Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας

Βάσεις Δεδομένων Ι

Ενότητα 3: Σχεσιακό Μοντέλο – Σχεσιακή βάση δεδομένων

Χ. Σκουρλάς

Το περιεχόμενο του μαθήματος διατίθεται με άδεια Creative Commons εκτός και αν αναφέρεται διαφορετικά .

Περιγραφή ενότητας

- Σκοπός του μαθήματος είναι να παρουσιάσει τις απαραίτητες έννοιες ώστε οι φοιτητές να κατανοήσουν την τεχνολογία των σχεσιακών βάσεων δεδομένων και των σχεσιακών συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Ειδικότερα εστιάζει σε: Σχεσιακές βάσεις δεδομένων. Βασικές έννοιες δεδομένων: ανεξαρτησία δεδομένων, κανόνες ακεραιότητας, περιορισμοί κλπ. Παρουσιάζονται, επίσης, έννοιες της Σχεσιακής άλγεβρας. Γίνεται, τέλος, παρουσίαση των εννοιών της υλοποίησης με γλώσσα SQL.

Χ. Σκουρλάς

Στόχος ενότητας

- Κύριος στόχος του μαθήματος είναι να εφοδιάσει τους φοιτητές με τις απαραίτητες γνώσεις έτσι ώστε να κατανοήσουν την τεχνολογία των σχεσιακών βάσεων δεδομένων και των σχεσιακών συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

- **Λέξεις κλειδιά:**

  Σχεσιακές Βάσεις δεδομένων, Ανεξαρτησία δεδομένων, Κανόνες ακεραιότητας, Σχεσιακή άλγεβρα, Γλώσσα SQL

Εισαγωγή στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων

Πρέπει να μάθετε βασικές έννοιες στα παρακάτω:

1) Σχεσιακό μοντέλο δεδομένων και διαχείριση των δεδομενων: α) Όλα τα βλέπουμε σαν πίνακες. β) Ένας «μαθηματικός» τρόπος διαχείρισης των δεδομένων της βάσης είναι η «σχεσιακή άλγεβρα»

2) Σχεσιακές Βάσεις δεδομένων. Χρησιμοποιούμε τα Σχεσιακά Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (Oracle, MySQL) για να προγραμματίσουμε.

Υλοποίηση και διαχείριση

Χρησιμοποιούμε τη γλώσσα SQL για τα προγράμματά μας. Δηλώσεις CREATE, INSERT, SELECT

Σχεσιακή Β.Δ.

Τι είναι σχεσιακή (relational) βάση δεδομένων σύμφωνα με την οπτική γωνία γνωστών προϊόντων

- η οργάνωση των δεδομένων της βάσης γίνεται με πίνακες
- η διαχείριση της βάσης γίνεται με πράξεις στους πίνακες που επιτρέπουν επιλογή κάποιων γραμμών ή κάποιων στηλών των πινάκων και τέλος, τη σύνδεση πινάκων.
- στα σχεσιακά προϊόντα η διαχείριση της βάσης γίνεται με τη γλώσσα SQL.

Εκτός της γλώσσας SQL θα πρέπει να δούμε στη συνέχεια και τις βασικές πράξεις της σχεσιακής άλγεβρας που είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις **σχεσιακές βάσεις δεδομένων**.

- Παρατηρήστε ότι ο πίνακας dept έχει στήλες deptno, dname, loc και κάθε γραμμή του αποθηκεύει τα στοιχεία ενός τμήματος. Το πρώτο τμήμα έχει κωδικό (deptno)10, όνομα (dname) ACCOUNTING και έδρα (loc) ATHENS. Ο πίνακας emp έχει στήλες empno, ename, job, hiredate, mgr, sal, comm, deptno και κάθε γραμμή του αποθηκεύει τα στοιχεία ενός υπαλλήλου. Παρατηρήστε ότι οι δύο πίνακες είναι «συνδεδεμένοι» με τιμές των στηλών deptno που περιλαμβάνουν. Οι δύο πίνακες ανήκουν σε μία σχεσιακή βάση δεδομένων.

emp (πίνακας υπαλλήλων)

Empno	Ename	Job	Hiredate	Mgr	Sal	Comm	Deptno
10	CODD	ANALYST	1/1/89	15	3000		10
15	ELMASRI	ANALYST	2/5/95	15	1200	150	10
20	NAVATHE	SALESMAN	7/7/77	20	2000		20
30	DATE	PROGRAMMER	4/5/04	15	1800	200	10

dept (πίνακας τμημάτων)

Deptno	Dname	Loc
10	ACCOUNTING	ATHENS
20	SALES	LONDON
30	RESEARCH	ATHENS
40	PAYROLL	LONDON

Παράδειγμα

Πίνακας «Διδάσκει»

Αριθμός Μητρώου Καθηγητή	Κωδικός μαθήματος
10	Α1
10	Α5
20	Α8
20	Β5
20	Γ1
30	Α4
30	Β2
40	Γ3
40	Γ7
50	Γ6
50	Α3

Πίνακας «Καθηγητή»

Επώνυμο Καθηγητή	Όνομα Καθηγητή	Διεύθυνση Καθηγητή	Αριθμός Μητρώου Καθ.
Codd	Ted	Mass.	10
Ullman	Jeffrey	Calif.	20
Widom	Jennifer	Calif.	30
Elmasri	Ramez	Mass.	40
Navathe	Shamkant	Mass.	50

Τρεις θεμελιώδεις Πράξεις για τη διαχείριση βάσης
1η προσέγγιση – χρήση SQL

1) Επιλογή γραμμών ενός πίνακα (selection/restriction).

Η δήλωση SQL

```
SELECT *
FROM KATHIGHTES
WHERE DIEFTH_KAT = 'Calif.';
```

επιλέγει ένα υποσύνολο γραμμών του πίνακα KATHIGHTES.

Πίνακας αποτέλεσμα της επιλογής στοιχείων από τον πίνακα **"Καθηγητή"**

Επώνυμο Καθηγητή	Όνομα Καθηγητή	Διεύθυνση Καθηγητή	Αριθμός Μητρώου Καθηγητή
Ullman	Jeffrey	Calif.	20
Widom	Jennifer	Calif.	30

Τρεις θεμελιώδεις Πράξεις για τη διαχείριση βάσης
1η προσέγγιση – χρήση SQL

2) Προβολή στηλών πίνακα (projection).

Η δήλωση SQL

```
SELECT EPWNYMO_KAT,ONOMA_KAT, DIEFTH_KAT, ARITMHT_KAT
FROM KATHIGHTES;
```

επιλέγει και προβάλει ένα υποσύνολο στηλών του πίνακα KATHIGHTES.

Πίνακας αποτέλεσμα της προβολής στοιχείων από τον πίνακα **"Καθηγητή"**

Επώνυμο Καθηγητή	Όνομα Καθηγητή	Διεύθυνση Καθηγητή	Αριθμός Μητρώου Καθηγητή
Codd	Ted	Mass.	10
Ullman	Jeffrey	Calif.	20
Widom	Jennifer	Calif.	30
Elmasri	Ramez	Mass.	40
Navathe	Shamkant	Mass.	50

Τρεις θεμελιώδεις Πράξεις για τη διαχείριση βάσης

1η προσέγγιση – χρήση SQL

3) Σύνδεση πινάκων (JOIN) για την εμφάνιση στοιχείων.

Η δήλωση SQL

```
SELECT *
FROM KATHIGHTES, DIDASKEI
WHERE KATHIGHTES.ARITMHT_KAT = DIDASKEI.ARITMHT_KAT;
```

συνδέει τον πίνακα KATHIGHTES με τον πίνακα DIDASKEI, επιλέγει και προβάλει το σύνολο των στηλών τους.

EPWNYMO	ONOMA	DIEFTH	ARITHMT	KWD_MAT
Codd	Ted	Mass.	10	A1
Codd	Ted	Mass.	10	A5
Ullman	Jeffrey	Calif.	20	A8
Ullman	Jeffrey	Calif.	20	B5
Ullman	Jeffrey	Calif.	20	Γ1
Widom	Jennifer	Calif.	30	A4
Widom	Jennifer	Calif.	30	B2
Elmasri	Ramez	Mass.	40	Γ3
Elmasri	Ramez	Mass.	40	Γ7
Navathe	Shamkant	Mass.	50	Γ6
Navathe	Shamkant	Mass.	50	A3

Σχεσιακή άλγεβρα και σχεσιακές βάσεις δεδομένων

Πρέπει να μάθετε τις βασικές εντολές:

Επιλογή (Selection): $R_1 = \sigma_E (R)$

Προβολή (projection):

$R_1 = \pi_{a1,a2,a3,...,ak} (R)$

Καρτεσιανό γινόμενο (Cartesian Product or Times): $R_1 \times R_2$

Σύνδεση (join) σχέσεων : $R = R_1 \bowtie R_2$

Υλοποίηση και διαχείριση σχεσιακής βάσης

Προσοχή! Χρησιμοποιούμε τη γλώσσα SQL για τον προγραμματισμό βάσεων. Η σχεσιακή άλγεβρα χρησιμοποιείται σε θέματα βελτιστοποίησης (για να εκτελούνται οι εντολές SELECT γρηγορότερα) και στην έρευνα.

Σχεσιακή άλγεβρα

Αναφέρατε βασικές πράξεις της Σχεσιακής άλγεβρας

FOITHTES

ARITMHT	EPWNYMO	ONOMA	EXAMHNO
10	ΣΠΥΡΟΥ	ΣΠΥΡΟΣ	Γ
20	ΝΙΚΟΥ	ΝΙΚΟΣ	Δ

EGGRAFES

ARITMHT	LESSON	HMER_EGGRAFHS
10	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι	10/3/2011
10	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ	9/3/2011
20	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι	10/3/2011
20	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ	9/3/2011

1. Επιλογή (Selection): $R_1 = \sigma_E (R)$

Το αποτέλεσμα της πράξης αυτής, που συμβολίζεται με σ και εφαρμόζεται πάνω σε μία σχέση R, είναι μια σχέση R_1 που έχει την ίδια πολλαπλότητα με την R και περιλαμβάνει τις πλειάδες της R για τις οποίες ισχύει η συνθήκη Ε.

Παράδειγμα

Η FOITHTES1 = $\sigma_{\text{EXAMHNO=Γ}}$ (FOITHTES) περιέχει μόνο εκείνες τις πλειάδες της σχέσης R όπου το EXAMHNO έχει την τιμή Γ.

Αναφέρατε βασικές πράξεις της Σχεσιακής άλγεβρας

FOITHTES

ARITMHT	EPWNYMO	ONOMA	EXAMHNO
10	ΣΠΥΡΟΥ	ΣΠΥΡΟΣ	Γ
20	ΝΙΚΟΥ	ΝΙΚΟΣ	Δ

EGGRAFES

ARITMHT	LESSON	HMER_EGGRAFHS
10	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι	10/3/2011
10	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ	9/3/2011
20	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι	10/3/2011
20	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ	9/3/2011

2. Προβολή (projection): $R_1 = \pi_{a1,a2,a3,\ldots,ak}$ (R)

Αν η R είναι μια σχέση πολλαπλότητας N η R_1 είναι μια σχέση πολλαπλότητας k < N με χαρακτηριστικά a_1, a_2, ... a_k, όπου τα a_m είναι χαρακτηριστικά της R και το m μπορεί να έχει τιμές από 1 μέχρι k. Δηλαδή, η προβολή εφαρμόζεται σε μία σχέση και δείχνει τη στήλη ή τις στήλες της σχέσης (ή πίνακα) που θέλουμε.

Παράδειγμα

FOITHTES2 = $\pi_{\text{ARITMHT, EXAMHNO , EPWNYMO}}$ (FOITHTES)

Αναφέρατε βασικές πράξεις της Σχεσιακής άλγεβρας

FOITHTES

ARITMHT	EPWNYMO	ONOMA	EXAMHNO
10	ΣΠΥΡΟΥ	ΣΠΥΡΟΣ	Γ
20	ΝΙΚΟΥ	ΝΙΚΟΣ	Δ

EGGRAFES

ARITMHT	LESSON	HMER_EGGRAFHS
10	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι	10/3/2011
10	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ	9/3/2011
20	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Ι	10/3/2011
20	ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΙΙ	9/3/2011

3. Καρτεσιανό γινόμενο (Cartesian Product or Times)

Αν η σχέση R_1 έχει σχήμα A_1 , A_2 .... A_ν και η σχέση R_2 έχει σχήμα B_1, B_2 .... B_μ τότε το καρτεσιανό γινόμενο των δύο σχέσεων , συμβολικά R_1 x R_2 , ορίζεται σαν μία σχέση με σχήμα (A_1 , A_2 .... A_ν , B_1 , B_2, ... B_μ), δηλαδή,

$$R_1 \times R_2 = \{ (\alpha_1 , \dots , \alpha_\nu , \beta_1 , \dots \beta_\mu) \mid (\alpha_1 , \dots) \in R_1 , (\beta_1 , \dots) \in R_2 \}$$

Αν card(R) είναι ο αριθμός των πλειάδων (tuples) μιας σχέσης R τότε

$\text{card} (R_1 \times R_2) <= \text{card} (R_1) \times \text{card} (R_2)$

Όπως είναι προφανές η έννοια γενικεύεται άμεσα για περισσότερες σχέσεις.

Αναφέρατε βασικές πράξεις της Σχεσιακής άλγεβρας

4. Σύνδεση (join) σχέσεων : $R = R_1 \bowtie R_2$

Αν R_1, R_2 είναι σχέσεις με πολλαπλότητες N1 και N2 και με M κοινά χαρακτηριστικά των δύο σχέσεων κατασκευάζουμε την R που είναι μια σχέση με πολλαπλότητα

$$N = N1 + N2 - M.$$

Η R δημιουργείται με την παράθεση (concatenation) όλων των πλειάδων $t_1 \in R_1$ και $t_1 \in R_1$ που ικανοποιούν τη συνθήκη της σύνδεσης .

Σχηματικά, για όλες τις πλειάδες των δύο σχέσεων κάνουμε τα εξής:
Συνδέουμε κάθε πλειάδα της R_1 με όλες τις πλειάδες της R2 και δημιουργούμε έτσι πλειάδες με πολλαπλότητα N1 + N2.

I. Από αυτές κρατάμε μόνον αυτές που έχουν σε όλα τα κοινά χαρακτηριστικά τις ίδιες τιμές.
II. Σε αυτές που κρατήσαμε, κρατάμε τα (κοινά) χαρακτηριστικά μια φορά μόνον.

Παράδειγμα

EGGRFOIT = FOITHTES $\bowtie$ EGGRAFES

Παράδειγμα

- Βρείτε όνομα και διεύθυνση όλων των υπαλλήλων που εργάζονται στο τμήμα “Development”

EMP

EMPNO	ENAME	ADDRESS	DEPTNO
10	CLARKE	ATHENS	10
20	ADAMS	NEW YORK	20

DEPT

DEPTNO	DNAME
10	DEVELOPMENT
20	RESEARCH

$$\text{DEVELOPMENT_DEPT} \leftarrow \sigma_{\text{dname="DEVELOPMENT"}}(\text{DEPT})$$

$$\text{DEVELOPMENT_EMP} \leftarrow (\text{DEVELOPMENT_DEPT} \bowtie_{\text{DNO=DEPTNO}} \text{EMP})$$

$$\text{RESULT} \leftarrow \pi_{\text{ENAME,ADDRESS}}(\text{DEVELOPMENT_EMP})$$

ΣΔΒΔ

- Σημαντικότερο ίσως στοιχείο ενός Συστήματος Βάσης Δεδομένων είναι το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεως Δεδομένων (ΣΔΒΔ). Άλλα στοιχεία λογισμικού είναι τα προγράμματα εφαρμογών, τα βοηθητικά προγράμματα, γεννήτριες εφαρμογών, γεννήτριες εκτυπώσεων κτλ.

- Πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι τα προγράμματα εφαρμογών (προσπέλασης της βάσης κτλ.) δεν ενσωματώνουν τη δομή (των πινάκων-αρχείων) δεδομένων που αποθηκεύονται ξεχωριστά στον κατάλογο του ΣΔΒΔ. Έτσι υποστηρίζεται η **ανεξαρτησία προγραμμάτων δεδομένων** (program - data independence) και επομένως οι αλλαγές στους πίνακες (στα αρχεία) δεν απαιτούν αλλαγές και στα προγράμματα.
- Ειδικά για αντικειμενοστρεφή ΣΔΒΔ ο όρος διευρύνεται και όχι μόνο η δομή δεδομένων αλλά και πράξεις επί των δεδομένων ξεχωρίζονται από τις λεπτομέρειες (εσωτερικής υλοποίησης κτλ.) που δεν ενδιαφέρουν άμεσα τα προγράμματα των χρηστών. Δηλαδή έχουμε και την **ανεξαρτησία προγραμμάτων - πράξεων** (program-operation independence).

Υλοποίηση σχεσιακών βάσεων δεδομένων

Πρέπει να μάθετε τις βασικές δηλώσεις:

CREATE TABLE όνομα_του_πίνακα_σας ... ;
INSERT INTO όνομα_του_πίνακα_σας … VALUES … ;
SELECT … FROM όνομα_των_πινάκων_σας ... ;
DROP TABLE όνομα_του_πίνακα_σας;

Υλοποίηση και διαχείριση σχεσιακής βάσης

Θα χρησιμοποιήσουμε ένα πιο πλούσιο παράδειγμα εκπαιδευτικής βάσης με πέντε πίνακες:

Foithtes, Mathimata, Eggrafes, Kathightes, Didaskei

Χρησιμοποιούμε τη γλώσσα SQL του προϊόντος της ORACLE για τον προγραμματισμό της βάσεως.

Παρατηρήστε ότι χρησιμοποιούμε στους ορισμούς την υποπρόταση PRIMARY KEY.

Διαχείριση σχεσιακών βάσεων δεδομένων με γλώσσα SQL

Θα παρουσιάσουμε χωρίς ορισμούς, χωρίς θεωρητική επισκόπηση.

Ακολουθεί παράδειγμα.

Παράδειγμα

Απλουστευμένη σχεσιακή (relational) βάση δεδομένων που περιλαμβάνει στοιχεία φοιτητών, καθηγητών, μαθημάτων και της βαθμολογίας των φοιτητών στα μαθήματα αυτά.

Επώνυμο	Όνομα	Αριθμός Μητρώου	Εξάμηνο
Κυριακόπουλος	Νικηφόρος	213	Δ
Αποστόλου	Ζωή	816	Α
Παπαπέτρου	Νικόλαος	450	Β
Ζευγαρίδης	Ορέστης	346	Γ
Κοταμανίδου	Ειρήνη	610	Α

Πίνακας «Φοιτητή»

Διαχείριση σχεσιακών βάσεων δεδομένων με γλώσσα SQL

Μάθημα	Κωδικός μαθήματος
Αρχές Οικονομικής Ι	Α1
Προγραμματισμός Η/Υ Ι	Α5
Ανθρώπινες Σχέσεις στην εργασία	Α8
Προγραμματισμός Η/Υ ΙΙ	Β5
Χρήμα - Πίστη - Τράπεζες	Γ1
Εισαγωγή στο Αστικό Δίκαιο	Α4
Στατιστική Επιχειρήσεων	Β2
Οικονομική της Διοίκησης	Γ3
Ιστορία και Αρχές Συνεργατισμού	Γ7
Συστήματα Πληροφοριών Διοίκησης	Γ6
Γενική Λογιστική Ι	Α3

Πίνακας «Μαθήματος»

Αριθμός Μητρώου	Κωδικός Μαθήματος	Βαθμολογία
213	Γ1	5
213	Β5	7
450	Β5	4
816	Α5	6
816	Α8	8
450	Β2	2
346	Γ1	9
346	Γ3	0
610	Α1	5
610	Α3	7

Πίνακας «Βαθμολογίας»

Επώνυμο Καθηγητή	Όνομα Καθηγητή	Διεύθυνση Καθηγητή	Αριθμός Μητρώου Καθηγητή
Codd	Ted	Mass.	10
Ullman	Jeffrey	Calif.	20
Widom	Jennifer	Calif.	30
Elmasri	Ramez	Mass.	40
Navathe	Shamkant	Mass.	50

Πίνακας «Καθηγητή»

Αριθμός Μητρώου Καθηγητή	Κωδικός μαθήματος
10	Α1
10	Α5
20	Α8
20	Β5
20	Γ1
30	Α4
30	Β2
40	Γ3
40	Γ7
50	Γ6
50	Α3

Πίνακας «Διδάσκει»

Δημιουργία βάσεως δεδομένων

Για να δημιουργηθεί αυτό το σχήμα της βάσης δεδομένων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις παρακάτω δηλώσεις σε γλώσσα SQL (χρήση ORACLE):

```
CREATE TABLE FOITHTES(EPWNYMO VARCHAR2(20) NOT NULL,
    ONOMA VARCHAR2(20) NOT NULL,
    ARITMHT NUMBER NOT NULL,
    EXAMHNO CHAR(3), PRIMARY KEY(ARITMHT));
CREATE TABLE MATHIMATA(LEKTIKO VARCHAR2(20) NOT NULL,
                       KWD_MAT NUMBER NOT NULL,
                       PRIMARY KEY(KWD_MAT));

CREATE TABLE EGGRAFES(KWD_MAT NUMBER NOT NULL,
                      ARITMHT NUMBER NOT NULL,
                      BATHMOS NUMBER,
                      PRIMARY KEY(KWD_MAT, ARITMHT));

CREATE TABLE KATHIGHTES(EPWNYMO_KAT VARCHAR2(20) NOT NULL,
                                    ONOMA_KAT VARCHAR2(20) NOT NULL,
                                    DIEFTH_KAT VARCHAR2(40),
                                    ARITMHT_KAT NUMBER NOT NULL,
                                    PRIMARY KEY(ARITMHT_KAT));

CREATE TABLE DIDASKEI(KWD_MAT NUMBER NOT NULL,
                      ARITMHT_KAT NUMBER NOT NULL,
                      PRIMARY KEY(KWD_MAT, ARITMHT_KAT));
```

Αποτέλεσμα εκτέλεσης εντολών

Δημιουργούνται πέντε άδειοι πίνακες:

Πίνακας FOITHTHS

EPWNYMO	ONOMA	ARITMHT	EXAMHNO

Πίνακας MATHIMATA

LEKTIKA	KWD_MAT

Πίνακας EGGRAFES

ARITMHT	KWD_MAT	BATHMOS

Πίνακας KATHIGHTES

EPWNYMO_KAT	ONOMA_KAT	DIEFTH_KAT	ARMHT_KAT

Πίνακας DIDASKEI

ARITMHT_KAT	KWD_MAT

Πρώτη αναφορά στην Εισαγωγή στοιχείων

```
INSERT INTO KATHIGHTES(EPWNYMO_KAT,  ONOMA_KAT,
                                     DIEFTH_KAT,  ARITMHT_KAT)
        VALUES (‘Codd’, ‘Ted’, ‘Mass.’, 10);
INSERT INTO KATHIGHTES  VALUES (‘Ullman’, ‘Jeffrey’, ‘Calif.’, 20);
κ.τ.λ.
```

Σχεδίαση και υλοποίηση σχεσιακών βάσεων δεδομένων

Πρέπει να μάθετε τις βασικές έννοιες:

1) Πλεονασμοί (redundancies). Πρέπει να αποφεύγουμε να επαναλαμβάνουμε τις ίδιες στήλες στους πίνακές εκτός αν οι στήλες είναι απαραίτητες για να συνδέονται μέσω αυτών τα δεδομένα των πινάκων. Σε επόμενα μαθήματα θα μας απασχολήσεις το αντικείμενο της καλής σχεδίασης της βάσης.
2) Κύρια και ξένα κλειδιά (PRIMARY KEY, FOREIGHN KEYS). Ευρετήρια (CREATE INDEX)

Υλοποίηση και διαχείριση σχεσιακής βάσης

Θα χρησιμοποιήσουμε το παράδειγμα της εκπαιδευτικής βάσης για να ορίσουμε PRIMARY KEY, FOREIGN KEYS χρησιμοποιώντας γλώσσα SQL του προϊόντος της ORACLE. Παρατηρήστε ότι χρησιμοποιούμε στους ορισμούς PRIMARY KEY.

Πλεονασμός ή τι πρέπει να αποφεύγουμε κατά τη σχεδίαση

Παράδειγμα

Ένα μέρος της απλουστευμένης εκπαιδευτικής βάσης δεδομένων ανασχεδιασμένης ώστε να περιλαμβάνει στοιχεία με επαναλήψεις (redundancy).

Επώνυμο Καθηγητή	Όνομα Καθηγητή	Διεύθυνση Καθηγητή	Αριθμός Μητρώου Καθηγητή
Codd	Ted	Mass.	10
Ullman	Jeffrey	Calif.	20
Widom	Jennifer	Calif.	30
Elmasri	Ramez	Mass.	40
Navathe	Shamkant	Mass.	50

Επώνυμο Καθηγητή	Όνομα Καθηγητή	Αριθμός Μητρώου Καθηγητή	Κωδικός μαθήματος
Codd	Ted	10	A1
Codd	Ted	10	A5
Ullman	Jeffrey	20	A8
Ullman	Jeffrey	20	B5
Ullman	Jeffrey	20	Γ1
Widom	Jennifer	30	A4
Widom	Jennifer	30	B2
Elmasri	Ramez	40	Γ3
Elmasri	Ramez	40	Γ7
Navathe	Shamkant	50	Γ6
Navathe	Shamkant	50	A3

Σχήμα

Απόσπασμα Μοντέλου της σχεσιακής Εκπαιδευτικής Βάσης δεδομένων που έχει περιττές επαναλήψεις στοιχείων

Μηχανισμός Κύριου – Δευτερεύοντος κλειδιού και σημασία του

```
 CREATE TABLE FOITHTES(EPWNYMO VARCHAR2(20) NOT NULL,
             ONOMA VARCHAR2(20) NOT NULL,
             ARITMHT NUMBER NOT NULL,
             EXAMHNO CHAR(3),
             PRIMARY KEY(ARITMHT));

CREATE TABLE MATHIMATA(LEKTIKO VARCHAR2(20) NOT NULL,
             KWD_MAT CHAR(3) NOT NULL,
             PRIMARY KEY(KWD_MAT));

CREATE TABLE EGGRAFES(KWD_MAT NUMBER NOT NULL,
             ARITMHT NUMBER NOT NULL,
             BATHMOS NUMBER,
             PRIMARY KEY(KWD_MAT, ARITMHT)
       FOREIGN KEY(ARITMHT)   REFERENCES FOITHTES(ARITMHT),
       FOREIGN KEY(KWD_MAT) REFERENCES MATHIMATA(KWD_MAT));

CREATE TABLE KATHIGHTES(EPWNYMO_KAT VARCHAR2(20) NOT NULL,
             ONOMA_KAT VARCHAR2(20) NOT NULL,
             DIEFTH_KAT VARCHAR2(40),
             ARITMHT_KAT NUMBER NOT NULL,
             PRIMARY KEY(ARITMHT_KAT));

CREATE TABLE DIDASKEI(KWD_MAT CHAR(3) NOT NULL,
             ARITMHT_KAT NUMBER NOT NULL,
             PRIMARY KEY(KWD_MAT, ARITMHT_KAT)
     FOREIGN KEY(ARITMHT)   REFERENCES KATHIGHTES(ARITMHT_KAT),
     FOREIGN KEY(KWD_MAT) REFERENCES MATHIMATA(KWD_MAT));
```

Στο παράδειγμά μας, ορίζουμε ολόκληρη τη βάση, το εννοιολογικό της σχήμα όπως λέμε. Προσοχή! Έχει σημασία η σειρά ορισμού των πινάκων. Επίσης, αν θέλαμε να διαγράψουμε τους πίνακες της βάσης θα έπρεπε να γράψουμε τις δηλώσεις κατάργησης πίνακα με συγκεκριμένη σειρά:

```
DROP TABLE EGGRAFES;

DROP TABLE DIDASKEI;

DROP TABLE MATHIMATA;

DROP TABLE FOITHTES;

DROP TABLE KATHIGHTES;
```

Εισαγωγή στοιχείων

Τέλος, αν θέλαμε να εισάγουμε στοιχεία στον πίνακα DIDASKEI και επειδή κατασκευάσαμε το μηχανισμό κύριου και ξένου κλειδιού πρέπει πρώτα να εισάγουμε στοιχεία στον πίνακα KATHIGHTES:

```
INSERT INTO KATHIGHTES VALUES('Codd','Ted','Mass.',10);
INSERT INTO KATHIGHTES VALUES('Ullman','Jeffrey','Calif.',20);
INSERT INTO KATHIGHTES VALUES('Widom','Jennifer','Calif.',30);
INSERT INTO KATHIGHTES VALUES('Elmasri','Ramez','Mass.',40);
INSERT INTO KATHIGHTES VALUES('Navathe','Shamkant','Mass.',50);

INSERT INTO DIDASKEI VALUES('A1',10);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('A5',10);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('A8',20);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('B5',20);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('Ã1',20);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('A4',30);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('B2',30);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('Ã3',40);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('Ã7',40);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('Ã6',50);
INSERT INTO DIDASKEI VALUES('A3',50);
```

Ευρετήριο

Παράδειγμα

```
 CREATE TABLE KATHIGHTES(
       EPWNYMO_KAT VARCHAR2(20) NOT NULL,
       ONOMA_KAT VARCHAR2(20) NOT NULL,
       DIEFTH_KAT VARCHAR2(40), ARITMHT_KAT NUMBER NOT NULL,
                                   PRIMARY KEY(ARITMHT_KAT));
```

Ζητούμενο η “επιτάχυνση” των αναζητήσεων

```
SELECT * FROM KATHIGITES
WHERE DIEFTH_KAT = ‘Mass.’;

SELECT EPWNYMO_KAT, ONOMA_KAT, DIEFTH_KAT
FROM KATHIGITES
WHERE DIEFTH_KAT = ‘Mass.’;
```

Δημιουργία ευρετηρίου

```
CREATE INDEX LOCATION_IDX
on KATHIGITES(diefth);
```

Πίνακας της σχεσιακής Εκπαιδευτική Βάση δεδομένων με ευρετήριο που επιταχύνει αναζήτηση στοιχείων βασιζόμενη στη διεύθυνση

Επώνυμο Καθηγητή	Όνομα Καθηγητή	Διεύθυνση Καθηγητή	Αριθμός Μητρώου Καθηγητή
Codd	Ted	Mass.	10
Ullman	Jeffrey	Calif.	20
Widom	Jennifer	Calif.	30
Elmasri	Ramez	Mass.	40
Navathe	Shamkant	Mass.	50

Πίνακας «Καθηγητή»

Address_Index	Δείκτες στη βάση
Mass.	10, 40, 50
Calif.	20, 30

Ευρετήριο «Διεύθυνση»

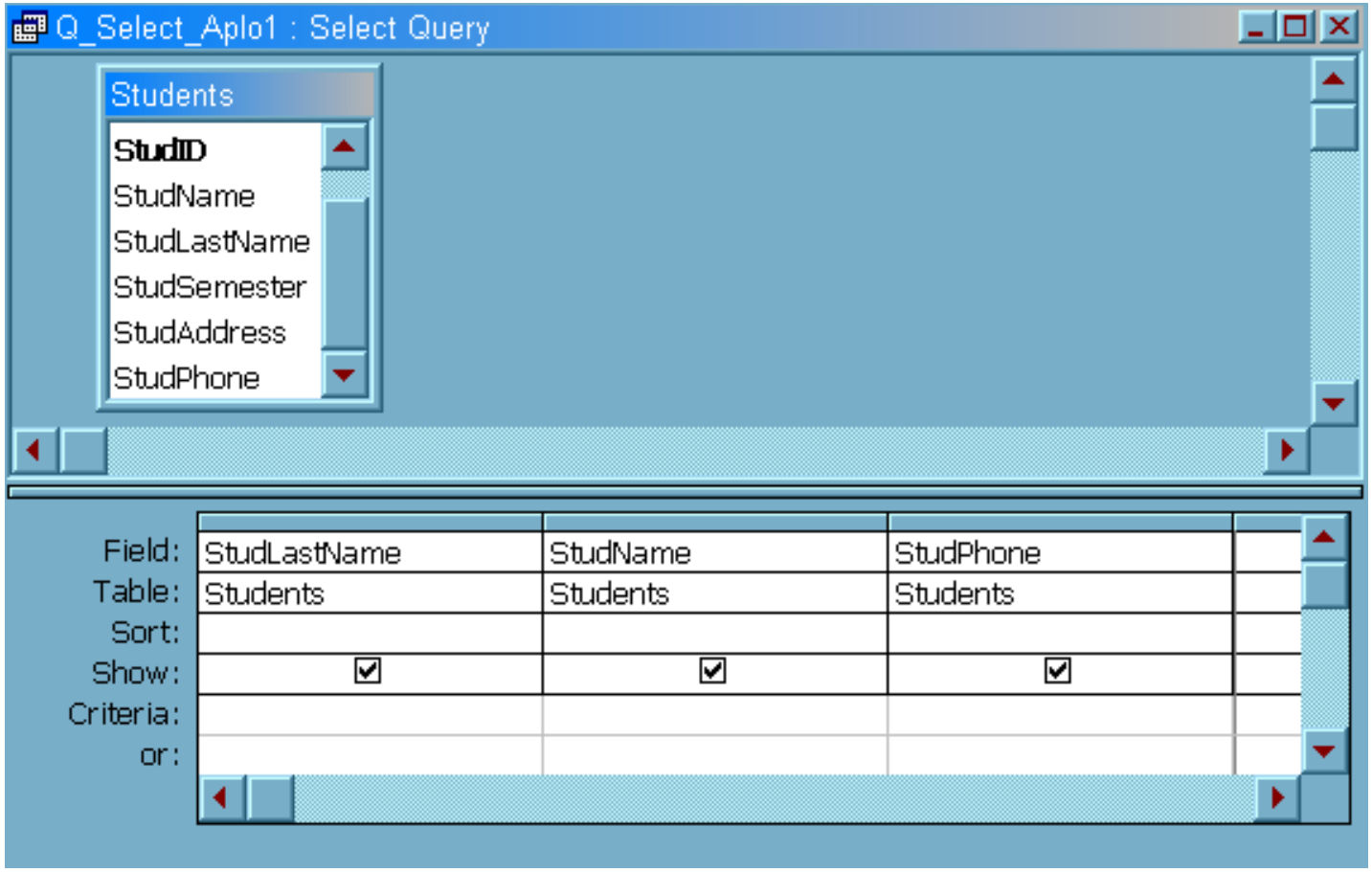
Ερώτηση (query)

Παράδειγμα

Σύνθετη ερώτηση για τους πίνακες KATHIGHTHS, DIDASKEI, MATHIMATA της απλουστευμένης εκπαιδευτικής βάσης δεδομένων που η απάντησή της απαιτεί σύνδεση (join) των πινάκων. Διαφορετικά η απάντηση λανθασμένα βασίζεται σε καρτεσιανό γινόμενο.

```
SELECT KATHIGHTHS.EPWNYMO_KAT, ONOMA_KAT,
              DIEFTH_KAT,  DIDASKEI.KWD_MAT, LEKTIKO
FROM    KATHIGHTHS, DIDASKEI, MATHIMATA
WHERE KATHIGHTHS.ARITMHT_KAT=DIDASKEI.ARITMHT_KAT
AND      DIDASKEI.KWD_MAT = MATHIMATA.KWD_MAT
AND      EPWNYMO_KAT = 'Codd';
ORDER BY LEKTIKO;
```

Ερώτηση με παράδειγμα (query by form)

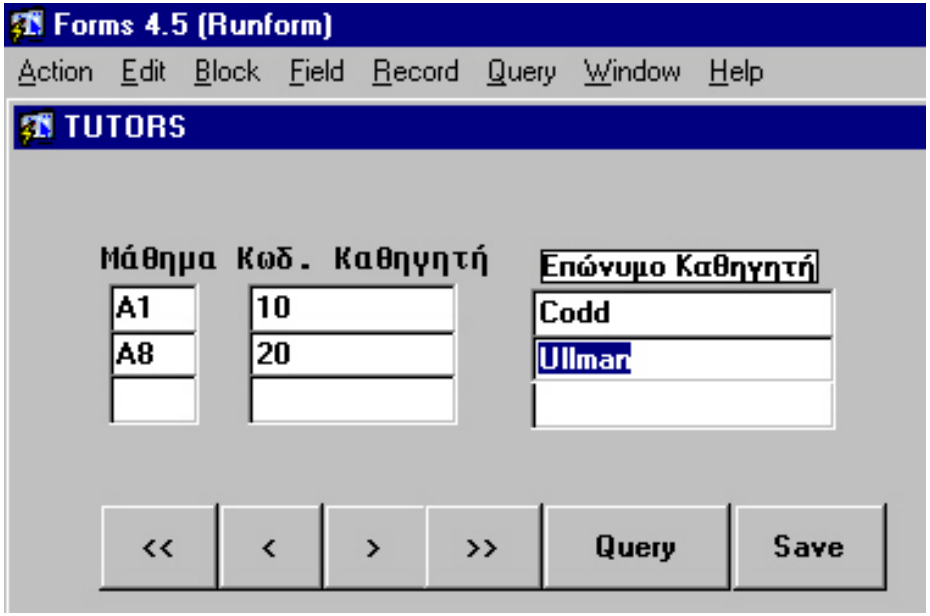


Φόρμες (ή ηλεκτρονικές οθόνες)

Παράδειγμα

Κατασκευάστηκε σε ελάχιστο χρόνο με χρήση παλαιότερου εργαλείου που συνόδευε το προϊόν της Oracle. Στη συγκεκριμένη φόρμα απόσπασμα του προγράμματος που έγραψε ο σχεδιαστής είναι το εξής:

```
SELECT EPWNYMO_KAT
INTO :EPWNYMO_KAT
FROM  KATHIGHTES
WHERE ARITMHT_KAT=:ARITMHT_KAT;
```



Ηλεκτρονική φόρμα διαχείρισης του πίνακα DIDASKEI της σχεσιακής Εκπαιδευτικής Βάσης δεδομένων.

Σχεδίαση και υλοποίηση σχεσιακών βάσεων δεδομένων

Πρέπει να μάθετε τις βασικές έννοιες:

1) Κύριο κλειδί PRIMARY KEY. Στήλη (ή σύνολο στηλών σε ένα πίνακα) που έχουν μοναδική τιμή (ή τιμές) για κάθε γραμμή
2) Ξένο κλειδί FOREIGH KEY. Μία στήλη (ή σύνολο στηλών) σε ένα πίνακα που είναι κύριο κλειδί σε κάποιον άλλο πίνακα.

Υλοποίηση και διαχείριση

Ξαναδείτε πως υλοποιήσαμε το παράδειγμα της εκπαιδευτικής βάσης και πως ορίσαμε PRIMARY KEY, FOREIGN KEYS χρησιμοποιώντας γλώσσα SQL. Προσοχή! Η σειρά δημιουργίας των πινάκων είναι καθορισμένη όταν έχουμε κύρια και ξένα κλειδιά.

Κρίσιμο σημείο

Τι είναι κύριο κλειδί; Βρείτε το κύριο κλειδί στους παρακάτω πίνακες. Τι λέτε για τον πίνακα shipment;

Βάση ανταλλακτικών

Προμηθευτές (SUPPLIERS)

Κωδικός(SN0)	Επωνυμία(SNAME)	έδρα(SCITY)
S010	FIAT	ΛΟΝΔΙΝΟ
S020	OPEL	ΠΑΡΙΣΙ
S030	FORD	ΠΑΡΙΣΙ
S040	PORCHE	ΑΘΗΝΑ

Ανταλλακτικά (PARTS)

PNO	PNAME	PCOLOR	PCITY
P0100	ΒΙΔΑ Α	ΚΟΚΚΙΝΗ	ΛΟΝΔΙΝΟ
P0200	ΒΙΔΑ Β	ΚΟΚΚΙΝΗ	ΠΑΡΙΣΙ
P0300	ΒΙΔΑ C	ΚΟΚΚΙΝΗ	ΡΩΜΗ
P0400	ΒΙΔΑ C	ΚΙΤΡΙΝΗ	ΛΟΝΔΙΝΟ

Εφοδιασμός (SHIPMENT)

SNO	PNO	QTY
S010	P0100	300
S010	P0200	200
S010	P0300	400
S020	P0100	300
S020	P0200	400
S030	P0200	200

Μαθηματική θεμελίωση

Πρέπει να μάθετε τις βασικές έννοιες:

1)Σχέση (relation), 2) Κύριο κλειδί, υποψήφιο κύριο κλειδί, ξένο κλειδί, 3) Πρώτος Κανόνας ακεραιότητας. Σαν συμβουλή να ορίζετε το κύριο κλειδί για να έχει κάθε γραμμή σε κάθε πίνακα μοναδική ταυτότητα, 4) Δεύτερος Κανόνας ακεραιότητας. Οι τιμές που έχουν τα ξένα κλειδιά ενός πίνακα πρέπει να υπάρχουν στις αντίστοιχες στήλες κύριου κλειδιού ή μπορούν να μην έχουν τιμή.

Σχέσεις και πίνακες

Δείτε παραδείγματα σχεσιακών βάσεων ώστε να κατανοήσετε την αναλογία σχέσεων και πινάκων. Με τον τρόπο αυτό θα καταλάβετε καλύτερα και τη μαθηματική θεμελίωση των σχεσιακών βάσεων και τη σχεσιακή άλγεβρα που συζητήσαμε.

Θεωρητική προσέγγιση

- **Ορισμός σχέσης**
  Η σχέση (relation) ορίζεται με τη μαθηματική έννοια δηλαδή είναι ένα υποσύνολο καρτεσιανού γινομένου (συμβολισμός " x ") πεδίων ορισμού (domains).
  Για να θυμηθείτε την έννοια του καρτεσιανού γινομένου μπορείτε να ανατρέξετε και στην ενότητα της σχεσιακής άλγεβρας.
  Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι μια σχέση (relation) είναι ένα σύνολο από όμοιες πλειάδες (tuples).
  Κάθε πλειάδα αποτελείται από N συνιστώσες (components) διαφορετικού (πιθανόν) τύπου (N-άδα).
  Το N λέγεται πολλαπλότητα (arity) της σχέσης.
  Σύνδεση με τους πίνακες
  Μπορείτε να θεωρήσετε ότι μια σχέση είναι ένας πίνακας από πλειάδες και κάθε στήλη του πίνακα αντιστοιχεί σε μια συνιστώσα. Συνήθως δίνουμε ονόματα στις στήλες που λέγονται χαρακτηριστικά (attributes).

Έστω μια κατασκευαστική εταιρεία που ενδιαφέρεται για την ενημέρωση στοιχείων γύρω από αποστολές ανταλλακτικών. Οι οντότητες, οι σχέσεις οντοτήτων και τα χαρακτηριστικά (ή οι ιδιότητες τους) (attributes) είναι:

(οντότητες) **SUPPLIERS** (SNO,SNAME,STATUS,SCITY)
PARTS (PNO,PNAME,COLOR,WEIGHT,PCITY)

(σχέση ή συσχέτιση) **SHIPMENTS** (SNO,PNO,QTY, SDATE)

Οι σχέσεις για το παράδειγμα μας είναι οι εξής:

SUPPLIERS⊆DOM(SNO)×DOM(SNAME)×DOM(STATUS)×DOM(SCITY)

PARTS⊆DOM(PNO)×DOM(PNAME)×DOM(COLOR)×DOM(WEIGHT)×DOM(PCITY)

SHIPMENTS⊆DOM(SNO)×DOM(PNO)×DOM(QTY×DOM(SDATE))

Παρατηρήσεις-Κανόνες για τη σχεσιακή προσέγγιση

1) Υπάρχει τουλάχιστον μία ιδιότητα (attribute) ή ένας συνδυασμός ιδιοτήτων με τιμές που είναι μοναδικές για κάθε σχέση. Αυτές οι ιδιότητες ή αυτοί οι συνδυασμοί μπορούν να θεωρηθούν κλειδιά δηλαδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το καθορισμό (identification) των πλειάδων της σχέσης. Αν έχουμε πολλούς τέτοιους συνδυασμούς τους ονομάζουμε υποψήφια κύρια κλειδιά (candidate keys) και ένας από τους συνδυασμούς επιλέγεται σαν Κύριο κλειδί (primary key).

Για παράδειγμα, στη σχέση SUPPLIERS υποψήφια κλειδιά μπορούν να είναι τα SNO, SNAME (αν υποτεθεί ότι δεν υπάρχουν συνωνυμίες).

Από αυτά επιλέγεται σαν κύριο (primary) το SNO.

Ξένα Κλειδιά

Ένα συνηθισμένο γνώρισμα των σχέσεων είναι ότι μια σχέση μπορεί να περιέχει ένα ή περισσότερα ξένα (foreign) κλειδιά. Ένα ξένο κλειδί (foreign key) σε μια σχέση συνήθως αναπαρίσταται με μια ιδιότητα (attribute) (ή περισσότερες) που είναι κύριο κλειδί σε κάποια άλλη σχέση.

Για παράδειγμα η σχέση:

```
COURSE (Course_Identification, Course_Title,
           Course_Description, Teacher_Identification)
```

περιλαμβάνει την ιδιότητα Teacher-Identification που είναι κύριο κλειδί στη σχέση:

```
TEACHER(Teacher_Identification, Teacher_LastName,
  Teacher_FirstName, Phone).
```

Η ιδιότητα (attribute) `Teacher_Identification` είναι ξένο κλειδί στη σχέση `COURSE`.

Παρατηρήσεις-Κανόνες για τη σχεσιακή προσέγγιση

2) Κανόνας Πρώτος ή κανόνας ακεραιότητας οντότητας

(Integrity Rule 1 or constraint Rule or Entity Integrity).

Κάθε τιμή του κύριου κλειδιού είναι μοναδική. Επιπλέον, κάθε συνιστώσα της τιμής ενός κύριου κλειδιού πρέπει να έχει τιμή (δεν μπορεί να έχει τιμή Null).

Ο κανόνας εξασφαλίζει ότι ανά δύο οι οντότητες είναι διακεκριμένες.

3) Κανόνας Δεύτερος ή αναφερόμενη ακεραιότητα

(Integrity Rule 2 or Referential Integrity).

Έστω D ένα πρώτο πεδίο ορισμού (primary domain) δηλαδή ένα πεδίο ορισμού επάνω στο οποίο ορίζεται ένα απλό κύριο κλειδί (single attribute primary key).

Έστω σχέση (relation) R_1 με ιδιότητα (attribute) A που ορίζεται στο D και έστω σχέση R_2 με κύριο κλειδί οριζόμενο στο D. Τότε η τιμή της ιδιότητας A στο R_1 πρέπει να είναι είτε "τίποτα" (null) ή ίση με τιμή του κύριου κλειδιού κάποιας πλειάδας της σχέσης R_2.

Τέλος Ενότητας

Ερωτήσεις;

BY NC SA

Σημειώματα

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Χ. Σκουρλάς 2018.
Χ. Σκουρλάς. «Βάσεις Δεδομένων Ι. Ενότητα 3: Σχεσιακό Μοντέλο – Σχεσιακή βάση δεδομένων, Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2018. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: pyles.teiath.gr.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [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».

έργα τρίτων

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [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.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.