικός Ορισμός

Μια σχέση $r(R)$ είναι μια μαθηματική σχέση βαθμού n στα πεδία ορισμού $\text{dom}(A_1), \text{dom}(A_2), \dots, \text{dom}(A_n)$, που είναι ένα υποσύνολο του καρτεσιανού γινομένου των πεδίων ορισμού που ορίζουν την R :

$$r(R) \subseteq (\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n))$$

Το καρτεσιανό γινόμενο προσδιορίζει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς τιμών από τα υποκείμενα πεδία ορισμού. Επομένως, αν συμβολίσουμε το πλήθος των τιμών ή την πληθικότητα (cardinality) ενός πεδίου ορισμού D με $|D|$, και υποθέσουμε ότι όλα τα πεδία ορισμού είναι πεπερασμένα, ο ολικός αριθμός πλειάδων στο καρτεσιανό γινόμενο είναι

$$|\text{dom}(A_1)| * |\text{dom}(A_2)| * \dots * |\text{dom}(A_n)|$$

Χαρακτηριστικά των Σχέσεων

- Διάταξη των πλειάδων σε μια σχέση
- Διάταξη των τιμών μέσα σε μια πλειάδα.
- Τιμές στις πλειάδες
- Ερμηνεία μιας σχέσης

Σχήμα Βάσης Δεδομένων

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
--------	---------	-------	------

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσοτ
--------	------	-------

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
------	----------	-------	-------

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

Στιγμιότυπο

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσot
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
28	Π14	150
22	Π14	200

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

Τύποι Περιορισμών στο Σχεσιακό Μοντέλο

1. Περιορισμοί ενδογενείς στο μοντέλο δεδομένων. Τους ονομάζουμε ενδογενείς περιορισμούς του μοντέλου.
2. Περιορισμοί που μπορούν να εκφρασθούν άμεσα στα σχήματα του μοντέλου δεδομένων, που τυπικά μπορούν να προσδιορισθούν στην ΓΟΔ (γλώσσα ορισμού των δεδομένων,). Αυτοί ονομάζονται περιορισμοί που βασίζονται στο σχήμα.
3. Περιορισμοί που δεν μπορούν να εκφρασθούν άμεσα στα σχήματα του μοντέλου δεδομένων, και επομένως πρέπει να εκφρασθούν και να επιβληθούν από τα προγράμματα εφαρμογών. Αυτοί ονομάζονται περιορισμοί που βασίζονται στην εφαρμογή.

Περιορισμοί του Σχεσιακού Μοντέλου

- Περιορισμοί πεδίου Ορισμού
- Περιορισμοί Κλειδιού
- Περιορισμοί Ακεραιότητας

Περιορισμός Πεδίου Ορισμού

Οι περιορισμοί πεδίου ορισμού καθορίζουν ότι η τιμή κάθε γνωρίσματος A πρέπει να είναι μία ατομική τιμή από το πεδίο ορισμού $\text{dom}(A)$ αυτού του γνωρίσματος. Οι τύποι δεδομένων που συνδέονται με τα πεδία ορισμού συνήθως περιλαμβάνουν τους καθιερωμένους τύπους αριθμητικών δεδομένων για ακέραιους (όπως `short integer`, `integer`, `long integer`) και πραγματικούς αριθμούς (`float` και `double precision float`). Επίσης είναι διαθέσιμοι τύποι δεδομένων για χαρακτήρες, συμβολοσειρές σταθερού και μεταβλητού μήκους καθώς επίσης και για ημερομηνία, ώρα, χρονικά σημεία και χρηματικά ποσά.

Περιορισμοί Κλειδιού (1)

Όλα τα στοιχεία ενός συνόλου είναι εξ ορισμού διαφορετικά και, επομένως, όλες οι πλειάδες σε μια σχέση πρέπει επίσης να είναι διαφορετικές. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί δύο πλειάδες να έχουν τον ίδιο συνδυασμό τιμών για όλα τα γνωρίσματα τους. Επομένως υπάρχουν άλλα υποσύνολα γνωρισμάτων ενός σχήματος σχέσης R με την ιδιότητα ότι κανένα ζευγάρι πλειάδων σε οποιοδήποτε στιγμιότυπο r της R δεν μπορεί να έχει τον ίδιο συνδυασμό τιμών για τα γνωρίσματα αυτά. Υποθέστε ότι συμβολίζουμε ένα τέτοιο υποσύνολο γνωρισμάτων με SK . τότε για δύο διαφορετικές πλειάδες t_1 και t_2 σε ένα στιγμιότυπο r της σχέσης R , έχουμε τον περιορισμό ότι:

$$t_1[SK] \neq t_2[SK]$$

Ένα τέτοιο σύνολο από γνωρίσματα SK λέγεται υπερ-κλειδί (superkey) του σχήματος σχέσης R .

Περιορισμοί Κλειδιού (2)

Ένα κλειδί (key) K ενός σχήματος σχέσης R είναι ένα υπερ-κλειδί της R με την επιπλέον ιδιότητα ότι αν αφαιρεθεί οποιοδήποτε γνώρισμα A από το K απομένει ένα σύνολο γνωρισμάτων K' το οποίο δεν είναι υπερ-κλειδί της R . Ένα σχήμα σχέσης μπορεί να έχει περισσότερα από ένα κλειδιά. Στην περίπτωση αυτή, κάθε κλειδί λέγεται υποψήφιο κλειδί (candidate key). Συνηθίζεται να καθορίζουμε ένα από τα υποψήφια κλειδιά ως πρωτεύον κλειδί (primary key) της σχέσης. Αυτό είναι το υποψήφιο κλειδί που οι τιμές του χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των πλειάδων της σχέσης. Αυτό το κλειδί έχει και σημασία για τον τρόπο που θα οργανωθεί σαν αρχείο η σχέση.

Περιορισμοί Ακεραιότητας-Ακεραιότητα Οντοτήτων

Ο περιορισμός ακεραιότητας οντοτήτων (entity integrity constraint) καθορίζει ότι δεν μπορεί η τιμή ενός πρωτεύοντος κλειδιού να είναι null. Αυτό ισχύει επειδή η τιμή του πρωτεύοντος κλειδιού χρησιμοποιείται για την αναγνώριση συγκεκριμένων πλειάδων σε μια σχέση· έτσι, το να έχουμε null τιμές για ένα πρωτεύον κλειδί σημαίνει ότι μερικές πλειάδες δεν μπορούν να αναγνωριστούν.

Περιορισμοί Ακεραιότητας-Αναφορική Ακεραιότητα

Ο περιορισμός αναφορικής ακεραιότητας (referential integrity constraint) ορίζεται μεταξύ δύο σχέσεων και χρησιμοποιείται για την διατήρηση της συνέπειας μεταξύ των πλειάδων των δύο σχέσεων. Ο περιορισμός αναφορικής ακεραιότητας ορίζει ότι μια πλειάδα μιας σχέσης που αναφέρεται σε μια άλλη σχέση πρέπει να αναφέρεται σε μια υπαρκτή πλειάδα της άλλης σχέσης αυτής.

Για πιο αυστηρό ορισμό χρησιμοποιούμε την έννοια του ξένου κλειδιού.

Έστω δύο σχήματα σχέσεων R_1 και R_2 . Ένα σύνολο γνωρισμάτων FK στο σχήμα σχέσης R_1 είναι ξένο κλειδί (foreign key) της R_1 αν ικανοποιεί τους δύο επόμενους κανόνες:

- 1. Τα γνωρίσματα στο FK έχουν το ίδιο πεδίο ορισμού με τα γνωρίσματα του πρωτεύοντος κλειδιού PK ενός άλλου σχήματος σχέσης R_2 . Τα γνωρίσματα FK λέμε ότι αναφέρονται στη σχέση R_2 .**
- 2. Μια τιμή του FK στην πλειάδα t_1 της παρούσας κατάστασης $r_1(R_1)$ είτε εμφανίζεται ως τιμή του PK σε κάποια πλειάδα t_2 της παρούσας κατάστασης $r_2(R_2)$ είτε είναι null. Στη πρώτη περίπτωση έχουμε $t_1[FK] = t_2[PK]$, και λέμε ότι η πλειάδα t_1 αναφέρεται στην πλειάδα t_2 . Η R_1 λέγεται η σχέση που αναφέρει και η R_2 η αναφερόμενη σχέση.**

Σχήμα Βάσης Δεδομένων

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
--------	---------	-------	------

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσot
--------	------	-------

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
------	----------	-------	-------



Μια κατάσταση σχεσιακής βάσης δεδομένων (relational database state) DB του S είναι ένα σύνολο από καταστάσεις σχέσεων $DB = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ τέτοια ώστε κάθε r_i είναι ένα στιγμιότυπο του R_i και οι σχέσεις r_i ικανοποιούν τους περιορισμούς ακεραιότητας που προσδιορίζονται στο IC (περιορισμοί ακεραιότητας).

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ

ΟΝΟΜΑ	ΑΡΧ_ΠΑΤ	ΕΠΙΘΕΤΟ	<u>ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	ΗΜ_ΓΕΝ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΦΥΛΟ	ΜΙΣΘΟΣ	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ	ΑΡΙΘ_Τ
-------	---------	---------	----------------	--------	-----------	------	--------	--------------	--------

ΤΜΗΜΑ

Τ_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΗΜΕΡ_ΕΝΑΡΞΗΣ
---------	-----------------	------------	--------------

ΤΟΠΟΘ_ΤΜΗΜΑ

<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	<u>Τ_ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>
-----------------	--------------------

ΕΡΓΟ

Ε_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ</u>	ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ	Κ_ΤΜΗΜΑ
---------	------------------	-----------	---------

ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

<u>Ε_ΑΡΤΑΥΤ</u>	<u>Κ_ΕΡΓΟ</u>	ΩΡΕΣ
-----------------	---------------	------

ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ

<u>Ε_ΑΡΤΑΥΤ</u>	<u>ΟΝΟΜΑ_ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΥ</u>	ΦΥΛΟ	ΗΜ_ΓΕΝ	ΣΧΕΣΗ
-----------------	--------------------------	------	--------	-------

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ

ΟΝΟΜΑ	ΑΡΧ_ΠΑΤ	ΕΠΙΘΕΤΟ	<u>ΑΡ_ΤΑΥΤ</u>	ΗΜ_ΓΕΝ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΦΥΛΟ	ΜΙΣΘΟΣ	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ	ΑΡΙΘ_Τ
-------	---------	---------	----------------	--------	-----------	------	--------	--------------	--------

ΤΜΗΜΑ

Τ_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΗΜΕΡ_ΕΝΑΡΞΗΣ
---------	-----------------	------------	--------------

ΤΟΠΟΘ_ΤΜΗΜΑ

<u>ΚΩΔ_ΤΜΗΜ</u>	<u>Τ_ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>
-----------------	--------------------

ΕΡΓΟ

Ε_ΟΝΟΜΑ	<u>ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ</u>	ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ	Κ_ΤΜΗΜΑ
---------	------------------	-----------	---------

ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

<u>Ε_ΑΡΤΑΥΤ</u>	<u>Κ_ΕΡΓΟ</u>	ΩΡΕΣ
-----------------	---------------	------

ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΣ

<u>Ε_ΑΡΤΑΥΤ</u>	<u>ΟΝΟΜΑ_ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟΥ</u>	ΦΥΛΟ	ΗΜ_ΓΕΝ	ΣΧΕΣΗ
-----------------	--------------------------	------	--------	-------

Πράξεις Ενημέρωσης

- **Εισαγωγή:(insertion) χρησιμοποιείται για την εισαγωγή μιας νέας πλειάδας ή κάποιων νέων πλειάδων σε μια σχέση.**
- **Η διαγραφή (deletion) χρησιμοποιείται για τη διαγραφή πλειάδων**
- **Η τροποποίηση (modification) χρησιμοποιείται για να αλλάξει τις τιμές κάποιων γνωρισμάτων.**

**Προσοχή η εισαγωγή μπορεί να προκαλέσει παραβίαση
οποιοδήποτε περιορισμών και επομένως να μην
εκτελεσθεί.**

Εισαγωγή (Insert)

1. **insert(55, Αδαμόπουλος, 6, Λάρισα) into ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ που είναι αποδεκτή**
2. **insert(null, Παπαδόπουλος, 5, Αθήνα) μη αποδεκτή επειδή έχει null στο κλειδί.**
3. **insert(22, 'Παπάς', 5, 'Αθήνα') into ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ μη αποδεκτή γιατί παραβιάζει την ιδιότητα του κλειδιού.**
4. **insert(65, 'Π35', 120) into ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ μη αποδεκτή γιατί παραβιάζει την αναφορική ακεραιότητα.**

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσot
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
28	Π14	150
22	Π14	200

Προσοχή η διαγραφή μπορεί να προκαλέσει παραβίαση της αναφορικής ακεραιότητας και επομένως να μην εκτελεσθεί ή να γίνει διάδοση.

Διαγραφή (Delete)

- 1. Διαγραφή του προμηθευτή με κωδικό 58 που είναι επιτρεπτή.**
- 2. Διαγραφή του προμηθευτή με κωδικό 22. Δεν είναι επιτρεπτή επειδή έχει δύο αναφορές από την παραγγελία.**
- 3. Διαγραφή της πλειάδας προϊόν με κωδικό Π14. Δεν είναι επιτρεπτή γιατί υπάρχουν αναφορές σ' αυτή από δύο πλειάδες στην παραγγελία.**

Η πράξη της τροποποίησης (Modify) χρησιμοποιείται για να αλλάξουν οι τιμές ενός ή περισσότερων γνωρισμάτων σε μία (ή σε κάποιες) πλειάδες μιας σχέσης R. Για την επιλογή της πλειάδας (ή των πλειάδων) που θα τροποποιηθούν είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί μια συνθήκη πάνω στα γνωρίσματα της σχέσης R.

Η τροποποίηση ενός γνωρίσματος που δεν είναι ούτε πρωτεύον ούτε ξένο κλειδί συνήθως δεν προκαλεί προβλήματα· το ΣΔΒΔ αρκεί μόνο να επιβεβαιώσει ότι η νέα τιμή είναι του σωστού τύπου δεδομένων και πεδίου ορισμού. Η τροποποίηση της τιμής του πρωτεύοντος κλειδιού είναι παρόμοια με την διαγραφή μιας πλειάδας και την εισαγωγή μιας άλλης στη θέση της, διότι χρησιμοποιούμε το πρωτεύον κλειδί για να αναγνωρίζουμε τις πλειάδες.

Τροποποίηση (Modify)

- 1. Τροποποίηση του κωδικού προμηθευτή από 58 σε 95. Είναι αποδεκτή.**
- 2. Τροποποίηση των παραγγελιών από τον προμηθευτή 22 στον προμηθευτή 58. Αποδεκτή.**
- 3. Τροποποίησε τον κωδικό προϊόντος στην παραγγελία από Π14 σε Π50. Μη αποδεκτή γιατί παραβιάζει την αναφορική ακεραιότητα.**
- 4. Τροποποίησε τον κωδικό προμηθευτή στην σχέση προμηθευτής από 31 σε 28. Μη αποδεκτή γιατί παραβιάζει τον περιορισμό πρωτεύοντος κλειδιού κλειδιού και αναφορικής ακεραιότητας.**

Σχεσιακή Άλγεβρα

Ένα μοντέλο δεδομένων πρέπει να περιλαμβάνει και ένα σύνολο από πράξεις για την διαχείριση των δεδομένων. Ένα βασικό σύνολο πράξεων του σχεσιακού μοντέλου αποτελούν την σχεσιακή άλγεβρα. Οι πράξεις αυτές επιτρέπουν στο χρήστη να προσδιορίσει βασικά αιτήματα ανάκτησης. Έτσι οι πράξεις της άλγεβρας παράγουν νέες σχέσεις, στις οποίες μπορεί να γίνει περαιτέρω επεξεργασία χρησιμοποιώντας πράξεις της ίδιας άλγεβρας. μια ακολουθία πράξεων της σχεσιακής άλγεβρας σχηματίζει μια έκφραση της σχεσιακής άλγεβρας, της οποίας το αποτέλεσμα είναι επίσης σχέση.

Πράξεις της Σχεσιακής Άλγεβρας

Πράξεις Συνόλων

- Ένωση (\cup)
- Τομή (\cap)
- Διαφορά ($-$)
- Καρτεσιανό Γινόμενο (\times)
- Διαίρεση (\div)

Πράξεις της Σχεσιακής Άλγεβρας

Πράξεις Ειδικά για Σχεσιακές Βάσεις

- Επιλογή (ή Περιορισμός) (σ)
- Προβολή (π)
- Συνένωση (\bowtie)

Επιλογή ή οριζόντια επιλογή ή περιορισμός

Η πράξη ΕΠΙΛΟΓΗ χρησιμοποιείται για την επιλογή ενός υποσυνόλου πλειάδων μιας σχέσης που ικανοποιεί μια συνθήκη επιλογής. Μπορούμε να θεωρήσουμε την πράξη της επιλογής σαν ένα φίλτρο που κρατά μόνο τις πλειάδες εκείνες που ικανοποιούν την συνθήκη επιλογής.

Η δομή της είναι:

σ <συνθήκη επιλογής> (R)

Συνθήκη επιλογής

- $A_i \theta c$ (γνώρισμα της σχέσης και c σταθερά)
- $A_i \theta A_j$ (A_i και A_j γνωρίσματα της σχέσης)
- NOT συνθήκη
- συνθήκη₁ AND συνθήκη₂
- συνθήκη₁ OR συνθήκη₂

$\theta \in \{=, <, \leq, >, \geq, \neq\}$ με την προϋπόθεση ότι υπάρχει διάταξη για το πεδίο τιμών του γνωρίσματος

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
44	Αντύπας	7	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

$\sigma_{\text{Είδος}=7}$ (ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ)

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
44	Αντύπας	7	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

$\sigma_{\text{Είδος}=7 \text{ AND } \text{Πόλη}=\text{Λάρισα}}$ (ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ)

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
44	Αντύπας	7	Λάρισα

σ_{Είδος=7 OR Πόλη=Λάρισα (ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ)}

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
28	Δέδες	12	Λάρισα
44	Αντύπας	7	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

Ο βαθμός μιας σχέσης που προκύπτει από μια πράξη επιλογής είναι ίδιος με το βαθμό της αρχικής σχέσης R στην οποία εφαρμόστηκε η πράξη αυτή, διότι έχει τα ίδια γνωρίσματα με την R.

Το πλήθος πλειάδων της προκύπτουσας σχέσης είναι πάντοτε μικρότερο από ή ίσο με το πλήθος πλειάδων της αρχικής σχέσης R. Δηλαδή για κάθε συνθήκη C ισχύει: $|\sigma_C(R)| \leq |R|$. Για το λόγο αυτό η πράξη της επιλογής λέγεται και περιορισμός. Το ποσοστό των πλειάδων που επιλέγονται με μια συνθήκη επιλογής αναφέρεται ως επιλεκτικότητα (selectivity) της συνθήκης.

Η πράξη της επιλογής είναι αντιμεταθετική (commutative), δηλαδή

$$\sigma_{\langle \text{συνθ1} \rangle} (\sigma_{\langle \text{συνθ2} \rangle} (R)) = \sigma_{\langle \text{συνθ2} \rangle} (\sigma_{\langle \text{συνθ1} \rangle} (R))$$

Προβολή ή κατακόρυφη επιλογή

Η πράξη ΠΡΟΒΟΛΗ (PROJECT), επιλέγει ορισμένες στήλες από τον πίνακα και απορρίπτει τις υπόλοιπες. Αν μας ενδιαφέρουν μόνο ορισμένα γνωρίσματα μιας σχέσης, χρησιμοποιούμε την πράξη της προβολής για να ‘προβάλουμε’ τη σχέση στα γνωρίσματα αυτά.

Η γενική μορφή της πράξης της προβολής είναι

$\pi_{\langle \text{λίστα γνωρισμάτων} \rangle} (R)$

όπου π είναι το σύμβολο που χρησιμοποιείται για την πράξη ΠΡΟΒΟΛΗ και $\langle \text{λίστα γνωρισμάτων} \rangle$ είναι μια λίστα από γνωρίσματα της σχέσης R.

$\pi_{\text{Κ_Προμ, Π_Ονομα, Είδος}}$ (ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ)

Κ_Προμ	Π_Ονομα	Είδος
22	Ανδρέου	7
31	Πέτρου	8
28	Δέδες	12
44	Αντύπας	7
58	Παπιάς	7

Όμως τι θα γίνει για την
π Είδος, Πόλη (ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ)

Θα πάρουμε αυτό?

Είδος	Πόλη
7	Αθήνα
8	Πάτρα
12	Λάρισα
7	Λάρισα
7	Αθήνα

Ή αυτό?

Είδος	Πόλη
7	Αθήνα
8	Πάτρα
12	Λάρισα
7	Λάρισα

Για να είναι σύνολο γίνεται απαλειφή
των διπλοτύπων

Ο βαθμός της είναι ίσος με το πλήθος των γνωρισμάτων στη <λίστα γνωρισμάτων> και επομένως μικρότερος ή ίσος από αυτόν της αρχικής σχέσης.

Το πλήθος των πλειάδων μιας σχέσης που προκύπτει από μια πράξη προβολής είναι πάντοτε μικρότερο από ή ίσο με το πλήθος πλειάδων της αρχικής σχέσης.

Ισχύει

$$\pi_{\langle \text{λίστα1} \rangle} (\pi_{\langle \text{λίστα2} \rangle} (R)) = \pi_{\langle \text{λίστα1} \rangle} (R)$$

εφόσον η <λίστα2> περιέχει τα γνωρίσματα της λίστας <λίστα1>

Η αντιμεταθετικότητα δεν ισχύει για την ΠΡΟΒΟΛΗ.

Συνδυασμός Πράξεων

Να βρεθούν τα ονόματα των προμηθευτών από την Λάρισα

π Π_Όνομα σ Πόλη='Λάρισα' (ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ)

Π_Όνομα
Δέδες
Αντύπας

ή με την σειρά εκτέλεσης

$T_1 \leftarrow \sigma_{\text{Πόλη}='Λάρισα'} (\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ})$

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
28	Δέδες	12	Λάρισα
44	Αντύπας	7	Λάρισα

$\pi_{\text{Π_Όνομα}} (T_1)$

Π_Όνομα
Δέδες
Αντύπας

Μετονομασία Γνωρισμάτων

ΠΡΟΜ_ΑΘ ← $\sigma_{\text{Πόλη=Αθήνα}}$ (**ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ**)

ΠΡΟΜ_ΑΘ(Κωδ_Π, Επίθετο, Είδος, Πόλη)
← $\sigma_{\text{Πόλη=Αθήνα}}$ (**ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ**)

Μπορούμε να ορίσουμε την πράξη RENAME –που μπορεί είτε να μετονομάσει το όνομα μιας σχέσης, η τα ονόματα των γνωρισμάτων, ή και τα δύο- με ένα τρόπο παρόμοιο με αυτόν που ορίσαμε τις πράξεις της επιλογής και της προβολής. Η γενική πράξη RENAME όταν εφαρμοσθεί στην σχέση R βαθμού n συμβολίζεται με οποιαδήποτε από τις παρακάτω τρεις μορφές:

$$\rho_{S(B_1, B_2, \dots, B_n)}(\mathbf{R}) \text{ ή } \rho_S(\mathbf{R}) \text{ ή } \rho_{(B_1, B_2, \dots, B_n)}(\mathbf{R})$$

Συνολοθεωρητικές Πράξεις

- Ένωση
- Τομή
- Διαφορά
- Καρτεσιανό Γινόμενο

Ένωση

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Τοποθ	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	Άργος	8
Π76	DVD	Μαύρο	Αθήνα	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	Αθήνα	1

$T_1 \leftarrow \pi_{\text{Πόλις}}(\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ})$

$T_2 \leftarrow \pi_{\text{Τοποθ}}(\text{ΠΡΟΙΟΝ})$

$\text{Αποτέλεσμα}(\text{City}) \leftarrow T_1 \cup T_2$

Αποτέλεσμα

City
Πάτρα
Λάρισα
Άργος
Αθήνα

T_1

Πόλη
Πάτρα
Λάρισα
Αθήνα

T_2

Τοποθ
Άργος
Αθήνα

Τομή

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Τοποθ	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	Άργος	8
Π76	DVD	Μαύρο	Αθήνα	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	Αθήνα	1

$T_1 \leftarrow \pi_{\text{Πόλις}}(\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ})$

$T_2 \leftarrow \pi_{\text{Τοποθ}}(\text{ΠΡΟΙΟΝ})$

$\text{Αποτέλεσμα(City)} \leftarrow T_1 \cap T_2$

Αποτέλεσμα

City
Αθήνα

T_1

Πόλη
Πάτρα
Λάρισα
Αθήνα

T_2

Τοποθ
Άργος
Αθήνα

Διαφορά

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Τοποθ	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	Άργος	8
Π76	DVD	Μαύρο	Αθήνα	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	Αθήνα	1

$T_1 \leftarrow \pi_{\text{Πόλις}}(\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ})$

$T_2 \leftarrow \pi_{\text{Τοποθ}}(\text{ΠΡΟΙΟΝ})$

$\text{Αποτέλεσμα(City)} \leftarrow T_1 - T_2$

Αποτέλεσμα

City
Λάρισα
Πάτρα

T_1

Πόλη
Πάτρα
Λάρισα
Αθήνα

T_2

Τοποθ
Άργος
Αθήνα

Ιδιότητες των Συνολοθεωρητικών Πράξεων

$$\mathbf{R \cup S = S \cup R \text{ και } R \cap S = S \cap R}$$

$$\mathbf{R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T, \text{ και}}$$

$$\mathbf{(R \cap S) \cap T = R \cap (S \cap T)}$$

Οι πράξεις είναι προσεταιριστικές,

$$\mathbf{R \cup (S \cup T) = (R \cup S) \cup T, \text{ και}}$$

$$\mathbf{(R \cap S) \cap T = R \cap (S \cap T)}$$

**Η πράξη της διαφοράς δεν είναι
αντιμεταθετική, δηλαδή :**

$$\mathbf{R - S \neq S - R}$$

Καρτεσιανό Γινόμενο (CARTESIAN PRODUCT) ή ΧΙΑΣΤΙ ΓΙΝΟΜΕΝΟ (CROSS PRODUCT)

Η πράξη αυτή, χρησιμοποιείται προκειμένου να συνδυαστούν πλειάδες από δύο σχέσεις έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωριστούν οι πλειάδες που σχετίζονται. Γενικά, το αποτέλεσμα της πράξης $R(A_1, A_2, \dots, A_n) \times S(B_1, B_2, \dots, B_m)$ είναι μια σχέση Q με $n + m$ γνωρίσματα $Q(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$ και με αυτήν τη σειρά. Η προκύπτουσα σχέση Q έχει μία πλειάδα για κάθε συνδυασμό πλειάδων - μία από την R και μία από την S . Επομένως, αν η R έχει n_R πλειάδες και η S n_S πλειάδες, τότε η $R \times S$ έχει $n_R * n_S$ πλειάδες

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
28	Π14	150
22	Π14	200

Έστω ότι για κάθε προμηθευτή από την Αθήνα θέλουμε τον κωδικό του το όνομα του, τον κωδικό και την ποσότητα κάθε παραγγελίας

$T_1 \leftarrow \sigma_{\text{Πολη=Αθήνα}} (\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ})$

$T_2 \leftarrow T_1 \times \text{ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ}$

$T_3 \leftarrow \sigma_{T_1.K.Προμ=ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ.K.Προμ} (T_2)$

$T \leftarrow \pi_{T_3.K.Προμ, Π_Ονομα, Κ_Πρ, Ποσοτ} (T_3)$

T₁

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
58	Παππάς	7	Αθήνα

T₂

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη	Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	22	Π35	200
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	31	Π35	100
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	31	Π76	150
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	28	Π14	150
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	22	Π14	150
58	Παππάς	7	Αθήνα	22	Π35	200
58	Παππάς	7	Αθήνα	31	Π35	100
58	Παππάς	7	Αθήνα	31	Π76	150
58	Παππάς	7	Αθήνα	28	Π14	150
58	Παππάς	7	Αθήνα	22	Π14	200


T₃

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη	Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	22	Π35	200
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	22	Π14	150

T

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Ανδρέου	Π35	200
22	Ανδρέου	Π14	150

Πράξεις Συνένωσης

Η πράξη ΣΥΝΕΝΩΣΗ (JOIN), που συμβολίζεται  χρησιμοποιείται για να συνδυαστούν σε ενιαίες πλειάδες κάποιες σχετιζόμενες πλειάδες από δύο σχέσεις.

Έστω ότι για κάθε προμηθευτή από την Αθήνα θέλουμε τον κωδικό του το όνομα του, τον κωδικό προϊόντος και την ποσότητα κάθε παραγγελίας

$T_1 \leftarrow \sigma_{\text{Πολη}=\text{Αθήνα}} (\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ})$

$T_2 \leftarrow T_1 \bowtie_{T1.K.Προμ=ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ.K.Προμ} \text{ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ}$

$T \leftarrow \pi_{T2.K.Προμ, Π_Ονομα, Κ_Πρ, Ποσοτ} (T_2)$

T₁

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
58	Παππάς	7	Αθήνα

T₂

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη	Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	22	Π35	200
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	22	Π14	150

T

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Ανδρέου	Π35	200
22	Ανδρέου	Π14	150

Η γενική μορφή της πράξης ΣΥΝΕΝΩΣΗ επί δύο σχέσεων $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ και $S(B_1, B_2, \dots, B_m)$ είναι:

$R \bowtie_{\langle \text{συνθήκη συνένωσης} \rangle} S$

Συνθήκη Επιλογής

$A_i \theta B_j$ όπου τα A_i και B_j είναι γνωρίσματα των R και S
αντίστοιχα

συνθήκη₁ AND συνθήκη₂

$\theta \in \{=, <, \leq, >, \geq, \neq\}$ με την προϋπόθεση ότι υπάρχει
διάταξη για το πεδίο τιμών του γνωρίσματος

Η συνένωση αυτή λέγεται και θ συνένωση.

Η πιο συνηθισμένη περίπτωση συνένωσης είναι αυτή της
συνένωσης με συνθήκη ισότητας (EQUIJOIN)

Στη συνένωση ισότητας ένα ζεύγος γνωρισμάτων έχει την ίδια τιμή σε κάθε πλειάδα. Επειδή το ένα γνώρισμα από κάθε τέτοιο ζεύγος γνωρισμάτων με ίδιες τιμές αποτελεί πλεονασμό, δημιουργήθηκε μια νέα πράξη που λέγεται ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΝΕΝΩΣΗ (NATURAL JOIN) – συμβολίζεται με *- για την απαλοιφή του δεύτερου γνωρίσματος. Ο τυπικός ορισμός της φυσικής συνένωσης απαιτεί τα δύο γνωρίσματα της συνένωσης (ή κάθε ζεύγος γνωρισμάτων συνένωσης) να έχουν το ίδιο όνομα (αν αυτό δεν ισχύει γίνεται μετονομασία του ενός).

Έστω ότι για κάθε προμηθευτή από την Αθήνα θέλουμε τον κωδικό του το όνομα του, τον κωδικό προϊόντος και την ποσότητα κάθε παραγγελίας

$T_1 \leftarrow \sigma_{\text{Πολη}=\text{Αθήνα}} (\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ})$

$T_2 \leftarrow T_1 * \text{ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ}$

$T \leftarrow \pi_{T2.K.Προμ, Π_Ονομα, Κ_Πρ, Ποσοτ} (T_2)$

T_1

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
58	Παππάς	7	Αθήνα

 T_2

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	Π35	200
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	Π14	150

 T

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Ανδρέου	Π35	200
22	Ανδρέου	Π14	150

Ένας πιο γενικός αλλά μη τυπικός ορισμός της φυσικής συνένωσης είναι ο:

$$Q \leftarrow R^*_{(\langle \text{λίστα1} \rangle, \langle \text{λίστα2} \rangle)} S$$

Στην περίπτωση αυτή, το $\langle \text{λίστα1} \rangle$ προσδιορίζει μια λίστα i γνωρισμάτων από την R και το $\langle \text{λίστα2} \rangle$ προσδιορίζει μια λίστα i γνωρισμάτων από την S . Οι λίστες χρησιμοποιούνται για να σχηματιστούν συνθήκες σύγκρισης ισότητας ανάμεσα σε ζεύγη αντίστοιχων γνωρισμάτων· στη συνέχεια, οι συνθήκες ενώνονται με τελεστές σύζευξης. Μόνο η λίστα που αντιστοιχεί σε γνωρίσματα της πρώτης σχέσης R - η $\langle \text{λίστα1} \rangle$ - διατηρείται στο αποτέλεσμα Q .

αν η R έχει n_R πλειάδες και η S έχει n_S πλειάδες, το αποτέλεσμα μιας πράξης συνένωσης $R \bowtie S$ <συνθήκη συνένωσης> S θα έχει μεταξύ μηδέν και $n_R * n_S$ πλειάδων. Το αναμενόμενο μέγεθος του αποτελέσματος της συνένωσης διαιρούμενο δια του μέγιστου μεγέθους $n_R * n_S$ δίνει μια αναλογία που λέγεται επιλεκτικότητα συνένωσης (join selectivity), και αποτελεί ιδιότητα κάθε συνθήκης συνένωσης.

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
28	Π14	150
22	Π14	200

Έστω ότι για κάθε προμηθευτή θέλουμε τον κωδικό του το όνομα του, τον κωδικό και το όνομα προϊόντος και την ποσότητα κάθε παραγγελίας

$T_1 \leftarrow (\text{ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ} * \text{ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ}) * \text{ΠΡΟΙΟΝ}$

$T \leftarrow \pi_{\text{Κ.Προμ, Π_Όνομα, Κ_Πρ, Πρ_Όνομα Ποσοτ}} (T_1)$

Το σύνολο των πράξεων της σχεσιακής άλγεβρας $\{\sigma, \pi, \cup, -, X\}$ είναι ένα πλήρες (complete) σύνολο, κατά την έννοια ότι κάθε άλλη πράξη της σχεσιακής άλγεβρας μπορεί να εκφραστεί ως μια ακολουθία πράξεων από το σύνολο αυτό.

$$R \cap S \equiv (R \cup S) - ((R - S) \cup (S - R))$$

$$R \bowtie_{\langle \text{συνθήκη} \rangle} S \equiv \sigma_{\langle \text{συνθήκη} \rangle} (R X S)$$

Διαίρεση

Η πράξη ΔΙΑΙΡΕΣΗ (DIVISION) είναι χρήσιμη για μια ειδική κατηγορία ερωτήσεων που εμφανίζονται μερικές φορές σε εφαρμογές βάσεων δεδομένων. Συμβολίζεται με \div

**Ας δούμε ένα παράδειγμα:
Να βρεθούν οι κωδικοί των προμηθευτών που προμηθεύουν όλα τα προϊόντα.**

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσot
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
28	Π14	150
22	Π76	450
22	Π14	200

$T1 \leftarrow \pi_{K_πρ} (\text{ΠΡΟΙΟΝ})$

$T2 \leftarrow \pi_{K_Προμ, K_Πρ} (\text{ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ})$

$T \leftarrow T2 \div T1$

T1

K_Πρ
Π35
Π76
Π14

T2

K_Προμ	K_Πρ
22	Π35
31	Π35
31	Π76
28	Π14
22	Π76
22	Π14

T

K_Προμ
22

Η πράξη της διαίρεσης εφαρμόζεται σε δύο σχέσεις $R(Z) \div S(X)$, όπου $X \subseteq Z$. Έστω $Y = Z - X$ (και επομένως $Z = X \cup Y$, δηλαδή έστω Y το σύνολο των γνωρισμάτων της R που δεν είναι γνωρίσματα της S). Το αποτέλεσμα της διαίρεσης είναι μια σχέση $T(Y)$ που περιλαμβάνει μια πλειάδα t αν στην R υπάρχει μια πλειάδα t_R με $t_R[Y] = t$ και $t_R[X] = t_S$ για κάθε πλειάδα t_S της S . Αυτό σημαίνει ότι για να εμφανιστεί μια πλειάδα t στο αποτέλεσμα T της διαίρεσης, οι τιμές της t πρέπει να εμφανίζονται στην R σε συνδυασμό με κάθε πλειάδα της S .

$$T_1 \leftarrow \pi_Y(R)$$

$$T_2 \leftarrow \pi_Y((S \times T_1) - R)$$

$$T \leftarrow T_1 - T_2$$

Ένας τύπος πράξης που, γενικά, δεν μπορεί να οριστεί στη σχεσιακή άλγεβρα, είναι η αναδρομική κλειστότητα (recursive closure). Αυτή η πράξη εφαρμόζεται σε μια αναδρομική συσχέτιση (recursive relationship) μεταξύ πλειάδων του ίδιου τύπου, όπως η συσχέτιση μεταξύ ενός εργαζομένου και του προϊσταμένου του.

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ

Κωδ	Επίθετο	Προιστ	Πόλη
22	Ανδρέου	null	Αθήνα
31	Πέτρου	22	Πάτρα
28	Δέδες	31	Λάρισα
46	Τσέρτος	null	Άργος
68	Στύλας	46	Αθήνα
58	Παππάς	22	Αθήνα

Να βρεθούν οι κωδικοί των εργαζομένων που επιβλέπει άμεσα ή έμμεσα ο 22.

$T1 \leftarrow \pi_{\text{Κωδ}, \text{Προιστ}}(\text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ})$

$T2 \leftarrow \sigma_{\text{Προιστ}=22}(T1)$

$T3 \leftarrow \pi_{\text{Προιστ}}(T2)$

T1

Κωδ	Προιστ
22	null
31	22
28	31
46	null
68	46
58	22

T2

Κωδ	Προιστ
31	22
58	22

T3

Κωδ
31
58

$T4 \leftarrow T2 \mid > < \mid T2.K\omega\delta = T1.Προιστ \quad T1$

T1.Κωδ	T1.Προιστ	Κωδ	Προιστ
28	31	31	22

$T5 \leftarrow \pi_{T1.Κωδ} T4$

Κωδ
28

$ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ \leftarrow T3 \cup T5$

Πράξη Εξωτερικής Συνένωσης

Πολλές φορές σε μια πράξη συνένωσης $R \mid \! \! \! \rangle \langle \! \! \! \mid S$ θέλουμε στο αποτέλεσμα μόνο τις πλειάδες της μιας σχέσης (της R ή της S) για τις οποίες υπάρχει πλειάδα με αντίστοιχη τιμή στο γνώρισμα της συνένωσης. Ορίζουμε μια επέκταση της πράξης της συνένωσης που λέγεται εξωτερική συνένωση. Διακρίνουμε την αριστερή εξωτερική συνένωση ($\equiv \mid \! \! \! \rangle \langle \! \! \! \mid$) και την δεξιά εξωτερική συνένωση ($\mid \! \! \! \times \mid \! \! \! \equiv$)

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσot
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
28	Π14	150
22	Π76	450
22	Π14	200

Να βρεθούν τα ονόματα των προμηθευτών που έχουν τουλάχιστον μια παραγγελία

R ← ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

S ← ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ

T1 ← R \bowtie S | R.K_ΠΡΟΜ=S.K_ΠΡΟΜ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ← π_{Π_Ονομα} T1

Εξωτερική Ένωση

Η πράξη της ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ (OUTER UNION) αναπτύχθηκε για να παράγεται η ένωση πλειάδων από μη συμβατές προς την ένωση σχέσεις. Αυτή η πράξη θα δημιουργήσει την ένωση πλειάδων δύο σχέσεων που είναι μερικά συμβατές (partially compatible), κατά την έννοια ότι κάποια μόνο από τα γνωρίσματά τους είναι συμβατά ως προς την ένωση. Τα γνωρίσματα που δεν είναι συμβατά ως προς την ένωση και από τις δύο σχέσεις διατηρούνται στο αποτέλεσμα, και οι πλειάδες που δεν έχουν τιμές για τα γνωρίσματα αυτά συμπληρώνονται με τιμές null.

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ OUTER_UNION ΠΡΟΙΟΝ

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη	Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βαρος
22	Ανδρέου	7	Αθήνα	null	null	null	null
31	Πέτρου	8	Πάτρα	null	null	null	null
28	Δέδες	12	Λάρισα	null	null	null	null
58	Παππάς	7	Αθήνα	null	null	null	null
null	null	null	null	Π35	Οθόνη	Γκρι	8
null	null	null	null	Π76	DVD	Μαύρο	4
null	null	null	null	Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ (ΠΡΜ)

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ (ΠΡ)

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ (ΠΑΡ)

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Ποσοτ
22	Π35	200
31	Π35	100
31	Π76	150
28	Π14	150
22	Π76	450
22	Π14	200

Όλα τα στοιχεία των προϊόντων

σ(ΠΡ)

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

Όλα τα στοιχεία των προμηθευτών από την Αθήνα

σ Πόλη = 'Αθήνα' (ΠΡΜ)

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
58	Παππάς	7	Αθήνα

Τους κωδικούς των προμηθευτών που έχουν παραγγελία για το προϊόν Π35

$T1 \leftarrow \sigma_{K_Πρ=Π35} (ΠΑΡ)$

$T \leftarrow \pi_{K_Προμ} (T1)$

K_Προμ
22
31

Τα στοιχεία των παραγγελιών που η ποσότητα είναι μεταξύ 150 και 300

σ Ποσοτ \geq 150 and Ποσοτ \leq 300 (ΠΑΡ)

Οι κωδικοί των προϊόντων για τα οποία δεν έχει παραγγελία ο προμηθευτής 28

$$T1 \leftarrow \sigma_{K_Προμ=28} (ΠΑΡ)$$

$$T2 \leftarrow \pi_{K_Πρ} (T1)$$

$$T3 \leftarrow \pi_{K_Πρ} (ΠΡ)$$

$$T \leftarrow T3 - T2$$

Οι κωδικοί των προϊόντων για τα οποία υπάρχει παραγγελία σε προμηθευτή από την Λάρισα

$T1 \leftarrow \sigma_{\text{Πόλη}='Λάρισα'} (PRM)$

$T2 \leftarrow \pi_{K_Προμ} (T1)$

$T3 \leftarrow T2 * ΠΑΡ$

$T \leftarrow \pi_{K_Πρ} (T3)$

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ (ΠΡΜ)

Κ_Προμ	Π_Όνομα	Είδος	Πόλη
22	Ανδρέου	7	Αθήνα
31	Πέτρου	8	Πάτρα
28	Δέδες	12	Λάρισα
58	Παππάς	7	Αθήνα

ΠΡΟΙΟΝ (ΠΡ)

Κ_Πρ	Πρ_Όνομα	Χρώμα	Βάρος
Π35	Οθόνη	Γκρι	8
Π76	DVD	Μαύρο	4
Π14	Κράνος	Άσπρο	1

ΕΡΓΟ (ΕΡ)

Κ_Ερ	Προυπ	Πόλη
E25	245K	Αθήνα
E32	500K	Άργος
E68	1000K	Αθήνα

ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ (ΠΑΡ)

Κ_Προμ	Κ_Πρ	Κ_Ερ	Ποσοτ
22	Π35	E25	200
31	Π35	E25	100
31	Π76	E32	150
28	Π14	E68	150
22	Π76	E25	450
22	Π35	E32	670
22	Π35	E68	650
58	Π14	E68	670
28	Π14	E32	540
22	Π14	E25	200

Τα ζεύγη προμηθευτής έργο που βρίσκονται στην ίδια πόλη

$$T1 \leftarrow \text{PRM} * \text{EP}$$

$$T2 \leftarrow \pi_{K_Προμ, K_Ερ} (T1)$$

Οι κωδικοί των προϊόντων για τα οποία υπάρχει παραγγελία από ένα προμηθευτή από την Αθήνα σε ένα έργο στην Αθήνα.

$T1 \leftarrow \sigma_{\text{Πόλη}='Αθήνα'} (EP)$

$T2 \leftarrow \pi_{K_Er} (T1)$

$T3 \leftarrow \sigma_{\text{Πόλη}='Αθήνα'} (PPM)$

$T4 \leftarrow \pi_{K_Προμ} (T3)$

$T5 \leftarrow T2 * ΠΑΡ$

$T6 \leftarrow T5 * T4$

$T \leftarrow \pi_{K_Πρ} (T6)$

Τα ζεύγη κωδικών προϊόντων για τα οποία υπάρχει παραγγελία στον ίδιο προμηθευτή

$T1 \leftarrow \pi_{K_Προμ, K_Πρ} (ΠΑΡ)$

$T2 (XK_Προμ, XK_Πρ) \leftarrow \pi_{K_Προμ, K_Πρ} (ΠΑΡ)$

$T3 \leftarrow T1 \mid_{K_Προμ=XK_Προμ \text{ and } K_Πρ < XK_Πρ} T2$

$T \leftarrow \pi_{K_πρ, XK_Πρ} (T3)$

Οι κωδικοί των προϊόντων για τα οποία υπάρχει παραγγελία από τουλάχιστον ένα έργο στην Αθήνα.

$T1 \leftarrow \sigma_{\text{Πόλη}='Αθήνα'}(EP)$

$T2 \leftarrow \pi_{K_EP}(T1)$

$T3 \leftarrow T2 * ΠΑΡ$

$T \leftarrow \pi_{K_Πρ}(T3)$

Οι κωδικοί των έργων με προϋπολογισμό μικρότερο από αυτόν του Ε68

T1 (XK_Ερ, ΧΠρουπ) ← π_{Κ_Ερ, Προυπ} (ΕΡ)

T2 (ΥΚ_Ερ, ΥΠρουπ) ← π_{Κ_Ερ, Προυπ} (ΕΡ)

T3 ← T1 X T2

T4 ← σ_{XK_Ερ=E68 and Χπρουπ>Υπρουπ} (T3)

T5 ← π_{ΥΚ_Ερ} (T4)

Τα έργα για τα οποία υπάρχουν παραγγελίες μόνο στον προμηθευτή 22

$T1 \leftarrow \sigma_{K_Προμ=22} (ΠΑΡ)$

$T2 \leftarrow \pi_{K_Ερ} (T1)$

$T3 \leftarrow \sigma_{K_Προμ \neq 22} (ΠΑΡ)$

$T4 \leftarrow \pi_{K_Ερ} (T3)$

$T \leftarrow T2 - T4$

Οι κωδικοί των προϊόντων για τα οποία υπάρχει παραγγελία για όλα τα έργα στο Άργος

$T1 \leftarrow \sigma_{\text{Πόλη}='Άργος'} (EP)$

$T2 \leftarrow \pi_{K_E\rho} (T1)$

$T3 \leftarrow \pi_{K_Π\rho, K_E\rho} (ΠΑΡ)$

$T \leftarrow T3 \div T2$

Τους κωδικούς των προμηθευτών που έχουν παραγγελία για ένα προϊόν σε όλα τα έργα

$$T1 \leftarrow \pi_{K_Er} (EP)$$

$$T2 \leftarrow \pi_{K_Προμ, K_Πρ, K_Er} (ΠΑΡ)$$

$$T3 \leftarrow T2 \div T1$$

$$T4 \leftarrow \pi_{K_Προμ} (T3)$$

Οι κωδικοί των προϊόντων για τα οποία είτε υπάρχει παραγγελία σε προμηθευτή από την Αθήνα ή για έργο στην Αθήνα

T1 ← σ_{Πόλη='Αθήνα'} (PRM)

T2 ← π_{K_Προμ} (T1)

T3 ← T1*ΠΑΡ

T4 ← π_{K_Πρ} (T3)

T5 ← σ_{Πόλη='Αθήνα'} (EP)

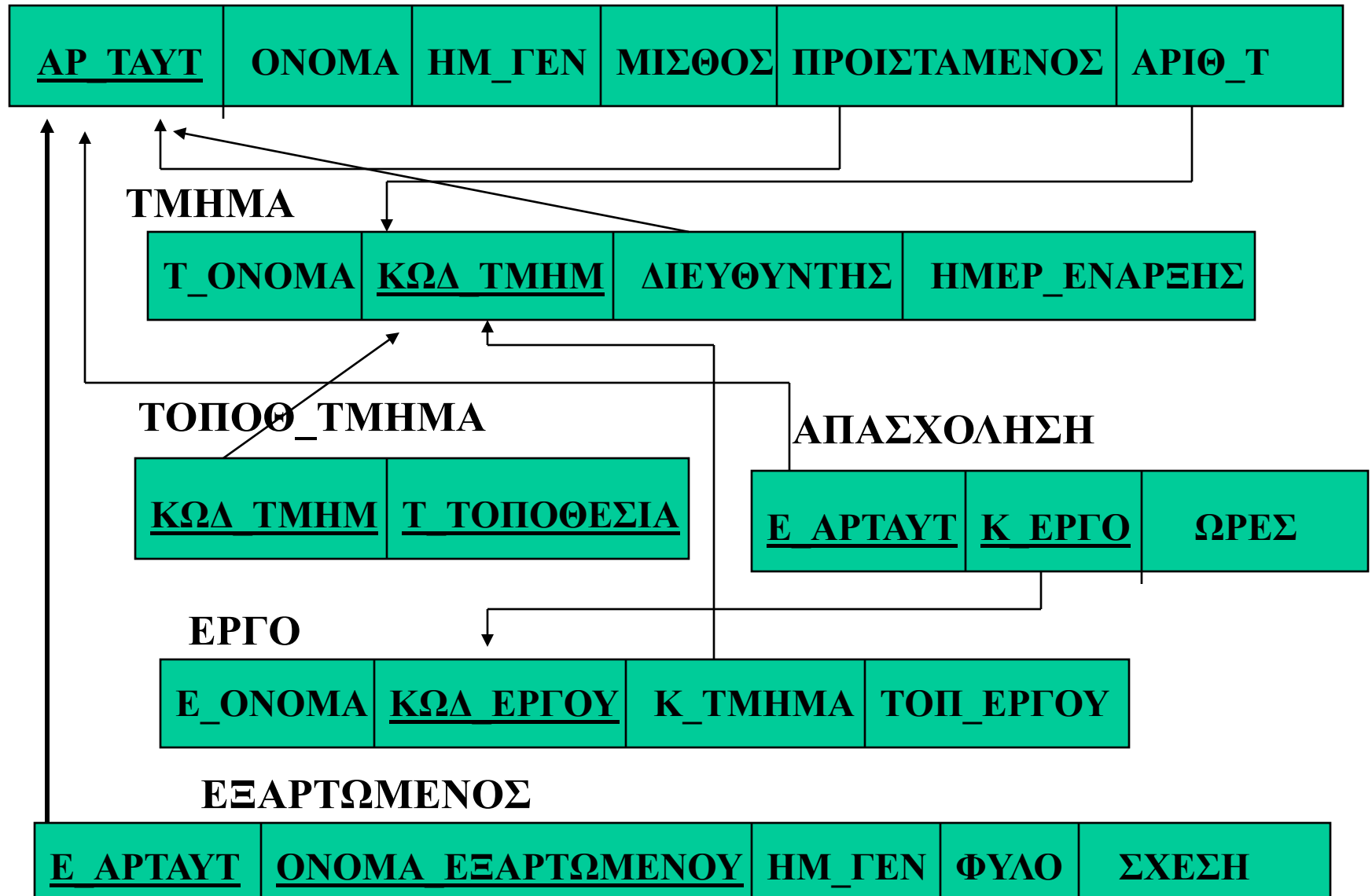
T6 ← π_{K_Ερ} (T5)

T7 ← T6*ΠΑΡ

T8 ← π_{K_Πρ} (T7)

T ← T8 ∪ T4

ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ



Βρες τα ονόματα και τις διευθύνσεις όλων των εργαζομένων που δουλεύουν στο τμήμα 'Research'.

```
RESEARCH_TMHM ← σT_ONOMA = 'Research' (TMHMA)  
EP_RESEARCH_TMHM ← (RESEARCH_TMHM |><|  
ΚΩΔ_TMHM = ΑΡΙΘ_Τ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ)  
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ← πΟΝΟΜΑ, ΕΠΙΘΕΤΟ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ  
(EP_RESEARCH_TMHM)
```

Για κάθε έργο στο 'Stafford', δώσε μια λίστα με τον κωδικό του έργου, το τμήμα στο οποίο υπάγεται, και το επίθετο, τη διεύθυνση και την ημερομηνία γέννησης του διευθυντή του τμήματος στο οποίο υπάγεται το έργο.

```

STAFFORD_ΕΡΓΑ ← σ ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ = 'Stafford' (ΕΡΓΟ)
ΤΜΗΜΑΤΑ ← (STAFFORD_ΕΡΓΑ |><| Κ_ΤΜΗΜΑ =
ΚΩΔ_ΤΜ ΗΜ ΤΜΗΜΑ)
ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ_ΕΡΓΩΝ ← (ΤΜΗΜΑΤΑ |><| ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ =
ΑΡ_ΤΑΥΤ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ)
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ← π ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ, ΚΩΔ_ΤΜΗΜ, ΕΠΙΘΕΤΟ,
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ, ΗΜΕΡ_ΓΕΝ (ΕΡ_RESEARCH_ΤΜΗΜ)

```

Δώσε μια λίστα κωδικών των έργων όπου εμπλέκονται είτε ως απασχολούμενοι είτε ως διευθυντές των τμημάτων που τα ελέγχουν εργαζόμενοι με επίθετο 'Smith'.

**SMITH(E_ΑΡΤΑΥΤ) ← π_{ΑΡ_ΤΑΥΤ} (σ_{ΕΠΙΘΕΤΟ = 'Smith'}
(ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ))**

SMITH_ΕΡΓΑ ← π_{Κ_ΕΡΓΟΥ} (ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ * SMITH)

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ ← π_{ΕΠΙΘΕΤΟ, ΚΩΔ_ΤΜΗΜ} (ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ |><|
ΤΜΗΜΑ)**
ΑΡ_ΤΑΥΤ = ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ_SMITH ← σ_{ΕΠΙΘΕΤΟ = 'Smith'} (ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ)

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ_SMITH_ΤΜΗΜ π ΚΩΔ_ΤΜΗΜ
(ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ_SMITH)**

**SMITH_ΤΜΗΜ_ΔΙΕΥΘ(ΚΩΔ-ΤΜΗΜΑ) ← π_{ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ}
(ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ_SMITH*ΕΡΓΟ)**

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ← (SMITH_ΕΡΓΑ ∪
SMITH_ΕΡΓΑ_ΔΙΕΥΘ)**

Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων

Στο σχεσιακό λογισμό γράφουμε μια δηλωτική έκφραση για να προσδιορίσουμε ένα αίτημα ανάκτησης και επομένως δεν υπάρχει περιγραφή για τον τρόπο εκτέλεσης μιας επερώτησης. Μια έκφραση του σχεσιακού λογισμού προσδιορίζει τι θα ανακτηθεί και ΟΧΙ το πως θα ανακτηθεί. Επομένως ο σχεσιακός λογισμός θεωρείται μη διαδικαστική γλώσσα.

Μια απλή επερώτηση στο σχεσιακό λογισμό πλειάδων είναι της μορφής:

$\{t \mid \text{COND}(t)\}$

όπου t είναι μια μεταβλητή πλειάδων και $\text{COND}(t)$ είναι μια έκφραση συνθήκης που περιλαμβάνει το t . Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας επερώτησης είναι ένα σύνολο πλειάδων t που ικανοποιούν την $\text{COND}(t)$.

Σε μια έκφραση σχεσιακού λογισμού πρέπει να προσδιορίσουμε

- Για κάθε μεταβλητή πλειάδων t , τη σχέση τιμών R της t . Η σχέση αυτή προσδιορίζεται με μια συνθήκη της μορφής $R(t)$.**
- Μια συνθήκη για την επιλογή ενός συγκεκριμένου συνδυασμού πλειάδων. Εφ' όσον οι μεταβλητές πλειάδων παίρνουν τιμές από τις αντίστοιχες σχέσεις τιμών, η συνθήκη αποτιμάται για κάθε πιθανό συνδυασμό πλειάδων ώστε να αναγνωριστούν οι επιλεγόμενοι συνδυασμοί για τους οποίους η συνθήκη αποτιμάται σε TRUE.**
- Ένα σύνολο από γνωρίσματα που πρέπει να ανακτηθούν, τα ζητούμενα γνωρίσματα. Οι τιμές των γνωρισμάτων αυτών ανακτώνται για κάθε επιλεγόμενο συνδυασμό πλειάδων.**

Να ανακτηθούν η ημερομηνία γέννησης και η διεύθυνση του εργαζομένου (ή των εργαζομένων) με ονοματεπώνυμο 'John B. Smith'.

E0:{t.HM_ΓΕΝ, t.ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ | ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(t) and t.ΟΝΟΜΑ='John' and t.ΑΡΧ_ΠΑΤ='B' and t.ΕΠΙΘΕΤΟ='Smith'}

Μια γενική έκφραση του σχεσιακού λογισμού πλειάδων είναι της μορφής:

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

Άτομα

1. Ένα άτομο της μορφής $R(t_i)$, όπου R είναι το όνομα μιας σχέσης και t_i είναι μια μεταβλητή πλειάδων. Το άτομο αυτό προσδιορίζει ως πεδίο τιμών της μεταβλητής πλειάδων t_i τη σχέση με όνομα R .
2. Ένα άτομο της μορφής $t_i.A$ or $t_j.B$ όπου or είναι ένας από τους τελεστές σύγκρισης στο σύνολο $\{=, >, \geq, <, \leq, \neq\}$, και t_i, t_j είναι μεταβλητές πλειάδων. Το A είναι ένα γνώρισμα της σχέσης τιμών της t_i , και το B είναι ένα γνώρισμα της σχέσης τιμών της t_j .
3. Ένα άτομο της μορφής $t_i.A$ or c ή c or $t_j.B$, όπου or είναι ένας από τους τελεστές σύγκρισης στο σύνολο $\{=, >, \geq, <, \leq, \neq\}$, και t_i, t_j είναι μεταβλητές πλειάδων, το A είναι ένα γνώρισμα της σχέσης τιμών της t_i , το B είναι ένα γνώρισμα της σχέσης τιμών της t_j και το c είναι μια σταθερή τιμή.

Τύποι

1. Κάθε άτομο είναι ένας τύπος.
2. Αν F_1 και F_2 είναι τύποι, τότε είναι επίσης τύποι και τα $(F_1 \text{ and } F_2)$, $(F_1 \text{ or } F_2)$, $\text{not}(F_1)$ και $\text{not}(F_2)$. Οι τιμές αληθείας για αυτούς τους τέσσερις τύπους παράγονται από τους επιμέρους τύπους F_1 και F_2 κατά τον ακόλουθο τρόπο:
 - α.Ο $(F_1 \text{ and } F_2)$ έχει τιμή true αν και ο F_1 και ο F_2 έχουν τιμή true, διαφορετικά έχει τιμή false.
 - β.Ο $(F_1 \text{ or } F_2)$ έχει τιμή false αν και ο F_1 και ο F_2 έχουν τιμή false, διαφορετικά έχει τιμή true.
 - γ.Ο $\text{not}(F_1)$ έχει τιμή true αν ο F_1 έχει τιμή false, και false αν ο F_1 έχει τιμή true.
 - δ.Ο $\text{not}(F_2)$ έχει τιμή true αν ο F_2 έχει τιμή false, και false αν ο F_2 έχει τιμή true.

Στους τύπους μπορούν να εμφανιστούν δύο ειδικά σύμβολα που λέγονται ποσοδείκτες (quantifiers). Αυτά είναι ο καθολικός ποσοδείκτης (universal quantifier) (\forall) και ο υπαρξιακός ποσοδείκτης (existential quantifier) (\exists).

Ελεύθερες και δεσμευμένες μεταβλητές πλειάδες

- Η εμφάνιση μιας μεταβλητής πλειάδων σε έναν τύπο F που είναι άτομο είναι ελεύθερη στην F .
- Η εμφάνιση μιας μεταβλητής πλειάδων t σε έναν τύπο που κατασκευάζεται από λογικούς τελεστές - $(F_1 \text{ and } F_2)$, $(F_1 \text{ or } F_2)$, $\text{not}(F_1)$ και $\text{not}(F_2)$ - είναι ελεύθερη ή δεσμευμένη ανάλογα με το αν είναι ελεύθερη ή δεσμευμένη στον F_1 ή στον F_2 (αν εμφανίζεται στον ένα ή στον άλλο). Σημειώστε ότι σε έναν τύπο της μορφής $F = (F_1 \text{ and } F_2)$ ή $F = (F_1 \text{ or } F_2)$, μια μεταβλητή πλειάδων μπορεί να είναι ελεύθερη στον F_1 και δεσμευμένη στον F_2 , ή το αντίστροφο. Στην περίπτωση αυτή, η μία εμφάνιση της μεταβλητής πλειάδων στον F είναι δεσμευμένη και η άλλη ελεύθερη.
- Όλες οι ελεύθερες εμφανίσεις μιας μεταβλητής πλειάδων t σε έναν τύπο F είναι δεσμευμένες στον τύπο F' της μορφής $F' = (\exists t)(F)$ ή $F' = (\forall t)(F)$. Η μεταβλητή πλειάδων δεσμεύεται προς τον ποσοδείκτη που προσδιορίζεται στον F'

$F_1 : d.T_ONOMA = 'Research'$

$F_2 : (\exists t) (d.KΩΔ_TMHM=t.APIΘ_T)$

$F_3 : (\forall t) (d.ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ='333445555')$

Τύποι (συν.)

3. Αν το F είναι τύπος, τότε επίσης τύπος είναι και το $(\exists t)(F)$, όπου t είναι μια μεταβλητή πλειάδων. Ο τύπος $(\exists t)(F)$ αποτιμάται σε true αν ο τύπος F έχει τιμή true για κάποια (τουλάχιστον μία) πλειάδα που δίνεται ως τιμή στις ελεύθερες εμφανίσεις της t στον F . διαφορετικά, ο $(\exists t)(F)$ αποτιμάται σε false.
4. Αν το F είναι τύπος, τότε επίσης τύπος είναι και το $(\forall t)(F)$, όπου t είναι μια μεταβλητή πλειάδων. Ο τύπος $(\forall t)(F)$ αποτιμάται σε true αν ο τύπος F έχει τιμή true για κάθε πλειάδα (του πεδίου τιμών) που δίνεται ως τιμή στις ελεύθερες εμφανίσεις της t στον F . διαφορετικά, ο $(\forall t)(F)$ αποτιμάται σε false.

Να βρεθούν το όνομα και η διεύθυνση όλων των εργαζομένων στο τμήμα 'Research'.

**{t.ΟΝΟΜΑ, t.ΕΠΙΘΕΤΟ, t.ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ | ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(t)
and ((\exists d) ΤΜΗΜΑ(d) and d.T_ΟΝΟΜΑ='Research' and
d.ΚΩΔ_ΤΜΗΜ=t.ΑΡΙΘ_Τ))}**

Για κάθε έργο στο 'Stafford' να βρεθεί ο κωδικός του έργου, ο κωδικός του τμήματος που το ελέγχει και το επίθετο, η διεύθυνση και η ημερομηνία γέννησης του διευθυντή του τμήματος.

**{p.ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ, p.Κ_ΤΜΗΜΑ, m.ΕΠΙΘΕΤΟ, m.ΗΜ_ΓΕΝ,
m.ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ |
ΕΡΓΟ(p) and ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(m) and
p.ΤΟΠ_ΕΡΓΟΥ='Stafford' and ((∃ d)
(ΤΜΗΜΑ(d) and p.Κ_ΤΜΗΜΑ=d.ΚΩΔ_ΤΜΗΜ and
d.ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ=m.ΑΡ_ΤΑΥΤ))) }**

Να βρεθεί το ονοματεπώνυμο κάθε εργαζόμενου που εργάζεται σε κάποια από τα έργα που ελέγχονται από το τμήμα 5.

**{e.ΟΝΟΜΑ, e.ΕΠΙΘΕΤΟ | ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(e) and ((\exists x)(\exists w)
(ΕΡΓΟ(x) and ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ(w) and x.K_ΤΜΗΜΑ=5 and
w.E_ΑΡΤΑΥΤ=e.ΑΡ_ΤΑΥΤ and x.ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ=w.Κ_ΕΡΓΟ))}**

Βρες τη λίστα των έργων στα οποία εμφανίζονται εργαζόμενοι με επίθετο 'Smith', είτε ως εργαζόμενοι σε ένα έργο είτε ως διευθυντές του τμήματος που ελέγχει το έργο αυτό.

{p.ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ | ΕΡΓΟ(p) and (((∃ e)(∃ w)(ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(e) and ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ(w) and w.Κ_ΕΡΓΟ = p.ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ and e.ΕΠΙΘΕΤΟ='Smith' and e.ΑΡ_ΤΑΥΤ = w.Ε_ΑΡΤΑΥΤ))

or

((∃ m)(∃ d)(ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(m) and ΤΜΗΜΑ(d) and p.Κ_ΤΜΗΜΑ = d.ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ and d.ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ=m.ΑΡ_ΤΑΥΤ and m.ΕΠΙΘΕΤΟ='Smith'))))}