
Σχεσιακό Μοντέλο

Διδάσκων: Δημόκας Νικόλαος

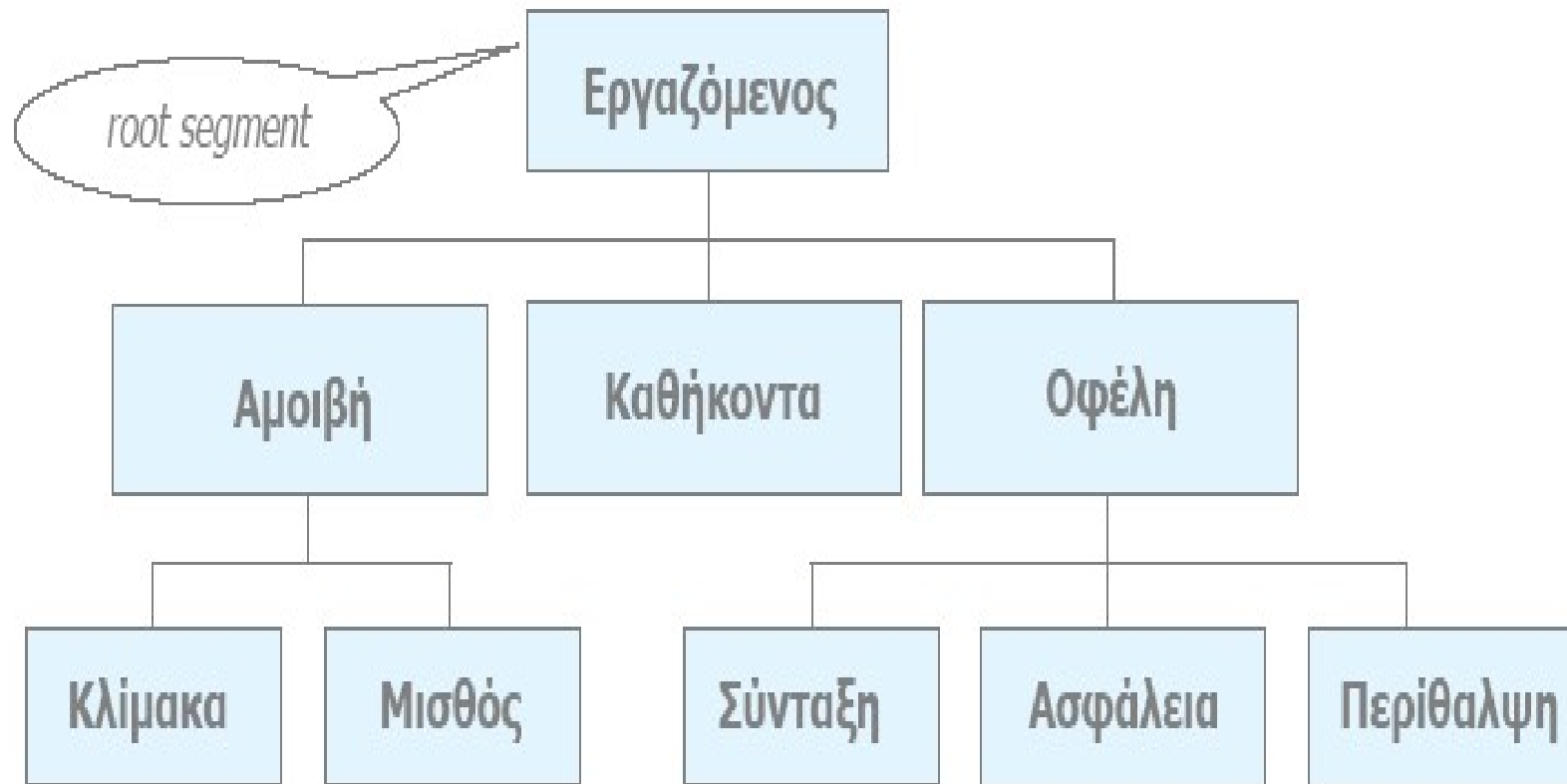
Μοντέλα Δεδομένων

- Αρχικά μοντέλα δεδομένων:
 - **Ιεραρχικό** (hierarchical data model): διαφορετικοί τύποι εγγραφών δομούνται υπό μορφή ιεραρχίας (δένδρου)
 - **Μοντέλο δικτύου** (network data model): γενίκευση του ιεραρχικού μοντέλου.
 - Οι εγγραφές οργανώνονται υπό μορφή κατευθυνόμενου άκυκλου γράφου.
- Μειονέκτημα των αρχικών μοντέλων δεδομένων:
 - Η επερώτηση στις βάσεις δεδομένων γίνεται πολύπλοκη.

Ιεραρχικό Μοντέλο (1/4)

- Γενικά:
 - Τα δεδομένα οργανώνονται σε μια **δομή δέντρου**
 - Σε κάθε εγγραφή, τα δεδομένα οργανώνονται σε **τμήματα** (segments)
 - Στον χρήστη, κάθε εγγραφή μοιάζει σαν ένα οργανόγραμμα με ένα βασικό τμήμα (root segment) στην κορυφή του
 - *Οργάνωση με βάση τη σχέση «πατέρας-παιδί»*

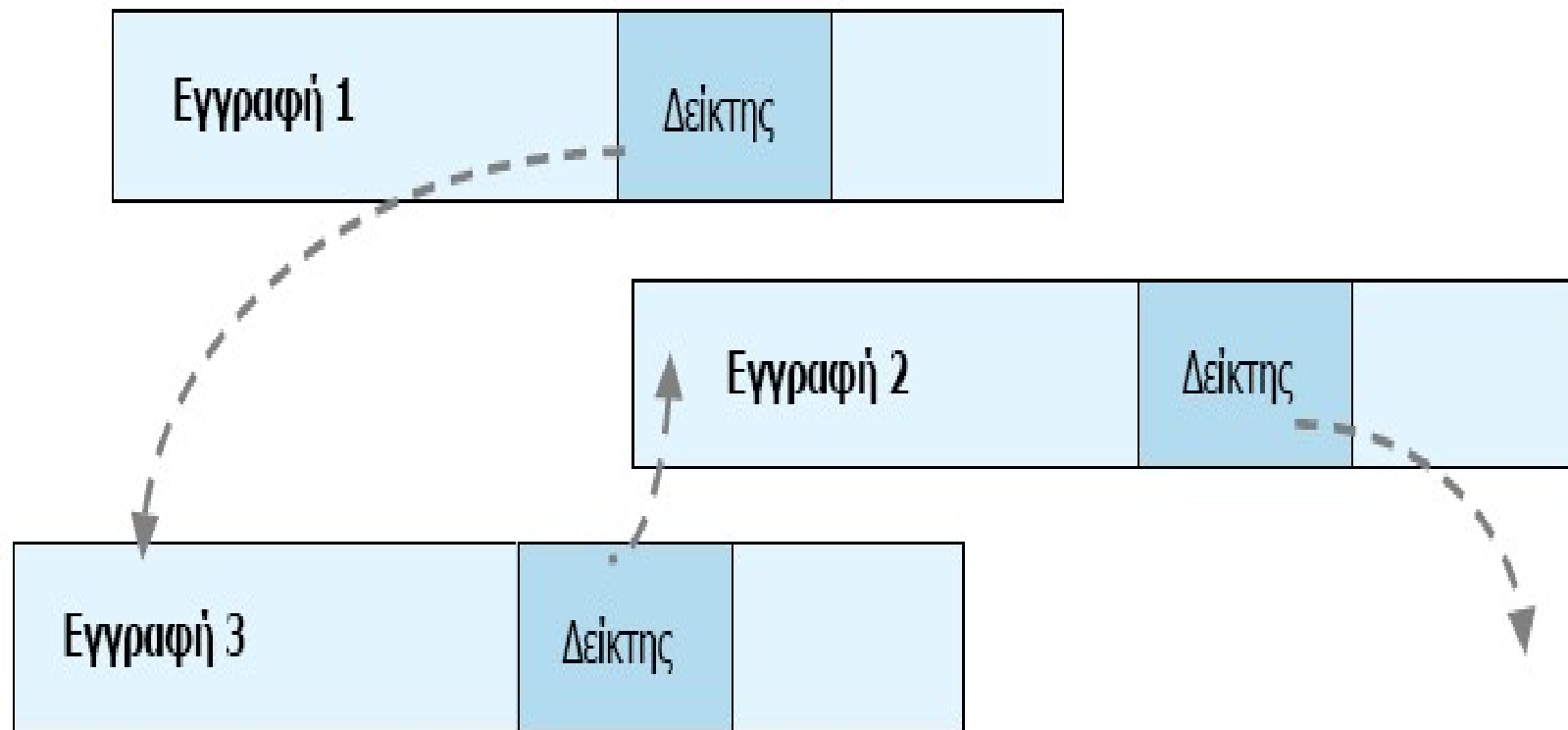
Ιεραρχικό Μοντέλο (2/4)



Ιεραρχικό Μοντέλο (3/4)

- Δείκτες (pointers):
 - Σε ένα ιεραρχικό ΣΔΒΔ, **τα δεδομένα συνδέονται** φυσικά μεταξύ τους **μέσω** μιας σειράς **δεικτών** που ορίζουν σύνολα από σχετικά τμήματα δεδομένων
 - Οι **δείκτες** αυτοί είναι δεδομένα που **επισυνάπτονται στο τέλος ενός τμήματος δεδομένων** (του «πατέρα») και **δίνουν τη φυσική διεύθυνση των σχετικών τμημάτων δεδομένων** (των «παιδιών»)

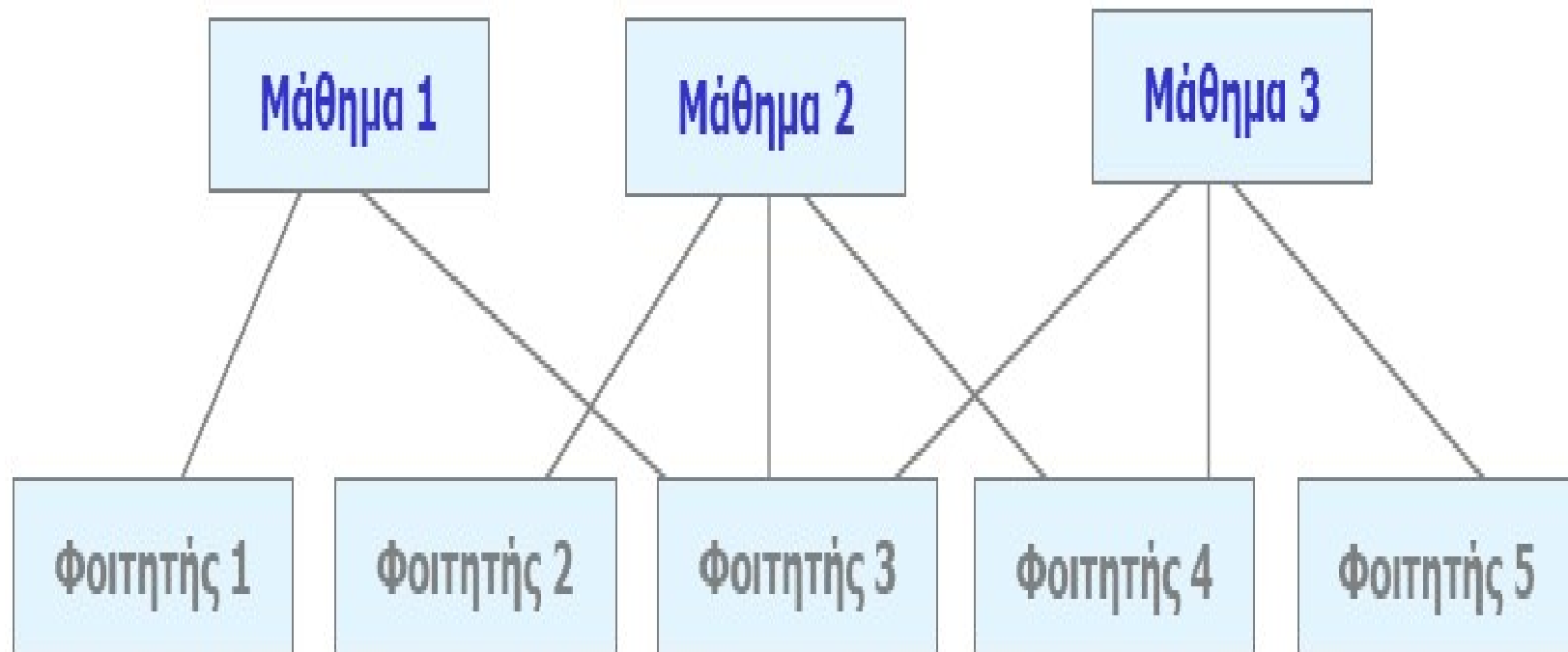
Ιεραρχικό Μοντέλο (4/4)



Δικτυακό Μοντέλο (1/2)

- Παραλλαγή του ιεραρχικού μοντέλου
- Ιδιαίτερα χρήσιμο για “many-to-many” σχέσεις
 - Ένα «παιδί» μπορεί να έχει πάνω από έναν «πατέρα»
- Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα
 - Ελαχιστοποίηση πλεονασμού δεδομένων και, συχνά, μείωση του χρόνου απόκρισης.
 - Ραγδαία αύξηση του αριθμού των δεικτών, με αποτέλεσμα η συντήρηση και λειτουργία του συστήματος να γίνεται συχνά πολύπλοκη.

Δικτυακό Μοντέλο (2/2)



Σχεσιακό Μοντέλο

- Το σχεσιακό μοντέλο (relational model) είναι το πλέον επιτυχημένο μοντέλο δεδομένων από αυτά έχουν προταθεί.
 - Τα δεδομένα οργανώνονται σε μορφή **πινάκων εγγραφών ή σχέσεων** (tables of records or relations).
 - Οι **σχέσεις** είναι **συλλογές γνωρισμάτων** (attributes), όπου κάθε γνώρισμα (μια στήλη του πίνακα) αναπαριστά μια ιδιότητα της εγγραφής.
 - *Παρέχει εύκολο τρόπο επερώτησης των δεδομένων.*
 - Εμπορικά σχεσιακά ΣΔΒΔ: Ingres, Oracle, DB2, Informix, Sybase, κλπ.

Σχεσιακό Μοντέλο

ID παραγγελίας	Ημερομηνία παραγγελίας	Ημερομηνία παράδοσης	ID εξαρτήματος	Ποσότητα
2625	05/12/00	30/12/00	A145	8
2626	06/12/00	30/12/00	A152	6
2627	09/12/00	05/01/01	B201	4

παραγγελία

εξάρτημα

προμηθευτής

ID εξαρτήματος	Περιγραφή εξαρτήματος	Τιμή μονάδας	ID προμηθευτή
A145	Πόμολο πόρτας Νο 35	2000	ΕΛ234
A152	Ασφάλεια τύπου Max	4520	ΕΞ001
B201	Βίδες μπρούντζου (x12)	160	ΕΞ029

ID προμηθευτή	Όνομα προμηθευτή	Τηλέφωνο προμηθευτή
ΕΞ001	Security Systems S.A.	+44-671-55624
ΕΞ029	Power Inc.	+33-12-987678
ΕΛ234	Σιδηρεμπορική Α.Ε.	01-9264811

Σχεσιακό Μοντέλο

Τύπος ΒΔ	Απόδοση επεξεργασίας δεδομένων	Ευελιξία	Φιλικότητα στον τελικό χρήστη	Πολυπλοκότητα στον προγραμματισμό
Ιεραρχική	Υψηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Υψηλή
Δικτυακή	Μέτρια προς υψηλή	Χαμηλή προς μέτρια	Χαμηλή προς μέτρια	Υψηλή
Σχεσιακή	Χαμηλότερη (βελτιώνεται)	Υψηλή	Υψηλή	Χαμηλή

Σχεσιακό Μοντέλο

- Συμβολισμός για την αναπαράσταση δεδομένων: **πίνακες**
- Κανόνες για τον καθορισμό της σωστής δομής των πινάκων
- Τελεστές για το χειρισμό πινάκων: **σχεσιακή άλγεβρα** (relational algebra)
- Η σχεσιακή άλγεβρα χρησιμοποιείται και ως γλώσσα ερωτήσεων (query language)
- **SQL** (structured query language): πρότυπο γλωσσών ερωτήσεων σχεσιακών βάσεων δεδομένων

Σχεσιακό Μοντέλο

- Παράδειγμα: CAP database
 - ΒΔ που χρησιμοποιείται από εταιρία χονδρικής πώλησης προϊόντων ώστε να κρατά αρχείο των **πελατών** (customers), των **προϊόντων** (products) που πουλάει και των **πρακτόρων** (agents) που κάνουν **παραγγελίες** (orders) προϊόντων εκ μέρους των πελατών.
 - Οι πελάτες είναι εταιρίες λιανικής που παραγγέλλουν μεγάλες ποσότητες προϊόντων από την εταιρία χονδρικής.
 - Οι πελάτες, τα προϊόντα, οι πράκτορες και οι παραγγελίες χαρακτηρίζονται από μοναδικά προσδιοριστικά (identifiers).

Σχεσιακό Μοντέλο

- Ορολογία:
 - Πίνακες ή Σχέσεις (tables / relations)
 - Γραμμές ή Πλειάδες ή Εγγραφές (rows / tuples)
 - Στήλες ή Γνωρίσματα ή Πεδία (columns / attributes)
 - Μια ΒΔ είναι ένα σύνολο από σχέσεις με μοναδικά ονόματα
 - Π.χ., η ΒΔ CAP ορίζεται ως $CAP = \{Customers, Agents, Products, Orders\}$
 - Το **σχήμα** ή επικεφαλίδα (heading) ενός πίνακα είναι το σύνολο των ονομάτων των γνωρισμάτων της σχέσης που αναπαριστά
 - Π.χ. $Head(Customers) = \{cid, cname, city, discnt\}$

Σχεσιακό Μοντέλο

Πίνακας - Πεδία

STUDENT	Name	StudentNumber	Class	Major
	Smith	17	1	CS
	Brown	8	2	CS

COURSE	CourseName	CourseNumber	CreditHours	Department
	Intro to Computer Science	CS1310	4	CS
	Data Structures	CS3320	4	CS
	Discrete Mathematics	MATH2410	3	MATH
	Database	CS3380	3	CS

SECTION	SectionIdentifier	CourseNumber	Semester	Year	Instructor
	85	MATH2410	Fall	98	King
	92	CS1310	Fall	98	Anderson
	102	CS3320	Spring	99	Knuth
	112	MATH2410	Fall	99	Chang
	119	CS1310	Fall	99	Anderson
	135	CS3380	Fall	99	Stone

GRADE_REPORT	StudentNumber	SectionIdentifier	Grade
	17	112	B
	17	119	C
	8	85	A
	8	92	A
	8	102	B
	8	135	A

Σχεσιακό Μοντέλο

- Η σειρά των πλειάδων ΔΕΝ ΠΑΙΖΕΙ ΑΠΟΛΥΤΩΣ ΚΑΝΕΝΑ ΡΟΛΟ

STUDENT	Name	SSN	HomePhone	Address	OfficePhone	Age	GPA
	Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	null	19	3.21
	Katherine Ashly	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	null	18	2.89
	Dick Davidson	422-11-2320	null	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
	Charles Cooper	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
	Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	null	19	3.25

STUDENT	Name	SSN	HomePhone	Address	OfficePhone	Age	GPA
	Dick Davidson	422-11-2320	null	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
	Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	null	19	3.25
	Charles Cooper	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
	Katherine Ashly	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	null	18	2.89

Σχεσιακό Μοντέλο

- Το σύνολο των σχημάτων των σχέσεων ονομάζεται **σχήμα της βάσης δεδομένων** (database schema).
- Το σύνολο όλων των πλειάδων των σχέσεων λέγεται **περιεχόμενο της βάσης δεδομένων** (content, extension). Για μια σχέση **R**, το περιεχόμενο συμβολίζεται ως **cont(R)**
- Κάθε **γνώρισμα** μιας σχέσης έχει έναν **τύπο (type)**. Τα γνωρίσματα παίρνουν τιμές από ένα **πεδίο τιμών (domain)**. Το σύνολο αυτό περιέχει τις σταθερές οι οποίες μπορούν να εμφανίζονται ως τιμές ενός γνωρίσματος.

Σχεσιακό Μοντέλο

- Το πεδίο τιμών ενός γνωρίσματος A συμβολίζεται ως **domain(A)**.
- Μια σχέση R με σχήμα $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ είναι ένα υποσύνολο του $\text{domain}(A_1) \times \text{domain}(A_2) \times \dots \times \text{domain}(A_m)$

Σχεσιακό Μοντέλο

- Παράδειγμα: CAP Database
 - $\text{head}(\text{Customers}) = \{\text{cid}, \text{cname}, \text{city}, \text{discnt}\}$
 - $(\text{c001}, \text{TipTop}, \text{Paris}, 10.00) \in \text{cont}(\text{Customers})$
 - $(\text{c002}, \text{ACME}, \text{Kyoto}, 8.00) \in \text{domain}(\text{cid}) \times \text{domain}(\text{cname}) \times \text{domain}(\text{city}) \times \text{domain}(\text{discnt})$
 - $(\text{c002}, \text{ACME}, \text{Kyoto}, 8.00) \notin \text{cont}(\text{Customers})$

Σχεσιακό Μοντέλο

- Σχεσιακοί Κανόνες:

- Ορίζουν επιλογές και περιορισμούς στη δομή των σχέσεων.
- Έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην «καλή συμπεριφορά» των δομών που χρησιμοποιούνται.
- Υποδεικνύουν σημεία όπου είναι δυνατή η τυποποίηση.
- Δεν ακολουθούνται πάντα από εμπορικά συστήματα.

Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)

- Μια σχέση είναι σε Πρώτη Κανονική Μορφή (1NF) αν **δεν έχει πλειότητα γνωρίσματα**

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)**

- Παράδειγμα: η παρακάτω σχέση (Employees) **δεν είναι** σε **1NF**

Eid	Ename	Position	Dependents
E001	Smith, John	Agent	Michael J. Susan R.
E002	Andrews, David	Agent	David M.
E003	Jones, Franklin	Agent	Andrew K. Mark W. Lois M.

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)**

- **Πρόβλημα:** πως θα αναπαρασταθεί η πληροφορία σχετικά με τα εξαρτώμενα πρόσωπα σε σχέσεις σε 1NF?
- **1^η προσέγγιση/επίλυση:** να αλλαχθεί το σχήμα ώστε να περιλάβει τόσα πρόσθετα γνωρίσματα όσα ο μέγιστος αριθμός εξαρτώμενων προσώπων

eid	ename	position	dependents1	dependents2	dependents3
e001	Smith, John	Agent	Michael J.	Susan R.	
e002	Andrews,David	Agent	David M.		
e003	Jones, Franklin	Agent	Andrew K.	Mark W.	Lois M.

Μη αποδοτική λύση: σπατάλη χώρου, δυσκολία στις ερωτήσεις

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κανόνας 1 (Πρώτη Κανονική Μορφή)**
 - **2^η προσέγγιση/επίλυση**: να δημιουργηθεί μια νέα σχέση για τους υπαλλήλους και τα εξαρτώμενα από αυτούς πρόσωπα

eid	ename	position
e001	Smith, John	Agent
e002	Andrews, David	Superintendent
e003	Jones, Franklin	Agent

eid	dependent
e001	Michael J.
e001	Susan R.
e002	David M. Jr.
e003	Andrew K.
e003	Mark W.
e003	Lois M.

Αποδοτική λύση: η περιττή πληροφορία είναι ελάχιστη.

Σχεσιακό Μοντέλο

- Υπάρχουν συστήματα (extended RDBMS) τα οποία επιτρέπουν τον ορισμό σχέσεων που δεν είναι σε 1NF.
- **Κανόνας 2: Πρόσβαση βάσει περιεχομένου** (row access by content)
 - Οι **πλειάδες** μιας σχέσης συνιστούν ένα **μη-διατεταγμένο σύνολο**. *Η πρόσβαση στις πλειάδες γίνεται μόνο βάσει του περιεχομένου τους*
 - Ερωτήσεις της μορφής «ποια είναι η 3^η πλειάδα της σχέσης;» είναι μη-έγκυρες

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κανόνας 2: Πρόσβαση βάσει περιεχομένου** (row access by content)
 - Οι ερωτήσεις πρέπει να **βασίζονται** στις **τιμές των γνωρισμάτων**
 - Πολλά εμπορικά συστήματα παραβιάζουν τον κανόνα αυτό και παρέχουν ένα εσωτερικό **αναγνωριστικό πλειάδων (tupleid)**.
 - Πρόσβαση βάσει του tupleid ενδέχεται να έχει πλεονεκτήματα από την άποψη της απόδοσης του συστήματος.

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κανόνας 3: Μοναδικότητα πλειάδων** (unique rows)
 - Μια **σχέση** αποτελείται από **διακεκριμένες πλειάδες**
 - Οι **σχέσεις** ορίζονται σαν σύνολα, επομένως **δεν μπορούν να έχουν επαναλαμβανόμενα στοιχεία**
 - Η εφαρμογή του κανόνα αυτού συνεπάγεται κόστος για τον έλεγχο της μοναδικότητας των πλειάδων
 - Πολλά συστήματα επιλέγουν τη μη-εφαρμογή του κανόνα αυτού για να αποφύγουν το επιπλέον κόστος

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κλειδιά και υπερ-κλειδιά** (keys and superkeys)
 - Ο 3^{ος} σχεσιακός κανόνας επιβάλλει την **απουσία πλειάδων οι οποίες έχουν τις ίδιες τιμές σε όλα τους τα γνωρίσματα**
 - Άρα πρέπει να υπάρχει ένα **υποσύνολο** του συνόλου των **γνωρισμάτων** το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να **διακρίνουμε οποιεσδήποτε δύο πλειάδες μιας σχέσης**

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κλειδιά και υπερ-κλειδιά** (keys and superkeys)
 - Ένα **σύνολο γνωρισμάτων** μιας σχέσης αποτελεί ένα **υπερ-κλειδί** (superkey) της σχέσης **αν οποιεσδήποτε δύο πλειάδες της σχέσης έχουν διακεκριμένες τιμές για το σύνολο αυτό των γνωρισμάτων**
 - Ένα **σύνολο γνωρισμάτων** μιας σχέσης αποτελεί **κλειδί** (key) της σχέσης **αν το σύνολο αυτό είναι ένα υπερ-κλειδί και κανένα υποσύνολο αυτού δεν έχει αυτή την ιδιότητα**

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κλειδιά και υπερ-κλειδιά** (keys and superkeys)
 - Η επιλογή των κλειδιών και υπερ-κλειδιών είναι θέμα της σχεδίασης μιας ΒΔ και δεν μπορεί να αποφασιστεί εξετάζοντας το περιεχόμενο της
 - Παράδειγμα:

$\{pid, pname\}$: υπερ-κλειδί

$\{pid\}$: κλειδί

$\{pname\}$: δεν είναι κλειδί

Products

pid	pname	city	quantity	price
p01	comb	Dallas	111400	0.50
p02	brush	Newark	203000	0.50
p03	razor	Duluth	150500	1.00
p04	pen	Duluth	125000	1.00
p05	pencil	Dallas	221400	1.00

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Ορισμός:** Έστω R μια σχέση με σχήμα $\text{head}(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ και έστω t μια πλειάδα της R . Αν $\{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}\} \subseteq \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, τότε ο περιορισμός (restriction) $t[A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}]$ της t στα γνωρίσματα $\{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}\}$ είναι η πλειάδα τιμών της t στα γνωρίσματα $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}$
- Παράδειγμα: Αν $t = (p01, \text{comb}, \text{Dallas}, 111400, 0.50)$ τότε $t[\text{pid}, \text{city}, \text{price}] = (p01, \text{Dallas}, 0.50)$

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Ορισμός:** Ένα **κλειδί** μιας σχέσης **R** με σχήμα $\text{head}(R) = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ είναι ένα **σύνολο γνωρισμάτων** $K = \{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}\}$ για το οποίο:
 1. Αν **u, v** είναι **διακεκριμένες πλειάδες** της **R**, τότε $u[K] \neq v[K]$
 2. Δεν υπάρχει άλλο σύνολο γνωρισμάτων $M \subseteq K$ (υποσύνολο του **K**) με την παραπάνω ιδιότητα

Σχεσιακό Μοντέλο

- Ένα σύνολο γνωρισμάτων το οποίο πληροί την πρώτη ιδιότητα του προηγούμενου ορισμού λέγεται **υπερ-κλειδί**.
- Ένα **κλειδί** είναι ένα **ελάχιστο υπερ-κλειδί**.
- Το κενό σύνολο δεν μπορεί να είναι κλειδί.
- Μια σχέση μπορεί να έχει περισσότερα από ένα κλειδιά
 - Τα κλειδιά μιας σχέσης ονομάζονται **υποψήφια κλειδιά**
 - Ένα από τα υποψήφια κλειδιά επιλέγεται ως το **πρωτεύον κλειδί**
- Θεώρημα: **Κάθε σχέση έχει τουλάχιστον ένα κλειδί**

Σχεσιακό Μοντέλο

CAR	<u>LicenseNumber</u>	EngineSerialNumber	Make	Model	Year
	Texas ABC-739	A69352	Ford	Mustang	96
	Florida TVP-347	B43696	Oldsmobile	Cutlass	99
	New York MPO-22	X83554	Oldsmobile	Delta	95
	California 432-TFY	C43742	Mercedes	190-D	93
	California RSK-629	Y82935	Toyota	Camry	98
	Texas RSK-629	U028365	Jaguar	XJS	98

- Superkey
 - {LicenseNumber, EngineSerialNumber, Make, Model}
 - {LicenseNumber, Make, Model}
 - {LicenseNumber, Make}
- Key (Υποψήφια Κλειδιά)
 - {LicenseNumber}, {EngineSerialNumber}
- Primary Key (Πρωτεύον Κλειδί)
 - Επιλογή ενός υποψήφιου κλειδιού: {LicenseNumber}

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κενές Τιμές**
- Παράδειγμα: Έστω το παρακάτω στιγμιότυπο της σχέσης Products. Θέλουμε να εισάγουμε ένα καινούργιο προϊόν αλλά δε γνωρίζουμε όλη τη σχετική πληροφορία.

Products

pid	pname	city	quantity	price
p01	comb	Dallas	111400	0.50
p02	brush	Boston	203000	0.50
p03	razor	Paris	150500	1.00
p04	pen	Paris	125000	1.00
p05	pencil	Dallas	221400	1.00

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κενές Τιμές**
- Για τα γνωρίσματα των οποίων τις τιμές δεν γνωρίζουμε, θα χρησιμοποιήσουμε μια ειδική τιμή η οποία λέγεται **κενή τιμή** (**null** value)
- Η πλειάδα που εισάγεται έχει τη μορφή

pid	pname	city	quantity	price
p07	stapler	null	null	3.50

- Οι «άγνωστες» τιμές μπορεί να γίνουν γνωστές σε κάποια επόμενη κατάσταση.

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κενές Τιμές**
- Σημασιολογία κενών τιμών:
 - υπαρκτή αλλά άγνωστη τιμή, ή
 - η εισαγωγή μιας τιμής δεν έχει νόημα για κάποια πλειάδα
- Οι κενές τιμές γνωρισμάτων σχέσεων είναι διαφορετικές από τις αντίστοιχες «κενές τιμές» των τύπων δεδομένων (π.χ. null string)
- **Προσοχή:** ορισμένα γνωρίσματα δεν επιτρέπεται να δέχονται κενές τιμές

Σχεσιακό Μοντέλο

- **Κανόνας 4: Ακεραιότητα Οντοτήτων** (Entity Integrity)
- Γνωρίσματα τα οποία ανήκουν στο πρωτεύον κλειδί μιας σχέσης R δε δέχονται κενές τιμές για καμία πλειάδα της R
- Παραβίαση αυτού του κανόνα θα σήμαινε ότι δεν έχουμε τρόπο να ανακτήσουμε την πληροφορία που φυλάσσεται σε πλειάδες με κενές τιμές

Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

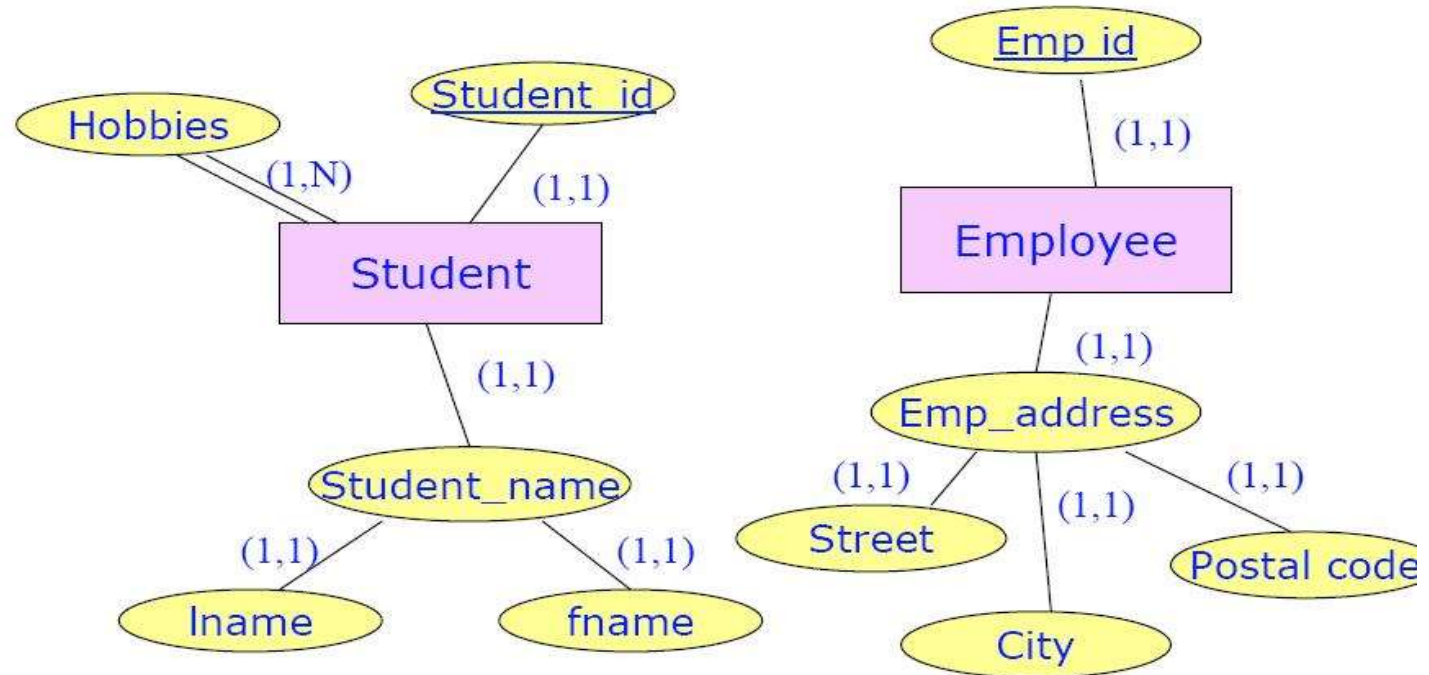
- Ένα εννοιολογικό μοντέλο που εκφράζεται με το συμβολισμό του μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων μπορεί να μετατραπεί σε ένα σύνολο σχέσεων σύμφωνα με τους παρακάτω κανόνες:

1. Κάθε οντότητα σε ένα ER διάγραμμα απεικονίζεται σε μια σχέση με το ίδιο όνομα.

- Όλα τα μονότιμα γνωρίσματα της οντότητας γίνονται γνωρίσματα της αντίστοιχης σχέσης.
- Τα αναγνωριστικά γνωρίσματα της σχέσης σχηματίζουν ένα υποψήφιο κλειδί της σχέσης
- Τα στιγμιότυπα της οντότητας γίνονται πλειάδες της σχέσης

Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

- Παράδειγμα:



Student

sid	lname	fname
-----	-------	-------

Υποψήφιο κλειδί

Employee

eid	street	city	postal_code
-----	--------	------	-------------

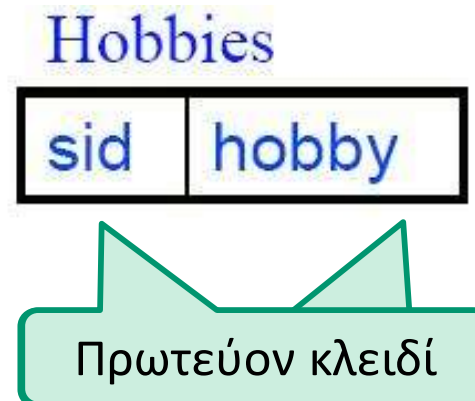
Υποψήφιο κλειδί

Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

2. Ένα πλειότιμο γνώρισμα a , μίας οντότητας E με αναγνωριστικό p , απεικονίζεται σε μια σχέση με όνομα το όνομα του γνωρίσματος πολλαπλών τιμών.

- Το σχήμα της σχέσης περιλαμβάνει τα γνωρίσματα p και a και οι πλειάδες της είναι ζεύγη τιμών των p και a .
- Στο πρωτεύον κλειδί της νέας σχέσης συμμετέχουν όλα τα γνωρίσματα της νέας σχέσης.

• Παράδειγμα:

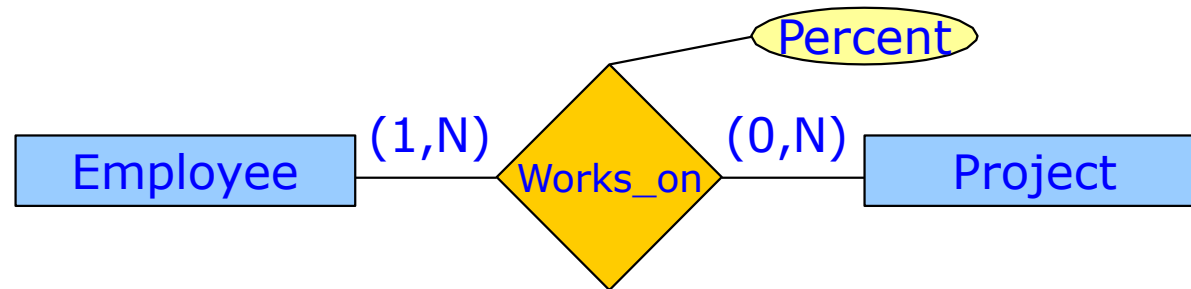


Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

3. Μια **N-M** σχέση r μεταξύ οντοτήτων **E** και **F** απεικονίζεται σε μια **νέα σχέση R** το σχήμα της οποίας **περιέχει** όλα τα γνωρίσματα που ανήκουν στα **πρωτεύοντα κλειδιά των σχέσεων** που αντιστοιχούν στις **οντότητες E και F**. *Ο συνδυασμός των πρωτευόντων κλειδιών των E και F σχηματίζει το πρωτεύον κλειδί της R.*
- Το σχήμα της R περιέχει όλα τα γνωρίσματα της σχέσης r .
 - Οι πλειάδες της R αντιστοιχούν στα στιγμιότυπα της r .

Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

- Παράδειγμα



Employee

<u>eid</u>	street	city	postal_code
------------	--------	------	-------------

Projects

<u>prid</u>	pr_name	due_date
-------------	---------	----------

Works_on

<u>eid</u>	<u>prid</u>	percent
------------	-------------	---------

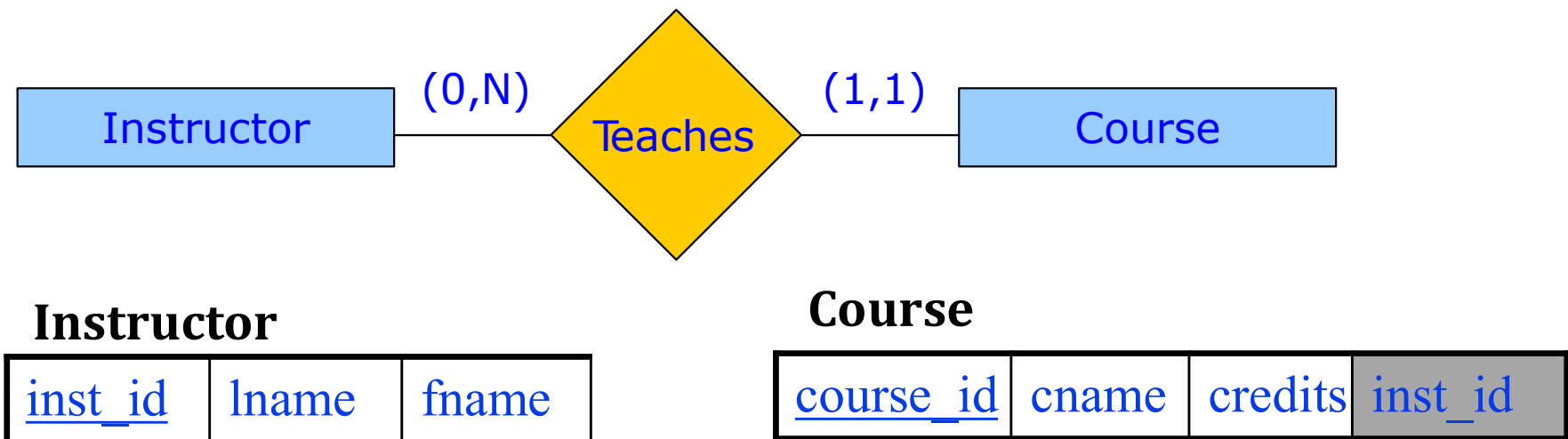
Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

4. Για μια **1-N** σχέση r μεταξύ οντοτήτων F και E **δεν δημιουργούμε νέα σχέση** για την αναπαράστασή της.
Αν $\max\text{-card}(F,R) = 1$, τότε η σχέση της F πρέπει να περιέχει γνωρίσματα που αντιστοιχούν στο πρωτεύον κλειδί της E (ξένο κλειδί).
- Αν η F έχει υποχρεωτική συμμετοχή στην r , δηλαδή $\min\text{-card}(F,R) = 1$, τότε το ξένο κλειδί δεν δέχεται κενές τιμές.

Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

- Παράδειγμα:

Η σχέση **teach** μεταξύ **instructors** και **courses** είναι **1-N**. Αν **inst_id** και **course_id** είναι τα πρωτεύοντα κλειδιά των σχέσεων **instructors** και **courses** αντίστοιχα, τότε η σχέση **courses** πρέπει να περιέχει το **inst_id** ως ξένο κλειδί, το οποίο δεν μπορεί να δέχεται κενές τιμές.



Ξένο Κλειδί

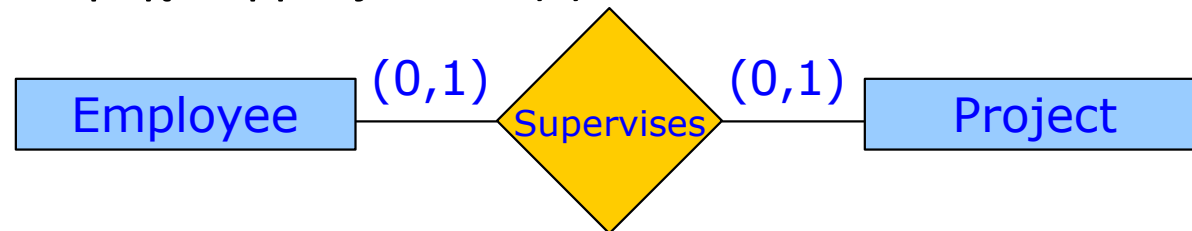
Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

5. Αν οι οντότητες **E** και **F** συμμετέχουν σε μια **1-1** σχέση r , τότε:
- Αν η συμμετοχή των οντοτήτων είναι **προαιρετική**, **δημιουργούμε σχέσεις** για τις **E** και **F** και **προσθέτουμε** στη μία από αυτές ένα γνώρισμα για το πρωτεύον κλειδί της άλλης.
 - Αν η συμμετοχή τους είναι **υποχρεωτική**, τότε **οι δύο σχέσεις μπορούν να συνδυαστούν σε μία**.

Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

- Παράδειγμα:

Η σχέση **supervise** μεταξύ **employees** και **projects** είναι **1-1** με **προαιρετική συμμετοχή** και από τις δύο πλευρές. Στη σχέση employees προστίθεται το γνώρισμα **pid** (πρωτεύον κλειδί της σχέσης projects) ως ξένο κλειδί. Ισοδύναμα, το **eid** (πρωτεύον κλειδί της σχέσης employees) μπορεί να προστεθεί στη σχέση projects ως ξένο κλειδί.



Employee

<u>eid</u>	street	city	postal_code	pid
------------	--------	------	-------------	-----

Ξένο Κλειδί

Employee

<u>eid</u>	street	city	postal_code
------------	--------	------	-------------

Projects

<u>pid</u>	pr_name	due_date
------------	---------	----------

ή

Projects

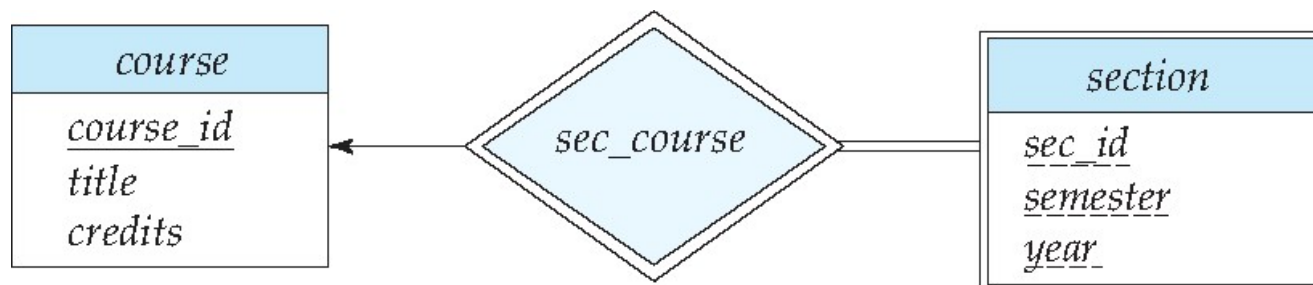
<u>pid</u>	pr_name	due_date	eid
------------	---------	----------	-----

Ξένο Κλειδί

Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

6. Μία **ασθενής οντότητα** Α μετατρέπεται σε έναν **πίνακα** που περιέχει τα γνωρίσματα της ασθενής οντότητας και το πρωτεύον κλειδί της ισχυρής οντότητας καθώς και οποιαδήποτε γνωρίσματα της συσχέτισης αν αυτά υπάρχουν.
- Το **πρωτεύον κλειδί** είναι αποτελείται από το **μερικό κλειδί** της ασθενής οντότητας και το **πρωτεύον κλειδί** της ισχυρής.

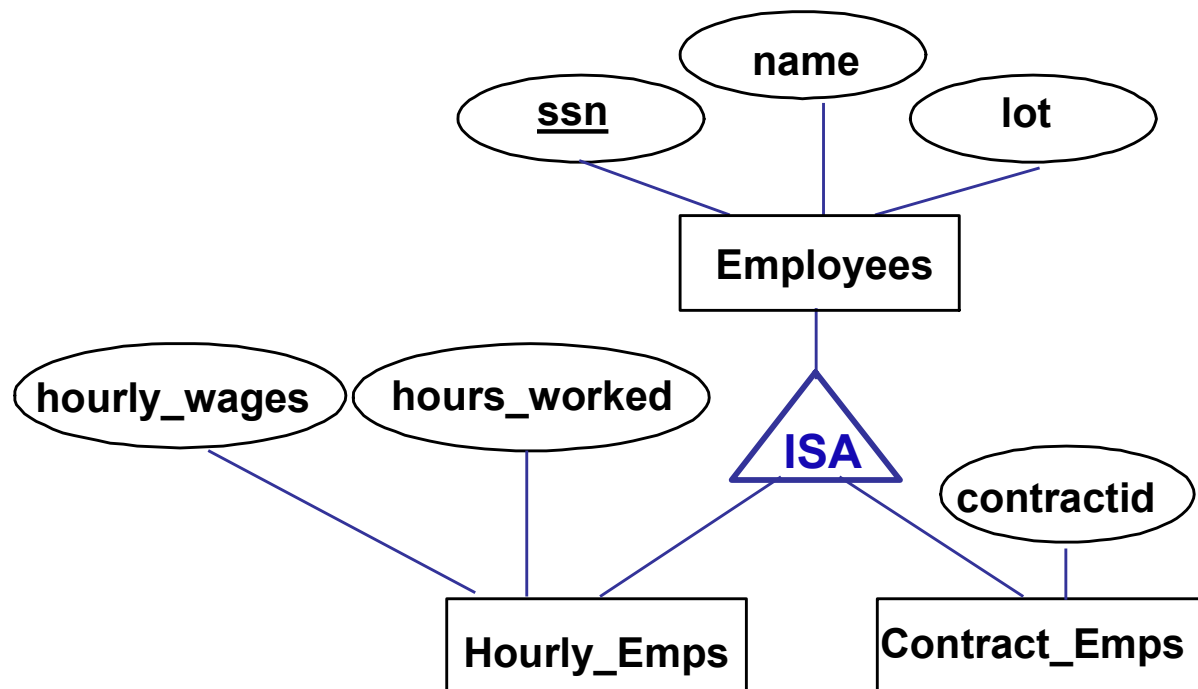
Παράδειγμα: section (course_id, sec_id, semester, year)



Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

7. ISA (is a) Ιεραρχίες

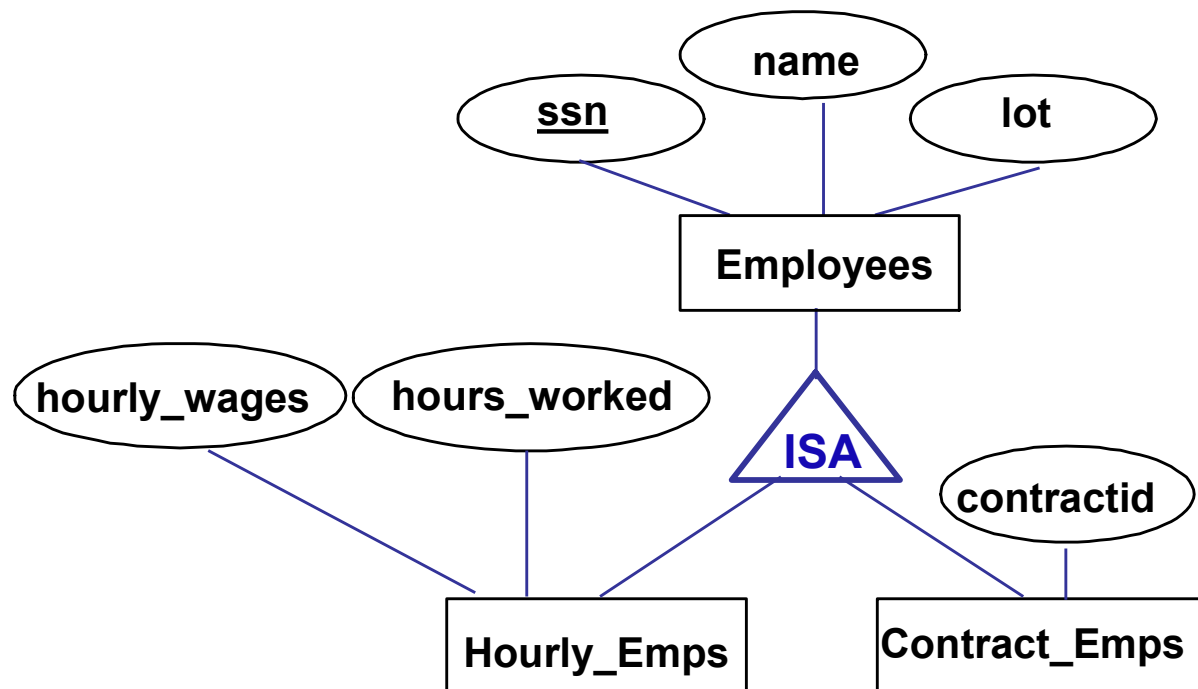
- Όπως στη C++, ή άλλες PLs, τα γνωρίσματα κληρονομούνται.
- Εάν δηλώσουμε ότι A ISA B, κάθε οντότητα A θεωρείται ότι είναι μια οντότητα B.
- **Περιορισμός Αποκλειστικότητας:** Μπορεί ο Joe να είναι ένας *Hourly_Emps* και ένας *Contract_Emps*; (Απάντηση: απαγορεύεται)



Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

7. ISA (is a) Ιεραρχίες

- **Περιορισμοί Επικάλυψης:** το ίδιο στιγμιότυπο μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία οντότητες σε μια ιεραρχία
- Γιατί να χρησιμοποιούμε ISA;
 - Για να προσθέσουμε περιγραφικά γνωρίσματα σε μια υποκλάση.
 - Για να αναγνωρίσουμε οντότητες που συμμετέχουν σε σχέσεις.



Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

7. ISA (is a) Ιεραρχίες – Μέθοδος 1 (Γενική Προσέγγιση)

- Αν κάθε στιγμιότυπο της πατρικής οντότητας **δεν είναι υποχρεωτικά** και στιγμιότυπο κάποιας από τις εξειδικευμένες οντότητες, τότε **δημιουργούμε μία σχέση για τη πατρική και μία σχέση για κάθε εξειδικευμένη οντότητα** προσθέτοντας σ' αυτές το πρωτεύον κλειδί της πατρικής.

Employees

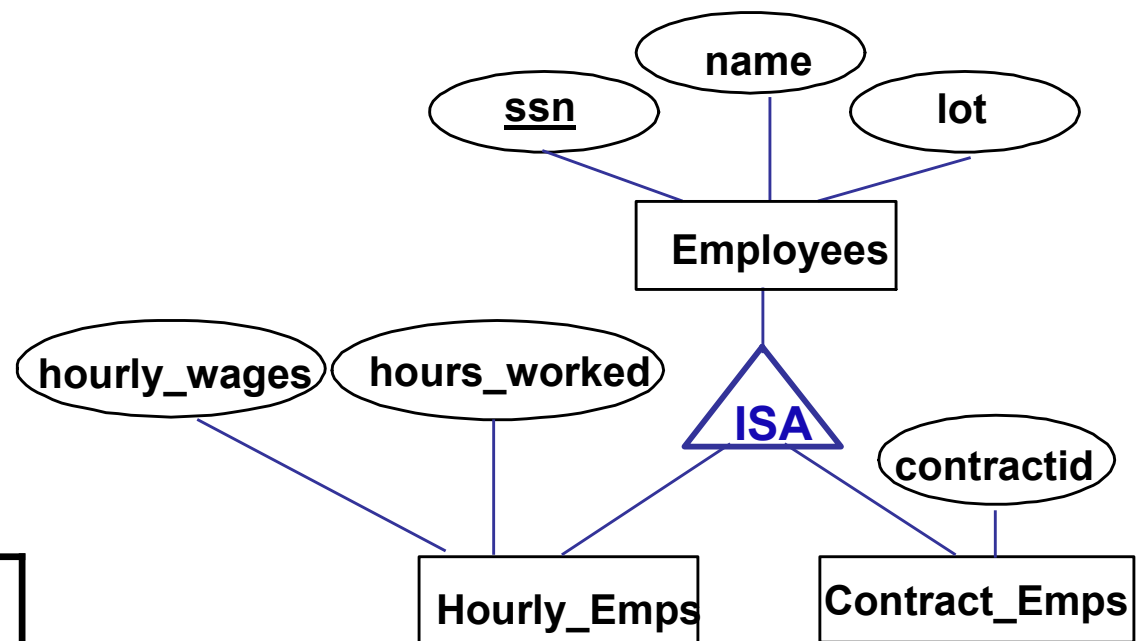
<u>ssn</u>	name	lot
------------	------	-----

Contract_Emps

<u>ssn</u>	contractid
------------	------------

Hourly_Emps

<u>ssn</u>	hourly_wages	hourly_worked
------------	--------------	---------------



Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

7. ISA (is a) Ιεραρχίες – Μέθοδος 2 (Εναλλακτικά)

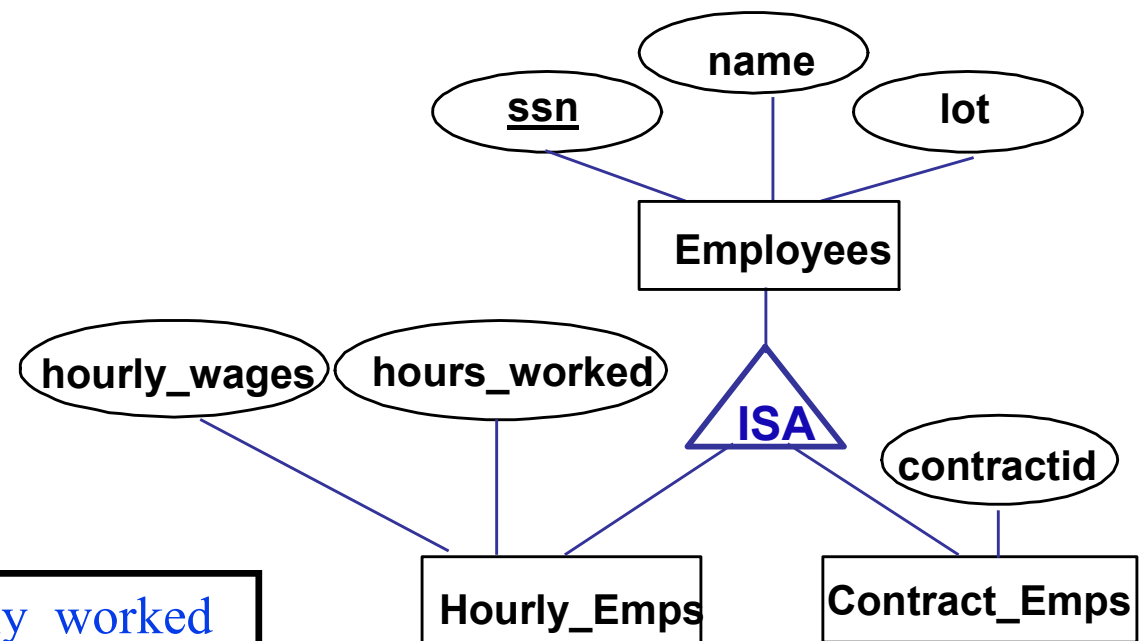
- Αν κάθε στιγμιότυπο της πατρικής οντότητας **είναι υποχρεωτικά** και στιγμιότυπο μιας μόνο από τις εξειδικευμένες οντότητες, τότε **δημιουργούμε σχέσεις μόνο για τις εξειδικευμένες οντότητες και όχι για την πατρική**. Οι σχέσεις αυτές περιέχουν όλα τα γνωρίσματα της πατρικής.

Contract_Emps

<u>ssn</u>	name	lot	contractid
------------	------	-----	------------

Hourly_Emps

<u>ssn</u>	name	lot	hourly_wages	hourly_worked
------------	------	-----	--------------	---------------

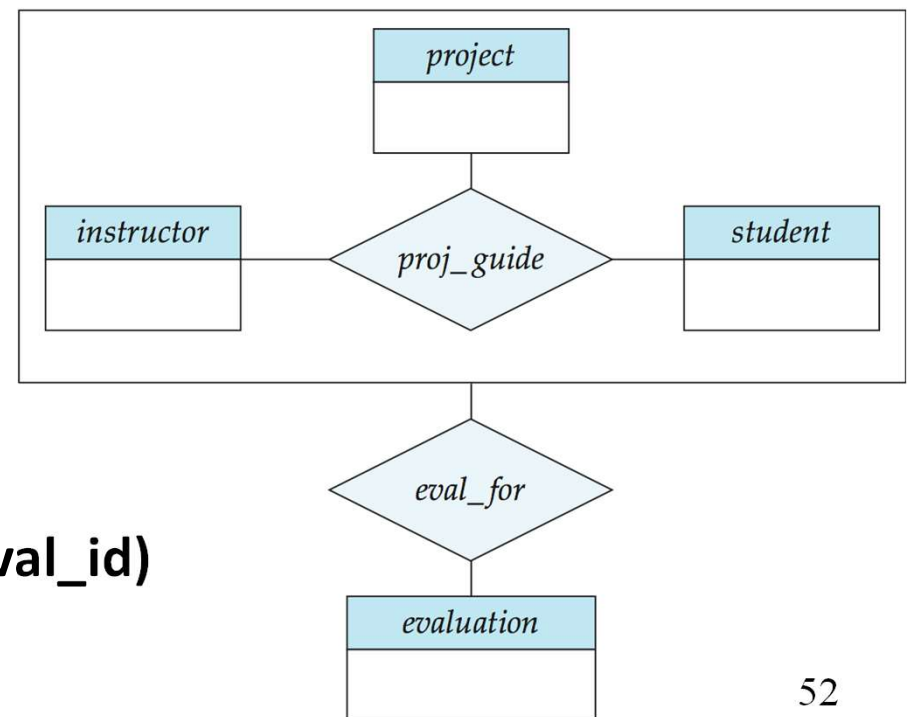


Μετατροπή Μοντέλου Οντοτήτων Σχέσεων σε Σχεσιακό Μοντέλο

8. Αναπαράσταση της **συνάθροισης** στο σχεσιακό μοντέλο.
- Δημιουργούμε για τη σχέση r έναν πίνακα που περιέχει
- Το πρωτεύον κλειδί της σχέσης συνάθροισης,
 - Το πρωτεύον κλειδί της οντότητας (π.χ. *evaluation*)
 - Τα περιγραφικά γνωρίσματα της σχέσης r που συνδέει τις οντότητες

- Παράδειγμα:

- Το σχήμα της *eval_for* είναι:
***eval_for* (stud_ID, proj_id, inst_ID, eval_id)**



Περιορισμοί Ακεραιότητας

- Βασικός περιορισμός ακεραιότητας είναι ο περιορισμός του **κλειδιού**
- **Υπερκλειδί** ονομάζεται ένα σύνολο γνωρισμάτων K για το οποίο οποιεσδήποτε πλειάδες της σχέσης έχουν διακεκριμένες τιμές
- **Υποψήφιο κλειδί** είναι το μικρότερο υπερκλειδί δηλαδή, ένα υπερκλειδί που αν του αφαιρέσουμε οποιοδήποτε από τα γνωρίσματα του παύει να είναι υπερκλειδί.
- Ένα από τα υποψήφια κλειδιά επιλέγεται ως το **πρωτεύον κλειδί**.
- Τα γνωρίσματα του πρωτεύοντος κλειδιού δε μπορούν να πάρουν την τιμή **null**. Αυτός ο περιορισμός ονομάζεται και περιορισμός ακεραιότητας (Integrity Constraint).

Περιορισμοί Ακεραιότητας

PLAYS

Name	Title	Year	Role
George Clooney	Gravity	2013	Mark Kowalski
George Clooney	Ocean's Eleven	2001	Danny Ocean
Sandra Bullock	Gravity	2013	Ryan Stone
Emmanuelle Riva	Amour	2012	Anne
Frank Sinatra	Ocean's Eleven	1960	Danny Ocean
Brad Pitt	Ocean's Eleven	2001	Rusty Ryan

- Είναι υπερκλειδί το $K = \{\text{Name, Title, Year, Role}\}$;
- Πρωτεύον κλειδί το $K = \{\text{Name, Title, Year}\}$

Περιορισμοί Αναφορικής Ακεραιότητας

- Οι πλειάδες μίας σχέσης R1 (π.χ. PLAYS) πρέπει να αναφέρονται σε πλειάδες που υπάρχουν σε μία σχέση R2 (π.χ. ACTOR). Ο περιορισμός αυτός ονομάζεται **περιορισμός αναφορικής ακεραιότητας** ή **ξένου κλειδιού**
- Ξένα κλειδιά εμφανίζονται συνήθως σε σχέσεις που μοντελοποιούν συσχετίσεις και αναφέρονται στα πρωτεύοντα κλειδιά των συσχετιζόμενων οντοτήτων

ACTOR

Name	Day	Month	Year	Sex	Nationality
George Clooney	6	May	1961	Male	American
Emmanuelle Riva	24	Feb	1927	Female	French
Sandra Bullock	26	Jul	1964	Female	American
Brad Pitt	18	Dec	1963	Male	American
Frank Sinatra	12	Dec	1915	Male	American

PLAYS

Name	Title	Year	Role
George Clooney	Gravity	2013	Mark Kowalski
George Clooney	Ocean's Eleven	2001	Danny Ocean
Sandra Bullock	Gravity	2013	Ryan Stone
Emmanuelle Riva	Amour	2012	Anne
Frank Sinatra	Ocean's Eleven	1960	Danny Ocean
Brad Pitt	Ocean's Eleven	2001	Rusty Ryan