

Το Μοντέλο Οντοτήτων- Συσχετίσεων

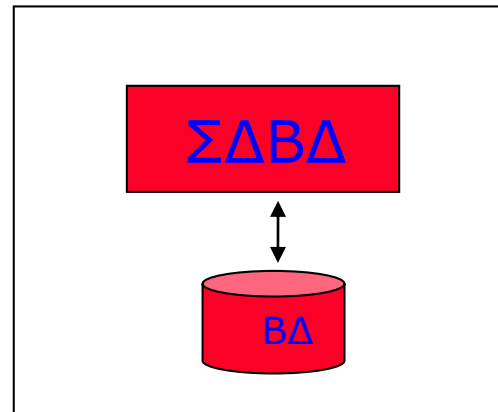
Χαρίδημος Κονδυλάκης
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών,
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Βασικές Έννοιες

Βάση Δεδομένων: συλλογή από *σχετιζόμενα* δεδομένα

Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ): Database Management System (DBMS) λογισμικό (σύνολο από προγράμματα) για τη δημιουργία και χρήση μιας βάσης δεδομένων

**Σύστημα
Βάσεων
Δεδομένων**



Μοντελοποίηση

Σχήμα (database schema): η περιγραφή της δομής της πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη στη βδ καθώς και των περιορισμών ακεραιότητας με τη χρήση ενός *μοντέλου δεδομένων*

Μοντέλο Δεδομένων: ένα σύνολο από έννοιες (δομικά στοιχεία) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή της δομής της πληροφορίας και τους περιορισμούς

Μοντελοποίηση

- Υψηλού επιπέδου (εννοιολογικά) μοντέλα (conceptual modeling)
 - Υψηλού επιπέδου, περισσότερο αφηρημένη περιγραφή της δομής

Μοντέλο Οντοτήτων/Συσχετίσεων

- Παραστατικά μοντέλα ή μοντέλα υλοποίησης ή λογικά μοντέλα

Σχισιακό Μοντέλο, Ιεραρχικό Μοντέλο, Δικτυωτό Μοντέλο

- Χαμηλού επιπέδου ή φυσικά μοντέλα

Βήματα Σχεδιασμού

1. Συλλογή και Ανάλυση Απαιτήσεων (requirement analysis)

- Απαιτήσεις για τα δεδομένα

Τι δεδομένα θα αποθηκευτούν

Περιορισμοί

- Λειτουργικές απαιτήσεις

Ποιες εφαρμογές θα κτιστούν πάνω στα δεδομένα

Ποιες λειτουργίες είναι συχνές

Περιγραφή σε φυσική γλώσσα

Απλό παράδειγμα περιγραφής απαιτήσεων σε δεδομένα

Θέλουμε να κατασκευάσουμε μια βάση δεδομένων με πληροφορίες για *αξιολογήσεις εστιατορίων* από χρήστες.

- Για κάθε *χρήστη* έχουμε ένα μοναδικό ID, το όνομα και το email του.
- Για κάθε *εστιατόριο* διατηρούμε το όνομα του, την πόλη στην οποία βρίσκεται, τη διεύθυνση του (οδό και αριθμό) και το είδος κουζίνας που σερβίρει (π.χ., ιταλικό, κινέζικο, κλπ). Ένα εστιατόριο μπορεί να σερβίρει παραπάνω από ένα είδη κουζίνας. Θεωρούμε ότι δεν υπάρχει εστιατόριο με το ίδιο όνομα στην ίδια πόλη.
- Κάθε χρήστης *αξιολογεί* ένα *εστιατόριο* με ένα βαθμό από το 1 έως το 10.
- Ένας χρήστης μπορεί να αξιολογεί πολλά εστιατόρια και ένα εστιατόριο μπορεί να έχει αξιολογήσεις από πολλούς χρήστες.
- Όλοι οι χρήστες έχουν αξιολογήσει τουλάχιστον ένα εστιατόριο αλλά μπορεί να υπάρχουν εστιατόρια χωρίς αξιολογήσεις.

Βήματα Σχεδιασμού

2. Εννοιολογικός Σχεδιασμός/Μοντελοποίηση (conceptual design)

Υψηλού-επιπέδου περιγραφή:

(α) Δεδομένα (οντότητες και συσχετίσεις) που θα αποθηκευτούν στη βδ

(β) Τι είδους πληροφορία για αυτά θα αποθηκεύσουμε

(γ) Περιορισμοί ακεραιότητας (integrity constraints)

- Σχήμα βδ

χρήση μοντέλου Ο/Σ

Βήματα Σχεδιασμού

3. Λογικός Σχεδιασμός (ή Απεικόνιση των Μοντέλων Δεδομένων) (logical design)

- Επιλογή ενός ΣΔΒΔ για την υλοποίηση του σχεδιασμού
- Μετατροπή του εννοιολογικού σχεδιασμού σε ένα σχήμα στο μοντέλο δεδομένων του επιλεγμένου ΣΔΒΔ

(επίσης Κανονικοποίηση, π.χ., έλεγχοι πλεονασμού)

Βελτίωση Σχήματος (Schema Refinement)

χρήση σχεσιακού
μοντέλου (πίνακες)

Βήματα Σχεδιασμού

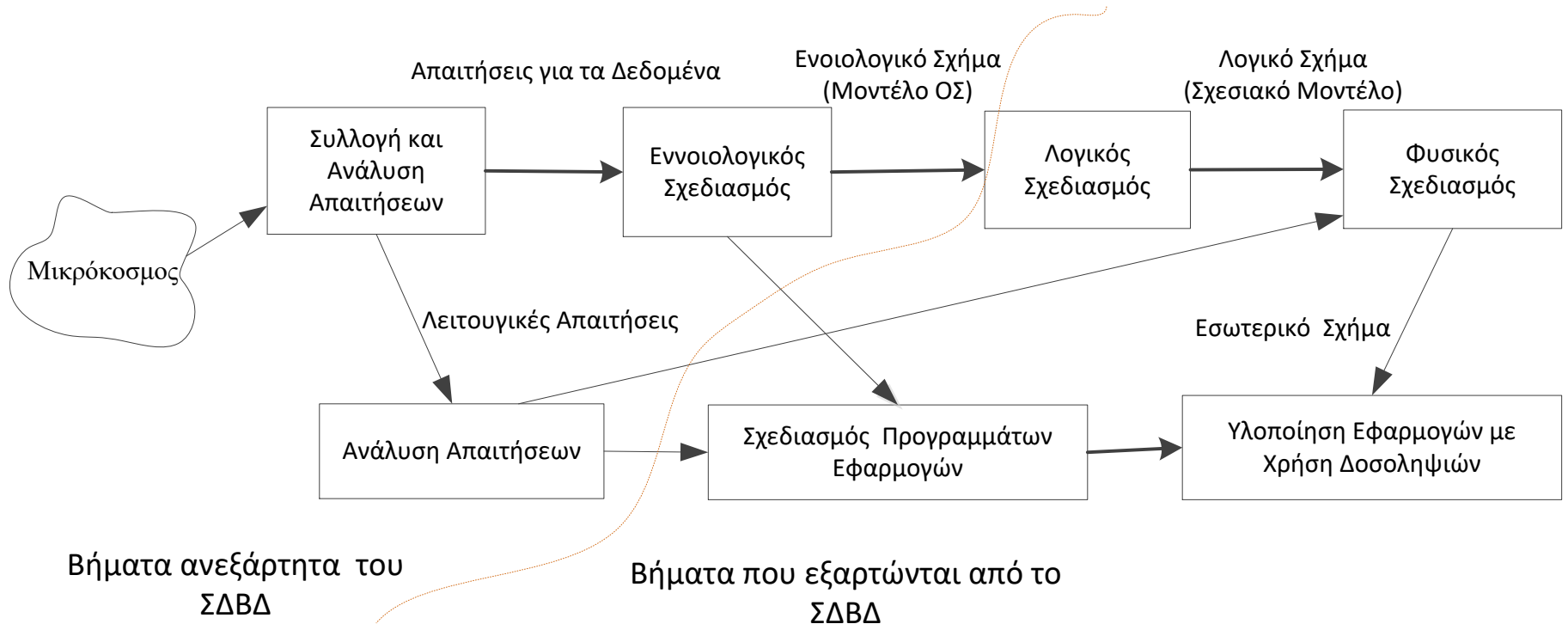
4. Φυσικός Σχεδιασμός (Physical Design)

Οι εσωτερικές δομές αποθήκευσης και οργανώσεις αρχείων καθώς και τα ευρετήρια

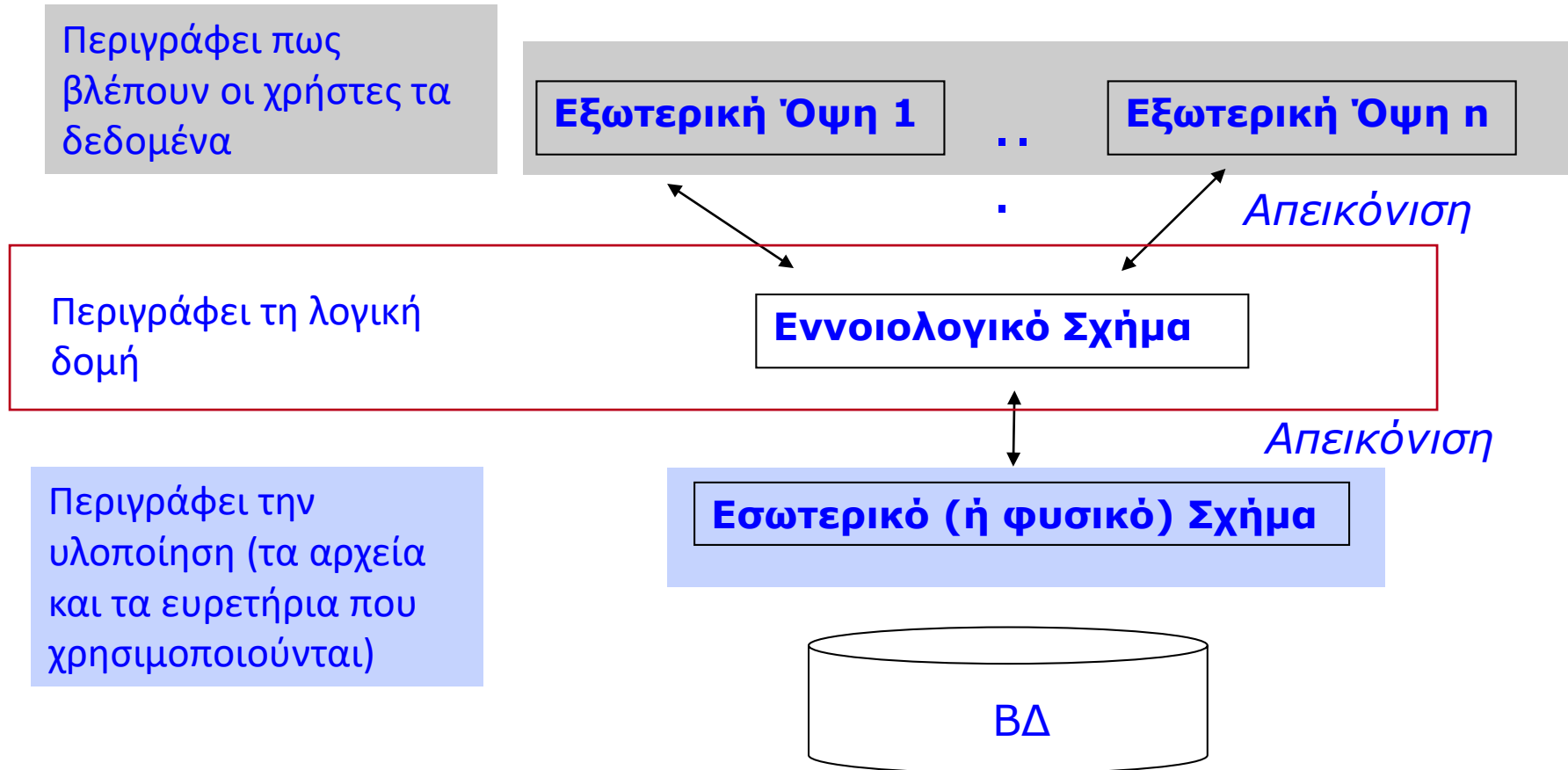
Σχεδιασμός Ασφάλειας

- Συνήθως καθορίζεται από το ΣΔΒΔ
- Λίγες δυνατότητες σε επίπεδο SQL

Βήματα Σχεδιασμού



Η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων



- Η περιγραφή της βάσης δεδομένων περιλαμβάνει ένα σχήμα για καθένα από τα επίπεδα αφαίρεσης

Η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων

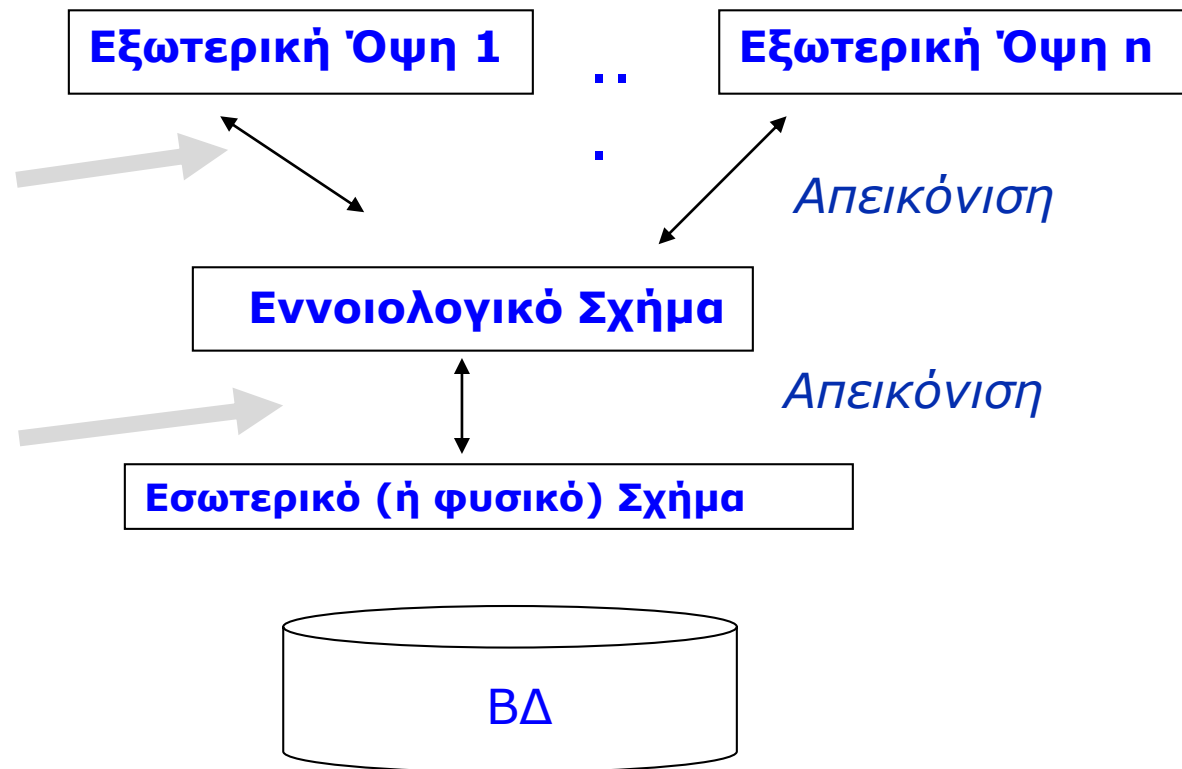
- Ανεξαρτησία Δεδομένων: αλλαγή του σχήματος ενός επιπέδου **χωρίς** να αλλάξουμε το σχήμα του αμέσως υψηλότερου επιπέδου, αρκεί αλλαγή της απεικόνισης

Λογική Ανεξαρτησία Δεδομένων

αλλαγή του εννοιολογικού δεν επηρεάζει τα εξωτερικά σχήματα ή τα προγράμματα εφαρμογών

Φυσική Ανεξαρτησία Δεδομένων

αλλαγή του φυσικού σχήματος χωρίς να χρειάζεται αλλαγή του εννοιολογικού



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ένα μοντέλο δεδομένων είναι ένας μαθηματικός φορμαλισμός που περιλαμβάνει:
 - γλώσσα / συντακτικό για την περιγραφή των δεδομένων
 - ένα σύνολο τελεστών για το χειρισμό των δεδομένων
- Το μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (E-R Model) επινοήθηκε σαν συμβολισμός για το σχεδιασμό εννοιολογικών σχημάτων (conceptual schemas)
- Το εννοιολογικό μοντέλο ενός πεδίου αποτελείται από:
 - μια ιεραρχία οντοτήτων (entities) οι οποίες υποθέτομε ότι υπάρχουν στον κόσμο του ενδιαφέροντός μας
 - ένα σύνολο σχέσεων (relationships) μεταξύ οντοτήτων
 - ένα σύνολο περιορισμών (constraints) σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οντότητες συμμετέχουν σε σχέσεις

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Το μοντέλο **Οντοτήτων – Σχέσεων** δεν διαθέτει τελεστές για το χειρισμό δεδομένων.
- Ορισμός: Μια **οντότητα** (ή **σύνολο οντοτήτων**) είναι μια συλλογή από διακεκριμένα αντικείμενα με κοινές ιδιότητες
 - οντότητες μπορούν να αντιστοιχούν σε αντικείμενα με **φυσική** ή **αφηρημένη** υπόσταση
 - Π.χ. Η οντότητα **φοιτητής** έχει φυσική υπόσταση, ενώ η οντότητα **μάθημα** έχει μόνο αφηρημένη υπόσταση
 - οντότητες μπορούν να έχουν πολλά στιγμιότυπα (instances, occurrences)
 - Π.χ. **Μαρία** και **Γιάννης** είναι στιγμιότυπα της οντότητας **φοιτητής**, **HY360** είναι στιγμιότυπο της οντότητας **μάθημα**

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ορισμός: ένα γνώρισμα (attribute) είναι μια περιγραφή μιας ιδιότητας που αποδίδεται σε μια οντότητα
 - στιγμιότυπα μιας οντότητας έχουν ένα κοινό σύνολο γνωρισμάτων
 - ένα υποσύνολο των γνωρισμάτων μιας οντότητας χρησιμοποιείται ως αναγνωριστικό (identifier)
 - το σύνολο αυτών των γνωρισμάτων δέχεται μοναδικές τιμές για κάθε στιγμιότυπο της οντότητας
 - τα υπόλοιπα γνωρίσματα αποκαλούνται περιγραφικά γνωρίσματα (descriptors)
 - μια οντότητα μπορεί να έχει περισσότερα από ένα αναγνωριστικά. Ένα από αυτά επιλέγεται ως το πρωτεύον αναγνωριστικό.

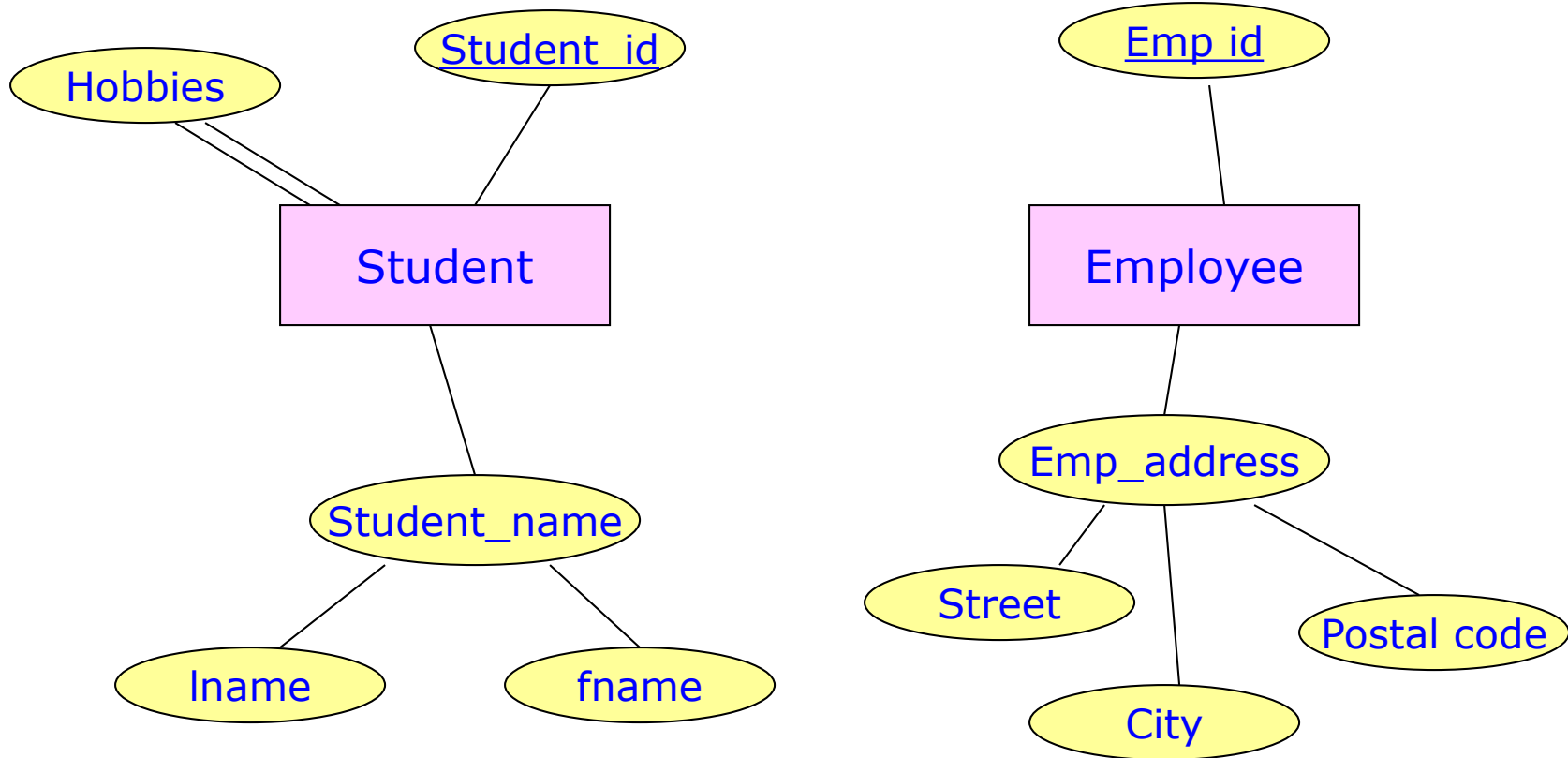
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Τα γνωρίσματα μπορεί να είναι **απλά** ή **σύνθετα**
 - τα απλά γνωρίσματα δέχονται απλές τιμές από κάποιο πεδίο τιμών
 - Π.χ. το γνώρισμα **ηλικία** είναι απλό γνώρισμα της οντότητας **φοιτητής** με τιμές στο σύνολο των φυσικών αριθμών
 - τα σύνθετα γνωρίσματα αποτελούνται από ένα αριθμό γνωρισμάτων τα οποία σαν σύνολο περιγράφουν μια ιδιότητα
 - Π.χ. Το γνώρισμα **διεύθυνση** αποτελείται από τα γνωρίσματα **οδός, αριθμός, πόλη, τκ.**
 - τα γνωρίσματα επίσης διακρίνονται σε **μονότιμα** (single-valued) και **πλειότιμα** (multi-valued)
 - Π.χ. το γνώρισμα **ηλικία** είναι μονότιμο, ενώ το γνώρισμα **αγαπημένες ταινίες** είναι **πλειότιμο**

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Γραφική αναπαράσταση: Διαγράμματα E-R
 - οντότητες – παραλληλόγραμμα
 - γνωρίσματα – ελλείψεις
 - μονότιμα γνωρίσματα – ενώνονται με απλές γραμμές
 - πλειότιμα γνωρίσματα – ενώνονται με διπλές γραμμές
 - αναγνωριστικά – υπογραμμισμένα

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

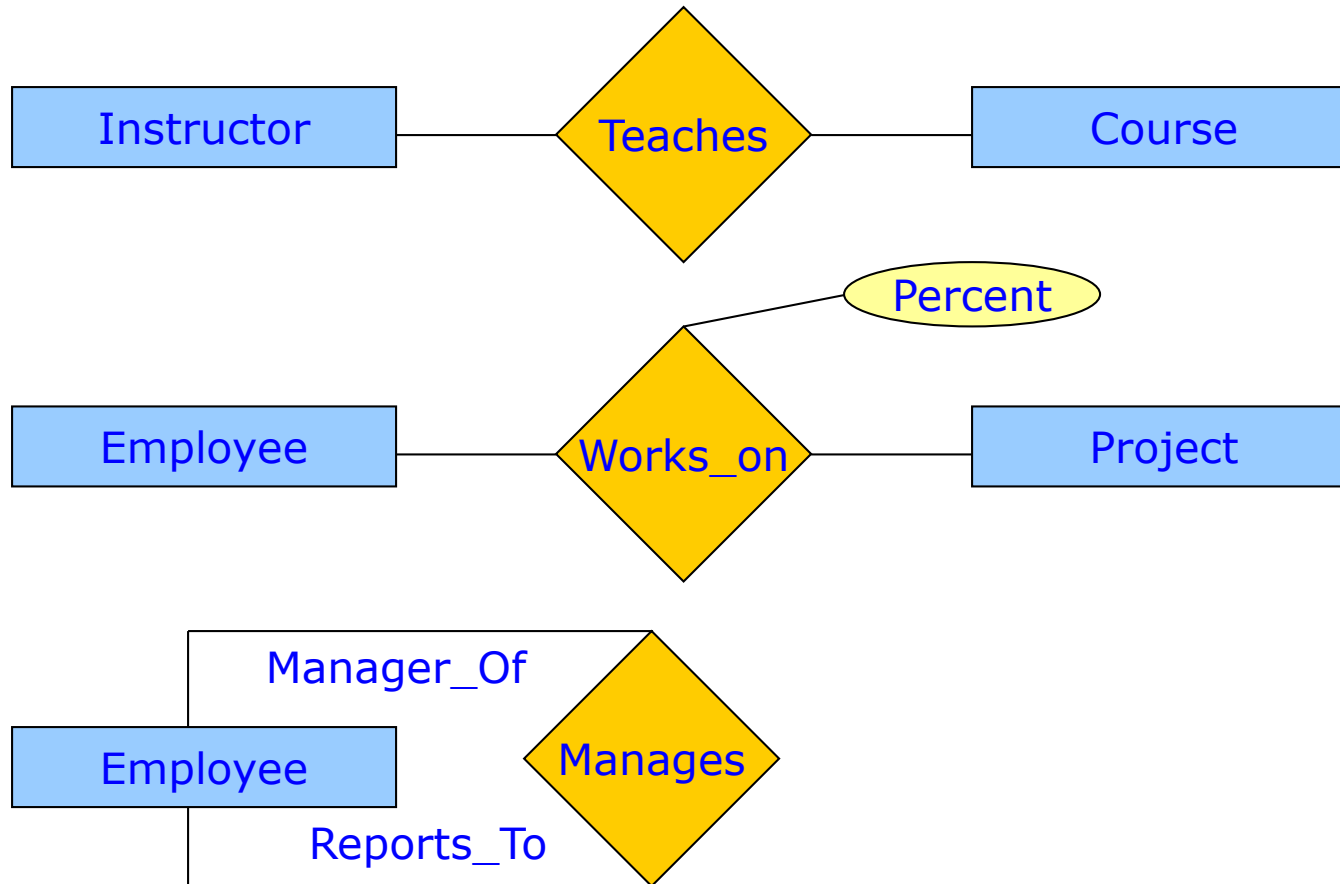
- Ορισμός : Δεδομένου ενός διατεταγμένου συνόλου από οντότητες E_1, E_2, \dots, E_n μια **σχέση** (relationship) R ορίζει μια αντιστοίχιση μεταξύ των στιγμιοτύπων των οντοτήτων αυτών.
 - δηλαδή, η R είναι ένα σύνολο από πλειάδες n στοιχείων:
$$R \subseteq E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$$
 - μια οντότητα μπορεί να συμμετέχει περισσότερες από μία φορές σε μια σχέση
 - ένα **στιγμιότυπο σχέσης** (relationship instance or occurrence) αντιστοιχεί σε μια πλειάδα από στιγμιότυπα οντοτήτων (e_1, e_2, \dots, e_n) , όπου κάθε e_i είναι στιγμιότυπο της οντότητας E_i

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- ο αριθμός n των οντοτήτων που συμμετέχουν σε μια σχέση λέγεται **βαθμός** (degree) της σχέσης
 - για $n=2$, η σχέση λέγεται **δυναδική**
 - Π.χ. η σχέση **εργάζεται** είναι δυναδική σχέση μεταξύ των οντοτήτων **υπάλληλος** και **έργο**
- οι σχέσεις μπορούν επίσης να έχουν γνώρισμα
 - Π.χ. η σχέση **εργάζεται** μπορεί να έχει ένα γνώρισμα **ποσοστό** το οποίο προσδιορίζει το ποσοστό του χρόνου το οποίο αφιερώνει ένας **υπάλληλος** σε ένα **έργο**
- Μια δυναδική σχέση που σχετίζει μια οντότητα με τον εαυτό της λέγεται **αναδρομική** (recursive)
 - Π.χ. Η οντότητα **υπάλληλος** συνδέεται με τον εαυτό της μέσω της σχέσης **διευθύνει**

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Γραφική αναπαράσταση: σχέσεις – ρόμβοι



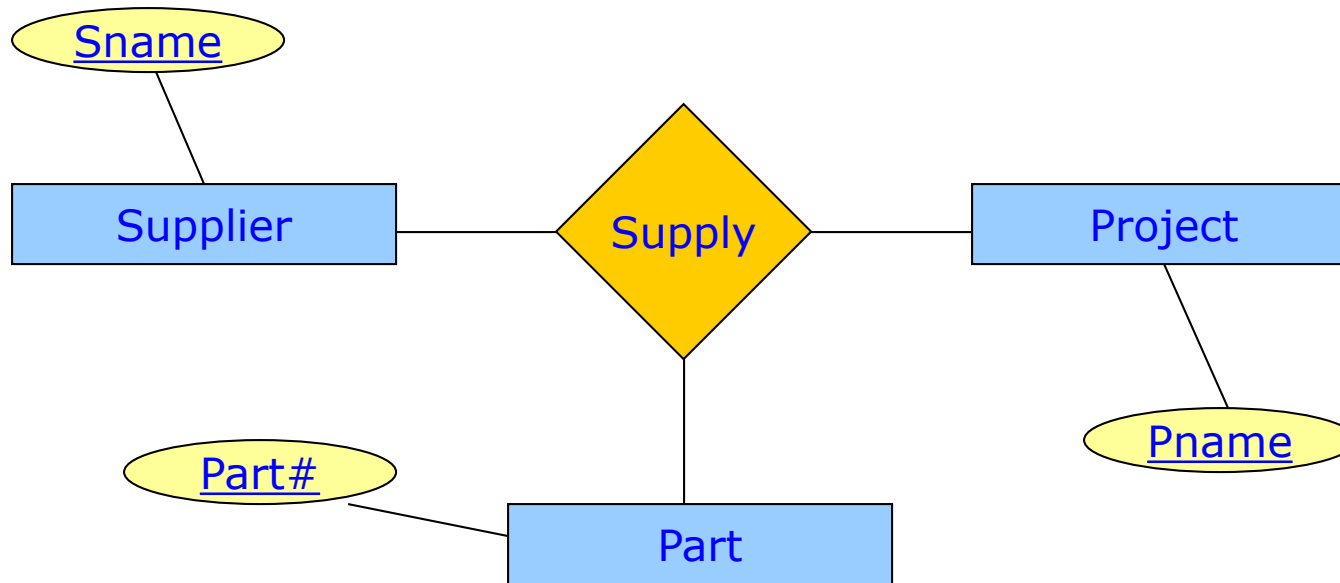
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Μια σχέση βαθμού n λέγεται n -αδική
- Πως αναπαριστούμε 3-αδικές σχέσεις σε διαγράμματα E-R?
 - με ένα σύνολο από δυαδικές σχέσεις
 - με ένα ρόμβο ο οποίος συνδέει 3 οντότητες
- Οι δύο αυτοί τρόποι δεν είναι εν γένει ισοδύναμοι
- **Παράδειγμα:** θεωρήστε τις οντότητες
 - **supplier, part, project**

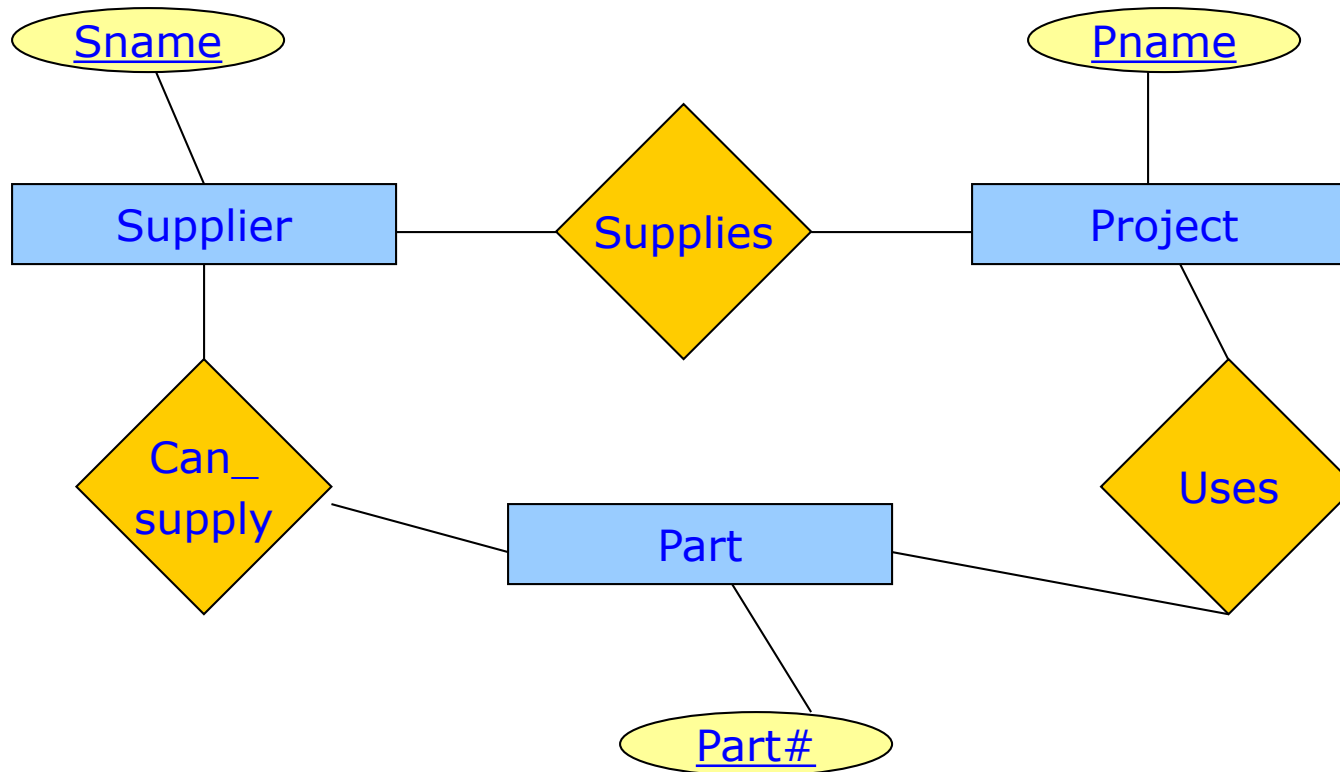
και τη σχέση **Supply** μεταξύ των τριών οντοτήτων που αναπαριστά την πληροφορία ότι προμηθευτές προμηθεύουν έργα με εξαρτήματα.

Σχεδιάστε ένα διάγραμμα οντοτήτων – σχέσεων που να αναπαριστά αυτές τις οντότητες και σχέσεις.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

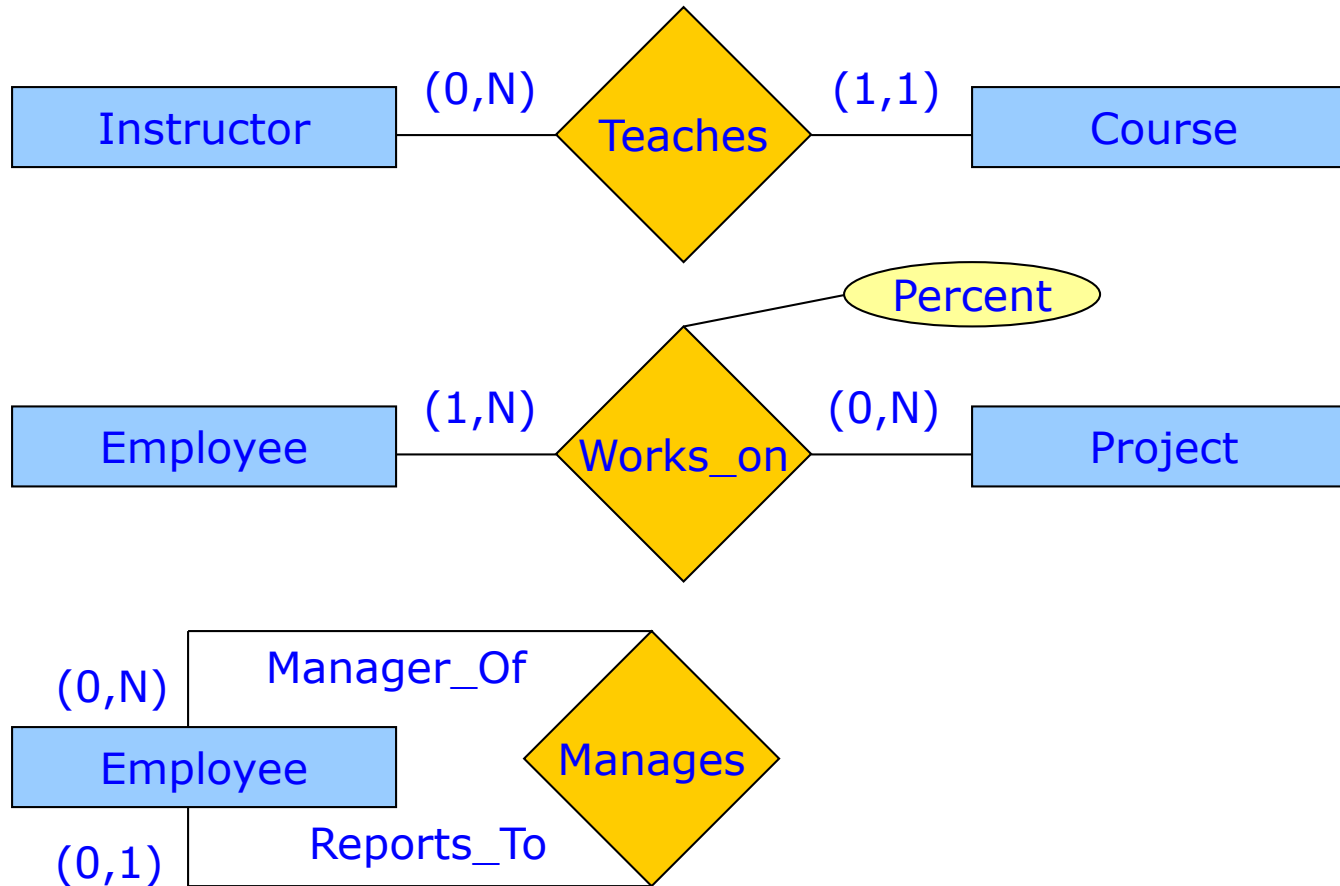


Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ιδιότητες σχέσεων:
 - Κάθε οντότητα συμμετέχει σε μια σχέση με μια δεδομένη **ελάχιστη** (min-) και **μέγιστη** (max-) **πληθικότητα** (cardinality)
 - Οι πληθικότητες των σχέσεων καθορίζονται κατά το σχεδιασμό μιας ΒΔ
 - Ο ρόλος τους είναι να περιορίζουν τους τρόπους με τους οποίους στιγμιότυπα οντοτήτων συμμετέχουν σε στιγμιότυπα σχέσεων
- **Γραφική αναπαράσταση**: οι πληθικότητες συμβολίζονται σαν ζεύγη τιμών πάνω στις γραμμές οι οποίες ενώνουν τις οντότητες με τις σχέσεις.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Γραφική αναπαράσταση: σχέσεις – ρόμβοι

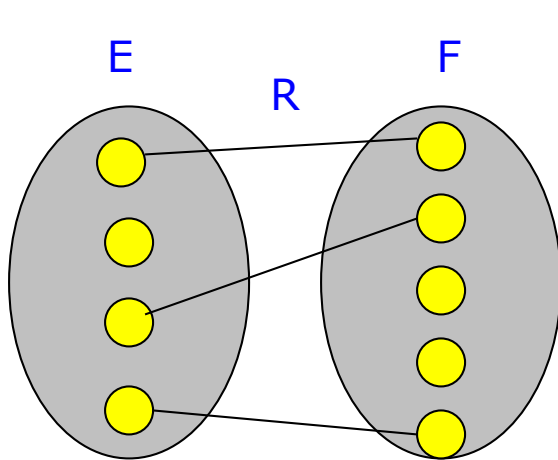


Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

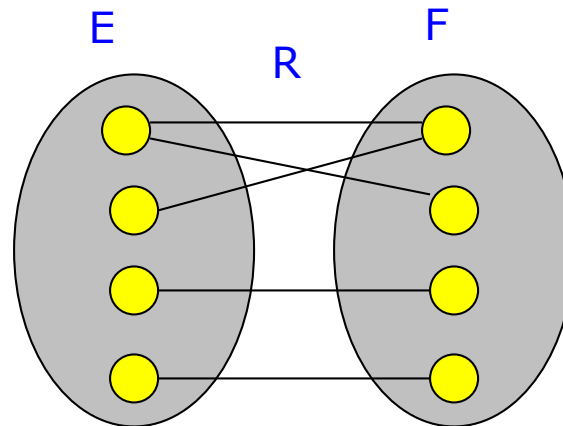
- Ορισμός: Έστω E, F οντότητες οι οποίες συμμετέχουν σε μια σχέση R
 - αν $\max\text{-card}(E, R) = 1$, τότε η E έχει μονότιμη συμμετοχή στην R
 - αν $\max\text{-card}(E, R) = N$, τότε η E έχει πλειότιμη συμμετοχή στην R
 - μια δυαδική σχέση R μεταξύ των οντοτήτων E, F είναι σχέση «πολλά – προς – πολλά» (many-to-many ή N-N) αν και η E και η F έχουν πλειότιμη συμμετοχή στην R
 - αν και η E και η F έχουν μονότιμη συμμετοχή, η R είναι σχέση 1-1 (one-to-one)
 - αν η E έχει μονότιμη συμμετοχή και η F έχει πλειότιμη συμμετοχή, η R είναι σχέση 1-N (one-to-many)

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

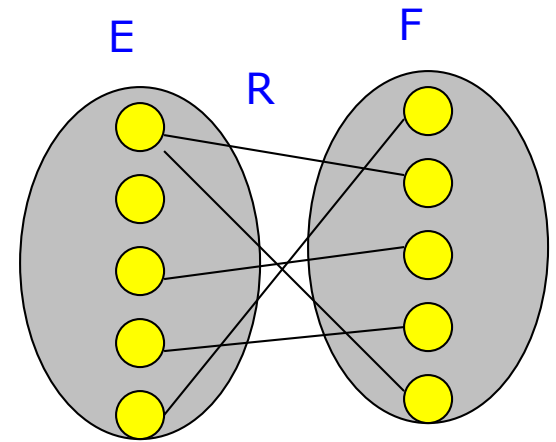
- Ορισμός:** Αν μια οντότητα E η οποία συμμετέχει σε μια σχέση R έχει $\text{min-card}(E,R) = 1$, τότε η E έχει υποχρεωτική (mandatory) συμμετοχή στην R ; Αν $\text{min-card}(E,R) = 0$, τότε έχει προαιρετική (optional) συμμετοχή στην R .



$\text{min-card}(E,R)=0$
 $\text{max-card}(E,R)=1$
 $\text{min-card}(F,R)=0$
 $\text{max-card}(F,R)=1$



$\text{min-card}(E,R)=1$
 $\text{max-card}(E,R)=N$
 $\text{min-card}(F,R)=1$
 $\text{max-card}(F,R)=N$



$\text{min-card}(E,R)=0$
 $\text{max-card}(E,R)=N$
 $\text{min-card}(F,R)=1$
 $\text{max-card}(F,R)=1$

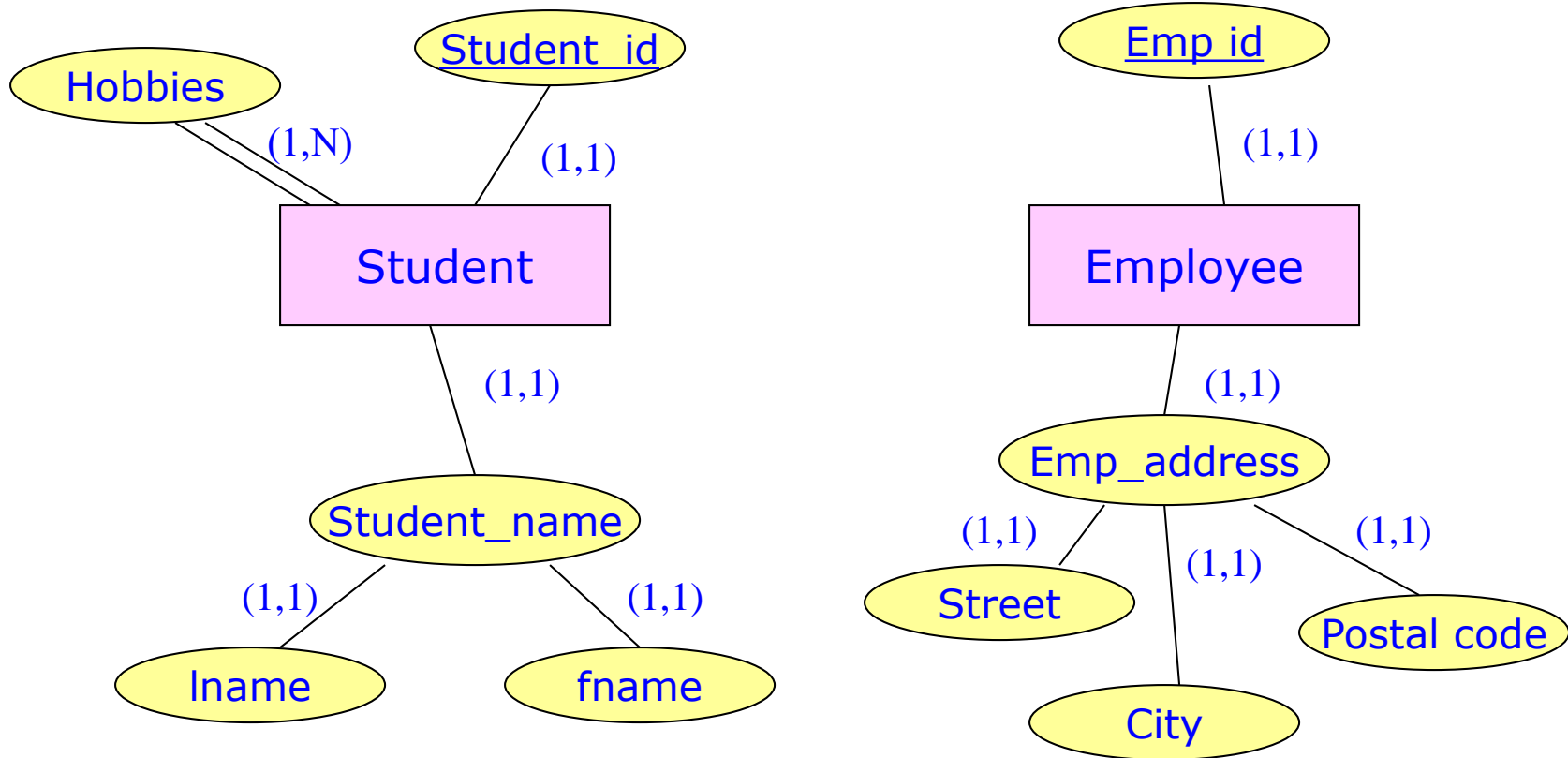
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες Γνωρισμάτων
- Ορισμός: Έστω A ένα γνώρισμα μιας οντότητας E . Τότε, $\text{min-card}(A,E)$ και $\text{max-card}(A,E)$ δηλώνουν τον ελάχιστο και μέγιστο αντίστοιχα αριθμό τιμών για το A οι οποίες σχετίζονται με κάθε στιγμιότυπο της E .
 - $\text{min-card}(A,E) = 0$ δηλώνει ότι το γνώρισμα είναι **προαιρετικό**
 - $\text{min-card}(A,E) = 1$ δηλώνει ότι το γνώρισμα είναι **υποχρεωτικό**
 - $\text{max-card}(A,E) = 1$ δηλώνει ότι το γνώρισμα A δέχεται μία τιμή
 - $\text{max-card}(A,E) = N$ δηλώνει ότι το γνώρισμα A δέχεται πολλαπλές τιμές

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες Γνωρισμάτων
- Γραφικός Συμβολισμός:
 - $\text{card}(A,E) = (x,y)$, $x=\text{min-card}(A,E)$, $y=\text{max-card}(A,E)$
 - Τα ζεύγη (x,y) τα οποία δηλώνουν την ελάχιστη και μέγιστη πληθικότητα γνωρισμάτων χρησιμοποιούνται ως ετικέτες των γραμμών που ενώνουν τα γνώρισμα με τις οντότητες
 - Μια γραμμή που ενώνει ένα περιγραφικό γνώρισμα με μια οντότητα και δεν έχει ετικέτα, θεωρείται ότι έχει την ετικέτα $(0,1)$
 - Μια γραμμή που ενώνει ένα αναγνωριστικό γνώρισμα με μια οντότητα και δεν έχει ετικέτα, θεωρείται ότι έχει την ετικέτα $(1,1)$

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ασθενείς και Ισχυρές Οντότητες
- Ορισμός: Μια οντότητα E_1 λέγεται **ασθενής** (weak) αν η ύπαρξη των στιγμιότυπων της εξαρτάται από μια άλλη οντότητα E_2 μέσω μιας σχέσης R . Η E_2 λέγεται **ισχυρή** (strong) οντότητα.
 - Οι ασθενείς οντότητες δεν έχουν δικά τους αναγνωριστικά γνωρίσματα
 - Μια ισχυρή οντότητα λέγεται ότι είναι **κάτοχος** (owner) των στιγμιότυπων της ασθενούς οντότητας που σχετίζεται με αυτήν.
 - Οι ασθενείς οντότητες μπορούν να έχουν **μερικά αναγνωριστικά** (partial identifiers), δηλαδή ένα σύνολο γνωρισμάτων τα οποία καθορίζουν με μοναδικό τρόπο στιγμιότυπα της ασθενούς οντότητας που σχετίζονται με το ίδιο στιγμιότυπο της ισχυρής οντότητας.

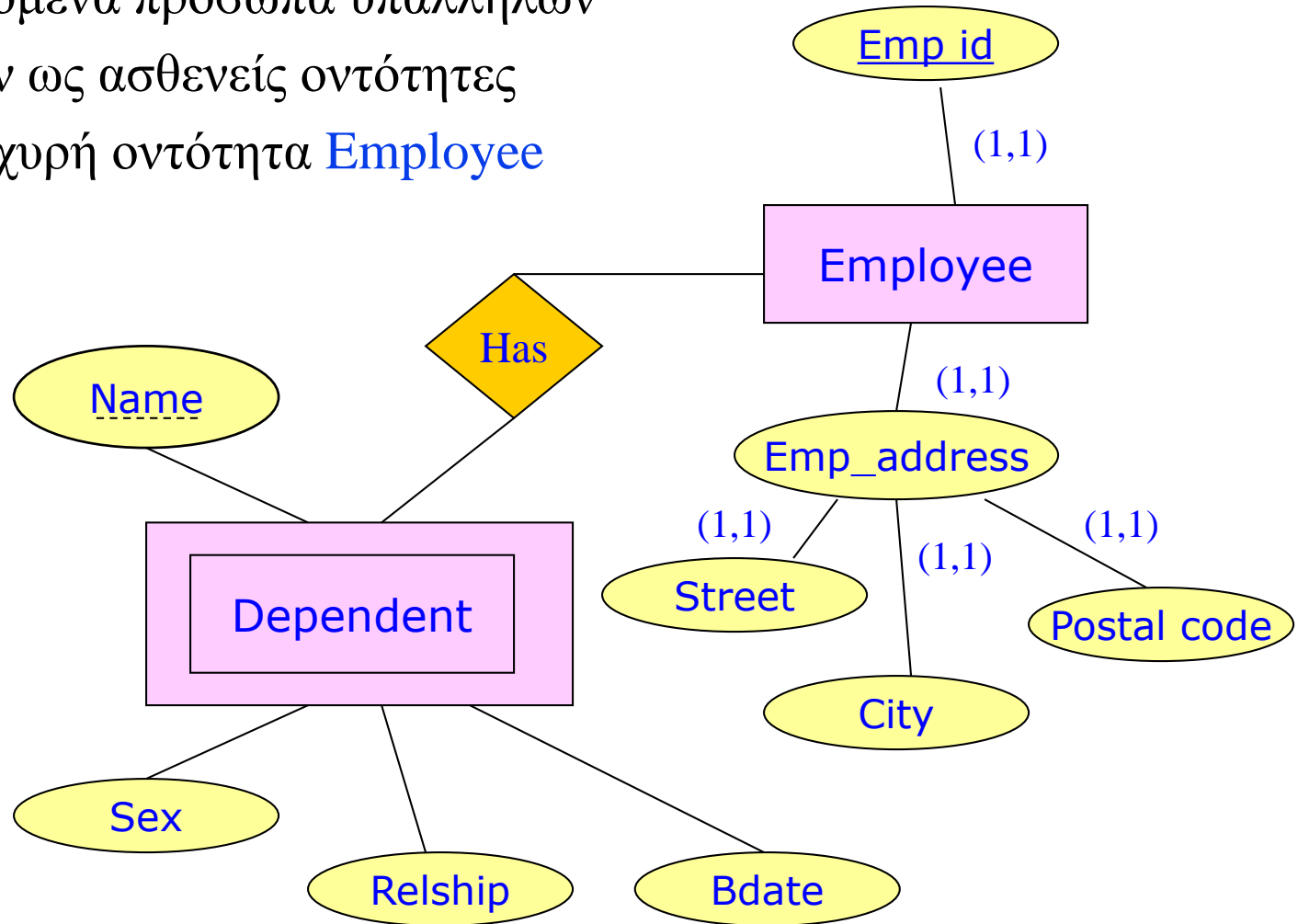
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Ασθενείς και Ισχυρές Οντότητες

- Αναγνωριστικά για τις ασθενείς οντότητες δημιουργούνται από τα αναγνωριστικά γνωρίσματα της ισχυρής οντότητας και τα μερικά αναγνωριστικά της ασθενούς οντότητας.
- Μια ασθενής οντότητα μπορεί να είναι κάτοχος άλλων ασθενών οντοτήτων.
- Μια ασθενής οντότητα μπορεί να σχετίζεται με περισσότερες από μία ισχυρές οντότητες μέσω διαφορετικών σχέσεων.
- Συχνά, ασθενείς οντότητες αναπαριστώνται σαν σύνθετα γνωρίσματα πολλαπλών τιμών.
- **Συμβολισμός:** παραλληλόγραμμα με διπλή γραμμή

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

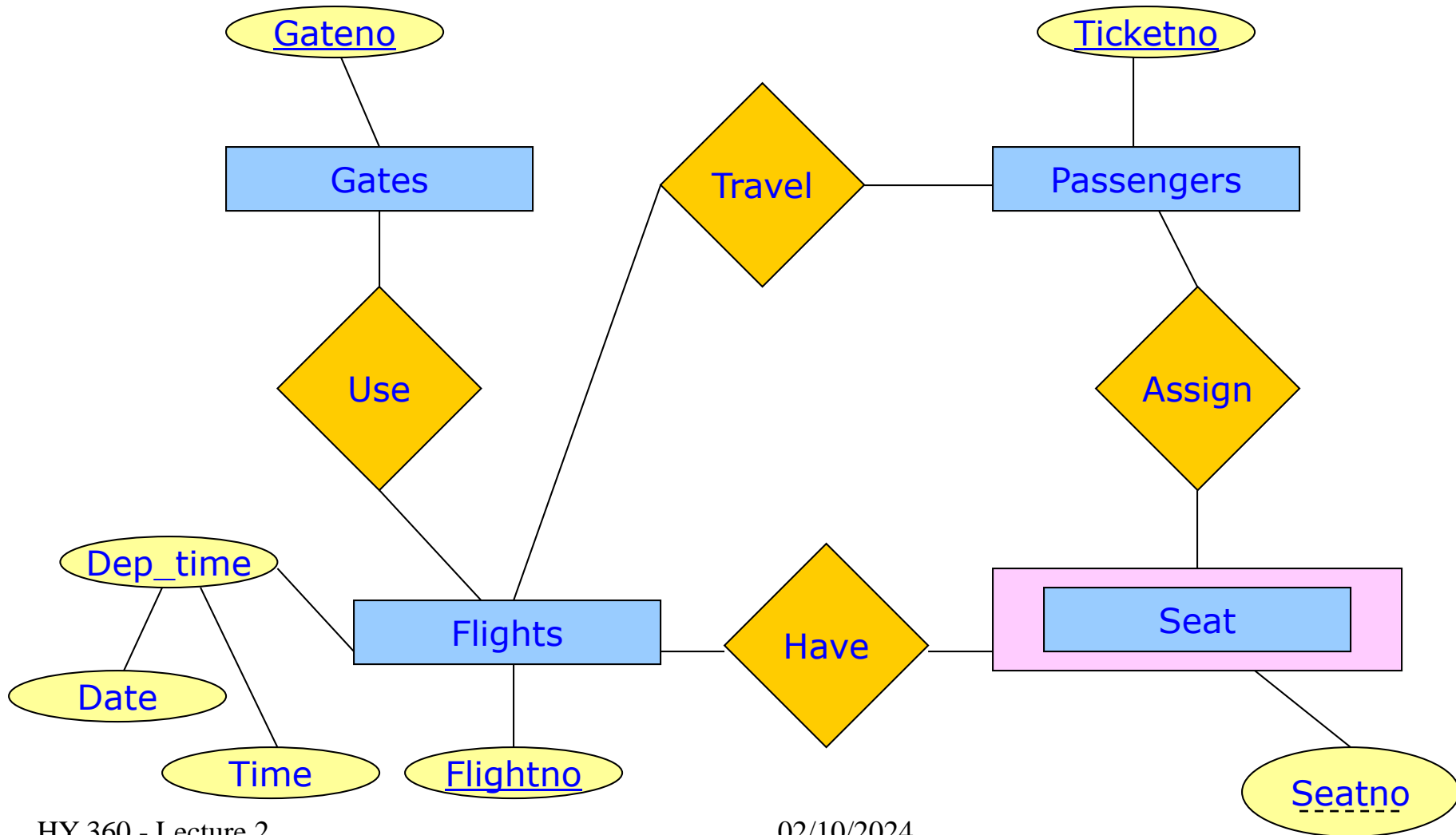
Παράδειγμα: Τα εξαρτούμενα πρόσωπα υπαλλήλων μπορούν να θεωρηθούν ως ασθενείς οντότητες σχετιζόμενες με την ισχυρή οντότητα **Employee** με την N-1 σχέση **Has**



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Παράδειγμα: Airline Reservations Database
 - **Entities**: passengers (ticketno), flights (flightno, departure_time), departure_gates(gateno), seats (seatno)
 - Αριθμοί θέσεων έχουν νόημα μόνο για μια συγκεκριμένη πτήση
 - **Relationships**:
 - seats belonging to a particular flight
 - assignment of passengers to seats
 - travel of passengers on flights
 - use of gates by flights

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

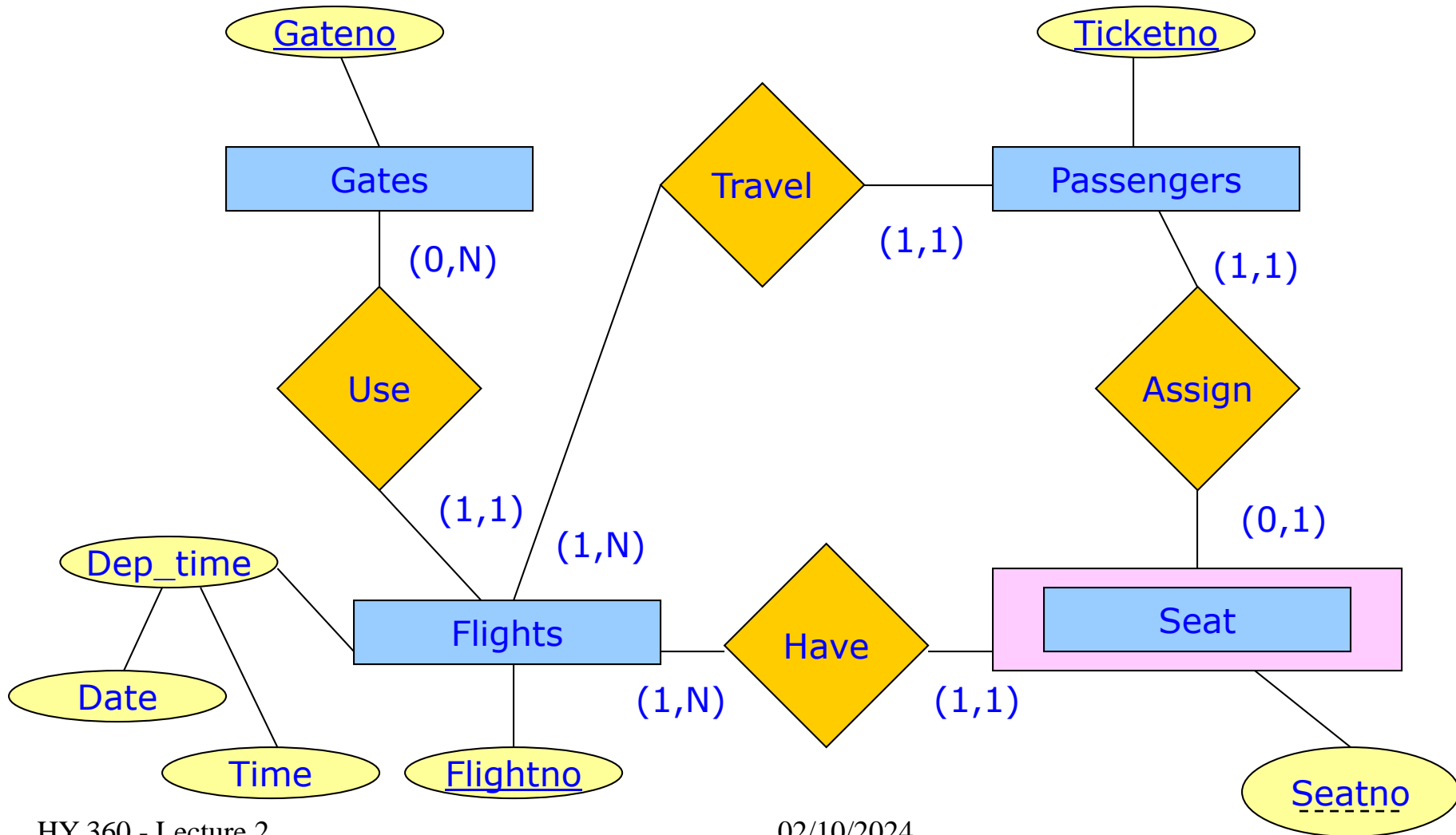


Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες:

- κάθε πτήση χρησιμοποιεί μία πύλη
- δεν είναι απαραίτητο όλες οι πύλες να χρησιμοποιούνται
- περισσότερες από μία πτήσεις χρησιμοποιούν την ίδια πύλη
- κάθε επιβάτης ταξιδεύει σε ακριβώς μία πτήση
- κάθε πτήση μεταφέρει τουλάχιστον ένα επιβάτη
- κάθε πτήση έχει περισσότερες από μία θέσεις
- κάθε θέση ανήκει σε μία πτήση
- κάποιες θέσεις μπορεί να είναι κενές
- αν μια θέση δεν είναι κενή, σε αυτήν μπορεί να ταξιδέψει ακριβώς ένας επιβάτης

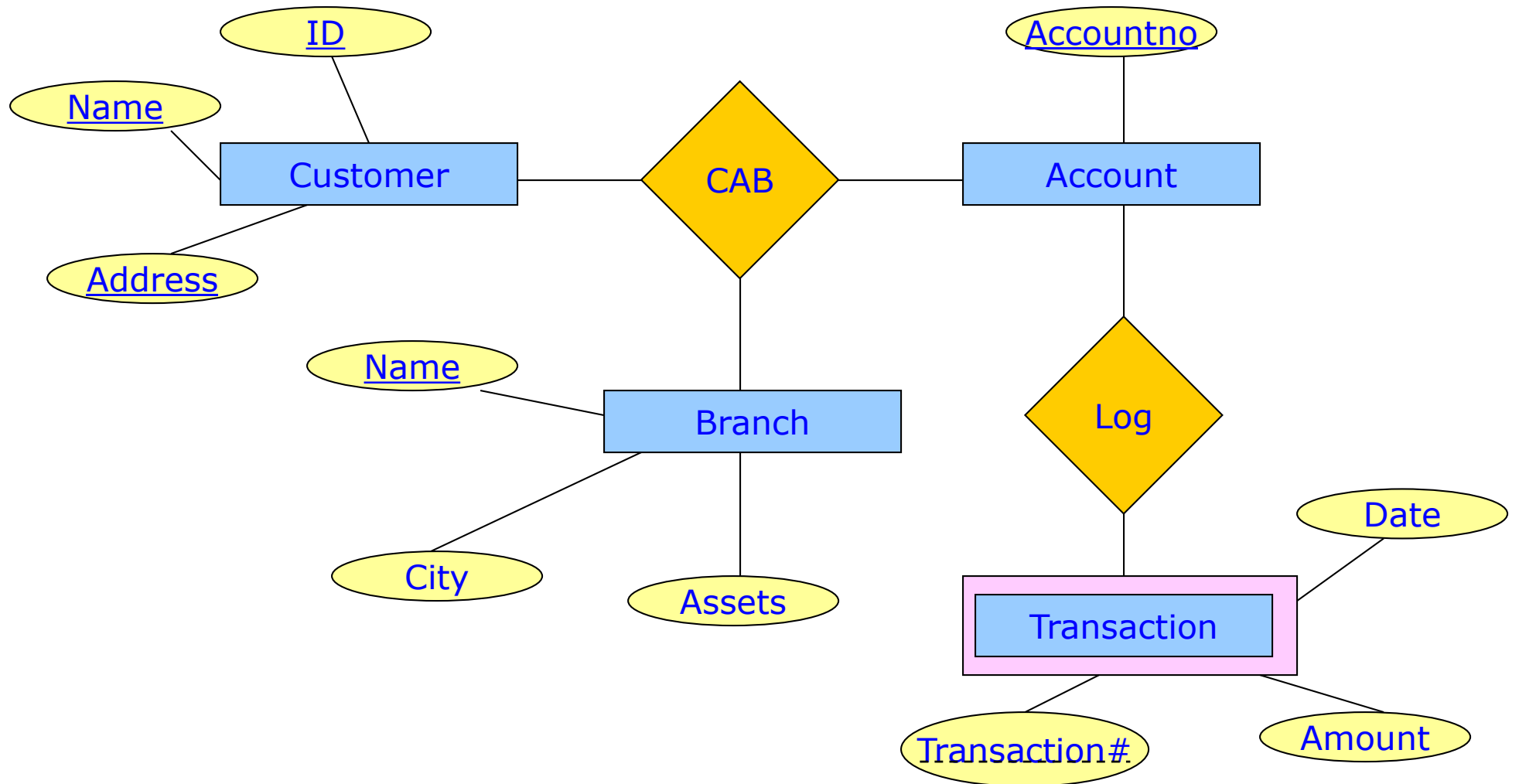
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Παράδειγμα: Bank Database
 - **Entities**: customers (name, ID, address), accounts (accountno, balance), branches(name, city, assets), transactions (transaction#, amount, date)
 - Δοσοληψίες (transactions) έχουν νόημα μόνο για ένα συγκεκριμένο λογαριασμό
 - **Relationships**:
 - customers own accounts at branches
 - transactions are logged with respect to accounts

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

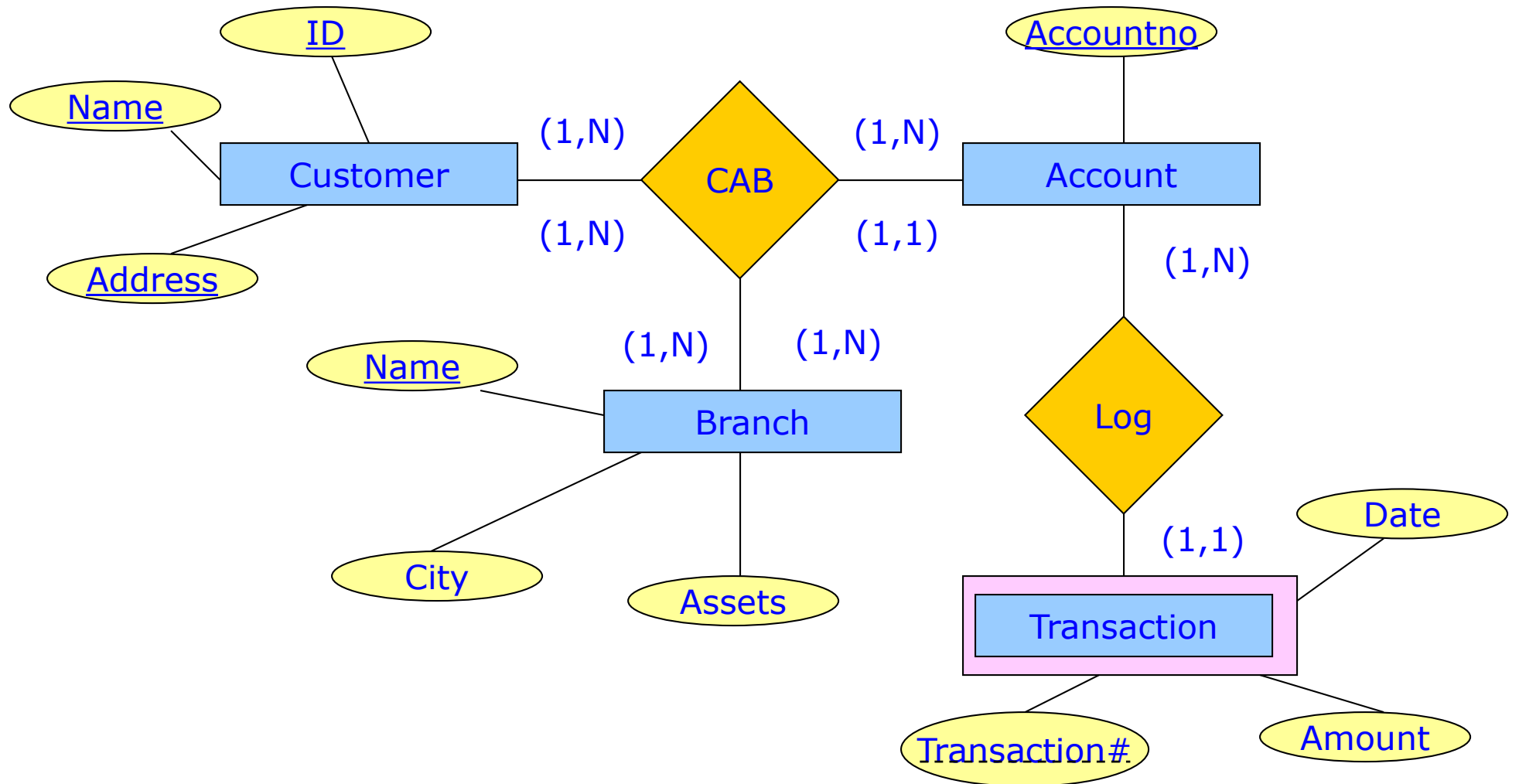


Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Πληθικότητες:

- κάθε πελάτης μπορεί να έχει έναν ή περισσότερους λογαριασμούς και κάθε λογαριασμός ανήκει σε ένα υποκατάστημα
- κάθε πελάτης πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα λογαριασμό
- κάθε υποκατάστημα πρέπει να έχει τουλάχιστον έναν πελάτη
- μια δοσοληψία σχετίζεται με ακριβώς ένα λογαριασμό
- για κάθε λογαριασμό γίνονται μία ή περισσότερες δοσοληψίες

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Εξειδίκευση (Specialization)
- Μια οντότητα μπορεί να περιλαμβάνει υπο-ομάδες οντοτήτων οι οποίες διακρίνονται από άλλες οντότητες στην ίδια ομάδα καθώς χαρακτηρίζονται από γνωρίσματα τα οποία δεν χαρακτηρίζουν όλες τις οντότητες σε αυτό το σύνολο
- Η διαδικασία προσδιορισμού υπο-ομάδων μέσα σε σύνολα οντοτήτων ονομάζεται εξειδίκευση
- Η εξειδίκευση δημιουργεί ιεραρχίες εξειδίκευσης (specialization or IsA hierarchies) με χρήση της σχέσης «είναι (υπο-ομάδα)» (IsA)
- Μια σχέση IsA επίσης ορίζει μια σχέση υπερκλάσης – υποκλάσης (superclass – subclass)

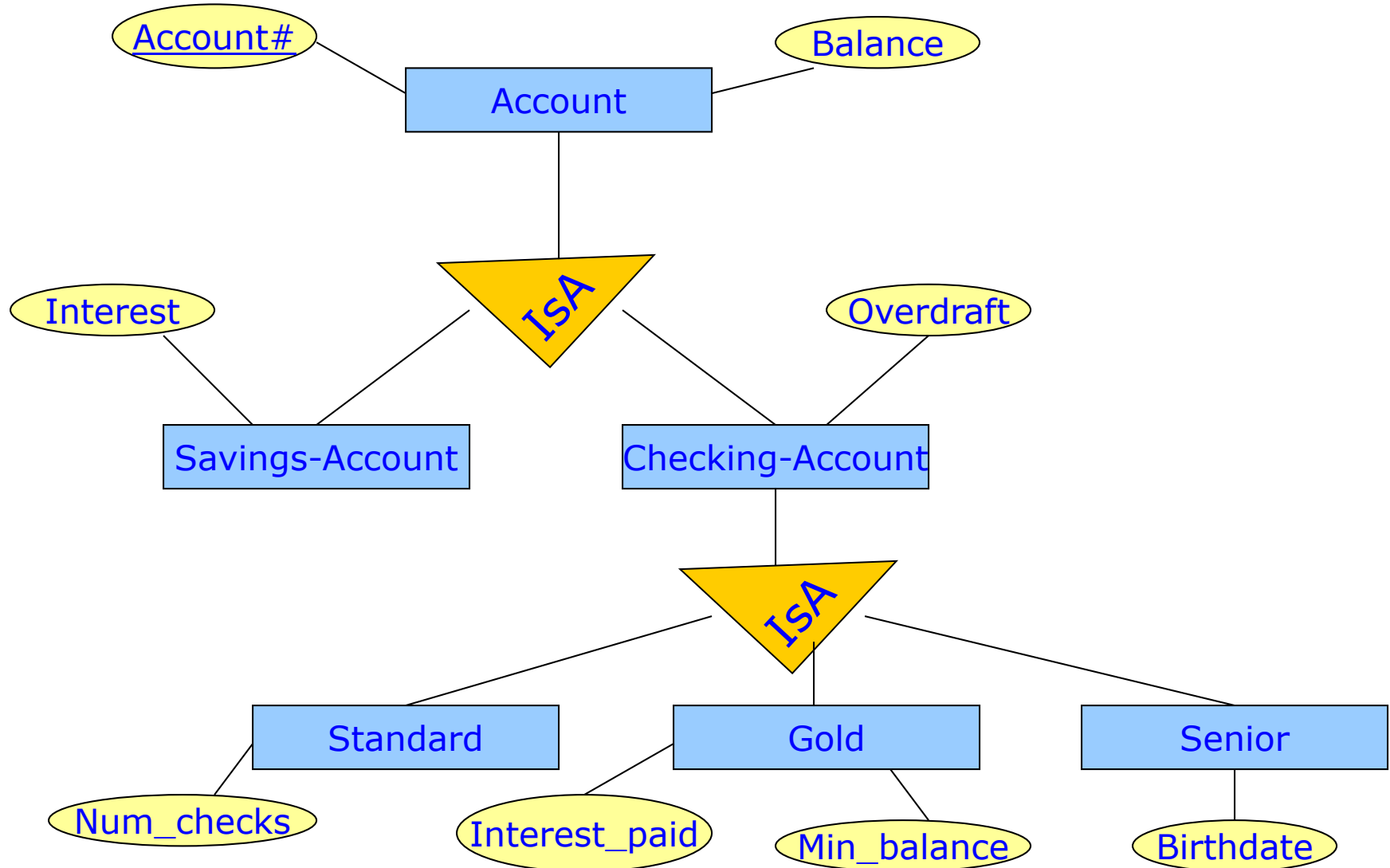
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Εξειδίκευση (Specialization)
- Παράδειγμα: Η οντότητα **account** με γνωρίσματα **account-number** και **balance** μπορεί να εξειδικευθεί σε:
 - **savings-account**
 - **checking-account**
- Κάθε είδος λογαριασμού περιγράφεται από ένα σύνολο γνωρισμάτων τα οποία περιλαμβάνουν όλα τα γνωρίσματα της οντότητας **account**. Επιπλέον, μπορεί να έχει ιδιαίτερα γνωρίσματα.
 - η οντότητα **savings-account** έχει το γνώρισμα **interest-rate**
 - η οντότητα **checking-account** έχει το γνώρισμα **overdraft-amount**

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Εξειδίκευση (Specialization)
- Μια οντότητα μπορεί να εξειδικεύεται σύμφωνα με περισσότερα από ένα γνωρίσματα
 - η οντότητα **account** μπορεί να εξειδικευθεί σε σχέση με τους κατόχους ενός λογαριασμού σε **commercial-account** και **personal-account**
- Όταν υπάρχουν περισσότερες από μια εξειδικεύσεις για μια οντότητα, ένα στιγμιότυπο μπορεί να ανήκει και στις δύο εξειδικεύσεις.
 - Π.χ. ένας λογαριασμός μπορεί να είναι **personal-account** και **savings-account** συγχρόνως
- Η εξειδίκευση μπορεί να εφαρμοστεί επαναληπτικά
 - Π.χ. η οντότητα **checking-account** μπορεί να εξειδικευθεί σε **standard, gold, senior**

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Γενίκευση
- Η εξειδίκευση οντοτήτων σε υπο-ομάδες αντιστοιχεί σε μια **top-down** διαδικασία σχεδιασμού ενός εννοιολογικού μοντέλου
- Ο σχεδιασμός μπορεί να γίνει και **bottom-up**. Σε αυτή την περίπτωση, οντότητες χρησιμοποιούνται για να **συνθέσουν** άλλες οντότητες σε υψηλότερα επίπεδα. Η σύνθεση γίνεται βάσει των κοινών γνωρισμάτων των οντοτήτων.
- Η διαδικασία αυτή λέγεται **γενίκευση** (generalization) και αναπαριστά μια σχέση υποσυνόλου μεταξύ των συντιθέμενων οντοτήτων και της νέας οντότητας που δημιουργείται.
- Η γενίκευση είναι η **δυϊκή** σχέση της εξειδίκευσης.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Κληρονομικότητα Γνωρισμάτων (Attribute Inheritance)
- Όταν οντότητες οργανώνονται σε ιεραρχίες εξειδίκευσης / γενίκευσης, τα γνωρίσματα των οντοτήτων που βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα **κληρονομούνται** από τις οντότητες που βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα.
 - Π.χ. οι οντότητες **savings-account** και **checking-account** κληρονομούν όλα τα γνωρίσματα της οντότητας **account**
- Επίσης κληρονομείται η συμμετοχή σε σχέσεις με τους ίδιους περιορισμούς.
- Οι σχέσεις γενίκευσης / εξειδίκευσης υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν τα στιγμιότυπα των οντοτήτων που συμμετέχουν σε αυτές.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Περιορισμοί
- Η σχέση μέλους ενός στιγμιότυπου μιας οντότητας μπορεί να είναι:
 - **υπό συνθήκη (condition-defined)**: ελέγχεται μία συνθήκη προκειμένου να προσδιοριστεί αν ένα στιγμιότυπο ανήκει σε μια οντότητα
 - Π.χ. Υποθέστε ότι η οντότητα **account** έχει ένα γνώρισμα **account-type**. Τα στιγμιότυπα τα οποία ικανοποιούν τη συνθήκη **account-type=savings-account** ανήκουν στην οντότητα **savings-account**, ενώ αυτά που ικανοποιούν τη συνθήκη **account-type=checking-account** ανήκουν στην οντότητα **checking-account**
 - **ορισμένη από το χρήστη (user-defined)**: στιγμιότυπα ορίζονται ως μέλη συνόλων οντοτήτων από το χρήστη

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Περιορισμοί
- **Αποκλειστικότητα (Disjointness)**: ένα στιγμιότυπο δεν μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία οντότητες στο ίδιο επίπεδο μιας ιεραρχίας IsA
 - π.χ. ένας λογαριασμός θα είναι **savings-account** ή **checking-account** αλλά όχι και τα δύο
- **Επικάλυψη (overlapping)**: το ίδιο στιγμιότυπο μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία οντότητες σε μια ιεραρχία
- **Πληρότητα (completeness)**: καθορίζει αν ένα στιγμιότυπο μιας οντότητας **πρέπει** να ανήκει σε τουλάχιστο μία οντότητα σε χαμηλότερο επίπεδο

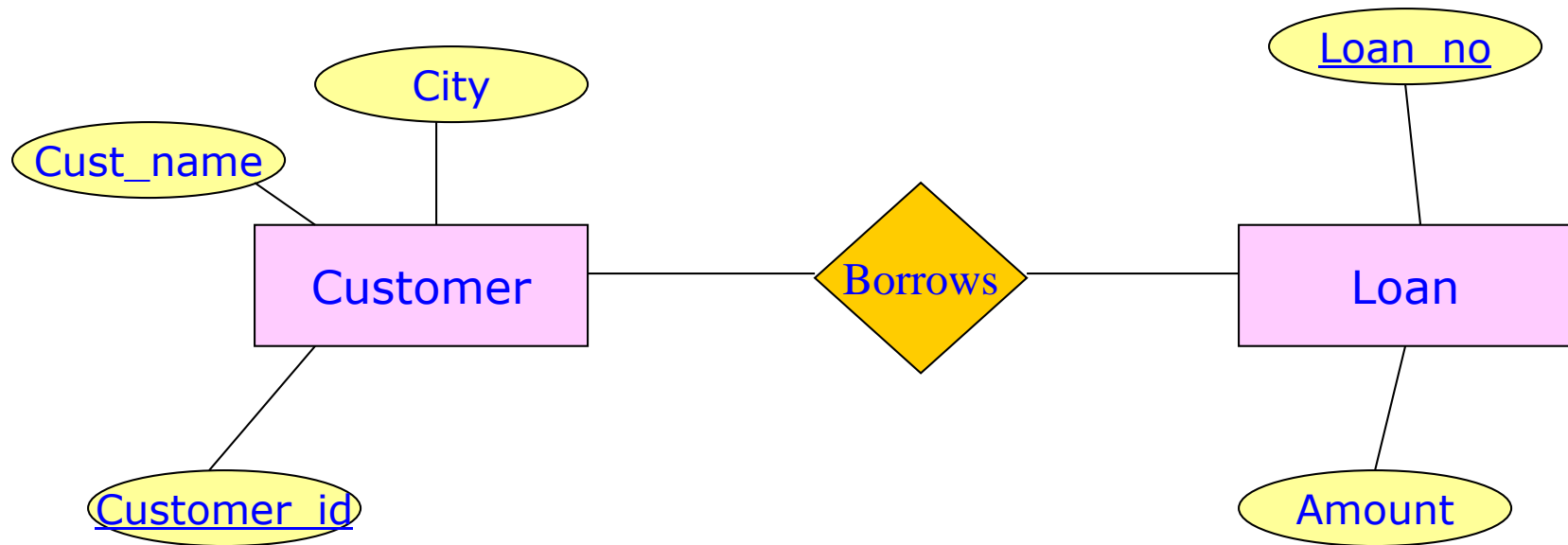
Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Περιορισμοί
- Περιορισμοί πληρότητας μπορεί να είναι:
 - **ολικοί (total)** : κάθε στιγμιότυπο πρέπει να ανήκει σε μια οντότητα σε χαμηλότερο επίπεδο
 - **μερικοί (partial)**: κάποια στιγμιότυπα μπορούν να μην ανήκουν σε κάποια από τις οντότητες σε χαμηλότερα επίπεδα
- Αν ισχύει ο ολικός περιορισμός πληρότητας, τότε όποτε εισάγεται ένα στιγμιότυπο ως μέλος μιας οντότητας, πρέπει να εισαχθεί και ως μέλος μιας οντότητας σε χαμηλότερο επίπεδο
- Η διαγραφή ενός στιγμιότυπου από μια οντότητα πρέπει να συνοδεύεται από τη διαγραφή του από όλες τις οντότητες χαμηλότερου επιπέδου στις οποίες ανήκει.

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

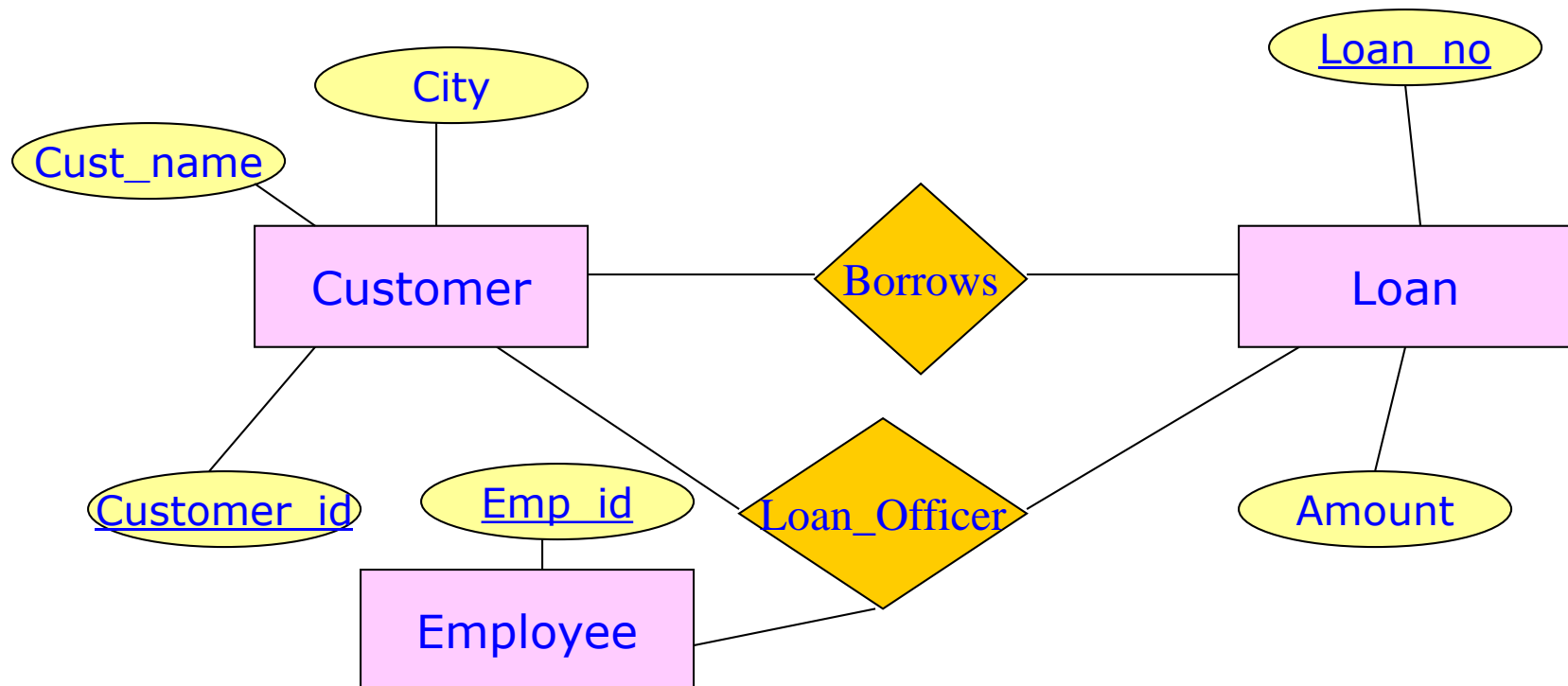
Συνάθροιση (Aggregation)

- Ένας από τους περιορισμούς του μοντέλου οντοτήτων-σχέσεων είναι ότι δεν είναι δυνατός ο ορισμός σχέσεων μεταξύ σχέσεων
- Τέτοιες σχέσεις είναι συχνά απαραίτητες.
- Για παράδειγμα:



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Υποθέστε ότι σε κάθε ζεύγος πελάτη-δανείου αντιστοιχίζεται ένας υπάλληλος ως υπεύθυνος. Πως θα αναπαρασταθεί αυτή η σχέση?
- Ένας τρόπος θα ήταν να εισαχθεί μια καινούργια σχέση μεταξύ πελατών και δανείων.



Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Μπορούν οι σχέσεις **Borrows** και **Loan_Officer** να συνδυαστούν σε μία σχέση?
 - Αν συνδυαστούν, αυτό σημαίνει ότι ένας υπάλληλος πρέπει να αντιστοιχηθεί σε κάθε ζεύγος πελάτη-δανείου.
 - Υπάρχει επίσης πλεονάζουσα πληροφορία: κάθε ζεύγος πελάτη-δανείου στη σχέση **Loan_Officer** ανήκει και στη σχέση **Borrows**.
 - Εναλλακτικά, μπορεί να εισαχθεί το γνώρισμα **loan_officer** στη σχέση **Borrows**.
 - Πως όμως θα βρούμε τα ζεύγη πελατών δανείων για τα οποία ένας υπάλληλος είναι υπεύθυνος?

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

- Το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί με τη χρήση του μηχανισμού της **συνάθροισης**, δηλαδή να θεωρήσουμε ότι η σχέση **Borrows** και οι σχετιζόμενες οντότητες αποτελούν μια οντότητα υψηλότερου επιπέδου.
- Μια τέτοια οντότητα συμπεριφέρεται όπως κάθε άλλη οντότητα. Ποιο θα είναι το αναγνωριστικό της?
 - Το αναγνωριστικό θα σχηματιστεί από τα αναγνωριστικά των οντοτήτων που συμμετέχουν στη σχέση **Borrows**
- **Συμβολισμός**: χρησιμοποιείται ένα παραλληλόγραμμο το οποίο περικλείει τις οντότητες και τη σχέση

Μοντέλο Οντοτήτων – Σχέσεων (Entity-Relationship Model)

