

Οργάνωση Βάσεων Βιοϊατρικών Δεδομένων Εξόρυξη Γνώσης Βιοϊατρικών Δεδομένων

Σεμινάριο 4: Σχεσιακός Λογισμός

**Ευάγγελος Καρκαλέτσης,
Αναστασία Κριθαρά, Γεώργιος Πετάσης**

Εργαστήριο Τεχνολογίας Γνώσεων & Λογισμικού,

Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. “Δημόκριτος”

Τηλ.: 210-6503197, Fax: 210-6532175, {vangelis, akrihara, petasis}@iit.demokritos.gr

Ακαδημαϊκό Έτος: 2016 – 2017

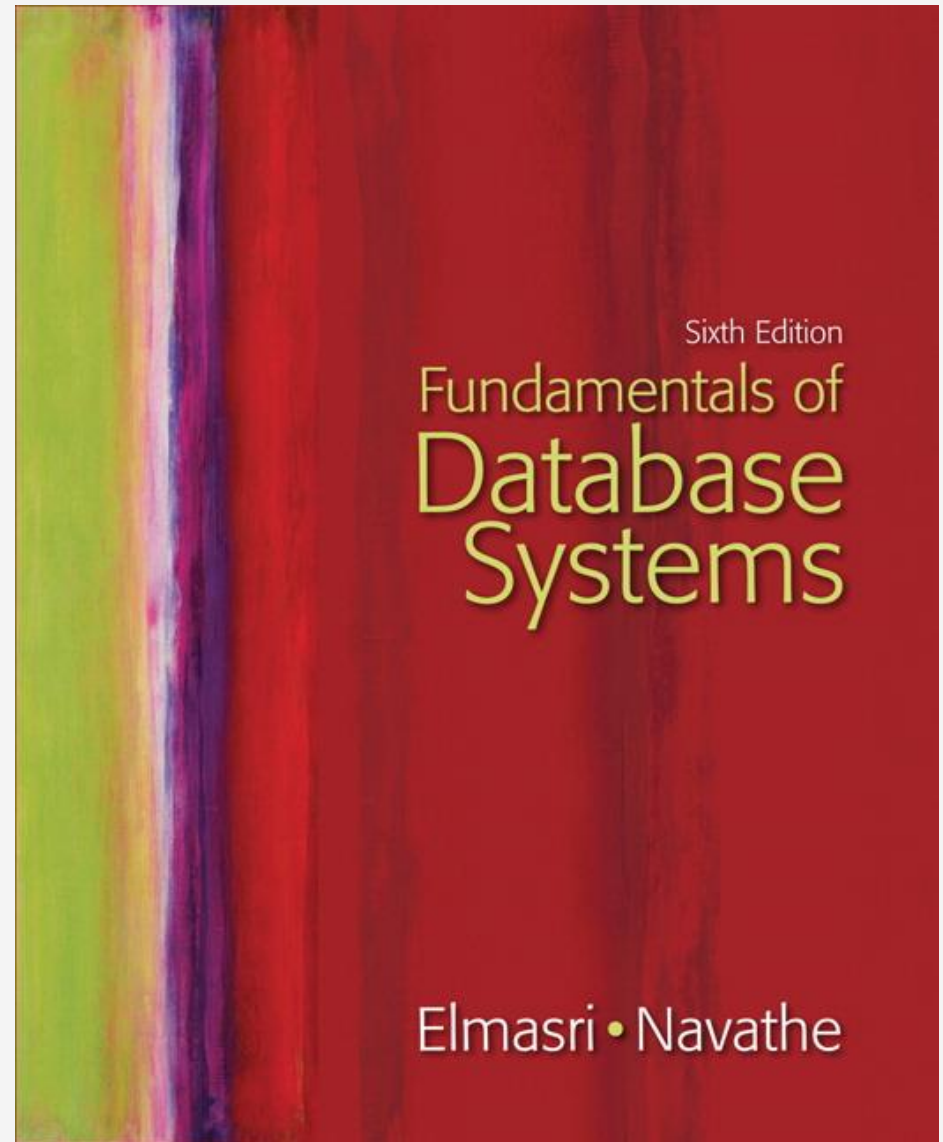
Οι διαφάνειες αυτού του σεμιναρίου βασίζονται
σε διαφάνειες των:

Δ. Γουνόπουλος, Ι. Ιωαννίδης

<http://eclass.uoa.gr/modules/document/document.php?course=D463&openDir=/4c2b32a5i4iq>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Σχεσιακή Άλγεβρα και Σχεσιακός
Λογισμός



Copyright © 2011 Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe, Ελληνική Έκδοση Δίαυλος

Γιατί θα μιλήσουμε

- Σχεσιακός Λογισμός
 - Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων
 - Σχεσιακός Λογισμός Πεδίων Ορισμού
- Παράδειγμα βάσης δεδομένων (ΕΤΑΙΡΕΙΑ)
- Ανασκόπηση της γλώσσας QBE

Σχεσιακός Λογισμός

- Μια έκφραση του **σχεσιακού λογισμού** δημιουργεί μια νέα σχέση, που ορίζεται με μεταβλητές με πεδία τιμών γραμμές αποθηκευμένων σχέσεων της βάσης δεδομένων (σε **λογισμό πλειάδων**) ή στήλες αποθηκευμένων σχέσεων (σε **λογισμό πεδίων ορισμού**).
- Σε μια έκφραση του λογισμού, δεν υπάρχει διάταξη των πράξεων που να καθορίζει πως θα ανακτηθεί το αποτέλεσμα της ερώτησης – μια έκφραση του λογισμού μόνο τι πληροφορίες πρέπει να περιέχει το αποτέλεσμα.
 - Αυτό το χαρακτηριστικό διαχωρίζει την σχεσιακή άλγεβρα από τον σχεσιακό λογισμό.

Σχεσιακός Λογισμός

- Ο σχεσιακός λογισμός θεωρείτε σαν **μη διαδικαστική ή δηλωτική** γλώσσα.
- Αυτό διαφέρει από τη σχεσιακή άλγεβρα, όπου πρέπει να γράψουμε μια ακολουθία από πράξεις για να προσδιορίσουμε μια ανάκτηση· επομένως η σχεσιακή άλγεβρα μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας **διαδικαστικός** τρόπος έκφρασης μιας ερώτησης.

Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων

- Ο σχεσιακός λογισμός πλειάδων βασίζεται στον προσδιορισμό ενός πλήθους από μεταβλητές πλειάδες.
- Κάθε μεταβλητή πλειάδα συνήθως έχει πεδίο ορισμού κάποια σχέση της βάσης δεδομένων, με την έννοια ότι η μεταβλητή μπορεί να πάρει τιμή οποιαδήποτε πλειάδα από αυτή τη σχέση.
- Μια απλή ερώτηση του σχεσιακού λογισμού πλειάδων έχει τη μορφή

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

- όπου t είναι μια μεταβλητή πλειάδα και $COND(t)$ είναι μια έκφραση συνθήκης που περιλαμβάνει το t .
- Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας ερώτησης είναι το σύνολο όλων των πλειάδων t που ικανοποιούν την $COND(t)$.

Σχεσιακός Λογισμός Πλειάδων

- Παράδειγμα: Για να βρεθεί το όνομα και το επίθετο όλων των εργαζομένων με μισθό μεγαλύτερο από €5000, μπορούμε να γράψουμε την παρακάτω έκφραση λογισμού πλειάδων:
 $\{t. \text{ΟΝΟΜΑ}, t. \text{ΕΠΙΘΕΤΟ} \mid \text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ}(t) \text{ AND } t. \text{ΜΙΣΘΟΣ} > 5000\}$
- Η συνθήκη $\text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ}(t)$ προσδιορίζει ότι η **σχέση πεδίου τιμών** της μεταβλητής πλειάδας t είναι η ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ .
- Θα ανακτηθεί το όνομα και το επίθετο $(\text{ΠΡΟΒΟΛΗ } \pi_{\text{ΟΝΟΜΑ}, \text{ΕΠΙΘΕΤΟ}})$ κάθε πλειάδας $\text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ } t$ που ικανοποιεί τη συνθήκη $t. \text{ΜΙΣΘΟΣ} > 5000$ ($\text{ΕΠΙΛΟΓΗ } \sigma_{\text{ΜΙΣΘΟΣ} > 5000}$).

Ο υπαρξιακός και ο καθολικός ποσοδείκτης

- Δύο ειδικά σύμβολα που ονομάζονται ποσοδείκτες μπορεί να εμφανισθούν στις εκφράσεις· είναι ο καθολικός ποσοδείκτης quantifier ($\forall$) και ο υπαρξιακός ποσοδείκτης ($\exists$).
- Άτυπα, μια μεταβλητή πλειάδα t είναι δεσμευμένη αν ποσοδεικτείται, δηλαδή εμφανίζεται σε μια πρόταση $(\forall t)$ ή $(\exists t)$ · διαφορετικά, είναι ελεύθερη.
- Αν F είναι ένας τύπος, είναι επίσης τύποι τα $(\exists t)(F)$ και $(\forall t)(F)$, όπου t είναι μια μεταβλητή πλειάδα.
 - Ο τύπος $(\exists t)(F)$ είναι αληθής αν ο τύπος F αποτιμάται σε *true* για κάποια (τουλάχιστον μια) πλειάδα που δίνεται ως τιμή στις ελεύθερες εμφανίσεις της t στην F · διαφορετικά η $(\exists t)(F)$ είναι *false*.
 - Ο τύπος $(\forall t)(F)$ είναι *true* αν ο τύπος F αποτιμάται σε *true* για κάθε πλειάδα (του πεδίου τιμών) που δίνεται ως τιμή στις ελεύθερες εμφανίσεις της t στην F · διαφορετικά η $(\forall t)(F)$ είναι *false*.

Ο υπαρξιακός και ο καθολικός ποσοδείκτης

- Το $\forall$ ονομάζεται ο καθολικός ή “για κάθε” ποσοδείκτης κάθε πλειάδα “του πεδίου ορισμού” πρέπει να αποτιμά το F σε *true* ώστε ο ποσοδεικτούμενος τύπος να είναι *true*.
- Το $\exists$ ονομάζεται υπαρξιακός ή “υπάρχει” ποσοδείκτης κάθε πλειάδα που υπάρχει στο “πεδίο ορισμού” μπορεί να αποτιμά την F σε *true* ώστε ο ποσοδεικτούμενος τύπος να είναι *true*.

Παράδειγμα ερώτησης με χρήση του υπαρξιακού ποσοδείκτη

- Να ανακτηθεί το όνομα και η διεύθυνση όλων των εργαζομένων στο τμήμα 'Research'. Η ερώτηση μπορεί να εκφρασθεί σαν:
 $\{t. \text{ONOMA}, t. \text{ΕΠΙΘΕΤΟ}, t. \text{ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ} \mid \text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ}(t) \text{ and } (\exists d) (\text{ΤΜΗΜΑ}(d) \text{ and } d. \text{T_ONOMA} = \text{'Research'} \text{ and } d. \text{ΚΩΔ_ΤΜΗΜ} = t. \text{ΑΡΙΘ_Τ}) \}$
- Οι μόνες ελεύθερες μεταβλητές πλειάδες σε μια έκφραση του σχεσιακού λογισμού θα πρέπει να είναι αυτές που εμφανίζονται αριστερά της μπάρας (|).
 - Στην παραπάνω ερώτηση, η t είναι η μόνη ελεύθερη μεταβλητή, στη συνέχεια είναι διαδοχικά δεσμευμένη σε κάθε πλειάδα.
- Αν μια πλειάδα ικανοποιεί τις συνθήκες που προσδιορίζονται στην ερώτηση, ανακτώνται τα γνωρίσματα ONOMA, ΕΠΙΘΕΤΟ, και ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ για κάθε τέτοια πλειάδα.
 - Οι συνθήκες ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ(t) και ΤΜΗΜΑ(d) προσδιορίζουν τις σχέσεις πεδία ορισμού των t και d .
 - Η συνθήκη $d. \text{T_ONOMA} = \text{'Research'}$ είναι μια συνθήκη επιλογής και αντιστοιχεί σε μια πράξη ΕΠΙΛΟΓΗ της σχεσιακής άλγεβρας, ενώ η συνθήκη $d. \text{ΚΩΔ_ΤΜΗΜ} = t. \text{ΑΡΙΘ_Τ}$ είναι μια συνθήκη συνένωσης.

Παράδειγμα ερώτησης με χρήση του καθολικού ποσοδείκτη

- Να βρεθούν τα ονόματα των εργαζομένων που απασχολούνται σε όλα τα έργα που ελέγχει το τμήμα 5. Η ερώτηση μπορεί να είναι:
$$\{e. \text{ΕΠΙΘΕΤΟ}, e. \text{ΟΝΟΜΑ} \mid \text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ}(e) \text{ and } ((\forall x)(\text{not}(\text{ΕΡΓΟ}(x)) \text{ or } \text{not}(x. \text{Κ_ΤΜΗΜΑ} = 5) \text{ OR } ((\exists w)(\text{ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ}(w) \text{ and } w. \text{Ε_ΑΡΤΑΥΤ} = e. \text{ΑΡ_ΤΑΥΤ} \text{ and } x. \text{ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ} = w. \text{Κ_ΕΡΓΟ}))))\}$$
- Αποκλείονται από την καθολική ποσοδείκτηση όλες οι πλειάδες που δεν ενδιαφέρουν κάνοντας την συνθήκη *true* για όλες αυτές τις πλειάδες.
 - Οι πρώτες πλειάδες για αποκλεισμό (αναγκάζοντας να αποτιμώνται αυτόματα σε true) είναι αυτές που δεν ανήκουν στη σχέση *R* που ενδιαφέρει.
- Στην παραπάνω ερώτηση, χρησιμοποιώντας την έκφραση $\text{not}(\text{ΕΡΓΟ}(x))$ μέσα στον τύπο με καθολική ποσοδείκτηση αποτιμάται σε true για όλες τις πλειάδες *x* που δεν ανήκουν στη σχέση ΕΡΓΟ.
 - Στη συνέχεια αποκλείουμε από την *R* τις πλειάδες που δεν μας ενδιαφέρουν. Η έκφραση $\text{not}(x. \text{Κ_ΤΜΗΜΑ} = 5)$ αποτιμάται σε true για όλες τις πλειάδες *x* της σχέσης ΕΡΓΟ που δεν ελέγχεται από το τμήμα 5.
- Τέλος, ορίζουμε μια συνθήκη που θα πρέπει να ισχύει για όλες τις πλειάδες της *R* που απομένουν.
$$((\exists w)(\text{ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ}(w) \text{ and } w. \text{Ε_ΑΡΤΑΥΤ} = e. \text{ΑΡΤΑΥΤ} \text{ and } x. \text{ΚΩΔ_ΕΡΓΟΥ} = w. \text{Κ_ΕΡΓΟ})$$

Γλώσσες που βασίζονται στο σχεσιακό λογισμό πλειάδων

- Η γλώσσα **SQL** βασίζεται στο λογισμό πλειάδων.
- Χρησιμοποιεί την βασική μπλοκ δομή για να εκφρασθούν ερωτήσεις σε λογισμό πλειάδων:
 - SELECT <λίστα γνωρισμάτων>
 - FROM <λίστα σχέσεων>
 - WHERE <συνθήκες>
- Η πρόταση SELECT αναφέρει τα γνωρίσματα της προβολής, η πρόταση FROM αναφέρει τις σχέσεις που χρειάζονται για την ερώτηση, και η πρόταση WHERE τις συνθήκες επιλογής και συνένωσης.
 - Η σύνταξη της SQL επεκτείνεται περαιτέρω για να υποστηρίξει και άλλες πράξεις. (Βλ. Κεφάλαιο 8).

Γλώσσες που βασίζονται στο σχεσιακό λογισμό πλειάδων

- Μια άλλη γλώσσα που βασίζεται στο λογισμό πλειάδων είναι η **QUEL** που χρησιμοποιεί μεταβλητές με πεδίο ορισμού σχέσεις όπως και στο λογισμό πλειάδων. Η σύνταξή της περιλαμβάνει:
 - RANGE OF <όνομα μεταβλητής> IS <όνομα σχέσης>
- Στη συνέχεια χρησιμοποιεί
 - RETRIEVE <λίστα γνωρισμάτων από μεταβλητές σχέσεων>
 - WHERE <συνθήκες>
- Η γλώσσα αυτή προτάθηκε για το σχεσιακό ΣΔΒΔ INGRES. (το σύστημα υποστηρίζεται και σήμερα από την Computer Associates – αλλά η γλώσσα QUEL δεν υπάρχει).

Ο σχεσιακός λογισμός πεδίων ορισμού

- Μια άλλη παραλλαγή του σχεσιακού λογισμού ονομάζεται σχεσιακός λογισμός πεδίων ορισμού, ή απλά, λογισμός πεδίων, είναι ισοδύναμος με τον λογισμό πλειάδων και την σχεσιακή άλγεβρα.
- Η γλώσσα QBE (Query-By-Example) που σχετίζεται με το λογισμό πεδίων αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με την SQL στην IBM Research, Yorktown Heights, New York.
 - Ο λογισμός πεδίων θεωρήθηκε σαν τρόπος εξήγησης του τι κάνει η QBE.
- Ο λογισμός πεδίων διαφέρει από τον λογισμό πλειάδων στον τύπο των μεταβλητών που χρησιμοποιεί:
 - Αντί να χρησιμοποιεί μεταβλητές τύπου πλειάδας, οι μεταβλητές παίρνουν τιμές σε πεδία ορισμού γνωρισμάτων.
- Για το σχηματισμό μιας σχέσης βαθμού n ή για το αποτέλεσμα μιας ερώτησης, πρέπει να έχουμε n από τις μεταβλητές αυτές – μια για κάθε γνώρισμα.

Ο σχεσιακός λογισμός πεδίων ορισμού

- Μια έκφραση του λογισμού πεδίων είναι της μορφής

$$\{ x_1, x_2, \dots, x_n \mid$$

$$COND(x_1, x_2, \dots, x_n, x_n + 1, x_n + 2, \dots, x_n + m) \}$$

- Όπου τα $x_1, x_2, \dots, x_n, x_n + 1, x_n + 2, \dots, x_n + m$ είναι μεταβλητές πεδίου με τιμές πεδία ορισμού (των γνωρισμάτων)
- και $COND$ είναι μια συνθήκη ή ένας τύπος του σχεσιακού λογισμού πεδίων ορισμού.

Παράδειγμα ερώτησης με χρήση λογισμού πεδίων

Να ανακτηθεί η ημερομηνία γέννησης και η διεύθυνση του εργαζόμενου με όνομα 'John B. Smith'.

- Ερώτηση:
 $\{uv \mid (\exists q)(\exists r)(\exists s)(\exists t)(\exists w)(\exists x)(\exists y)(\exists z)(\text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ}(qrstunwxyz) \text{ and } q = \text{'John' and } r = \text{'B' and } s = \text{'Smith'})\}$
- Σε συντομογραφία $\text{ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ}(qrstunwxyz)$ χρησιμοποιεί τις μεταβλητές χωρίς διαχωριστικά κόμματα: $\text{EMPLOYEE}(q, r, s, t, u, v, w, x, y, z)$
- Χρειάζονται 10 μεταβλητές για τη σχέση ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΣ , μια για κάθε γνώρισμα.
 - Από τις μεταβλητές $q, r, s, \dots, z$, μόνο οι u και v είναι ελεύθερες.
- Προσδιορίζονται τα *ζητούμενα γνωρίσματα*, Ημ_Γεν και ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ , από τις ελεύθερες μεταβλητές πεδίου u για ΗΜ_ΓΕΝ και v για ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ .
- Προσδιορίζετε η συνθήκη επιλογής μιας πλειάδας μετά την μπάρα (|)—
 - Συγκεκριμένα, η ακολουθία τιμών που δίδονται στις $qrstunwxyz$ είναι μια πλειάδα της σχέσης εργαζόμενος και οι τιμές για τα q (ΟΝΟΜΑ), r (ΑΡΧ_ΠΑΤ), και s (ΕΠΙΘΕΤΟ) είναι 'John', 'B', και 'Smith', αντίστοιχα.

QBE: Μια γλώσσα ερωτήσεων που βασίζεται στο λογισμό πεδίων (Παράρτημα Δ)

- Η γλώσσα βασίζεται στην ιδέα να δίνεται ένα παράδειγμα μιας ερώτησης χρησιμοποιώντας “στοιχεία παραδείγματος” που δεν είναι τίποτε άλλο από μεταβλητές πεδίου.
- Συμβολισμός: Ένα στοιχείο παραδείγματος είναι μια μεταβλητή πεδίου και προσδιορίζεται σαν μια τιμή παραδείγματος όπου προτάσσεται ο χαρακτήρας underscore.
- Ο P. (ονομάζεται **P dot**) τελεστής (για “print”) τίθεται στις στήλες που ζητούνται για το αποτέλεσμα της ερώτησης.
- Ένας χρήστης μπορεί αρχικά να ξεκινήσει δίνοντας πραγματικές τιμές σαν παραδείγματα, αλλά αργότερα συνηθίζει να δίνει το ελάχιστο πλήθος μεταβλητών σαν στοιχεία παραδείγματος.

QBE: Μια γλώσσα ερωτήσεων που βασίζεται στο λογισμό πεδίων (Παράρτημα Δ)

- Η γλώσσα είναι πολύ φιλική στο χρήστη, επειδή χρησιμοποιεί ελάχιστη σύνταξη.
- Η QBE αναπτύχθηκε πλήρως με δυνατότητες για ομαδοποίηση, συνάθροιση, ενημέρωση κλπ. Και έχειδειχθεί ότι είναι ισοδύναμη με την SQL.
- Η γλώσσα είναι διαθέσιμη στο QMF (Query Management Facility) του DB2 της IBM και την έχουν μιμηθεί κατά διαφορετικούς τρόπους άλλα προϊόντα όπως η ACCESS της Microsoft, και το PARADOX.
- Λεπτομέρειες , **Παράρτημα Δ**.

Παραδείγματα QBE

- Η QBE αρχικά παριστάνει ένα σχεσιακό σχήμα σαν ένα “κενό σχήμα” στο οποίο ο χρήστης δίνει την ερώτηση σαν ένα παράδειγμα:

Example Schema as a QBE Query Interface

EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u>	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
-------	-------	-------	------------	-------	---------	-----	--------	-----------	-----

DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
-------	----------------	---------	----------------

DEPT_LOCATIONS

<u>Dnumber</u>	<u>Dlocation</u>
----------------	------------------

PROJECT

Pname	<u>Pnumber</u>	Plocation	Dnum
-------	----------------	-----------	------

WORKS_ON

<u>Essn</u>	<u>Pno</u>	Hours
-------------	------------	-------

DEPENDENT

<u>Essn</u>	<u>Dependent_name</u>	Sex	Bdate	Relationship
-------------	-----------------------	-----	-------	--------------

Figure C.1

The relational schema of Figure 5.5 as it may be displayed by QBE.

QBE Παραδείγματα

- Η παρακάτω ερώτηση λογισμού πεδίων μπορεί να ελαχιστοποιηθεί διαδοχικά από τον χρήστη όπως:
- Ερώτηση:
 $\{uv \mid (\exists q)(\exists r)(\exists s)(\exists t)(\exists w)(\exists x)(\exists y)(\exists z)(\text{ΕΡΓΑΖΟΜΝΕΟΣ}(qrstuvwxyz) \text{ and } q = \text{'John' and } r = \text{'B' and } s = \text{'Smith'})\}$

Four Successive ways to specify a QBE Query

(a) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	_123456789	P_9/1/60	P_100 Main, Houston, TX	_M	_25000	_123456789	_3

(b) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith		P_9/1/60	P_100 Main, Houston, TX				

(c) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith		P_X	P_Y				

(d) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith		P.	P.				

Figure C.2

Four ways to specify the query Q0 in QBE.

QBE Παραδείγματα

- Προσδιορισμός πολύπλοκων συνθηκών στην QBE:
- Στην QBE χρησιμοποιείται μια τεχνική που λέγεται “πλαίσιο συνθήκης” για να εκφρασθούν λογικές εκφράσεις σαν συνθήκες.

Complex Conditions with and without a condition box as a part of QBE Query

WORKS_ON

(a)

Essn	Pno	Hours
P.		> 20

WORKS_ON

(b)

Essn	Pno	Hours
P.	_PX	_HX

CONDITIONS

_HX > 20 and (PX = 1 or PX = 2)

WORKS_ON

(c)

Essn	Pno	Hours
P.	1	> 20
P.	2	> 20

Figure C.3

Specifying complex conditions in QBE. (a) The query Q0A. (b) The query Q0B with a condition box. (c) The query Q0B without a condition box.

Handling AND conditions in a QBE Query

Figure C.4

Specifying EMPLOYEES who work on both projects. (a) Incorrect specification of an AND condition. (b) Correct specification.

(a) ⁺

WORKS_ON

Essn	Pno	Hours
P_ES	1	
P_ES	2	

(b)

WORKS_ON

Essn	Pno	Hours
P_EX	1	
P_EY	2	

CONDITIONS

_EX = _EY

Συνένωση στην QBE : Παραδείγματα

- Η συνένωση επιτυγχάνεται απλά χρησιμοποιώντας το ίδιο στοιχείο παραδείγματος (μεταβλητή με underscore) στις στήλες συνένωσης από τις διαφορετικές σχέσεις.
- Το αποτέλεσμα εμφανίζεται σαν ανεξάρτητος πίνακας που δείχνει μεταβλητές από πολλές σχέσεις στο αποτέλεσμα.

Performing Join with common example elements and use of a RESULT relation

Figure C.5

Illustrating JOIN and result relations in QBE. (a) The query Q1. (b) The query Q8.

(a) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
_FN		_LN			_Addr				_DX

DEPARTMENT

Dname	Dnumber	Mgrssn	Mgr_start_date
Research	_DX		

RESULT			
P.	_FN	_LN	_Addr

(b) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
_E1		_E2						_Xssn	
_S1		_S2	_Xssn						

RESULT				
P.	_E1	_E2	_S1	_S2

Συνάθροιση στην QBE

- Η συνάθροιση επιτυγχάνεται με χρήση των .CNT για count, .MAX, .MIN, .AVG για τις αντίστοιχες συναθροιστικές συναρτήσεις.
- Η ομαδοποίηση επιτυγχάνεται με τον τελεστή .G.
- Το πλαίσιο συνθήκης μπορεί να χρησιμοποιεί συνθήκες σε ομάδες (παρόμοια με την HAVING πρόταση στην SQL)

AGGREGATION in QBE : Examples

(a) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
							P.CNT.		

(b) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
							P.CNT.ALL		

(c) EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
			P.CNT.ALL				P.AVG.ALL		P.G.

(d) PROJECT

Pname	Pnumber	Plocation	Dnum
P.	_PX		

WORKS_ON

Essn	Pno	Hours
P.CNT.EX	G._PX	

CONDITIONS

CNT._EX > 2

Figure C.6

Functions and grouping in QBE. (a) The query Q23. (b) The query Q23A. (c) The query Q24. (d) The query Q26.

NEGATION in QBE : Example

Figure C.7

Illustrating negation by the query Q6.

÷
EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
P.		P.	_SX						

DEPENDENT

Essn	Dependent_name	Sex	Bdate	Relationship
_SX				

UPDATING in QBE : Examples

(a)

EMPLOYEE

+	Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
I.	Richard	K	Marini	653298653	30-Dec-52	98 Oak Forest, Katy, TX	M	37000	987654321	4

(b)

EMPLOYEE

D.	Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
				653298653						

(c)

EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John		Smith					U_S*1.1		U.4

Figure C.8

Modifying the database in QBE. (a) Insertion. (b) Deletion. (c) Update in QBE.

Σύνοψη

- Σχεσιακός λογισμός
 - Σχεσιακός λογισμός πλειάδων
 - Σχεσιακός λογισμός πεδίων ορισμού
- Ανασκόπηση της γλώσσας QBE