

2. Εννοιολογική Μοντελοποίηση Δεδομένων

Συγγραφέας: Ευαγγελία Πιτουρά

Σκοπός

Αρχικός σκοπός του κεφαλαίου είναι η κατανόηση της διαδικασίας του σχεδιασμού μιας βάσης δεδομένων και των βασικών βημάτων της. Στη συνέχεια, θα επικεντρωθούμε στον εννοιολογικό σχεδιασμό και το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (ΟΣ) που είναι το βασικό μοντέλο δεδομένων που χρησιμοποιείται στην εννοιολογική μοντελοποίηση. Σκοπός είναι η κατανόηση των βασικών αρχών της εννοιολογικής μοντελοποίησης καθώς και των δομικών στοιχείων του μοντέλου ΟΣ, ώστε η σωστή χρήση τους να οδηγήσει στον προσδιορισμό ενός κατάλληλου σχήματος για μια βάση δεδομένων.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Μετά τη μελέτη αυτού του κεφαλαίου θα μπορείτε:

- δοθείσας της περιγραφής των απαιτήσεων μιας βάσης δεδομένων, να σχεδιάσετε ένα κατάλληλο εννοιολογικό σχήμα με χρήση του μοντέλου ΟΣ,
- δοθέντος ενός εννοιολογικού σχήματος για μια βάση δεδομένων, να αναγνωρίζετε το είδος των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων καθώς και τους περιορισμούς που οι τιμές τους πρέπει να ικανοποιούν,
- να κρίνετε την καταλληλότητα και να εντοπίζετε πιθανά σχεδιαστικά προβλήματα κάποιου εννοιολογικού σχήματος.

Έννοιες Κλειδιά

- Εννοιολογική Μοντελοποίηση
- Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (ΟΣ)
- Οντότητα
- Συσχέτιση

- Γνώρισμα
- Περιορισμοί ακεραιότητας
- Κλειδί

Εισαγωγικές Παρατηρήσεις

Το πρώτο βήμα για τη δημιουργία ενός συστήματος βάσεων δεδομένων είναι η σχεδίαση του. Στο κεφάλαιο αυτό, αρχικά θα δούμε στην Ενότητα 2.1 αναλυτικά τα διάφορα στάδια του σχεδιασμού. Στη συνέχεια, θα επικεντρωθούμε στον εννοιολογικό σχεδιασμό και θα παρουσιάσουμε στην Ενότητα 2.2 τα βασικά δομικά στοιχεία του μοντέλου Οντοτήτων-Συσχετίσεων, που είναι το πιο γνωστό μοντέλο εννοιολογικού σχεδιασμού. Τέλος, στην Ενότητα 2.3, θα παρουσιάσουμε επεκτάσεις του μοντέλου.

2.1 Σχεδιασμός Βάσεων Δεδομένων

Η διαδικασία σχεδιασμού ενός συστήματος βάσεων δεδομένων ακολουθεί μια σειρά από βήματα.

Όπως για κάθε σύστημα λογισμικού, το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη ενός συστήματος βάσεων δεδομένων αναφέρεται στη *συλλογή και ανάλυση των απαιτήσεων (requirement collection and analysis)*. Κατά τη διάρκεια αυτού του βήματος, οι σχεδιαστές της βάσης δεδομένων συζητούν με τους χρήστες για να κατανοήσουν και να καταγράψουν τα είδη των δεδομένων το οποία πρόκειται να καταχωρηθούν στη βάση. Παράλληλα με τις απαιτήσεις σχετικά με τα δεδομένα, καταγράφονται και οι λειτουργικές απαιτήσεις, δηλαδή οι λειτουργίες και οι εφαρμογές που θα υποστηρίζει το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Το βήμα αυτό περιλαμβάνει συνεργασία με τους χρήστες και είναι δύσκολο να τυποποιηθεί. Διάφορα εργαλεία και τεχνικές έχουν προταθεί για αυτό το βήμα στη γενικότερη περιοχή της τεχνολογίας λογισμικού, τα οποία όμως είναι εκτός του αντικειμένου αυτού του βιβλίου.

Το επόμενο βήμα είναι ο *εννοιολογικός σχεδιασμός της βάσης δεδομένων (conceptual database design)* που αναφέρεται στη δημιουργία του εννοιολογικού σχήματος της βάσης δεδομένων χρησιμοποιώντας ένα υψηλού επιπέδου εννοιολογικό μοντέλο. Το εννοιολογικό σχήμα καθορίζει τις δομές που θα χρησιμοποιηθούν για να

καταχωρηθούν τα δεδομένα καθώς και τους περιορισμούς όπως αυτοί έχουν καθοριστεί από την περιγραφή του προβλήματος. Η περιγραφή των δομών και των περιορισμών γίνεται συνήθως χρησιμοποιώντας ως εννοιολογικό μοντέλο το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων, το οποίο θα περιγράψουμε αναλυτικά στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου. Στόχος του εννοιολογικού σχεδιασμού είναι να δημιουργηθεί μια περιγραφή που να είναι απλή ώστε να είναι κατανοητή από τους χρήστες αλλά να έχει ταυτόχρονα και την απαιτούμενη ακρίβεια ώστε να είναι δυνατή η άμεση μετατροπή της σε ένα μοντέλο υλοποίησης.

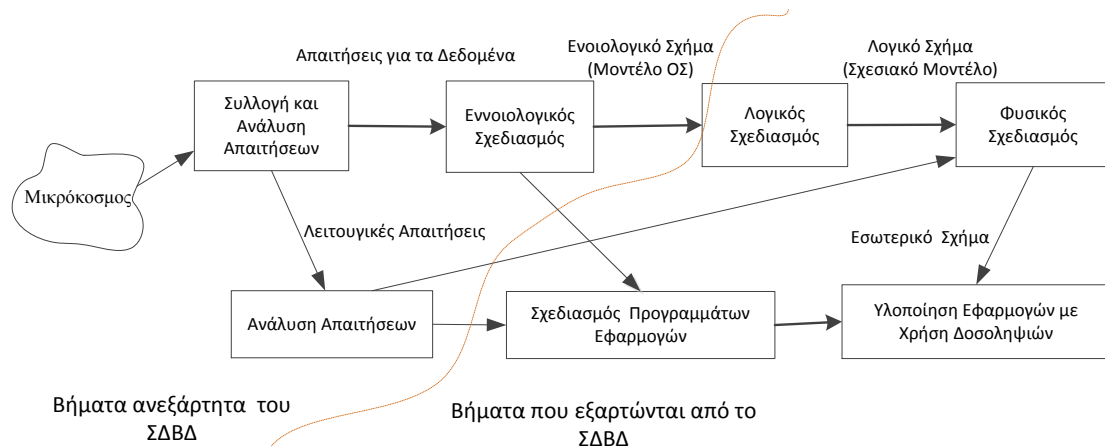
Στο επόμενο βήμα, αφού επιλεγεί το ΣΔΒΔ το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση της βάσης δεδομένων, το εννοιολογικό σχήμα μετασχηματίζεται από το υψηλού επιπέδου εννοιολογικό μοντέλο στο μοντέλο δεδομένων υλοποίησης που υποστηρίζει το ΣΔΒΔ. Το βήμα αυτό καλείται και *λογικός σχεδιασμός (logical design)* της βάσης δεδομένων. Θα εξετάσουμε ως μοντέλο υλοποίησης το σχεσιακό μοντέλο, το οποίο θα περιγράψουμε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3.

Ο μετασχηματισμός στο μοντέλο υλοποίησης, στην περίπτωση μας στο σχεσιακό μοντέλο, συχνά ακολουθείται από μια φάση *βελτιστοποίησης* του σχήματος. Ενώ ο σχεδιασμός εμπεριέχει αρκετά υποκειμενικά κριτήρια, η φάση της βελτιστοποίησης βασίζεται σε μια τυπική διαδικασία βασισμένη στη θεωρία της κανονικοποίησης. Τη θεωρία της κανονικοποίησης, θα τη μελετήσουμε στο Κεφάλαιο 4.

Το λογικό σχεδιασμό ακολουθεί το βήμα του *φυσικού σχεδιασμού (physical design)* κατά το οποίο προσδιορίζονται οι εσωτερικές δομές αποθήκευσης των δεδομένων, ορίζονται ευρετήρια και καθορίζεται η οργάνωση των αρχείων. Στόχος αυτού του βήματος είναι η καλύτερη απόδοση του συστήματος. Για το σκοπό αυτό, εξετάζονται οι απαιτήσεις από τη λειτουργία του συστήματος, όπως οι αναμενόμενες ερωτήσεις και τροποποιήσεις των δεδομένων, έτσι ώστε να γίνει πιο αποδοτική η προσπέλαση στα σχετικά δεδομένα. Τα περισσότερα σύγχρονα ΣΔΒΔ παρέχουν μόνο περιορισμένες δυνατότητες στο χρήστη τους όσον αφορά το φυσικό σχεδιασμό που συνήθως περιορίζονται στη δυνατότητα χρήσης προκαθορισμένων ευρετηρίων.

Τέλος, η υλοποίηση ενός συστήματος βάσεων δεδομένων πέρα από την υλοποίηση του σχήματος περιλαμβάνει και την ανάπτυξη προγραμμάτων εφαρμογών για την επεξεργασία των δεδομένων.

Η Εικόνα 2.1 παρουσιάζει συνοπτικά τα βήματα σχεδιασμού μιας βάσης δεδομένων.



Εικόνα 2.1 Τα βήματα σχεδιασμού μιας βάσης δεδομένων

2.2 Το Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων

2.2.1 Βασικές Έννοιες

Το μοντέλο *Οντοτήτων-Συσχετίσεων ΟΣ (Entity-Relationship ER Model)* είναι ένα εννοιολογικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για την περιγραφή του σχήματος μιας βάσης δεδομένων. Τα δύο βασικά δομικά στοιχεία του μοντέλου ΟΣ είναι οι *οντότητες (entities)* και οι *συσχετίσεις (relationships)*. Οι οντότητες μοντελοποιούν αντικείμενα, πρόσωπα ή έννοιες του φυσικού κόσμου, ενώ οι συσχετίσεις μοντελοποιούν σχέσεις μεταξύ οντοτήτων. Τόσο οι οντότητες όσο και οι συσχετίσεις έχουν *γνωρίσματα ή χαρακτηριστικά (attributes)* που τις περιγράφουν. Τα γνωρίσματα αφορούν στην πληροφορία που θέλουμε να διατηρήσουμε για κάθε μία από τις οντότητες ή τις συσχετίσεις.

Κατά το σχεδιασμό, ορίζουμε τους τύπους οντοτήτων και του τύπους συσχετίσεων που αποτελούν το σχήμα της βάσης δεδομένων. Ένας *τύπος οντοτήτων (entity type)* ορίζει ένα σύνολο οντοτήτων που έχουν τα ίδια γνωρίσματα και περιγράφεται από ένα όνομα και από ένα σύνολο γνωρισμάτων. Όμοια, ένας *τύπος συσχέτισης (relationship type)* περιγράφει ένα σύνολο συσχετίσεων ανάμεσα σε τύπους οντοτήτων και περιγράφεται επίσης από ένα όνομα, τους σχετιζόμενους τύπους οντοτήτων και τα πιθανά γνωρίσματα.

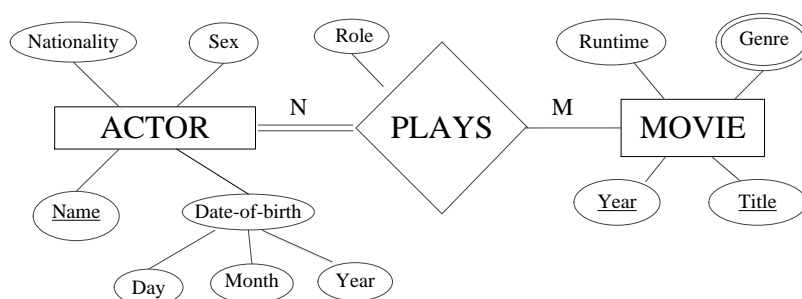
Το μοντέλο ΟΣ είναι ένα γραφικό μοντέλο και το σχήμα μιας βάσης δεδομένων με χρήση του μοντέλου ΟΣ καλείται και *διάγραμμα ΟΣ (ER diagram)*. Στο διάγραμμα

ΟΣ, οι τύποι οντοτήτων σχεδιάζονται ως ορθογώνια παραλληλόγραμμα, οι τύποι συσχετίσεων ως ρόμβοι και τα γνωρίσματα ως ελλείψεις.

Ας δούμε ένα απλό παράδειγμα, Θεωρείστε ότι θέλουμε να σχεδιάσουμε μια βάση δεδομένων με πληροφορίες για κινηματογραφικές ταινίες. Οι απαιτήσεις για τα δεδομένα αναφέρουν ότι στη βάση δεδομένων θα αποθηκεύσουμε πληροφορίες για ηθοποιούς και ταινίες καθώς και για το ποιος ηθοποιός παίζει σε μια ταινία. Συγκεκριμένα, για μια ταινία θέλουμε να έχουμε πληροφορία για τον τίτλο (Title), το έτος παραγωγής (Year), τη διάρκεια (Runtime) και το είδος (Genre) της. Αντίστοιχα, για έναν ηθοποιό διατηρούμε το όνομα (Name), την εθνικότητα (Nationality), την ημερομηνία γέννησης (Date-of-birth) και το φύλο (Sex) του. Τέλος, θέλουμε να ξέρουμε το ρόλο (Role) που παίζει κάθε ηθοποιός σε μια ταινία.

Σημειώνουμε εδώ, ότι στα σχεδιαστικά παραδείγματα αυτού του βιβλίου, θα χρησιμοποιούμε κυρίως αγγλικούς όρους, με στόχο την άμεση υλοποίηση του σχεδιασμού σε ένα πραγματικά ΣΔΒΔ.

Ας ξεκινήσουμε, καθορίζοντας κατάλληλους τύπους οντοτήτων και συσχετίσεων. Επειδή, οι ταινίες και οι ηθοποιοί αφορούν πρόσωπα του φυσικού κόσμου μοντελοποιούνται χρησιμοποιώντας τις οντότητες ACTOR και MOVIE. Το γεγονός ότι ένας ηθοποιός παίζει σε μια ταινία αναφέρεται σε μια σχέση ανάμεσα στις ταινίες και τους ηθοποιούς και αναπαρίσταται ως μια συσχέτιση PLAYS ανάμεσα στις οντότητες ACTOR και MOVIE. Γενικά, ένας απλός εμπειρικός κανόνας είναι ότι οι οντότητες μοντελοποιούν τα ουσιαστικά στην περιγραφή της βάσης δεδομένων σε φυσική γλώσσα, ενώ οι συσχετίσεις τα ρήματα. Τώρα, όσον αφορά την πληροφορία που θέλουμε να αποθηκεύσουμε για κάθε οντότητα και συσχέτιση, αυτή όπως αναφέραμε μοντελοποιείται με αντίστοιχα γνωρίσματα.



Εικόνα 2.2 Το διάγραμμα ΟΣ για τη βάση δεδομένων για τις κινηματογραφικές ταινίες

Στην Εικόνα 2.2, μπορείτε να δείτε το σχετικό διάγραμμα ΟΣ. Μπορείτε ήδη να κατανοήσετε το μεγαλύτερο μέρος του. Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου, θα δούμε αναλυτικά και τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του μοντέλου.

Τέλος, σε αυτό το σημείο, ας θυμηθούμε τη βασική διάκριση μεταξύ σχήματος ή πρόθεσης και στιγμιότυπου ή ανάπτυξης μιας βάσης δεδομένων που μελετήσαμε στο Κεφάλαιο 1. Κατά τον εννοιολογικό σχεδιασμό, προσδιορίζουμε το σχήμα μιας βάσης δεδομένων, δηλαδή ορίζουμε τους τύπους οντοτήτων και τους τύπους συσχετίσεων. Σε κάθε χρονική στιγμή, ένα *στιγμιότυπο* της βάσης δεδομένων αποτελείται από σύνολα από οντότητες και συσχετίσεις των τύπων που έχουμε ορίσει. Το στιγμιότυπο μεταβάλλεται στο χρόνο, καθώς νέες οντότητες (στο παράδειγμα μας, ηθοποιοί και ταινίες) ή νέες συσχετίσεις (στο παράδειγμα μας, εμφανίσεις ηθοποιών σε ταινίες) εισάγονται στη βάση δεδομένων και οντότητες ή συσχετίσεις που υπάρχουν στη βάση δεδομένων διαγράφονται ή τροποποιούνται. Αντίθετα, το σχήμα μιας βάσης δεδομένων τροποποιείται σπάνια, γιατί αυτό συνεπάγεται σημαντικές αλλαγές στα αποθηκευμένα δεδομένα και στα προγράμματα εφαρμογών.

Στα επόμενα, θα χρησιμοποιούμε όταν δεν προκαλείται σύγχυση, το ίδιο όνομα, και για τον τύπο και για το σύνολο, π.χ., ο όρος ACTOR θα χρησιμοποιείται και για τον τύπο οντότητας ACTOR και για την οντότητα ACTOR.

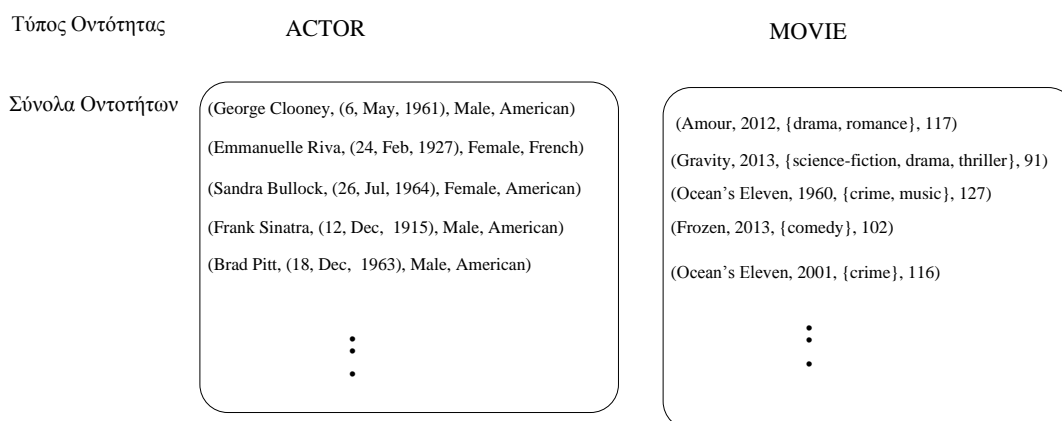
2.2.2 Είδη Γνωρισμάτων, Πεδία Τιμών και η Τιμή null

Όπως είπαμε, μια οντότητα ή συσχέτιση περιγράφεται από τα γνωρίσματά της. Κάθε γνώρισμα παίρνει τιμές από ένα *σύνολο τιμών* (*value set*) ή *πεδίο ορισμού* (*domain*) που προσδιορίζει τις δυνατές τιμές που μπορεί να πάρει το γνώρισμα για μια οντότητα ή συσχέτιση. Για παράδειγμα, ένα πιθανό πεδίο τιμών για το γνώρισμα Sex της οντότητας ACTOR είναι το σύνολο {Male, Female}, ενώ ένα πιθανό πεδίο τιμών για το γνώρισμα Genre μιας ταινίας είναι το σύνολο {comedy, drama, music, action, science-fiction, romance, thriller, mystery, crime}. Τα πεδία τιμών μπορεί να είναι και μη πεπερασμένα (π.χ., το σύνολο των φυσικών αριθμών).

Κάθε οντότητα παίρνει μια τιμή για καθένα από τα γνωρίσματά της. Για παράδειγμα, μια πιθανή οντότητα του τύπου οντοτήτων ACTOR είναι ο ηθοποιός με τιμή George Clooney στο γνώρισμα Name, τιμή 6 May 1961 στο γνώρισμα Day-of-birth, τιμή Male στο γνώρισμα Sex, και τιμή American στο γνώρισμα Nationality.

Στην Εικόνα 2.3, βλέπουμε παραδείγματα οντοτήτων των τύπων οντοτήτων ACTOR και MOVIE.

Τα περισσότερα γνωρίσματα είναι *μονότιμα* (*single-valued*), δηλαδή παίρνουν μόνο μια τιμή από το πεδίο τιμών τους για κάθε μια οντότητα. Όμως, σε ορισμένες περιπτώσεις, ένα γνώρισμα μπορεί να παίρνει παραπάνω από μια τιμή από το πεδίο ορισμού του για την ίδια οντότητα. Τα γνωρίσματα αυτά ονομάζονται *πλειότιμα* (*multi-valued*) και συμβολίζονται με διπλή έλλειψη στο διάγραμμα ΟΣ. Στο παράδειγμα της Εικόνας 2.2, μονότιμα είναι όλα τα γνωρίσματα της οντότητας ACTOR και όλα τα γνωρίσματα της οντότητας MOVIE εκτός από το γνώρισμα Genre που έχει οριστεί ως πλειότιμο. Το γεγονός ότι το γνώρισμα Genre της οντότητας MOVIE έχει οριστεί ως πλειότιμο σημαίνει ότι το γνώρισμα Genre μπορεί να παίρνει παραπάνω από μία τιμή για την ίδια ταινία, για παράδειγμα τις τιμές comedy και romance, αν η ταινία είναι μια ρομαντική κωμωδία.



Εικόνα 2.3 Παράδειγμα οντοτήτων για τους τύπους οντότητας ACTOR και MOVIE. Κάθε στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων για τις ταινίες αποτελείται από ένα σύνολο οντοτήτων αυτών των τύπων. Για μια οντότητα, οι τιμές των πλειότιμων γνωρισμάτων της έχουν εγκλειστεί σε αγκύλες και τα τμήματα των σύνθετων γνωρισμάτων σε παρενθέσεις.

Τα *απλά* (*simple*) ή *ατομικά* (*atomic*) γνωρίσματα είναι γνωρίσματα που δεν μπορούν να διαιρεθούν περαιτέρω. Τα *σύνθετα* (*composite*) γνωρίσματα αποτελούνται από μικρότερα τμήματα που το καθένα τους είναι ένα απλό ή σύνθετο γνώρισμα. Για παράδειγμα, η ημερομηνία γέννησης (Date-of-birth) ενός ηθοποιού έχει μοντελοποιηθεί ως ένα σύνθετο γνώρισμα το οποίο αποτελείται από τα απλά γνωρίσματα, Day, Month και Year (Εικόνα 2.2). Ένα σύνθετο γνώρισμα παίρνει μια τιμή για κάθε ένα από τα γνωρίσματα από τα οποία αποτελείται. Χρησιμοποιούμε

σύνθετα γνωρίσματα όταν θέλουμε σε κάποιες περιπτώσεις να αναφερθούμε σε αυτά συνολικά, ενώ σε άλλες περιπτώσεις θέλουμε να αναφερθούμε ειδικά σε κάποιο από τα επιμέρους τμήματά τους. Για παράδειγμα, το γεγονός ότι η ημερομηνία γέννησης έχει οριστεί ως σύνθετο γνώρισμα, μας επιτρέπει να τη χρησιμοποιήσουμε ως ημερομηνία συνολικά, αλλά και να αναφερθούμε ειδικά στην ημέρα, το μήνα ή το έτος γέννησης από τα οποία αποτελείται.

Σε κάποιες περιπτώσεις, οι τιμές κάποιων γνωρισμάτων μπορεί να υπολογιστούν από τις τιμές άλλων γνωρισμάτων. Για παράδειγμα, ένα πιθανό γνώρισμα Age για την ηλικία ενός ηθοποιού θα μπορούσε να υπολογιστεί από το γνώρισμα Date-of-birth και την τρέχουσα ημερομηνία. Τα γνωρίσματα, όπως το Age, των οποίων η τιμή μπορεί να υπολογιστεί από άλλα γνωρίσματα ονομάζονται *παραγόμενα (derived)* για να διακρίνονται από τα άλλα γνωρίσματα που καλούνται και *αποθηκευμένα (stored)*. Παραγόμενα θεωρούνται επίσης τα γνωρίσματα των οποίων οι τιμές μπορεί να υπολογιστούν από σχετιζόμενες οντότητες ή συσχετίσεις, όπως, για παράδειγμα, ένα πιθανό γνώρισμα Number-of-actors για μια ταινία. Στο διάγραμμα ΟΣ, η έλλειψη για τα παραγόμενα γνωρίσματα σχεδιάζεται με διακεκομμένη γραμμή. Στο παράδειγμα της Εικόνας 2.2, έχουμε μόνο αποθηκευμένα γνωρίσματα.

Τέλος, σε ορισμένες περιπτώσεις, ανατίθεται στο γνώρισμα μιας συγκεκριμένης οντότητας μια ειδική τιμή που καλείται *null*. Η ανάθεση της τιμής null σε κάποιο γνώρισμα μιας οντότητας μπορεί να σημαίνει ότι για τη συγκεκριμένη οντότητα είτε δεν υπάρχει δυνατή τιμή για αυτό το γνώρισμα είτε ότι η τιμή του γνωρίσματος δεν είναι γνωστή. Ως παράδειγμα για την πρώτη περίπτωση, θεωρείστε ένα γνώρισμα που αφορά την ημερομηνία απόλυσης από το στρατό για μια γυναίκα υπάλληλο. Στη δεύτερη περίπτωση, μπορεί είτε να υπάρχει τιμή αλλά αυτή δεν είναι γνωστή (για παράδειγμα, μια τιμή null στο γνώρισμα ημερομηνία γέννησης κάποιου ηθοποιού), είτε είναι πιθανό και να μην υπάρχει (για παράδειγμα, μια τιμή null στο γνώρισμα τηλέφωνο-κατοικίας μπορεί να σημαίνει ότι δεν υπάρχει τηλέφωνο ή υπάρχει και απλώς δεν γνωρίζουμε τον αριθμό του).

2.2.3 Περιορισμός Κλειδιού

Κατά το σχεδιασμό του σχήματος μια βάσης δεδομένων, εκτός από τη δομή της, ορίζονται και *περιορισμοί ακεραιότητας (integrity constraints)* που αφορούν συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται από μία βάση δεδομένων με βάση τον μικρόκοσμο που

αυτή μοντελοποιεί. Οι περιορισμοί ακεραιότητας ορίζονται στο σχήμα της βάσης δεδομένων και πρέπει να ικανοποιούνται από όλα τα στιγμιότυπα της για να είναι αυτά αποδεκτά (*valid*). Ένας βασικός περιορισμός ακεραιότητας είναι ο *περιορισμός κλειδιού* (*key*) ή *μοναδικότητας* (*uniqueness*). Ας τον δούμε αναλυτικά.

Υπερκλειδί (*super-key*) για έναν τύπο οντοτήτων είναι ένα υποσύνολο των γνωρισμάτων του των οποίων οι τιμές προσδιορίζουν μοναδικά τις οντότητες του. Αυτό σημαίνει ότι σε οποιοδήποτε αποδεκτό στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων, δε μπορεί να υπάρχουν δυο οντότητες με την ίδια τιμή σε όλα τα γνωρίσματα που ανήκουν στο υπερκλειδί. Μελετώντας προσεκτικά τον ορισμό του υπερκλειδιού, βλέπουμε ότι κάθε υπερσύνολο ενός υπερκλειδιού είναι επίσης υπερκλειδί. Ονομάζουμε *υποψήφιο κλειδί* (*candidate key*) ή απλώς *κλειδί* το ελάχιστο υπερκλειδί, δηλαδή το υπερκλειδί που αν αφαιρέσουμε οποιοδήποτε από τα γνωρίσματα του παύει να είναι υπερκλειδί.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, κάποιοι τύποι οντοτήτων μπορεί να έχουν παραπάνω από ένα υποψήφια κλειδιά, δηλαδή να υπάρχουν διαφορετικά σύνολα γνωρισμάτων που να χαρακτηρίζουν μοναδικά τις οντότητες. Για παράδειγμα, σε μια βάση δεδομένων για πανεπιστήμια, μια οντότητα φοιτητής μπορεί να χαρακτηρίζεται μοναδικά και από ένα γνώρισμα Αριθμός-ταυτότητας αλλά και από ένα γνώρισμα Αριθμός-μητρώου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, κάποιο από τα υποψήφια κλειδιά επιλέγεται ως *πρωτεύον* (*primary*) κλειδί για τον τύπο οντοτήτων. Τα γνωρίσματα ενός υποψήφιου κλειδιού δεν μπορούν να πάρουν την τιμή null.

Στο διάγραμμα ΟΣ, τα γνωρίσματα του πρωτεύοντος κλειδιού εμφανίζονται υπογραμμισμένα. Για παράδειγμα, για τη βάση δεδομένων για τις ταινίες (Εικόνα 2.2), πρωτεύον κλειδί για τον τύπο οντοτήτων ACTOR είναι το {Name} και για τον τύπο οντοτήτων MOVIE το {Title, Year}. Δεν υπάρχουν άλλα υποψήφια κλειδιά. Το γεγονός ότι το {Name} είναι κλειδί για το ACTOR σημαίνει ότι δεν μπορεί να υπάρχουν στη βάση δεδομένων δύο ηθοποιοί με το ίδιο όνομα. Παρατηρείστε ότι το κλειδί για την οντότητα MOVIE έχει παραπάνω από ένα γνώρισμα. Τέτοια κλειδιά ονομάζονται *σύνθετα*. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχουν ταινίες με τον ίδιο τίτλο καθώς και ταινίες που έχουν γυριστεί το ίδιο έτος, αλλά δεν μπορεί να υπάρχουν δύο ταινίες με τον ίδιο τίτλο και το ίδιο έτος. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 2.3, υπάρχουν δύο ταινίες με τον ίδιο τίτλο (Oceans's Eleven) αλλά αυτές έχουν γυριστεί διαφορετική χρονιά (το 1960 και το 2001).

Άσκηση Αυτοαξιολόγησης 2.1: Περιορισμός Κλειδιού

(α) Εντοπίστε δυο οντότητες από το στιγμιότυπο της Εικόνας 2.3 από τις οποίες μπορεί να συμπεράνουμε ότι το γνώρισμα Year δεν αποτελεί κλειδί για το MOVIE.

(β) Δώστε ένα παράδειγμα μια οντότητας τύπου ACTOR και ένα παράδειγμα μιας οντότητας τύπου MOVIE που η εισαγωγή τους στο στιγμιότυπο της Εικόνας 2.3 θα οδηγούσε σε παραβίαση του περιορισμού κλειδιού για τους αντίστοιχους τύπους οντοτήτων.

2.2.4 Τύποι και Σύνολα Συσχετίσεων

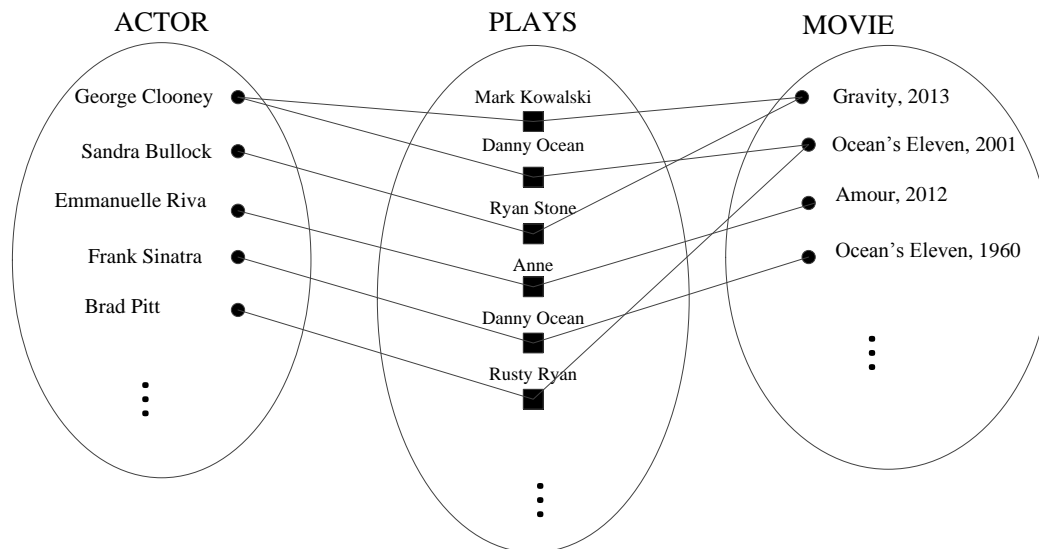
Οι σχέσεις ανάμεσα σε οντότητες μοντελοποιούνται μέσω συσχετίσεων. Ένας τύπος συσχέτισης R μεταξύ n τύπων οντοτήτων E_1, E_2, \dots, E_n ορίζει ένα σύνολο από συσχετίσεις ανάμεσα στις οντότητες αυτών των τύπων. Το n ονομάζεται *βαθμός* της συσχέτισης. Για παράδειγμα, η συσχέτιση PLAYS της Εικόνας 2.2 είναι μια συσχέτιση βαθμού δύο που συνδέει οντότητες του τύπου ACTOR με οντότητες του τύπου MOVIE. Οι τύποι συσχετίσεων βαθμού δύο ονομάζονται *δυναδικοί*, ενώ οι τύποι βαθμού τρία *τριαδικοί*.

Ένα σύνολο συσχετίσεων R αποτελείται από στιγμιότυπα συσχετίσεων όπου κάθε *στιγμιότυπο συσχέτισης* r είναι μια n -τιμή ή *πλειάδα*, $r = (e_1, e_2, \dots, e_n)$, όπου $e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n$. Για παράδειγμα, ένα στιγμιότυπο συσχέτισης της PLAYS είναι η δυνάδα ((George Clooney, (6, May, 1961), Male, American), (Gravity, 2013, {science-fiction, drama, thriller}, 91)) που εκφράζει το γεγονός ότι ο ηθοποιός George Clooney παίζει στην ταινία Gravity του 2013. Για κάθε έναν από τους τύπους οντοτήτων E_1, E_2, \dots, E_n λέμε ότι *συμμετέχει* στη συσχέτιση τύπου R και για κάθε μία από τις οντότητες e_1, e_2, \dots, e_n ότι *συμμετέχει* στο στιγμιότυπο συσχέτισης r . Μαθηματικά, ένας τύπος συσχέτισης R ορίζει ένα υποσύνολο του καρτεσιανού γινομένου $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$.

Ένας τύπος συσχέτισης μπορεί να έχει *γνωρίσματα*, όπως για παράδειγμα το γνώρισμα Role της συσχέτισης PLAYS που περιγράφει το ρόλο ενός ηθοποιού στην ταινία. Το γνώρισμα μια συσχέτισης χρησιμοποιείται για να καταγράψει πληροφορία που αφορά τη συσχέτιση και όχι τις οντότητες που συμμετέχουν σε αυτή.

Ένα στιγμιότυπο ενός συνόλου συσχετίσεων είναι το σύνολο των στιγμιότυπων συσχέτισης που είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων κάποια δεδομένη χρονική στιγμή. Στην Εικόνα 2.4, μπορείτε να δείτε ένα στιγμιότυπο του συνόλου συσχετίσεων PLAYS. Για απλότητα, για μια οντότητα που συμμετέχει σε ένα

στιγμιότυπο συσχέτισης παρουσιάζονται μόνο οι τιμές στα γνωρίσματα του κλειδιού της. Επίσης, για κάθε στιγμιότυπο της συσχέτισης PLAYS σημειώνεται και η τιμή του γνωρίσματός της.



Εικόνα 2.4 Παράδειγμα ενός στιγμιότυπου συνόλου συσχετίσεων για τον τύπο συσχέτισης PLAYS μεταξύ των ACTOR και MOVIE

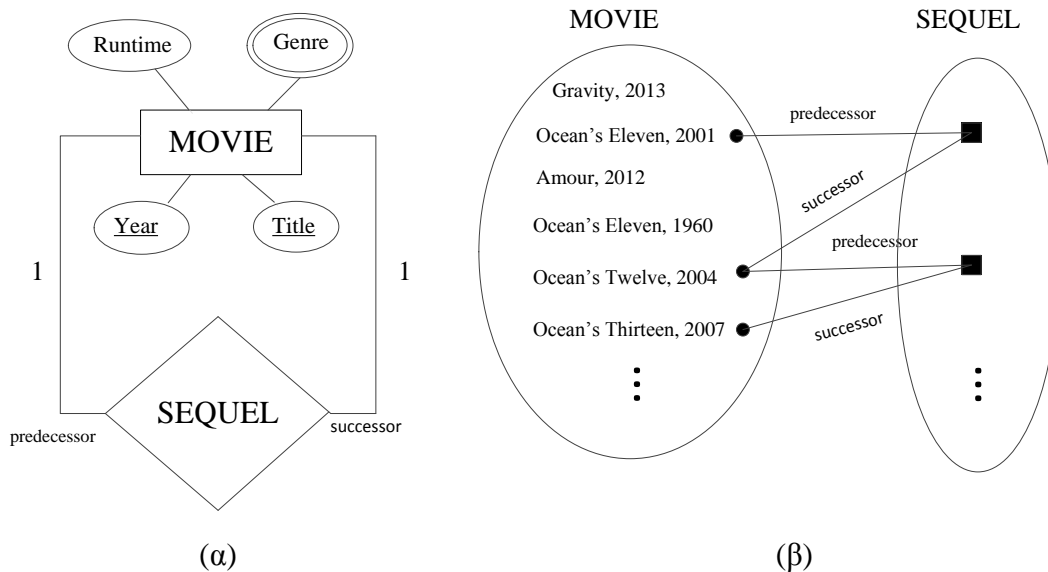
Ο ίδιος τύπος οντοτήτων μπορεί να συμμετάσχει σε ένα τύπο συσχετίσεων περισσότερες από μία φορές με *διαφορετικούς ρόλους*. Αυτοί οι τύποι συσχετίσεων καλούνται *αναδρομικοί (recursive)*. Ένα παράδειγμα αναδρομικού τύπου συσχέτισης μπορείτε να δείτε στην Εικόνα 2.5. Ο τύπος συσχέτισης SEQUEL σχετίζει την αρχική ταινία με τη συνέχειά της. Ο τύπος οντοτήτων MOVIE συμμετέχει δύο φορές στη συσχέτιση SEQUEL, μία φορά με το ρόλο της αρχικής ταινίας (predecessor) και μια φορά με το ρόλο της επόμενης ταινίας (successor).

2.2.5 Περιορισμοί στους Τύπους Συσχετίσεων

Κατά τον σχεδιασμό του σχήματος, μαζί με τους τύπους συσχετίσεων προσδιορίζονται και περιορισμοί ακεραιότητας που αφορούν στους πιθανούς συνδυασμούς οντοτήτων που μπορούν να συμμετέχουν στα στιγμιότυπα συσχετίσεων. Οι περιορισμοί πρέπει να διατυπώνονται ώστε να εκφράζουν κατάλληλα τις συνθήκες του μικρόκοσμου που μοντελοποιεί η συσχέτιση.

Οι περιορισμοί πληθικότητας (*cardinality constraints*) καθορίζουν το μέγιστο αριθμό των στιγμιότυπων μιας συσχέτισης στο οποίο μπορεί να συμμετέχει μία συγκεκριμένη οντότητα. Για δυαδικούς τύπους συσχετίσεων, αυτός ο περιορισμός εκφράζεται με το λόγο πληθικότητας (*cardinality ratio*) που συνήθως καθορίζεται ως ένα-προς-ένα (1:1), ένα-προς-πολλά (1:N), πολλά-προς-ένα (N:1) ή πολλά-προς-πολλά (N:M).

Σε μια συσχέτιση ένα-προς-ένα από ένα τύπο οντοτήτων E1 σε ένα τύπο οντοτήτων E2, μία οντότητα της E1 σχετίζεται με το πολύ μια οντότητα της E2 και το αντίστροφο. Για παράδειγμα, αν ο τύπος συσχέτισης PLAYS της Εικόνας 2.2 οριστεί ως ένα-προς-ένα, αυτό σημαίνει ότι στο συγκεκριμένο μικρόκοσμο που μοντελοποιεί η PLAYS, ένας ηθοποιός μπορεί να παίζει το πολύ σε μια ταινία και μια ταινία να έχει το πολύ έναν ηθοποιό. Σε μια συσχέτιση ένα-προς-πολλά από ένα τύπο οντοτήτων E1 σε ένα τύπο οντοτήτων E2, μία οντότητα της E1 μπορεί να συσχετίζεται με πολλές οντότητες της E2, αλλά μια οντότητα της E2 σχετίζεται με το πολύ μια οντότητα της E1. Για παράδειγμα, αν ο τύπος συσχέτισης PLAYS από ACTOR σε MOVIE οριστεί ως ένα-προς-πολλά, αυτό σημαίνει ότι ένας ηθοποιός μπορεί να παίζει σε πολλές ταινίες αλλά κάθε ταινία έχει το πολύ έναν ηθοποιό. Το αντίστροφο ισχύει αν η συσχέτιση είναι πολλά-προς-ένα. Τέλος, σε μια συσχέτιση πολλά-προς-πολλά από ένα τύπο οντοτήτων E1 σε ένα τύπο οντοτήτων E2, μία οντότητα της E1 μπορεί να συσχετίζεται με πολλές οντότητες της E2 και το αντίστροφο. Για παράδειγμα, αν ο τύπος συσχέτισης PLAYS από ACTOR σε MOVIE οριστεί ως πολλά-προς-πολλά, αυτό σημαίνει ότι ένας ηθοποιός μπορεί να παίζει σε πολλές ταινίες και κάθε ταινία να έχει πολλούς ηθοποιούς.



Εικόνα 2.5 Παράδειγμα μιας αναδρομικής συσχέτισης: (α) το σχήμα και (β) ένα στιγμιότυπο συνόλου συσχετίσεων για τον τύπο συσχέτισης SEQUEL

Στο διάγραμμα ΟΣ, οι λόγοι πληθικότητας εμφανίζονται με χρήση των συμβόλων 1, Μ και Ν. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 2.2, η PLAYS έχει οριστεί ως πολλά-προς-πολλά, γιατί αυτό μοντελοποιεί το μικρόκοσμο με τις κινηματογραφικές ταινίες πιστότερα, αφού επιτρέπει σε μια ταινία να έχει πολλούς ηθοποιούς και σε έναν ηθοποιό να παίζει σε πολλές ταινίες. Στην Εικόνα 2.5, η συσχέτιση SEQUEL έχει οριστεί ως ένα-προς-ένα, που σημαίνει ότι μια ταινία μπορεί να έχει μόνο μια προηγούμενη ταινία και κάθε ταινία μπορεί να έχει μόνο μία επόμενη.

Ένας ακόμα σχεδιαστικό ερώτημα είναι αν μπορούν να υπάρχουν ταινίες στις οποίες δεν εμφανίζεται κανένας ηθοποιός και αντίστοιχα αν μπορούν να υπάρχουν ηθοποιοί που δεν εμφανίζονται σε καμία ταινία. Αυτό καθορίζεται από τους *περιορισμούς συμμετοχής (participation constraints)* που ορίζουν αν η ύπαρξη μιας οντότητας εξαρτάται ή όχι από το αν αυτή σχετίζεται με μια άλλη οντότητα μέσω του τύπου της συσχέτισης. Η συμμετοχή ενός τύπου οντοτήτων σε ένα τύπο συσχέτισης ονομάζεται *ολική (total)* όταν κάθε οντότητα από το σύνολο των οντοτήτων συμμετέχει σε ένα τουλάχιστον στιγμιότυπο της συσχέτισης. Οι συμμετοχές που δεν είναι ολικές καλούνται και *μερικές (partial)*, ενώ η ολική συμμετοχή λέγεται και *εξάρτηση ύπαρξης (existence dependency)*.

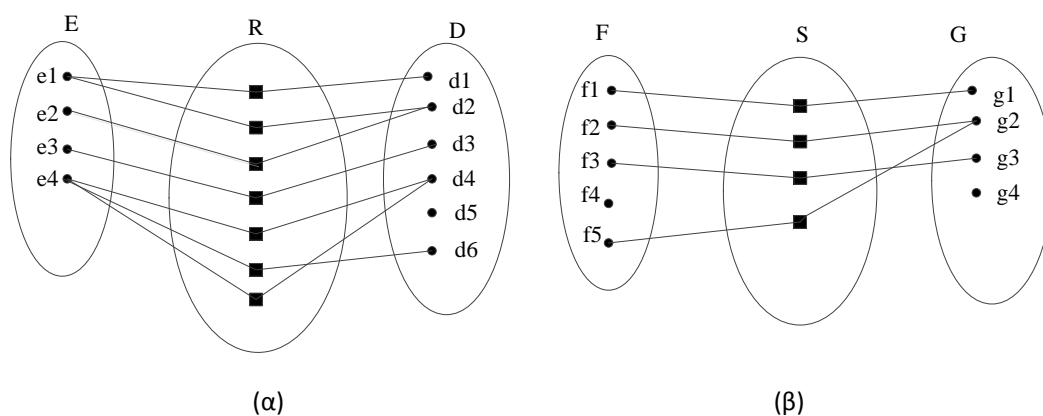
Το γεγονός ότι η συμμετοχή ενός τύπου οντοτήτων σε ένα τύπο συσχέτισης είναι ολική αναπαρίσταται στο διάγραμμα ΟΣ με χρήση διπλής γραμμής ανάμεσα στους

δύο τύπους. Για παράδειγμα, στο διάγραμμα ΟΣ της Εικόνας 2.2, θεωρήσαμε ότι η συμμετοχή του τύπου ACTOR στην PLAYS είναι ολική, δηλαδή, κάθε ηθοποιός παίζει σε τουλάχιστον μία ταινία, δηλαδή εμφανίζεται σε τουλάχιστον ένα στιγμιότυπο της συσχέτισης PLAYS. Η συμμετοχή του τύπου MOVIE είναι μερική, που σημαίνει ότι μια ταινία μπορεί να υπάρχει χωρίς απαραίτητα να συμμετέχει σε κάποιο στιγμιότυπο της συσχέτισης PLAYS, δηλαδή, χωρίς ηθοποιούς (π.χ., κάποιο ντοκιμαντέρ). Στην Εικόνα 2.5, η συμμετοχή της ταινίας με ρόλο predecessor έχει οριστεί ως μερική που σημαίνει ότι κάποιες ταινίες μπορεί να μην είναι συνέχεια κάποιας άλλης ταινίας. Αντίστοιχα, ο προσδιορισμός της συμμετοχής της ταινίας με ρόλο successor ως μερική σημαίνει ότι κάποιες ταινίες μπορεί να μην έχουν άλλες ταινίες ως συνέχεια.

Οι περιορισμοί πληθικότητας και συμμετοχής ονομάζονται και *δομικοί περιορισμοί (structural constraints)*.

Άσκηση Αυτοαξιολόγησης 2.2: Δομικοί Περιορισμοί

Στην Εικόνα 2.6(α) και 2.6(β) βλέπετε ένα στιγμιότυπο ενός συνόλου συσχετίσεων R ανάμεσα στους τύπους οντοτήτων E και D και ενός συνόλου συσχετίσεων S ανάμεσα στους τύπους οντοτήτων F και G, αντίστοιχα. Τι μπορείτε να πείτε για τους δομικούς περιορισμούς που ισχύουν για την R και την S;



Εικόνα 2.6 Στιγμιότυπα συνόλου συσχετίσεων για την Άσκηση Αυτοαξιολόγησης 2.2

Άσκηση Αυτοαξιολόγησης 2.3: Σχεδιασμός με Χρήση Μοντέλου ΟΣ

Προτείνετε μια τροποποίηση του μοντέλου ΟΣ της Εικόνας 2.2, για την περίπτωση που ένας ηθοποιός μπορεί να παίζει πολλούς ρόλους στην ίδια ταινία.

Άσκηση Αυτοαξιολόγησης 2.4: Περιορισμοί Ακεραιότητας

Έστω ένας τύπος συσχέτισης R μεταξύ δύο τύπων οντοτήτων E1 και E2.

(α) Υποθέστε ότι σε κάποιο αποδεκτό στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων, ένα σύνολο της R έχει 4 στιγμιότυπα συσχετίσεων. Ποιος είναι ο μικρότερος και ποιος ο μεγαλύτερος αριθμός οντοτήτων που μπορεί να έχει σε αυτό το στιγμιότυπο η E1 και η E2 σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις;

- (i) Η συσχέτιση είναι 1-1 και η συμμετοχή των E1 και E2 ολική.
- (ii) Η συσχέτιση είναι 1-1, η συμμετοχή της E1 ολική και της E2 μερική.
- (iii) Η συσχέτιση είναι 1-N από την E1 στην E2 και η συμμετοχή των E1 και E2 ολική.
- (iv) Η συσχέτιση είναι N-M και η συμμετοχή των E1 και E2 ολική.

(β) Υποθέστε τώρα ότι σε κάποιο αποδεκτό στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων, η E1 έχει 2 οντότητες και η E2 έχει 5 οντότητες. Ποιος είναι ο μικρότερος και ποιος ο μεγαλύτερος αριθμός στιγμιότυπων συσχετίσεων που μπορεί να έχει ένα σύνολο της R σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις;

- (i) Η συμμετοχή της E1 είναι ολική, της E2 μερική και η συσχέτιση N-M.
- (ii) Η συμμετοχή της E1 είναι ολική, της E2 μερική και η συσχέτιση N-1 από την E1 στην E2.

Δραστηριότητα 2.1: Σχεδιασμός με Χρήση του Μοντέλου ΟΣ

Θέλουμε να κατασκευάσουμε μια βάση δεδομένων με πληροφορίες για τις αξιολογήσεις εστιατορίων από χρήστες. Συγκεκριμένα:

- Κάθε χρήστης έχει ένα μοναδικό ID, ένα όνομα και μια ηλεκτρονική διεύθυνση.
- Κάθε χρήστης αξιολογεί ένα εστιατόριο με ένα βαθμό από το 1 έως το 10.
- Για κάθε εστιατόριο διατηρούμε το όνομά του, την πόλη στην οποία βρίσκεται, τη διεύθυνσή του (οδό και αριθμό), το μέσο βαθμό αξιολόγησής του από τους χρήστες και το είδος κουζίνας που σερβίρει. Ένα εστιατόριο

μπορεί να σερβίρει παραπάνω από ένα είδη κουζίνας. Θεωρούμε ότι δεν υπάρχουν εστιατόρια με το ίδιο όνομα στην ίδια πόλη.

- Ένας χρήστης μπορεί να αξιολογεί πολλά εστιατόρια και ένα εστιατόριο να έχει αξιολογηθεί από πολλούς χρήστες.
- Όλοι οι χρήστες έχουν αξιολογήσει τουλάχιστον ένα εστιατόριο.
- Μπορεί να υπάρχουν εστιατόρια που δεν έχουν αξιολογηθεί.

Σχεδιάστε ένα κατάλληλο διάγραμμα ΟΣ για την παραπάνω βάση δεδομένων. Στο διάγραμμα εκφράστε και τους κατάλληλους περιορισμούς ακεραιότητας (κλειδιού, πληθικότητας και συμμετοχής).

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 20-30 λεπτά

Στόχος: Εξοικείωση με τον εννοιολογικό σχεδιασμό

Δραστηριότητα 2.2: Σχεδιασμός με Χρήση του Μοντέλου ΟΣ

Θέλουμε να κατασκευάσουμε μια βάση δεδομένων για την υποστήριξη μιας απλής εφαρμογής κοινωνικού δικτύου, όπου οι χρήστες ακολουθούν άλλους χρήστες και στέλνουν μηνύματα. Συγκεκριμένα,

- Κάθε χρήστης χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό αναγνωριστικό, την ηλεκτρονική του διεύθυνση και ένα σύνολο από ένα ή περισσότερα ενδιαφέροντα.
- Κάθε χρήστης μπορεί να ακολουθεί έναν ή περισσότερους άλλους χρήστες. Η σχέση ακολουθεί δεν είναι συμμετρική, δηλαδή, ένας χρήστης μπορεί να ακολουθεί κάποιον χρήστη ο οποίος δεν τον ακολουθεί. Επίσης, ένας χρήστης μπορεί να έχει παραπάνω από έναν ακόλουθους.
- Ένας χρήστης στέλνει ένα ή περισσότερα μηνύματα. Για κάθε μήνυμα, θέλουμε να γνωρίζουμε το χρήστη που το έστειλε καθώς και τη χρονική στιγμή που αυτό έχει σταλεί. Διατηρούμε επίσης, το περιεχόμενό του που είναι ένα μικρό κείμενο. Υποθέστε ότι κάθε μήνυμα έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό.
- Ένας χρήστης μπορεί να ξανά-στείλει κάποιο μήνυμα που είχε στείλει κάποιος άλλος χρήστης. Ένας χρήστης μπορεί να ξανά-στείλει πολλά μηνύματα και ένα μήνυμα μπορεί να ξανά-σταλεί από πολλούς χρήστες. Διατηρούμε επίσης τη χρονική στιγμή που ξανά-στάλθηκε το μήνυμα.

Σχεδιάστε ένα κατάλληλο διάγραμμα ΟΣ για μια βάση δεδομένων που θα διατηρεί την παραπάνω πληροφορία. Στο διάγραμμα εκφράστε και τους κατάλληλους περιορισμούς ακεραιότητας (κλειδιού, πληθικότητας και συμμετοχής).

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 30-40 λεπτά

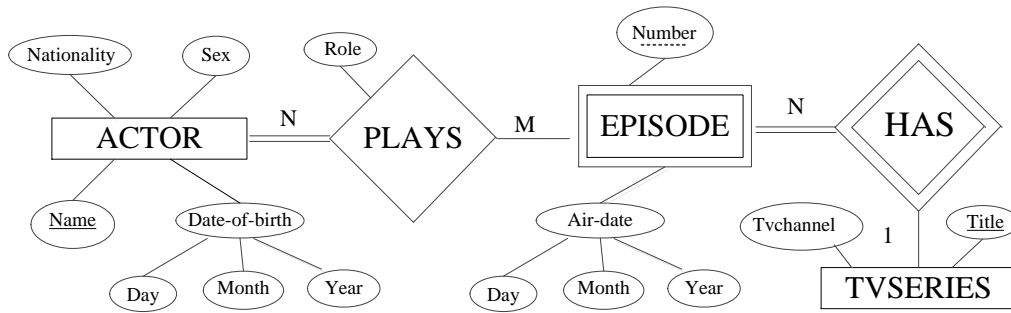
Στόχος: Εξοικείωση με τον εννοιολογικό σχεδιασμό

2.2.6 Ασθενείς Τύποι Οντοτήτων

Μπορεί να υπάρχουν περιπτώσεις που κανένα σύνολο από τα γνωρίσματα κάποιου τύπου οντοτήτων δεν αποτελεί κλειδί για αυτόν τον τύπο. Αυτοί οι τύποι ονομάζονται *μη ισχυροί ή ασθενείς* τύποι οντοτήτων (*weak entity types*). Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι οντότητες που ανήκουν σε έναν μη ισχυρό τύπο οντοτήτων προσδιορίζονται μέσω κάποιας συσχέτισής τους με κάποιο άλλο τύπο οντοτήτων. Ο τύπος οντοτήτων που τις προσδιορίζει ονομάζεται *προσδιορίζον ή ιδιοκτήτης* τύπος οντότητας (*owner entity type*) και η συσχέτιση που τις προσδιορίζει *προσδιορίζουσα* συσχέτιση (*identifying relationship*). Η συμμετοχή του ασθενούς τύπου οντοτήτων στην προσδιορίζουσα συσχέτιση πρέπει να είναι ολική.

Πρωτεύον κλειδί για μια ασθενή οντότητα είναι ένα σύνολο γνωρισμάτων στο οποίο ανήκει το πρωτεύον κλειδί της προσδιορίζουσας οντότητας και κάποια από τα γνωρίσματα της ασθενούς οντότητας. Τα γνωρίσματα της ασθενούς οντότητας που συμμετέχουν στο πρωτεύον κλειδί ονομάζονται *μερικό κλειδί* (*partial key*).

Ας δούμε ένα παράδειγμα. Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να σχεδιάσουμε το εννοιολογικό σχήμα για μια βάση δεδομένων στην οποία διατηρούμε πληροφορία για την συμμετοχή ηθοποιών σε τηλεοπτικές σειρές η οποία πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις. Μια τηλεοπτική σειρά περιγράφεται από τον τίτλο της (Title) που θεωρούμε ότι είναι μοναδικός και το κανάλι (Tvchannel) που την προβάλλει. Μια τηλεοπτική σειρά έχει επεισόδια που χαρακτηρίζονται από έναν αριθμό επεισοδίου (Number). Επεισόδια διαφορετικών σειρών μπορεί να έχουν τον ίδιο αριθμό, αλλά οι αριθμοί επεισοδίου είναι μοναδικοί για κάθε τηλεοπτική σειρά. Διατηρούμε επίσης την (πρώτη) ημερομηνία προβολής (Air-date) ενός επεισοδίου. Οι ηθοποιοί συμμετέχουν σε επεισόδια μιας σειράς, παίζοντας ένα συγκεκριμένο ρόλο, που μπορεί να είναι διαφορετικός σε κάθε επεισόδιο της σειράς.



Εικόνα 2.7 Παράδειγμα ασθενούς τύπου οντοτήτων. Μια οντότητα EPISODE προσδιορίζεται μέσω της συσχέτισης HAS από μια οντότητα TVSERIES. Το κλειδί ενός EPISODE είναι το {Title, Number}.

Οι ηθοποιοί και οι τηλεοπτικές σειρές μπορεί να μοντελοποιηθούν με τύπους οντοτήτων με πρωτεύοντα κλειδιά τον τίτλο και το όνομα αντίστοιχα. Πως θα μοντελοποιήσουμε όμως τα επεισόδια; Μια πρώτη σκέψη είναι να μοντελοποιήσουμε το επεισόδιο ως πλειότιμο γνώρισμα της τηλεοπτικής σειράς. Αυτή η λύση έχει δύο προβλήματα. Το πρώτο πρόβλημα είναι ότι το επεισόδιο εκτός από τον αριθμό του έχει ένα ακόμα γνώρισμα, την ημερομηνία προβολής του. Μια λύση σε αυτό θα ήταν να χρησιμοποιήσουμε ένα σύνθετο πλειότιμο γνώρισμα, Episode, με δύο υπό-γνωρίσματα, ένα για τον αριθμό και έναν για την ημερομηνία. Το δεύτερο και βασικότερο πρόβλημα είναι ότι το επεισόδιο συμμετέχει σε συσχέτιση, αφού, με βάση την περιγραφή του προβλήματος, ένας ηθοποιός παίζει σε ένα συγκεκριμένο επεισόδιο μιας σειράς. Με βάση τα παραπάνω, θα πρέπει το επεισόδιο να μοντελοποιηθεί ως τύπος οντότητας ώστε να μπορέσουμε να ορίσουμε τη συσχέτιση παίζει (PLAYS) ανάμεσα στο επεισόδιο και τον ηθοποιό. Το επεισόδιο όμως δεν έχει κλειδί, γιατί ο αριθμός δεν είναι μοναδικός. Άρα, ο τύπος οντότητας Episode θα είναι ένας ασθενής τύπος οντότητας που θα προσδιορίζεται από την οντότητα TVSERIES μέσω της συσχέτισης HAS.

Στο διάγραμμα ΟΣ, ένας ασθενής τύπος οντοτήτων και η προσδιορίζουσα συσχέτισή του σχεδιάζονται με διπλές γραμμές, ενώ τα γνωρίσματα του μερικού κλειδιού υπογραμμίζονται με διακεκομμένη γραμμή. Το διάγραμμα ΟΣ για τις τηλεοπτικές σειρές φαίνεται στην Εικόνα 2.7. Το Episode έχει προσδιοριστεί ως ασθενής οντότητα με μερικό κλειδί τον αριθμό (Number), ενώ το κλειδί του είναι {Title, Number}. Αυτό σημαίνει ότι κάθε επεισόδιο προσδιορίζεται μοναδικά από τον τίτλο της σειράς και τον αριθμό του.

Γενικά, ένας ιδιοκτήτης τύπος οντοτήτων μπορεί να είναι επίσης ασθενής οδηγώντας σε μια ιεραρχία ασθενών τύπων οποιουδήποτε αριθμού επιπέδων. Επίσης, ένας ασθενής τύπος οντοτήτων μπορεί να έχει περισσότερους από ένα προσδιορίζοντες τύπους, όταν η προσδιορίζουσα συσχέτιση είναι βαθμού μεγαλύτερου από δύο. Τέλος, μια ασθενής οντότητα μπορεί να έχει περισσότερες από μια προσδιορίζουσες συσχετίσεις.

Δραστηριότητα 2.3: Σχεδιασμός με Χρήση Μοντέλου ΟΣ

Πως αλλάζει ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων της Δραστηριότητα 2.2 αν δεν υπάρχει μοναδικό αναγνωριστικό για ένα μήνυμα; Υποθέστε ότι κάθε χρήστης μπορεί να στείλει μόνο ένα μήνυμα μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 15 λεπτά

Στόχος: Εξοικείωση με τον εννοιολογικό σχεδιασμό

2.3 Επεκταμένο Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων

Το *Επεκταμένο Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (μοντέλο ΕΟΣ) (Extended or Enhanced Entity-Relationship Model EER)* επεκτείνει τις έννοιες του μοντέλου ΟΣ εισάγοντας ανάμεσα σε άλλα τις έννοιες των κλάσεων και της κληρονομικότητας. Το αντίστοιχο διάγραμμα καλείται διάγραμμα ΕΟΣ.

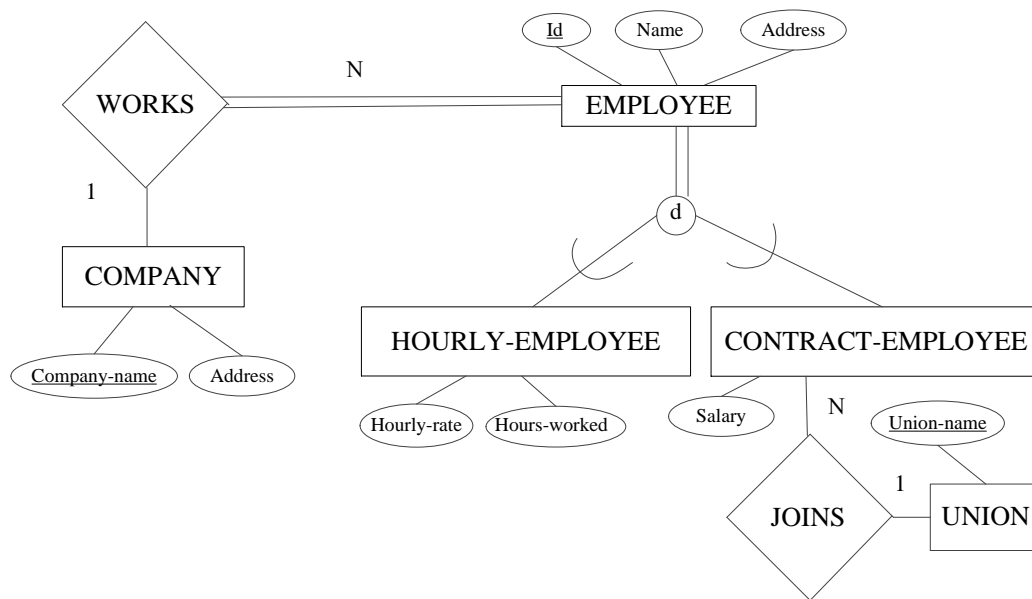
2.3.1 Κλάσεις και Κληρονομικότητα

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι οντότητες ενός τύπου οντοτήτων είναι δυνατόν να ομαδοποιηθούν σε υποκατηγορίες. Ως παράδειγμα, θα θεωρήσουμε μια βάση δεδομένων που αφορά εργαζομένους σε μια εταιρεία και της οποίας το εννοιολογικό σχήμα φαίνεται στην Εικόνα 2.8. Οι οντότητες του τύπου οντοτήτων EMPLOYEE μπορεί να ομαδοποιηθούν σε έμμισθους (CONTRACT-EMPLOYEE) και ωρομίσθιους (HOURLY-EMPLOYEE). Κάθε μία από αυτές τις ομαδοποιήσεις καλείται *υποκλάση (subclass)* του τύπου EMPLOYEE, ενώ ο τύπος EMPLOYEE καλείται *υπερκλάση (superclass)* καθεμίας από αυτές τις υποκλάσεις. Η συσχέτιση μιας υπερκλάσης με τις υποκλάσεις της καλείται και *συσχέτιση υπερκλάσης/υποκλάσης* ή απλά *συσχέτιση κλάσης/υποκλάσης*. Η συσχέτιση κλάσης/υποκλάσης είναι γνωστή και ως συσχέτιση *IS-A* ή *ISA*, που αποδίδεται ως είναι-ένα, και δημιουργεί μια ιεραρχία. Για παράδειγμα, η ISA συσχέτιση για τους

εργαζομένους, υποδηλώνει ότι ένας HOURLY-EMPLOYEE είναι-ένας (ISA) EMPLOYEE.

Στην Εικόνα 2.8, δίνεται η διαγραμματική αναπαράσταση της συσχέτισης κλάσης/υποκλάσης, με χρήση κύκλου, την οποία θα εξηγήσουμε στη συνέχεια πιο αναλυτικά. Το σύμβολο του υποσυνόλου εμφανίζεται στη γραμμή που συνδέει τον κύκλο με την υποκλάση. Μια υποκλάση μπορεί να έχει γνώρισμα τα οποία καλούνται *τοπικά* και επίσης να συμμετέχει σε συσχετίσεις που καλούνται *τοπικές*. Για παράδειγμα, ο CONTRACT-EMPLOYEE έχει το (τοπικό) γνώρισμα Salary και συμμετέχει στην (τοπική) συσχέτιση JOINS.

Σημειώστε επίσης ότι το σύνολο οντοτήτων μιας υποκλάσης είναι υποσύνολο του συνόλου των οντοτήτων της υπερκλάσης της. Για παράδειγμα, ένας εργαζόμενος που ανήκει στο σύνολο οντοτήτων HOURLY-EMPLOYEE θεωρούμε ότι ανήκει και στο σύνολο οντοτήτων EMPLOYEE.



Εικόνα 2.8 Διάγραμμα ΕΟΣ για μια βάση δεδομένων που αφορά εργαζομένους

Μια σημαντική έννοια που σχετίζεται με τις υποκλάσεις είναι αυτή της *κληρονομικότητας (inheritance)*. Κάθε οντότητα μιας υποκλάσης κληρονομεί όλα τα γνώρισμα της υπερκλάσης της. Για παράδειγμα, ένας CONTRACT-EMPLOYEE πέρα από το τοπικό γνώρισμα Salary έχει και όλα τα γνώρισμα του EMPLOYEE. Επίσης, κάθε οντότητα μιας υποκλάσης κληρονομεί και όλες τις συμμετοχές σε συσχετίσεις της υπερκλάσης της. Έτσι, πέρα από την τοπική συσχέτιση JOINS, ένας CONTRACT-EMPLOYEE συμμετέχει και στη συσχέτιση WORKS.

2.3.2 Εξειδίκευση

Η διαδικασία κατά την οποία δεδομένου ενός συνόλου οντοτήτων προσδιορίζονται οι υποκλάσεις, δηλαδή υποσύνολά του που αποτελούνται από οντότητες που έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά, ονομάζεται *εξειδίκευση*. Στο παράδειγμα μας, η εξειδίκευση του EMPLOYEE έγινε με κριτήριο τον τρόπο αμοιβής. Γενικά, είναι δυνατόν, να έχουμε πολλαπλές εξειδικεύσεις ενός τύπου οντοτήτων με διαφορετικά κριτήρια. Για παράδειγμα, με κριτήριο το είδος της απασχόλησης ενός εργαζόμενου, μια άλλη πιθανή εξειδίκευση του EMPLOYEE είναι στις υποκλάσεις ADMIN (γραμματειακή υποστήριξη), TECH (τεχνική υποστήριξη) και ENGINEERS (μηχανικοί).

Στην τυπική περίπτωση σχεδιασμού, πρώτα ορίζεται η υπερκλάση, στη συνέχεια ορίζονται οι υποκλάσεις και τέλος προστίθενται τα ιδιαίτερα τοπικά γνωρίσματα και συσχετίσεις που διακρίνουν την κάθε υποκλάση. Είναι δυνατή και η αντίστροφη διαδικασία αφαίρεσης που καλείται *γενίκευση*. Κατά τη γενίκευση, αποκρύπτουμε τις διαφορές μεταξύ των τύπων οντοτήτων, εντοπίζουμε τα κοινά τους χαρακτηριστικά και τους *γενικεύουμε* σε μία κοινή υπερκλάση της οποίας αυτοί αποτελούν υποκλάσεις.

Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι για να προσδιορίσουμε υποκλάσεις με εξειδίκευση ή γενίκευση. Ο πρώτος λόγος είναι όταν κάποια γνωρίσματα ισχύουν για μερικές αλλά όχι για όλες τις οντότητες ενός τύπου οντοτήτων. Σε αυτήν την περίπτωση, μπορούμε να ορίσουμε μια υποκλάση που να περιλαμβάνει τις οντότητες για τις οποίες ισχύουν αυτά τα γνωρίσματα. Ο δεύτερος λόγος είναι περιπτώσεις όπου μόνο ένα υποσύνολο των οντοτήτων ενός συνόλου οντοτήτων μπορεί να συμμετέχει σε μια συσχέτιση. Σε αυτήν την περίπτωση, μπορούμε να δημιουργήσουμε μια υποκλάση που να περιλαμβάνει αυτές ακριβώς τις οντότητες. Ως παράδειγμα αυτής της περίπτωσης, θεωρίστε τους φοιτητές σε ένα πανεπιστήμιο. Όλοι οι φοιτητές παρακολουθούν μαθήματα, αλλά μόνο οι μεταπτυχιακοί φοιτητές μπορεί να είναι βοηθοί σε αυτά. Σε αυτήν την περίπτωση, θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε μια υποκλάση που να περιλαμβάνει μόνο τους μεταπτυχιακούς φοιτητές ώστε μόνο αυτοί να συμμετέχουν σε μια συσχέτιση βοηθού σε μάθημα.

2.3.3 Περιορισμοί και Υποκλάσεις

Μπορούμε να ορίσουμε δύο είδη περιορισμών σχετικά με τις υποκλάσεις: *περιορισμούς επικάλυψης* και *περιορισμούς πληρότητας*.

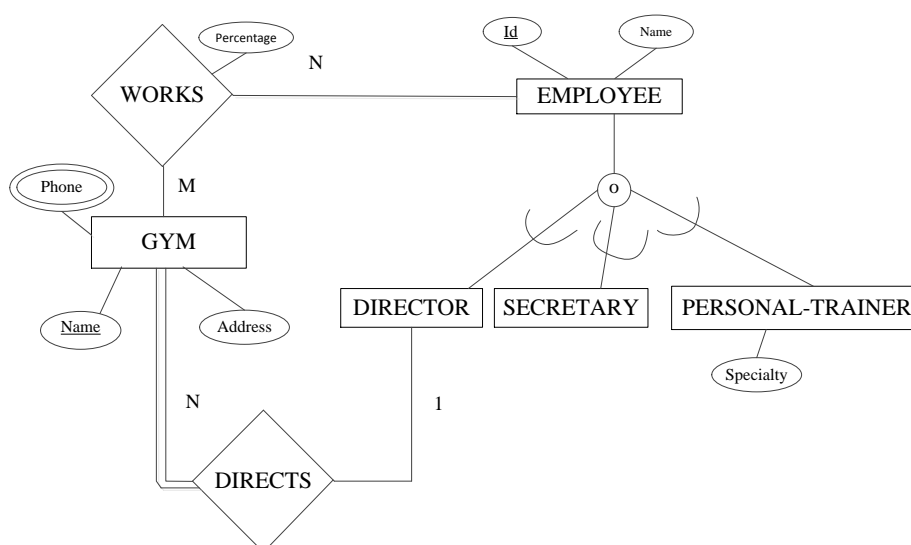
Οι περιορισμοί επικάλυψης αναφέρονται στο αν η ίδια οντότητα μπορεί να ανήκει σε διαφορετικές υποκλάσεις μιας υπερκλάσης. Συγκεκριμένα, ο περιορισμός *μη επικάλυψης* (*disjointness constraint*) καθορίζει ότι οι υποκλάσεις μιας υπερκλάσης είναι ξένες μεταξύ τους, δηλαδή μια οντότητα μπορεί να ανήκει το πολύ σε μία από τις υποκλάσεις. Στο διάγραμμα ΕΟΣ, αυτό απεικονίζεται με το γράμμα *d* στον κύκλο. Για παράδειγμα στο διάγραμμα της Εικόνας 2.8, ο συμβολισμός καθορίζει ότι ένας εργαζόμενος μπορεί να είναι είτε έμμισθος (CONTRACT-EMPLOYEE), είτε ωρομίσθιος (HOURLY-EMPLOYEE) αλλά όχι και τα δύο. Αν δεν ισχύει αυτός ο περιορισμός, τα σύνολα οντοτήτων των υποκλάσεων μπορεί να *επικαλύπτονται* (*overlap*), δηλαδή μια οντότητα μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μια υποκλάση μιας κλάσης. Στο διάγραμμα ΕΟΣ, αυτό απεικονίζεται με το γράμμα *o* στον κύκλο.

Οι περιορισμοί *πληρότητας* (*completeness constraints*) αναφέρονται στο αν πρέπει να εξειδικεύονται όλες οι οντότητες μιας υπερκλάσης ή όχι. Συγκεκριμένα, ο περιορισμός *ολικής εξειδίκευσης* καθορίζει ότι κάθε οντότητα της υπερκλάσης πρέπει να ανήκει σε τουλάχιστον μια υποκλάση της εξειδίκευσης. Στο διάγραμμα ΕΟΣ, αυτό απεικονίζεται με χρήση διπλής γραμμής στη σύνδεση της υπερκλάσης με τον κύκλο. Για παράδειγμα, στο διάγραμμα της Εικόνας 2.8, η διπλή γραμμή καθορίζει ότι κάθε εργαζόμενος πρέπει υποχρεωτικά να ανήκει σε μία από τις δύο υποκλάσεις, δηλαδή να είναι έμμισθος ή ωρομίσθιος. Αν δεν ισχύει αυτός ο περιορισμός, έχουμε μερική εξειδίκευση, δηλαδή, μπορεί να έχουμε μια οντότητα σε μια υπερκλάση που δεν ανήκει σε κάποια από τις υποκλάσεις. Στο διάγραμμα ΕΟΣ, αυτό απεικονίζεται με χρήση απλής γραμμής.

Ας δούμε ακόμα ένα παράδειγμα. Θεωρήστε ότι θέλουμε να σχεδιάσουμε μια βάση δεδομένων για γυμναστήρια και για τους εργαζόμενους σε αυτά. Η βάση δεδομένων πρέπει να ικανοποιεί τους παρακάτω περιορισμούς. Κάθε γυμναστήριο έχει ένα όνομα που είναι μοναδικό, μια ταχυδρομική διεύθυνση και ένα ή περισσότερα τηλέφωνα. Οι εργαζόμενοι σε ένα γυμναστήριο έχουν ένα μοναδικό αναγνωριστικό και ένα όνομα. Ένας εργαζόμενος μπορεί να δουλεύει σε πολλά γυμναστήρια, αλλά πιθανόν και σε κανένα. Για κάθε εργαζόμενο, καταγράφουμε το αντίστοιχο ποσοστό απασχόλησης του στα γυμναστήρια που δουλεύει. Κάποιοι, αλλά όχι όλοι οι εργαζόμενοι, ανήκουν σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες: γραμματέας, προσωπικός γυμναστής, διευθυντής. Ένας εργαζόμενος μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μία κατηγορία. Ειδικά ένας εργαζόμενος που είναι διευθυντής διευθύνει ένα ή περισσότερα γυμναστήρια, και κάθε γυμναστήριο έχει ακριβώς έναν

διευθυντή. Για κάθε προσωπικό γυμναστή διατηρούμε και την ειδικότητά του (π.χ. πιλάτες, αεροβική, κλπ).

Στην Εικόνα 2.9, βλέπουμε ένα διάγραμμα ΕΟΣ για αυτή τη βάση δεδομένων. Επειδή ένας εργαζόμενος μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μια κατηγορίες, δεν ισχύει ο περιορισμός της μη επικάλυψης. Αυτό συμβολίζεται με το γράμμα ο στον αντίστοιχο κύκλο. Επίσης, επειδή μπορεί να υπάρχουν εργαζόμενοι που δεν ανήκουν σε κάποια από τις τρεις κατηγορίες, για αυτό δε χρησιμοποιείται διπλή γραμμή.



Εικόνα 2.9 Διάγραμμα ΕΟΣ για μια βάση δεδομένων που αφορά εργαζόμενους σε γυμναστήρια

Δραστηριότητα 2.4: Σχεδιασμός με Χρήση του Μοντέλου ΕΟΣ

Θέλουμε να κατασκευάσουμε μια βάση δεδομένων για εκθέσεις έργων τέχνης όπου θα διατηρήσουμε πληροφορία για τα έργα τέχνης, τους καλλιτέχνες που τα δημιουργούν και τους πελάτες που τα αγοράζουν. Συγκεκριμένα:

- Για τους καλλιτέχνες, θέλουμε να αποθηκεύσουμε τα ονόματά τους, που υποθέτουμε ότι είναι μοναδικά, την εθνικότητα, το έτος γέννησής τους και τη σχολή στην οποία ανήκουν (π.χ., εξπρεσιονισμός, κυβισμός, κλπ).
- Για κάθε έργο τέχνης, η πληροφορία που διατηρούμε αφορά στον τίτλο, στο έτος δημιουργίας, στην τιμή του και στον καλλιτέχνη που το δημιούργησε.

Μπορεί να υπάρχουν έργα τέχνης με τον ίδιο τίτλο αρκεί να τα έχουν δημιουργήσει διαφορετικοί καλλιτέχνες.

- Υποθέτουμε ότι κάθε καλλιτέχνης έχει δημιουργήσει τουλάχιστον ένα έργο τέχνης.
- Ένα έργο τέχνης είναι είτε ένας πίνακας ζωγραφικής είτε ένα γλυπτό. Για τους πίνακες ζωγραφικής, διατηρούμε ως επιπρόσθετο στοιχείο τις διαστάσεις του (πλάτος, ύψος) ενώ για τα γλυπτά τις διαστάσεις τους (πλάτος, ύψος, βάθος) και το βάρος τους.
- Για κάθε πελάτη διατηρούμε πληροφορία για το όνομα του που θεωρούμε ότι τον προσδιορίζει μοναδικά, τη διεύθυνσή του, καθώς και τα έργα που έχει αγοράσει και το συνολικό ποσό που έχει δαπανήσει μέχρι τώρα. Διατηρούμε πληροφορία μόνο για πελάτες που έχουν αγοράσει τουλάχιστον ένα έργο.

Σχεδιάστε ένα κατάλληλο διάγραμμα ΕΟΣ για μια βάση δεδομένων που θα διατηρεί την παραπάνω πληροφορία. Στο διάγραμμα εκφράστε και όλους τους κατάλληλους περιορισμούς ακεραιότητας.

Εκτιμώμενος χρόνος ολοκλήρωσης: 40 λεπτά

Στόχος: Εξοικείωση με τον εννοιολογικό σχεδιασμό με χρήση του επεκταμένου διαγράμματος ΕΟΣ

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό, είδαμε τα βασικά βήματα για το σχεδιασμό μιας βάσης δεδομένων και εστίασαμε στον εννοιολογικό σχεδιασμό. Ο εννοιολογικός σχεδιασμός αναφέρεται στη δημιουργία του εννοιολογικού σχήματος της βάσης δεδομένων και είναι το βήμα που ακολουθεί τη συλλογή και ανάλυση απαιτήσεων από τους χρήστες. Στόχος είναι να δημιουργηθεί μια υψηλού επιπέδου περιγραφή του σχήματος της βάσης δεδομένων που να είναι κατανοητή από τους χρήστες. Η περιγραφή αυτή είναι ανεξάρτητη από το ΣΔΒΔ στο οποίο θα γίνει η υλοποίηση.

Το εννοιολογικό σχήμα καθορίζει τις δομές που θα χρησιμοποιηθούν για να καταχωρηθούν τα δεδομένα καθώς και τους περιορισμούς που πρέπει να ικανοποιούνται από αυτά. Το εννοιολογικό μοντέλο που χρησιμοποιείται συνήθως για

την περιγραφή των δομών και των περιορισμών είναι το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (ΟΣ).

Βασικά δομικά στοιχεία του μοντέλου ΟΣ είναι οι οντότητες και οι συσχετίσεις. Οι οντότητες μοντελοποιούν αντικείμενα, πρόσωπα ή έννοιες του φυσικού κόσμου, ενώ οι συσχετίσεις μοντελοποιούν σχέσεις μεταξύ οντοτήτων. Η πληροφορία που θέλουμε να διατηρήσουμε για τις οντότητες και τις συσχετίσεις μοντελοποιείται με τη ανάθεση γνωρισμάτων σε αυτές. Ένας *τύπος οντοτήτων* ορίζει ένα σύνολο οντοτήτων που έχουν τα ίδια γνωρίσματα, ενώ ένας τύπος συσχέτισης ορίζει ένα σύνολο συσχετίσεων μεταξύ ίδιων τύπων οντοτήτων. Το μοντέλο ΟΣ απεικονίζεται με ένα διάγραμμα ΟΣ όπου οι τύποι οντοτήτων περιγράφονται με ορθογώνια παραλληλόγραμμα, οι τύποι συσχετίσεων με ρόμβους και τα γνωρίσματα με ελλείψεις.

Ένας βασικός περιορισμός είναι ο περιορισμός του κλειδιού, όπου κλειδί είναι ένα σύνολο γνωρισμάτων μιας οντότητας των οποίων η τιμή προσδιορίζει μοναδικά την οντότητα. Υπάρχουν ακόμα δομικοί περιορισμοί που αναφέρονται στην συμμετοχή των οντοτήτων σε συσχετίσεις, που μπορεί να είναι ολική ή μερική καθώς και στην πληθικότητα της συμμετοχής που ειδικά για δυαδικές συσχετίσεις μπορεί να είναι 1-1, 1-N ή N-M.

Τέλος, το Επεκταμένο μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (μοντέλο ΕΟΣ) επιτρέπει την εξειδίκευση των οντοτήτων σε υποκλάσεις.

Λίστα Ελέγχου Γνώσεων

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου που εισάγει τον εννοιολογικό σχεδιασμό μιας βάσης δεδομένων και παρουσιάζει το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (ΟΣ) και τις επεκτάσεις του, αξιολογείστε το βαθμό κατανόησης των εννοιών που αναπτύχθηκαν, επιστρέφοντας στα αρχικά προσδοκώμενα αποτελέσματα και ελέγχοντας κατά πόσο μπορείτε:

- να διακρίνετε τη διαφορά μεταξύ του σχήματος και του στιγμιότυπου μιας βάσης δεδομένων,
- να σχεδιάσετε το εννοιολογικό σχήμα για μια βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα δομικά στοιχεία και περιορισμούς ακεραιότητας που υποστηρίζει το μοντέλο ΟΣ και το επεκταμένο μοντέλο ΟΣ ,

- αν σας δοθεί ένα διάγραμμα ΟΣ, να κατανοείτε το περιεχόμενο της βάσης δεδομένων και τους περιορισμούς της που αυτό μοντελοποιεί,
- να αξιολογείτε αν ένα διάγραμμα ΟΣ ικανοποιεί ή όχι και σε ποιο βαθμό τις απαιτήσεις δεδομένων μιας εφαρμογής.

Ευρετήριο όρων

ασθενής οντότητα, 23
 γνώρισμα, 12, 13, 14
 δομικός περιορισμός
 εννοιολογικός σχεδιασμός, 8, 9, 30
 επεκταμένο μοντέλο Οντοτήτων Συσχετίσεων (ΕΟΣ)
 κλάση
 μερική συμμετοχή
 Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (ΟΣ), 8, 10, 30
 ολική συμμετοχή
 οντότητα, 8, 11, 12, 13, 14, 19, 26, 27
 περιορισμοί ακεραιότητας, 14, 17
 περιορισμός πληθικότητας
 περιορισμός συμμετοχής
 πρωτεύον κλειδί, 15, 23
 σύνθετο γνώρισμα, 13
 συσχέτιση, 11, 12, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 34, 35, 36, 38
 τύπος συσχέτισης, 11, 16, 17, 18, 22, 30, 33
 υπερκλάση
 υποκλάση
 υπερκλειδί, 15
 υποψήφιο κλειδί, 15

Γλωσσάρι

Ασθενής τύπος οντοτήτων (weak entity types): τύπος οντοτήτων που κανένα σύνολο από τα γνωρίσματά του δεν αποτελεί κλειδί

Γνώρισμα (attribute): χαρακτηριστικό μιας οντότητας ή γνωρίσματος

Επεκταμένο Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (μοντέλο ΕΟΣ) (Extended Entity-Relationship Model EER): επέκταση του μοντέλου ΟΣ που υποστηρίζει ανάμεσα σε άλλα τις έννοιες των κλάσεων και της κληρονομικότητας

Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (μοντέλο ΟΣ) (Entity-Relationship ER Model): εννοιολογικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για την περιγραφή του σχήματος μιας βάσης δεδομένων του οποίου τα δύο βασικά δομικά στοιχεία είναι οι οντότητες (entities) και οι συσχετίσεις (relationships)

Οντότητα (entity): βασικό δομικό στοιχείο του μοντέλου ΟΣ, χρησιμοποιείται συνήθως για την μοντελοποίηση αντικειμένων, προσώπων ή εννοιών του φυσικού κόσμου

Περιορισμός ακεραιότητας (integrity constraint): συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται από μία βάση δεδομένων με βάση τον μικρόκοσμο που αυτή μοντελοποιεί. Οι περιορισμοί ακεραιότητας ορίζονται στο σχήμα της βάσης δεδομένων και πρέπει να ικανοποιούνται από όλα τα στιγμιότυπα της για να είναι αυτά αποδεκτά (valid).

Περιορισμοί πληθικότητας (cardinality constraints): περιορισμοί ακεραιότητας που καθορίζουν το μέγιστο αριθμό των στιγμιότυπων μιας συσχέτισης στο οποίο μπορεί να συμμετέχει μία συγκεκριμένη οντότητα. Για δυαδικούς τύπους συσχετίσεων, αυτός ο περιορισμός εκφράζεται με το λόγο πληθικότητας (cardinality ratio) που συνήθως καθορίζεται ως ένα-προς-ένα (1:1), ένα-προς-πολλά (1:N), πολλά-προς-ένα (N:1) ή πολλά-προς-πολλά (N:M).

Περιορισμοί συμμετοχής (participation constraints): περιορισμοί ακεραιότητας που ορίζουν αν η ύπαρξη μια οντότητας εξαρτάται ή όχι από το αν η οντότητα σχετίζεται με μια άλλη οντότητα μέσω του τύπου της συσχέτισης. Η συμμετοχή ονομάζεται ολική (total) όταν κάθε οντότητα από το σύνολο των οντοτήτων συμμετέχει σε ένα τουλάχιστον στιγμιότυπο της συσχέτισης και μερική (partial) αλλιώς.

Πρωτεύον (primary) κλειδί : για έναν τύπο οντοτήτων είναι το υποψήφιο κλειδί του που επιλέγουμε ως βασικό

Συσχέτιση (relationship): βασικό δομικό στοιχείο του μοντέλου ΟΣ, χρησιμοποιείται συνήθως για την μοντελοποίηση σχέσεων μεταξύ οντοτήτων.

Υπερκλειδί (super-key): για έναν τύπο οντοτήτων είναι ένα υποσύνολο των γνωρισμάτων του των οποίων οι τιμές προσδιορίζουν μοναδικά τις οντότητες του.

Υποψήφιο κλειδί (candidate key): για έναν τύπο οντοτήτων είναι ένα ελάχιστο υπερκλειδί, δηλαδή ένα υπερκλειδί που αν αφαιρέσουμε οποιοδήποτε από τα γνωρίσματα του παύει να είναι υπερκλειδί.

Βιβλιογραφία

Chen, P. P. (1975). The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data. *Proceedings of the International Conference on Very Large Data Bases (VLDB)*.

Elmasri, R. & Navathe, S.B. (2003). *Fundamentals of Database Systems* (4th edition). Reading, MA: Addison Wesley.

Οδηγός για περαιτέρω μελέτη

Το μοντέλο ΟΣ είναι το βασικό εννοιολογικό μοντέλο που χρησιμοποιείται ευρέως για το σχεδιασμό του εννοιολογικού σχήματος μιας βάσης δεδομένων. Η περιγραφή του καλύπτεται από όλα τα διδακτικά βιβλία των βάσεων δεδομένων. Αν θέλετε να δείτε περισσότερα παραδείγματα σχεδιασμού, μπορείτε να ανατρέξετε, για παράδειγμα, στο Κεφάλαιο 3 του βιβλίου των Elmasri, R. & Navathe, S.B. (2003). Επίσης, έχει ενδιαφέρον να μελετήσει κανείς το αρχικό άρθρο του P. P. Chen (1975) που εισήγαγε το μοντέλο ΟΣ.

Στο παρών κεφάλαιο, από το μοντέλο ΕΟΣ καλύψαμε μόνο την έννοια της συσχέτισης κλάσης/υποκλάσης. Παραπάνω στοιχεία του μοντέλου μπορείτε να μελετήσετε, για παράδειγμα, στο Κεφάλαιο 4 του βιβλίου των Elmasri, R. & Navathe, S.B. (2003).

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Απάντηση Άσκησης Αυτοαξιολόγησης 2.1

(α) Η δεύτερη και τέταρτη ταινία έχουν την ίδια τιμή, 2013, στο γνώρισμα Year.

(β) Οποιαδήποτε οντότητα με την ίδια τιμή στο γνώρισμα Name με έναν ηθοποιό που ανήκει ήδη στο στιγμιότυπο θα οδηγούσε σε παραβίαση του περιορισμού κλειδιού για το ACTOR, π.χ., (George Clooney, (19, April, 1989), Male, Greek). Παρόμοια, παραβίαση του περιορισμού κλειδιού για τον τύπο οντοτήτων MOVIE προκαλεί η εισαγωγή οποιασδήποτε οντότητας που έχει την ίδια τιμή με κάποια υπάρχουσα οντότητα και στα δύο γνωρίσματα Title, Year που αποτελούν κλειδί για το MOVIE, για παράδειγμα εισαγωγή της (Amour, 2012, {drama}, 99).

Απάντηση Άσκησης Αυτοαξιολόγησης 2.2

Για τον περιορισμό πληθικότητας της συσχέτισης R από το στιγμιότυπο στην Εικόνα 2.6(α), μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για μια συσχέτιση πολλά-προς-πολλά. Η συσχέτιση είναι πολλά από την πλευρά της E, γιατί υπάρχουν οντότητες (συγκεκριμένα, η e1 και η e4) που συμμετέχουν σε περισσότερα από ένα στιγμιότυπα συσχετίσεων. Αντίστοιχα, η συσχέτιση είναι πολλά από την πλευρά της D γιατί υπάρχουν οντότητες (συγκεκριμένα, η d2 και η d4) που συμμετέχουν σε περισσότερα από ένα στιγμιότυπα συσχετίσεων.

Όσον αφορά τους περιορισμούς συμμετοχής, μπορούμε να πούμε ότι η συμμετοχή της D δεν είναι ολική. Ένα πιθανό λάθος είναι να θεωρήσατε ότι η συμμετοχή της E είναι ολική. Ωστόσο, στην πραγματικότητα δε μπορούμε να συμπεράνουμε από το συγκεκριμένο στιγμιότυπο, αν η συμμετοχή της E είναι ολική ή όχι. Ας δούμε γιατί. Θυμηθείτε ότι οι περιορισμοί αφορούν το σχήμα και πρέπει να ισχύουν για όλα τα στιγμιότυπα της βάσης δεδομένων. Άρα, με βάση το στιγμιότυπο της Εικόνας 2.6(α) μπορούμε να πούμε ότι η συμμετοχή της D δεν είναι ολική, γιατί υπάρχει τουλάχιστον μια οντότητα, η d5, που δε συμμετέχει στην R, άρα δεν ισχύει ο περιορισμός της ολικής συμμετοχής. Αντίθετα, παρόλο που όλες οι οντότητες της E στο συγκεκριμένο παράδειγμα συμμετέχουν σε κάποια συσχέτιση της R, και συνεπώς στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο δεν παραβιάζεται ο περιορισμός της ολικής συμμετοχής, δεν μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αυτό θα ισχύει σε όλα τα στιγμιότυπα.

Με το ίδιο σκεπτικό, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η πληθικότητα της συσχέτισης S είναι είτε 1-M είτε N-M, επειδή αν και στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο κάθε οντότητα της F συμμετέχει το πολύ σε ένα στιγμιότυπο συσχέτισης, δε ξέρουμε αν αυτό ισχύει σε όλα τα στιγμιότυπα. Τέλος, τόσο η συμμετοχή της F, όσο και της G είναι μη ολική.

Απάντηση Άσκησης Αυτοαξιολόγησης 2.3

Το γνώρισμα Role στη συσχέτιση PLAYS πρέπει να γίνει πλειότιμο. Παρατηρείστε ότι μια συγκεκριμένη οντότητα ACTOR σχετίζεται το πολύ μια φορά με μια συγκεκριμένη οντότητα MOVIE, δηλαδή, παίζει το πολύ μια φορά σε μια συγκεκριμένη ταινία. Σχηματικά, ανατρέχοντας στην Εικόνα 2.4, μεταξύ, για παράδειγμα, του ηθοποιού George Clooney και της ταινίας Gravity, 2013, μπορεί να υπάρξει μόνο μια γραμμή. Συνεπώς, οι πολλαπλοί ρόλοι ενός ηθοποιού σε μια ταινία μπορούν να μοντελοποιηθούν μόνο ως πλειότιμο γνώρισμα της συσχέτισης PLAYS.

Απάντηση Άσκησης Αυτοαξιολόγησης 2.4

(α) Η άσκηση βασίζεται στην κατανόηση των περιορισμών πληθικότητας και συμμετοχής. Θα σας βοηθήσει αν προσπαθήσετε για τη λύση της να σχεδιάσετε διαγράμματα αντίστοιχα αυτών των Εικόνων 2.4 και 2.5(β) και ιδιαίτερα αν μελετήσετε πρώτα την Άσκηση Αυτοαξιολόγησης 2.2 και τα αντίστοιχα διαγράμματά της.

(i) Η μόνη δυνατή λύση είναι η E1 και η E2 να έχουν ακριβώς 4 οντότητες. Θα το δείξουμε με απαγωγή στο άτοπο. Αν κάποια από τις δύο, έστω η E1, είχε λιγότερες από 4 οντότητες, τότε για να έχουμε 4 συσχετίσεις, κάποια οντότητα της E2 θα έπρεπε να συσχετίζεται με την ίδια οντότητα της E1 παραβιάζοντας έτσι τον περιορισμό του 1-1. Αν κάποια, έστω η E1, είχε περισσότερες από 4 οντότητες, επειδή υπάρχουν 4 συσχετίσεις, κάποια από τις 4 οντότητες της E1 δε θα συμμετείχε σε κάποια συσχέτιση παραβιάζοντας έτσι τον περιορισμό της ολικής συμμετοχής.

(ii) Η μόνη διαφορά από το ερώτημα (i) είναι ότι η συμμετοχή της E2 είναι μερική. Αυτό σημαίνει ότι ενώ ο ελάχιστος αριθμός οντοτήτων για την E2 παραμένει 4, δε μπορούμε να πούμε τίποτα για το μέγιστο αριθμό οντοτήτων της, μιας και η E2 μπορεί να έχει οσεσδήποτε οντότητες, οι οποίες απλώς δεν συμμετέχουν στην R.

(iii) Η μόνη διαφορά από το ερώτημα (i) είναι ότι η συσχέτιση τώρα είναι 1-N που σημαίνει ότι μια οντότητα της E1 μπορεί να συμμετέχει σε πολλές συσχετίσεις. Άρα η E1 μπορεί να έχει από 1 (αν αυτή συμμετέχει και στις 4 συσχετίσεις της R) έως 4 (αν καθεμία συμμετέχει σε διαφορετική συσχέτιση της R) οντότητες.

(iv) Με την ίδια αιτιολόγηση όπως στο προηγούμενο ερώτημα, η E1 και η E2 μπορεί να έχουν από 1 έως 4 οντότητες.

(β) Το σκεπτικό είναι παρόμοιο με αυτό στο ερώτημα (α). Ας το δούμε και πιο αναλυτικά.

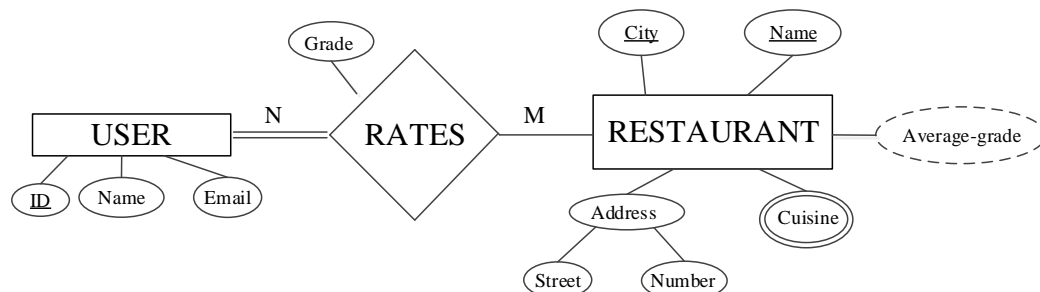
(i) Αφού η συμμετοχή της E1 είναι ολική, υπάρχουν τουλάχιστον 2 συσχετίσεις. Το μέγιστο αριθμό συσχετίσεων τον παίρνουμε όταν όλες οι οντότητες της E2 συμμετέχουν στη συσχέτιση και σε αυτήν την περίπτωση έχουμε 10 στιγμιότυπα συσχετίσεων (σε αυτήν την περίπτωση κάθε οντότητα της E1 συσχετίζεται και με τις 5 οντότητες της E2).

(ii) Η διαφορά από το ερώτημα (i) είναι ότι τώρα η σχέση είναι N-1 που σημαίνει ότι κάθε οντότητα της E1 συσχετίζεται με μια οντότητα της E2, άρα η R έχει ακριβώς 2 στιγμιότυπα συσχετίσεων.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Απάντηση Δραστηριότητας 2.1

Στην Εικόνα 2.10, μπορείτε να δείτε ένα κατάλληλο διάγραμμα ΟΣ. Οι χρήστες και τα εστιατόρια έχουν μοντελοποιηθεί ως τύποι οντοτήτων (USER και RESTAURANT αντίστοιχα) και η βαθμολόγηση ως τύπος συσχέτισης (RATES). Για το χρήστη, κλειδί είναι το γνώρισμα ID, ενώ για το εστιατόριο κλειδί είναι το σύνολο {City, Name}, επειδή μπορεί να υπάρχουν εστιατόρια με το ίδιο όνομα στην ίδια πόλη, και άρα το όνομα (NAME) δεν αρκεί για να προσδιορίσει μοναδικά ένα εστιατόριο. Το γνώρισμα Cuisine έχει οριστεί ως πλειότιμο, επιτρέποντας σε ένα εστιατόριο να σερβίρει διαφορετικές κουζίνες. Το γνώρισμα Average-grade, που αναφέρεται στο μέσο βαθμό αξιολόγησης του εστιατορίου από τους χρήστες, έχει οριστεί ως παραγόμενο, γιατί μπορεί να υπολογιστεί από τη συσχέτιση.



Εικόνα 2.10 Διάγραμμα ΟΣ για τη Δραστηριότητα 2.1

Όσον αφορά τους περιορισμούς συμμετοχής, η συμμετοχή του USER είναι ολική, επειδή με βάση την περιγραφή του προβλήματος, κάθε χρήστης αξιολογεί τουλάχιστον ένα εστιατόριο. Η συμμετοχή του RESTAURANT δεν είναι ολική, αφού μπορεί να υπάρχουν εστιατόρια που δεν έχουν αξιολογηθεί.

Τέλος, όσον αφορά την πληθικότητα της συσχέτισης RATES, η συσχέτιση είναι πολλά-προς-πολλά (N-M), γιατί ένας χρήστης μπορεί να αξιολογήσει περισσότερα από ένα εστιατόρια και κάθε εστιατόριο να έχει αξιολογηθεί από περισσότερους από έναν χρήστες.

Σημειώστε ότι το γνώρισμα Grade είναι γνώρισμα της συσχέτισης RATES και όχι του USER ή του RESTAURANT. Ο λόγος είναι γιατί αυτό αφορά το βαθμό που ένας συγκεκριμένος χρήστης έδωσε σε ένα συγκεκριμένο εστιατόριο, και όχι το συγκεκριμένο χρήστη (ανεξάρτητα του εστιατορίου) ή το εστιατόριο (ανεξάρτητα του χρήστη).

Απάντηση Δραστηριότητας 2.2

Ένα διάγραμμα ΟΣ παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.11. Ο σχεδιασμός είναι σχετικά πιο περίπλοκος από αυτόν για την προηγούμενη άσκηση. Ας τον δούμε πιο αναλυτικά.

Οι χρήστες και τα μηνύματα μοντελοποιούνται ως τύποι οντοτήτων (USER και MESSAGE, αντίστοιχα), επειδή αντιστοιχούν σε αντικείμενα/πρόσωπα του πραγματικού κόσμου. Η αποστολή και η επαναποστολή μηνύματος καθώς και το γεγονός ότι ένας χρήστης ακολουθεί έναν χρήστη εκφράζουν σχέσεις ανάμεσα σε οντότητες και μοντελοποιούνται με τους τύπους συσχέτισης POSTS, REPOSTS και FOLLOWS αντίστοιχα.

Η συσχέτιση FOLLOWS συσχετίζει δύο χρήστες και ορίζεται ως αναδρομική συσχέτιση, στην οποία έχουμε προσδιορίσει και τους ρόλους follower και followee. Η συσχέτιση είναι N-M γιατί ένας χρήστης μπορεί να ακολουθεί πολλούς χρήστες και να ακολουθείται από πολλούς χρήστες. Οι συμμετοχές δεν είναι ολικές, γιατί κάποιος χρήστης μπορεί να μην έχει ακόλουθους ή να μην ακολουθεί κάποιον χρήστη.

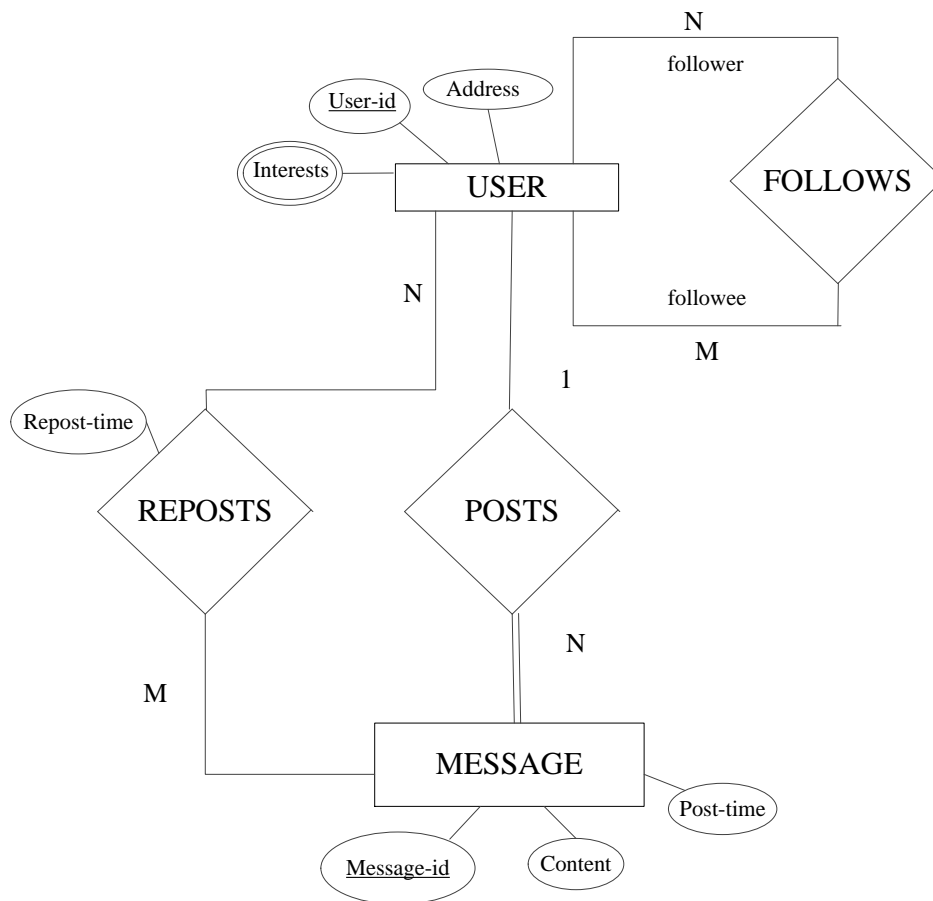
Η συσχέτιση POSTS έχει οριστεί ως 1-N γιατί ένας χρήστης μπορεί να στείλει πολλά μηνύματα αλλά ένα μήνυμα έχει μόνο έναν αποστολέα. Επίσης, αν και δε καθορίζεται ρητά στην περιγραφή της άσκησης, η συμμετοχή του MESSAGE είναι ολική, γιατί θεωρούμε ότι δε μπορεί να υπάρχει μήνυμα χωρίς αποστολέα. Η

συμμετοχή του USER είναι μη ολική γιατί υποθέτουμε ότι ένας χρήστης μπορεί να μην έχει στείλει κάποιο μήνυμα.

Η συσχέτιση REPOSTS έχει οριστεί ως N-M γιατί ένας χρήστης μπορεί να ξανά-στείλει πολλά μηνύματα και ένα μήνυμα να ξανά-σταλεί από πολλούς χρήστες. Οι συμμετοχές είναι μη ολικές.

Αξίζει να παρατηρήσει κανείς το εξής. Το γνώρισμα Post-time που αφορά στο χρόνο αποστολής ενός μηνύματος έχει οριστεί ως γνώρισμα του τύπου οντότητας MESSAGE, ενώ το γνώρισμα Repost-time που αφορά στο χρόνο επαναποστολής ενός μηνύματος έχει οριστεί ως γνώρισμα της συσχέτισης REPOSTS. Εναλλακτικά, θα μπορούσαμε να έχουμε το γνώρισμα Post-time ως γνώρισμα της συσχέτισης POSTS, αλλά δε θα μπορούσαμε να έχουμε το γνώρισμα Repost-time ως γνώρισμα του MESSAGE. Γιατί;

Ο λόγος που το γνώρισμα Post-time μπορεί να είναι γνώρισμα της MESSAGE είναι ότι η συσχέτιση POSTS είναι 1-N. Αυτό σημαίνει ότι ένα μήνυμα έχει έναν μοναδικό αποστολέα άρα και έναν μοναδικό χρόνο αποστολής και κατά συνέπεια ο χρόνος αποστολής (Post-time) μπορεί να αποτελέσει γνώρισμα του μηνύματος. Αντίθετα, η συσχέτιση REPOSTS είναι M-N που σημαίνει ότι ένα μήνυμα μπορεί να ξανασταλεί από πολλούς χρηστές πιθανόν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, άρα ο χρόνος επαναποστολής (Repost-time) δεν αποτελεί γνώρισμα του μηνύματος, αφού εξαρτάται και από τον αποστολέα.

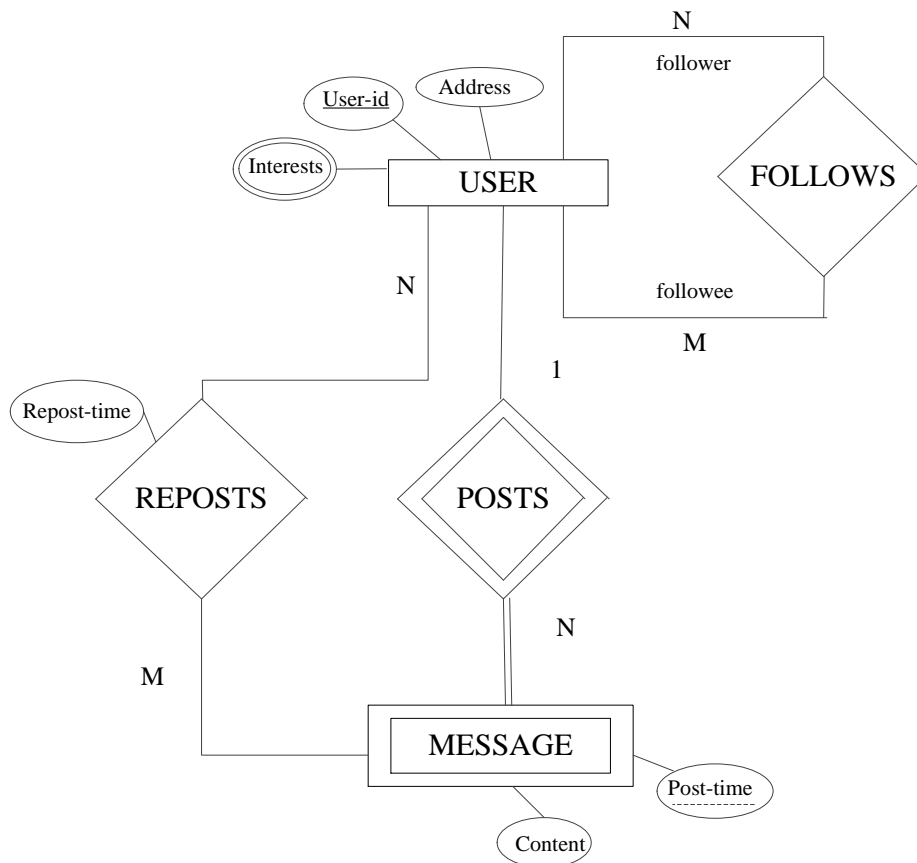


Εικόνα 2.11 Διάγραμμα ΟΣ για την Δραστηριότητα 2.2

Γενικά, το γνώρισμα μιας συσχέτισης 1-N μπορεί να μεταφερθεί ως γνώρισμα της οντότητας από την πλευρά του N. Προφανώς, για τον ίδιο λόγο, το γνώρισμα μιας συσχέτισης 1-1 μπορεί να μεταφερθεί σε οποιαδήποτε από τις δύο συμμετέχοντες οντότητες.

Απάντηση Δραστηριότητας 2.3

Το γεγονός ότι κανένα από τα γνωρίσματα του μηνύματος (MESSAGE) και κανένας πιθανός συνδυασμός τους δε προσδιορίζει μοναδικά ένα μήνυμα μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το μήνυμα είναι ασθενής οντότητα. Προσδιορίζουσα οντότητα είναι ο χρήστης (USER) γιατί αυτός μαζί με το χρόνος αποστολής προσδιορίζουν μοναδικά το μήνυμα. Άρα το κλειδί του μηνύματος είναι το {User-id, Post-time}. Το τροποποιημένο διάγραμμα ΟΣ δίνεται στην Εικόνα 2.12.



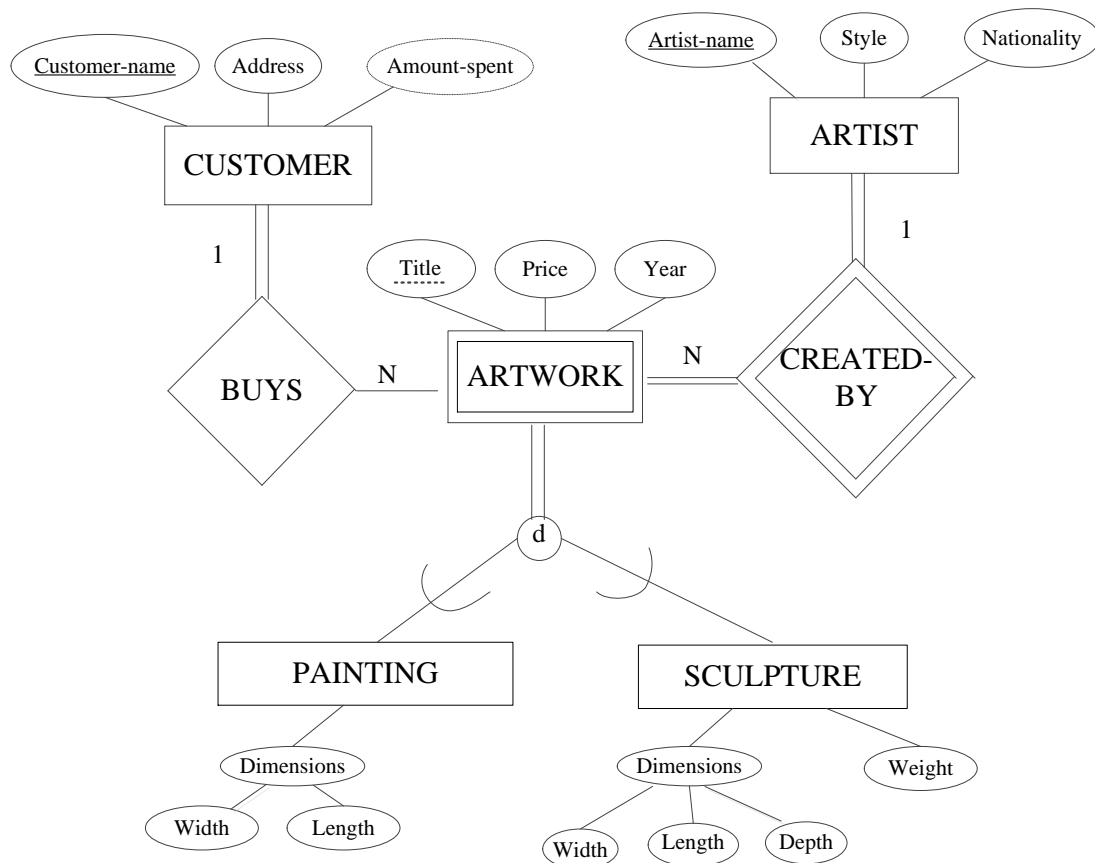
Εικόνα 2.12 Διάγραμμα ΟΣ για τη Δραστηριότητα 2.3

Απάντηση Δραστηριότητας 2.4

Ένα διάγραμμα ΕΟΣ παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.13. Από την περιγραφή των απαιτήσεων της άσκησης, συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν τρεις οντότητες, οι καλλιτέχνες (ARTIST), τα έργα τέχνης (ARTWORK) και οι πελάτες (CUSTOMER). Επίσης, υπάρχουν δύο συσχετίσεις, η συσχέτιση CREATED-BY που μοντελοποιεί τη σχέση ανάμεσα σε ένα έργο τέχνης και τον καλλιτέχνη που το δημιουργεί και η συσχέτιση BUYS που μοντελοποιεί τη σχέση ανάμεσα σε ένα έργο τέχνης και τον πελάτη που το αγοράζει. Αξίζει να παρατηρήσουμε τα παρακάτω.

Το έργο τέχνης είναι μια ασθενής οντότητα με μερικό κλειδί Title που προσδιορίζεται από τον καλλιτέχνη που το έχει δημιουργήσει μέσω της συσχέτισης CREATED-BY. Ο λόγος είναι ότι ο τίτλος δεν είναι μοναδικός, αφού μπορεί να υπάρχουν έργα με τον ίδιο τίτλο. Έτσι, το κλειδί για ένα έργο τέχνης είναι το {Title, Artist-name} που σημαίνει ότι ένα έργο τέχνης προσδιορίζεται μοναδικά από τον τίτλο του και το όνομα του καλλιτέχνη που το έχει δημιουργήσει.

Επειδή τα έργα τέχνης έχουν διαφορετικά γνωρίσματα με βάση την κατηγορία τους, ορίσαμε δύο σχετικές υποκλάσεις, μία για τους πίνακες ζωγραφικής (PAINTING) και μία για τα γλυπτά (SCULPTURE). Η αντίστοιχη συσχέτιση κλάσης/υποκλάσης είναι μη επικαλυπτόμενη, γιατί ένα έργο ανήκει σε μία μόνο από τις δύο κατηγορίες και ολική γιατί κάθε έργο ανήκει υποχρεωτικά σε μία από αυτές.



Εικόνα 2.12 Διάγραμμα ΕΟΣ για τη Δραστηριότητα 2.4

Η πληθικότητα της BUYS καθορίζει ότι ένα έργο δε μπορεί να έχει παραπάνω από έναν αγοραστή, αλλά ένας πελάτης μπορεί να αγοράζει παραπάνω από ένα έργο. Η συμμετοχή του πελάτη είναι ολική, ενώ του έργου όχι, που σημαίνει ότι ένα έργο μπορεί να μην έχει αγοραστεί. Η πληθικότητα της CREATED-BY καθορίζει ότι ένα έργο δε μπορεί να έχει παραπάνω από έναν καλλιτέχνη ως δημιουργό του, αλλά ένας καλλιτέχνης μπορεί να είναι δημιουργός πολλών έργων. Εδώ, η συμμετοχή του έργου είναι ολική, που σημαίνει ότι ένα έργο έχει οπωσδήποτε έναν δημιουργό.

Τέλος, παρατηρείστε ότι η έλλειψη του γνωρίσματος Amount-spent έχει σχεδιαστεί με διακεκομμένη γραμμή, που σημαίνει ότι το γνώρισμα έχει οριστεί ως παραγόμενο.

Ο λόγος είναι ότι το γνώρισμα Amount-spent μπορεί να υπολογιστεί για κάθε πελάτη μέσω της σχέσης BUYS και του γνωρίσματος Price του ARTWORK.

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1 Τα βήματα σχεδιασμού μιας βάσης δεδομένων

Εικόνα 2.2 Το διάγραμμα ΟΣ για τη βάση δεδομένων για τις κινηματογραφικές ταινίες

Εικόνα 2.3 Παράδειγμα οντοτήτων για τους τύπους οντότητας ACTOR και MOVIE.

Κάθε στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων για τις ταινίες αποτελείται από ένα σύνολο οντοτήτων αυτών των τύπων. Για μια οντότητα, οι τιμές των πλειότιμων γνωρισμάτων της έχουν εγκλειστεί σε αγκύλες και τα τμήματα των σύνθετων γνωρισμάτων σε παρενθέσεις.

Εικόνα 2.4 Παράδειγμα ενός στιγμιότυπου συνόλου συσχετίσεων για τον τύπο συσχέτισης PLAYS μεταξύ των ACTOR και MOVIE

Εικόνα 2.5 Παράδειγμα μιας αναδρομικής συσχέτισης: (α) το σχήμα και (β) ένα στιγμιότυπο συνόλου συσχετίσεων για τον τύπο συσχέτισης SEQUEL

Εικόνα 2.6 Στιγμιότυπα συνόλου συσχετίσεων για την Άσκηση Αυτοαξιολόγησης 2.2

Εικόνα 2.7 Παράδειγμα ασθενούς τύπου οντοτήτων. Μια οντότητα EPISODE προσδιορίζεται μέσω της συσχέτισης HAS από μια οντότητα TVSERIES. Το κλειδί ενός EPISODE είναι το {Title, Number}.

Εικόνα 2.8 Διάγραμμα ΕΟΣ για μια βάση δεδομένων που αφορά εργαζόμενους

Εικόνα 2.9 Διάγραμμα ΕΟΣ για μια βάση δεδομένων που αφορά εργαζόμενους σε γυμναστήρια

Εικόνα 2.10 Διάγραμμα ΟΣ για τη Δραστηριότητα 2.1

Εικόνα 2.11 Διάγραμμα ΟΣ για την Δραστηριότητα 2.2

Εικόνα 2.12 Διάγραμμα ΟΣ για τη Δραστηριότητα 2.3

Εικόνα 2.13 Διάγραμμα ΕΟΣ για τη Δραστηριότητα 2.4