

1.	Πρόλογος	4
2.	Εισαγωγή	5
2.1.	Επισκόπηση	5
2.2.	Κίνητρα για τον ορισμό της UML	6
2.3.	Στόχοι της UML.....	7
2.4.	Πεδίο εφαρμογής της UML	10
2.5.	Χαρακτηριστικά της UML.....	13
2.6.	UML – Παρελθόν, Παρόν και Μέλλον	15
3.	Συμβολισμοί στη UML.....	17
4.	Στοιχεία των διαγραμμάτων	17
4.1.	Οι γράφοι και το περιεχόμενό τους	17
4.2.	Σχεδιασμός ακμών	18
4.3.	Μη ορατοί υπερσύνδεσμοι και ο ρόλος των εργαλείων	19
4.4.	Επιλογές παρουσίασης.....	19
4.5.	Συμβολοσειρά – String	19
4.6.	Όνομα – Name	20
4.7.	Ετικέτα – Label	21
4.8.	Έκφραση – Expressions.....	22
4.9.	Σημείωση – Note.....	23
4.10.	Σχέση τύπου-στιγμιότυπου	23
5.	Διαχείριση μοντέλων	24
5.1.	Πακέτο – Package.....	24
5.2.	Υποσύστημα – Subsystem	26
5.3.	Μοντέλο – model.....	30
6.	Γενικοί μηχανισμοί επέκτασης	31
6.1.	Περιορισμός και Σχόλιο – Constraint and Comment	32
6.2.	Ιδιότητες στοιχείων.....	33
6.3.	Στερεότυπα – Stereotypes.....	33
7.	Διαγράμματα στατικής δομής.....	35
7.1.	Διάγραμμα κλάσης – Class diagram.....	35
7.2.	Διάγραμμα αντικειμένων – Object diagram	36
7.3.	Classifier	36
7.4.	Κλάση – Class.....	36
7.5.	Τμήμα ονόματος – Name Compartment.....	38
7.6.	Τμήμα λίστας – List compartment.....	38
7.7.	Ιδιοχαρακτηριστικό – Attribute	39
7.8.	Πράξη – Operation.....	40
7.9.	Διασύνδεση – Interface.....	42
7.10.	Παραμετροποιημένη κλάση (Πρότυπο) - Parameterized Class (Template).	43
7.11.	Μετακλάση – Metaclass	45
7.12.	Στερεότυπο – Stereotype.....	45
7.13.	Προσπέλαση ή εισαγωγή πακέτου.....	46
7.14.	Αντικείμενο – Object.....	47

7.15.	Συσχέτιση – Association.....	48
7.16.	Διαδική συσχέτιση - Binary Association.....	48
7.17.	Άκρο συσχέτισης - Association End.....	50
7.18.	Πολλαπλότητα – Multiplicity.....	53
7.19.	Προσδιοριστής – Qualifier.....	54
7.20.	Κλάση συσχέτισης - Association Class.....	55
7.21.	N-δική συσχέτιση – N-ary association.....	56
7.22.	Σύνθεση – Composition.....	57
7.23.	Σύνδεσμος – Link.....	59
7.24.	Γενίκευση – Generalisation.....	60
7.25.	Εξάρτηση – Dependency.....	62
8.	Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης – Use Case Diagram.....	64
8.1.	Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης – Use Case Diagram.....	64
8.2.	Περίπτωση χρήσης – Use Case.....	65
8.3.	Actor.....	66
8.4.	Σχέσεις περιπτώσεων χρήσης – Use Case Relationships.....	66
8.5.	Σχέσεις μεταξύ actor – Actor Relationships.....	67
9.	Διαγράμματα ακολουθίας – Sequence Diagrams.....	68
9.1.	Είδη διαγραμμάτων αλληλεπίδρασης.....	68
9.2.	Διάγραμμα ακολουθίας – Sequence Diagram.....	69
9.3.	Γραμμή ζωής αντικειμένου – Object Lifeline.....	71
9.4.	Ενεργοποίηση – Activation.....	72
9.5.	Μηνύματα και ερεθίσματα – Message and Stimulus.....	73
9.6.	Χρόνοι μετάβασης – Transition times.....	75
10.	Διαγράμματα συνεργασίας – Collaboration Diagrams.....	75
10.1.	Συνεργασία – Collaboration.....	76
10.2.	Διάγραμμα συνεργασίας – Collaboration Diagram.....	77
10.3.	Δομή pattern – Pattern structure.....	80
10.4.	Περιεχόμενα συνεργασίας – Collaboration Contents.....	81
10.5.	Αλληλεπιδράσεις – Interactions.....	82
10.6.	Ρόλοι συνεργασίας – Collaboration Roles.....	83
10.7.	Ενεργό αντικείμενο – Active Object.....	85
10.8.	Μηνύματα και ερεθίσματα – Message and stimulus.....	86
10.9.	Σημείωση δημιουργίας-καταστροφής.....	90
11.	Διαγράμματα κατάστασης – Statechart Diagrams.....	91
11.1.	Διάγραμμα κατάστασης – Statechart Diagram.....	91
11.2.	Κατάσταση – State.....	92
11.3.	Σύνθετη κατάσταση – Composite State.....	94
11.4.	Συμβάντα – Events.....	96
11.5.	Απλές μεταβάσεις – Simple Transitions.....	98
11.6.	Μεταβάσεις από και προς συντρέχουσες καταστάσεις.....	99
11.7.	Μεταβάσεις από και προς σύνθετες καταστάσεις.....	100
11.8.	Παραγοντοποιημένες μεταβάσεις καταστάσεων.....	103
11.9.	Καταστάσεις υπομηχανής – Submachine states.....	104
11.10.	Καταστάσεις συγχρονισμού – Synch states.....	106

12.	Διαγράμματα δραστηριότητας – Activity diagrams	107
12.1.	Διάγραμμα δραστηριότητας – Activity diagram	107
12.2.	Κατάσταση δράσης – Action state.....	108
12.3.	Κατάσταση υποδραστηριότητας – Subactivity state	109
12.4.	Αποφάσεις – Decisions	110
12.5.	Swimlanes	111
13.	Διαγράμματα υλοποίησης – Implementation diagrams.....	112
13.1.	Διάγραμμα συνιστώσας – Component diagram	112
13.2.	Διάγραμμα deployment – Deployment diagram.....	113
13.3.	Κόμβος – Node	114
13.4.	Συνιστώσα – Component	115
14.	Βιβλιογραφία	118

1. Πρόλογος

Οι ακόλουθες σημειώσεις έχουν γραφεί για το μάθημα «Αντικειμενοστραφής Ανάπτυξη Λογισμικού» του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος Πληροφορικής. Πρόκειται για μετάφραση συγκεκριμένων τμημάτων από τις προδιαγραφές της γλώσσας μοντελοποίησης UML [1].

2. Εισαγωγή

2.1. Επισκόπηση

Η Unified Modeling Language (UML) είναι μία γλώσσα που χρησιμοποιείται για προδιαγραφές, αναπαράσταση με οπτικό τρόπο (visualizing), δημιουργία και τεκμηρίωση των τμημάτων των συστημάτων λογισμικού, καθώς και για μοντελοποίηση εταιρικών και άλλων συστημάτων που δεν αφορούν λογισμικό. Η UML αποτελεί ένα συνδυασμό των καλύτερων πρακτικών, οι οποίες ήδη έχουν αποδείξει πόσο επιτυχημένες ήταν στη μοντελοποίηση μεγάλων και σύνθετων συστημάτων.

2.1.1. Κύρια στοιχεία της UML

Η επιλογή σχετικά με το ποια μοντέλα και ποια διαγράμματα θα δημιουργηθούν επηρεάζει σημαντικά τον τρόπο προσέγγισης και επίλυσης του προβλήματος. Το βασικό στοιχείο στην προσπάθεια επικοινωνίας και μάθησης είναι η έννοια της *αφαίρεσης*, να εστιάζουμε δηλαδή σε σχετικές λεπτομέρειες, ενώ αγνοούμε τις υπόλοιπες. Συνέπεια αυτού είναι τα ακόλουθα:

- Κάθε σύνθετο σύστημα προσεγγίζεται καλύτερα χρησιμοποιώντας ένα μικρό σύνολο ανεξαρτήτων όψεων του συστήματος. Δεν αρκεί μία όψη.
- Κάθε μοντέλο μπορεί να εκφραστεί σε διαφορετικά επίπεδα πιστότητας.
- Τα καλύτερα μοντέλα συνδέονται με την πραγματικότητα.

Σε ό,τι αφορά τις όψεις ενός μοντέλου, η UML ορίζει τα ακόλουθα γραφικά διαγράμματα:

- Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (use case)
- Διάγραμμα κλάσεων (class)
- Διαγράμματα συμπεριφοράς
 - ο Διάγραμμα καταστάσεων (statechart)
 - ο Διάγραμμα δραστηριοτήτων (activity)
 - ο Διαγράμματα αλληλεπίδρασης
 - Διάγραμμα ακολουθίας (sequence)
 - Διάγραμμα συνεργασίας (collaboration)
- Διαγράμματα υλοποίησης
 - ο Διάγραμμα συνιστώσας (component)
 - ο Διάγραμμα deployment

Τα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν στην πιο πάνω λίστα μπορούν να εμφανιστούν και με διαφορετικά ονόματα.

Τα διαγράμματα αυτά παρέχουν διαφορετικές απόψεις του συστήματος κατά τη φάση της ανάλυσης και της ανάπτυξης. Το υποκείμενο μοντέλο ολοκληρώνει τις απόψεις

αυτές, ούτως ώστε να μπορεί να αναλυθεί και να δομηθεί ένα πλήρες, συνεπές με τον εαυτό του σύστημα. Τα διαγράμματα αυτά, καθώς και η σχετική τεκμηρίωση είναι τα βασικά στοιχεία που βλέπει αυτός που μοντελοποιεί, αν και η UML και τα εργαλεία που την υποστηρίζουν θα παρέχουν και ένα πλήθος παραγόμενων όψεων. Τα διαγράμματα αυτά θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Μία συχνά εμφανιζόμενη ερώτηση είναι γιατί η UML δεν υποστηρίζει διαγράμματα ροής δεδομένων. Η απάντηση είναι ότι τα διαγράμματα ροής δεδομένων – όπως και πολλά άλλα από τα διαγράμματα που δεν υπάρχουν στη UML – δεν ταιριάζουν στο καθαρό αντικειμενοστραφές μοντέλο. Τα διαγράμματα δραστηριοτήτων και συνεργασίας επιτυγχάνουν τα περισσότερα απ' όσα αναμένουμε από ένα διάγραμμα ροής δεδομένων. Τα διαγράμματα δραστηριοτήτων είναι χρήσιμα επίσης για μοντελοποίηση ροών εργασίας (workflow).

2.2. *Κίνητρα για τον ορισμό της UML*

Η ανάπτυξη ενός μοντέλου για ένα σύστημα λογισμικού που θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία, προτού δομηθεί ή επανασχεδιαστεί το σύστημα, είναι τόσο απαραίτητο όσο το να υπάρχουν τα αρχιτεκτονικά σχέδια για ένα μεγάλο κτίσμα. Τα καλά μοντέλα είναι απαραίτητα για την επικοινωνία ανάμεσα στις ομάδες ενός έργου και επίσης για να υπάρχει μία ορθή αρχιτεκτονική του συστήματος. Δημιουργούμε μοντέλα των σύνθετων συστημάτων γιατί δεν μπορούμε να τα κατανοήσουμε στην ολότητά τους. Όσο αυξάνει η πολυπλοκότητα των συστημάτων, αυξάνει και η σημασία της ύπαρξης καλών τεχνικών μοντελοποίησης. Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες για την επιτυχία ενός έργου, αλλά η ύπαρξη μίας πρότυπης, πλούσιας γλώσσας μοντελοποίησης είναι απαραίτητος παράγοντας. Μία γλώσσα μοντελοποίησης πρέπει να περιλαμβάνει:

- Στοιχεία μοντέλων – στοιχειώδεις έννοιες μοντελοποίησης και τη σημασιολογία τους.
- Συμβολισμό – οπτικές αναπαραστάσεις των στοιχείων μοντελοποίησης.
- Οδηγίες – τρόπους χρήσης στην πράξη.

Στην περίπτωση των όλο και πιο πολύπλοκων συστημάτων η οπτική αναπαράσταση και η μοντελοποίηση γίνονται απαραίτητες. Η UML είναι μία καλά ορισμένη και γενικά αποδεκτή απάντηση για την ανάγκη αυτή.

Όσο αυξάνει για πολλές εταιρίες η στρατηγική αξία του λογισμικού, η βιομηχανία αναζητά νέες τεχνικές για αυτοματοποίηση της παραγωγής του λογισμικού. Αναζητούμε τεχνικές για να βελτιωθεί η ποιότητα και να μειωθεί το κόστος και ο χρόνος μέχρι την αγορά. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν την τεχνολογία των συνιστωσών, τον οπτικό προγραμματισμό (visual programming), τα patterns και τα πλαίσια (frameworks). Επίσης αναζητούμε τεχνικές για να διαχειριζόμαστε την πολυπλοκότητα των συστημάτων, όσο αυξάνουν σε κλίμακα. Συγκεκριμένα, αναγνωρίζουμε την ανάγκη για επίλυση επαναλαμβανόμενων προβλημάτων αρχιτεκτονικής, όπως η φυσική κατανομή, η συνδρομικότητα (concurrency), η ύπαρξη αντιγράφων (replication), η ασφάλεια, η κατανομή φορτίου και η ανοχή σε σφάλματα.

Η πολυπλοκότητα μπορεί να διαφέρει σε διάφορα πεδία εφαρμογής και φάσεις επεξεργασίας. Ένα από τα βασικά κίνητρα κατά την ανάπτυξη της UML ήταν η

δημιουργία ενός συνόλου σημασιολογίας και συμβολισμού που να αντιμετωπίζει επαρκώς όλα τα επίπεδα αρχιτεκτονικής πολυπλοκότητας, σε όλα τα πεδία.

Πριν τη UML δεν υπήρχε μία γλώσσα μοντελοποίησης που να έχει ένα σαφές προβάδισμα. Οι χρήστες επέλεξαν μεταξύ πολλών παρόμοιων γλωσσών, οι οποίες είχαν ελάχιστες διαφορές στην ολική εκφραστικότητά τους. Οι περισσότερες γλώσσες μοντελοποίησης είχαν ένα σύνολο κοινά αποδεκτών εννοιών, οι οποίες εκφράζονταν λίγο διαφορετικά από γλώσσα σε γλώσσα. Αυτή η έλλειψη συμφωνίας αποθάρρυνε τους νέους χρήστες από το να χρησιμοποιήσουν την αντικειμενοστραφή τεχνολογία. Οι χρήστες ήθελαν να υιοθετήσει η βιομηχανία μία – ή ελάχιστες – κοινά υποστηριζόμενες και αποδεκτές γλώσσες μοντελοποίησης, οι οποίες θα ήταν κατάλληλες για γενική χρήση.

Ορισμένοι πωλητές αποθαρρύνονταν από το να εισέλθουν στην περιοχή της αντικειμενοστραφούς μοντελοποίησης εξ αιτίας της ανάγκης υποστήριξης πολλών, παρόμοιων γλωσσών μοντελοποίησης. Συγκεκριμένα, η ανάγκη για εργαλεία είχε μειωθεί γιατί οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις δεν μπορούσαν (λόγω κόστους) να υποστηρίξουν όλα τα αναγκαία formats των διαφορετικών εργαλείων μοντελοποίησης.

Το αυξανόμενο κόστος χρήσης και υποστήριξης πολλών γλωσσών μοντελοποίησης έδωσε το κίνητρο σε πολλές από τις εταιρείες που προωθούν το αντικειμενοστραφές μοντέλο να υποστηρίξουν και να προωθήσουν τη UML. Ενώ η UML δεν εγγυάται την επιτυχία ενός έργου, βελτιώνει πολλά πράγματα. Για παράδειγμα, μειώνει σημαντικά το κόστος εκμάθησης και χρησιμοποίησης νέων εργαλείων όταν γίνονται μεταφορές από έργο σε έργο ή από εταιρία σε εταιρία. Επίσης παρέχει τη δυνατότητα ολοκλήρωσης ανάμεσα σε νέα εργαλεία, νέες διαδικασίες και νέες περιοχές.

2.3. Στόχοι της UML

Οι βασικοί στόχοι σχεδιασμού της UML είναι οι ακόλουθοι:

- Να παρέχει στους χρήστες μία έτοιμη προς χρήση, οπτική γλώσσα μοντελοποίησης, ώστε αυτοί να μπορούν να αναπτύξουν και να ανταλλάξουν κατανοητά μοντέλα.
- Να παρέχει μηχανισμούς επέκτασης και εξειδίκευσης, ώστε να είναι δυνατή η επέκταση των βασικών εννοιών.
- Να υποστηρίζει προδιαγραφές οι οποίες είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένες γλώσσες προγραμματισμού ή διαδικασίες ανάπτυξης.
- Να παρέχει μία τυπική βάση για την κατανόηση της γλώσσας μοντελοποίησης.
- Να ενθαρρύνει την ανάπτυξη της αγοράς αντικειμενοστραφών εργαλείων.
- Να υποστηρίζει υψηλότερου επιπέδου έννοιες ανάπτυξης, όπως συνιστώσες, συνεργασίες, πλαίσια και patterns.
- Να ενοποιεί τις καλύτερες προσεγγίσεις.

Οι στόχοι αυτοί παρουσιάζονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στη συνέχεια.

Παρέχει στους χρήστες μία έτοιμη προς χρήση, οπτική γλώσσα μοντελοποίησης, ώστε αυτοί να μπορούν να αναπτύξουν και να ανταλλάξουν κατανοητά μοντέλα.

Είναι σημαντικό το πρότυπο Ανάλυσης και Σχεδιασμού αντικειμένων (Object Analysis & Design – OA&D) να υποστηρίζει μία γλώσσα μοντελοποίησης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατευθείαν «από το κουτί» για συνήθη, γενικής χρήσης, μοντελοποίηση. Αν το πρότυπο απλά προσφέρει μία μετα-μετα-περιγραφή που χρειάζεται προσαρμογή σε κάθε συγκεκριμένο σύνολο εννοιών μοντελοποίησης, τότε δε θα επιτύχει το στόχο του να επιτρέπεται στους χρήστες να ανταλλάσσουν μοντέλα χωρίς να χάνεται πληροφορία και χωρίς να επιβάλλεται επιπλέον εργασία για την απεικόνιση των μοντέλων στην αφηρημένη μορφή. Η UML συνδυάζει ένα σύνολο βασικών εννοιών μεθοδολογίας, οι οποίες είναι γενικά αποδεκτές σε διάφορες μεθόδους και εργαλεία μοντελοποίησης. Οι έννοιες αυτές απαιτούνται στις περισσότερες μεγάλες εφαρμογές, αν και αυτό δε σημαίνει ότι κάθε εφαρμογή θα χρειαστεί όλες αυτές τις έννοιες. Το να καθοριστεί ένα format μετα-μετα-επιπέδου για κάθε μία από τις έννοιες δεν είναι αρκετό για τους χρήστες του μοντέλου, γιατί οι έννοιες πρέπει να είναι σαφείς για να υπάρξει πραγματική μοντελοποίηση. Αν οι έννοιες στα διαφορετικά πεδία εφαρμογής ήταν σημαντικά διαφορετικές, τότε θα μπορούσε να λειτουργήσει μία τέτοια προσέγγιση, αλλά οι βασικές έννοιες που απαιτούνται από τις περισσότερες εφαρμογές είναι παρόμοιες και θα πρέπει να υποστηρίζονται άμεσα, χωρίς την ανάγκη ενός ακόμα επιπέδου.

Να παρέχει μηχανισμούς επέκτασης και εξειδίκευσης, ώστε να είναι δυνατή η επέκταση των βασικών εννοιών.

Το OMG αναμένει ότι η UML θα προσαρμόζεται καθώς θα ανακαλύπτονται νέες ανάγκες για συγκεκριμένα πεδία. Την ίδια στιγμή δε θέλουμε να επιβάλλουμε τον επανορισμό ή επανα-υλοποίηση των κοινών βασικών εννοιών για κάθε νέο πεδίο. Για το λόγο αυτό, πιστεύουμε ότι πρέπει να υποστηρίζονται μηχανισμοί επέκτασης για να υποστηρίζονται οι αποκλίσεις από τη συνήθη περίπτωση, αντί να απαιτείται η υλοποίηση των ίδιων των βασικών εννοιών μοντελοποίησης. Οι βασικές έννοιες δε θα πρέπει να αλλάζουν παρά μόνο όταν αυτό είναι απολύτως απαραίτητο. Οι χρήστες θα πρέπει να μπορούν:

- να δημιουργούν μοντέλα χρησιμοποιώντας τις βασικές έννοιες, χωρίς τους μηχανισμούς επέκτασης για τις απλές εφαρμογές,
- να προσθέτουν νέες έννοιες και συμβολισμούς για ζητήματα που δεν καλύπτονται,
- να επιλέγουν ανάμεσα στις διαφορετικές διερμηνεύσεις των υπάρχουσών εννοιών, όταν δεν υπάρχει συμφωνία, και
- να εξειδικεύουν τις έννοιες, τους συμβολισμούς και τους περιορισμούς για συγκεκριμένα πεδία εφαρμογής.

Να υποστηρίζει προδιαγραφές οι οποίες είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένες γλώσσες προγραμματισμού ή διαδικασίες ανάπτυξης.

Η UML πρέπει και μπορεί να υποστηρίζει όλες τις πιθανές γλώσσες προγραμματισμού. Επίσης θα πρέπει και μπορεί να υποστηρίζει διαφορετικές μεθόδους και διαδικασίες για τη δημιουργία των μοντέλων. Η UML μπορεί να υποστηρίζει πολλές γλώσσες προγραμματισμού και μεθόδους ανάπτυξης χωρίς μεγάλη δυσκολία.

Να παρέχει μία τυπική βάση για την κατανόηση της γλώσσας μοντελοποίησης.

Καθώς οι χρήστες θα χρησιμοποιήσουν τυπικούς ορισμούς για να μπορέσουν να κατανοήσουν τη γλώσσα, πρέπει να είναι τόσο ακριβής, όσο και προσεγγίσιμη. Η έλλειψη μιας από τις δύο διαστάσεις βλάπτει τη χρησιμότητά της. Οι τυπικοί ορισμοί δε θα πρέπει να απαιτούν υπερβολικά επίπεδα εμμεσότητας, χρήση χαμηλού επιπέδου μαθηματικών συμβολισμών που απέχουν από το πεδίο μοντελοποίησης, όπως συνολοθεωρητικοί συμβολισμοί ή ορισμούς λειτουργικότητας, οι οποίοι είναι ισοδύναμοι με την υλοποίηση. Η UML παρέχει τυπικό ορισμό για τη στατική μορφή του μοντέλου με χρήση ενός μεταμοντέλου που εκφράζεται με χρήση διαγραμμάτων κλάσεων της UML. Αυτή είναι μία συνηθισμένη και γενικά αποδεκτή προσέγγιση για καθορισμό της μορφής του μοντέλου και οδηγεί άμεσα στην υλοποίηση μορφών ανταλλαγής. Η UML εκφράζει καλά ορισμένους περιορισμούς σε αυστηρή φυσική γλώσσα με χρήση των εκφράσεων της Object Constraint Language – OCL. Η UML εκφράζει τη λειτουργική έννοια των περισσότερων δομών σε αυστηρή φυσική γλώσσα. Η πλήρως τυπική προσέγγιση, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την προδιαγραφή γλωσσών όπως η Algol-68 δεν είναι αρκετά προσεγγίσιμη για τις περισσότερες πρακτικές χρήσεις.

Να ενθαρρύνει την ανάπτυξη της αγοράς αντικειμενοστραφών εργαλείων.

Επιτρέποντας στους πωλητές να υποστηρίζουν μία πρότυπη γλώσσα μοντελοποίησης που χρησιμοποιείται από τους περισσότερους χρήστες και εργαλεία, επωφελείται η βιομηχανία. Αν και οι πωλητές μπορούν ακόμα να προσθέτουν στις υλοποιήσεις των εργαλείων τους νέα χαρακτηριστικά, είναι απαραίτητη η δυνατότητα διαλειτουργικότητας. Η διαλειτουργικότητα απαιτεί να ανταλλάσσεται το μοντέλο ανάμεσα στους χρήστες και τα εργαλεία χωρίς να χάνεται πληροφορία. Αυτό μπορεί να συμβεί μόνο αν τα εργαλεία έχουν συμφωνήσει σε μία κοινή μορφή και έννοια για όλες τις σχετικές έννοιες. Η χρήση ενός υψηλότερου μετα-επιπέδου δεν είναι λύση, εκτός αν περιλαμβάνεται στο πρότυπο και η απεικόνιση του στις έννοιες του χρήστη.

Να υποστηρίζει υψηλότερου επιπέδου έννοιες ανάπτυξης, όπως συνιστώσες, συνεργασίες, πλαίσια και patterns.

Είναι απαραίτητη η σαφώς ορισμένη σημασιολογία ώστε να ωφεληθούμε πλήρως από την αντικειμενοστρέφεια και την επαναχρησιμοποίηση. Ο ορισμός της μέσα στο πλαίσιο της γλώσσας μοντελοποίησης είναι μοναδική συνεισφορά της UML.

Να ολοκληρώνει τις καλύτερες προσεγγίσεις.

Βασικό κίνητρο για την ανάπτυξη της UML ήταν η ολοκλήρωση των καλύτερων προσεγγίσεων στη βιομηχανία, που περιλαμβάνουν ευρέως αποδεκτές όψεις που βασίζονται σε επίπεδα αφαίρεσης, πεδία, αρχιτεκτονικές, στάδια κύκλου ζωής, τεχνικές υλοποίησης κλπ. Η UML πράγματι ολοκληρώνει τις καλύτερες από αυτές τις προσεγγίσεις.

2.4. Πεδίο εφαρμογής της UML

Κατ' αρχάς πρέπει να τονιστεί ότι η UML συνδυάζει τις έννοιες των τεχνικών Booch, OMT και OOSE. Το αποτέλεσμα είναι μία, κοινή και ευρέως χρησιμοποιήσιμη γλώσσα μοντελοποίησης για τους χρήστες αυτών και άλλων μεθόδων.

Δεύτερον, η UML προχωράει πιο πέρα το ζήτημα του τι μπορεί να κάνει κανείς με τις μεθόδους αυτές. Για παράδειγμα, οι συγγραφείς της UML έδωσαν σημασία στη μοντελοποίηση ταυτόχρονων και κατανεμημένων συστημάτων, ώστε να επιβεβαιώσουν ότι η UML θα μπορεί να αντιμετωπίσει με ευκολία αυτά τα πεδία εφαρμογών.

Τρίτον, η UML εστιάζει σε μία πρότυπη γλώσσα μοντελοποίησης, όχι σε μία πρότυπη διαδικασία μοντελοποίησης. Αν και η UML πρέπει να εφαρμόζεται στα πλαίσια μίας διαδικασίας, από πείρα μπορούμε να καταλάβουμε ότι διαφορετικοί οργανισμοί και πεδία εφαρμογής απαιτούν διαφορετικές διαδικασίες. Για παράδειγμα, η διαδικασία ανάπτυξης ενός παιχνιδιού για υπολογιστές είναι ενδιαφέρουσα, αλλά διαφέρει από τη διαδικασία ανάπτυξης ενός συστήματος πραγματικού χρόνου που για την αεροπορία από την καλή λειτουργία του οποίου εξαρτώνται ανθρώπινες ζωές. Για τους λόγους αυτούς, οι προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί πρώτα στη δημιουργία ενός κοινού μετα-μοντέλου (που θα ενοποιεί τη σημασιολογία) και στη συνέχεια στη δημιουργία ενός κοινού συμβολισμού (που θα παρέχει την άποψη των ατόμων για τη σημασιολογία). Οι συγγραφείς της UML προωθούν μία διαδικασία ανάπτυξης που προσανατολίζεται σε περιπτώσεις χρήσης, εξαρτάται από την αρχιτεκτονική, είναι επαναληπτική και αυξητική.

Η UML προδιαγράφει μία γλώσσα μοντελοποίησης που περιλαμβάνει τη συμφωνία της αντικειμενοστραφούς κοινότητας σχετικά με βασικές έννοιες μοντελοποίησης. Επιτρέπει να εκφράζονται οι αποκλίσεις με χρήση των μηχανισμών επέκτασης και παρέχει τα ακόλουθα:

- Σημασιολογία και συμβολισμό για να αντιμετωπίζεται ένα ευρύ φάσμα σύγχρονων θεμάτων μοντελοποίησης με άμεσο και οικονομικό τρόπο.
- Σημασιολογία για να αντιμετωπιστούν ορισμένα από τα αναμενόμενα μελλοντικά ζητήματα μοντελοποίησης, τα οποία σχετίζονται με την τεχνολογία συνιστωσών, τους κατανεμημένους υπολογισμούς, τα πλαίσια και την εκτελεσιμότητα.
- Μηχανισμούς επέκτασης ώστε συγκεκριμένα έργα να μπορούν να επεκτείνουν το μεταμοντέλο για την εφαρμογή τους με χαμηλό κόστος. Δε θέλουμε να αλλάζουν οι χρήστες απ' ευθείας το μεταμοντέλο της UML.
- Μηχανισμούς επέκτασης, ώστε να είναι δυνατό να ενσωματωθούν οι μελλοντικές προσεγγίσεις μοντελοποίησης μέσα στη UML.

- Σημασιολογία για να διευκολύνεται η ανταλλαγή μοντέλων σε διαφορετικά εργαλεία.
- Σημασιολογία που να καθορίζει τη διασύνδεση με αποθηκευτικούς χώρους, για διαμοιρασμό και αποθήκευση των στοιχείων μοντελοποίησης.

2.4.1. Εκτός πεδίου εφαρμογής της UML

Γλώσσες προγραμματισμού

Η UML είναι μία γλώσσα για οπτική μοντελοποίηση και δεν έχει ως στόχο να είναι μία οπτική γλώσσα προγραμματισμού, με την έννοια ότι παρέχει όλη την απαραίτητη οπτική και σημασιολογική υποστήριξη για να αντικαταστήσει τις γλώσσες προγραμματισμού. Η UML είναι μια γλώσσα για οπτικοποίηση, καθορισμό, δόμηση και τεκμηρίωση των στοιχείων ενός συστήματος λογισμικού, αλλά διαχωρίζει τη θέση της όταν φτάνει στο επίπεδο του κώδικα. Για παράδειγμα, οι σύνθετοι κλάδοι και οι συνδέσεις εκφράζονται καλύτερα σε μία γλώσσα προγραμματισμού με χρήση κειμένου. Η UML, παρ' όλα αυτά, παρέχει μία απεικόνιση σε οικογένειες αντικειμενοστραφών γλωσσών, ώστε να υπάρχουν τα πλεονεκτήματα και των δύο απόψεων.

Εργαλεία

Η τυποποίηση της γλώσσας είναι το απαραίτητο στοιχείο για τη δημιουργία εργαλείων και διαδικασιών που να την υποστηρίζουν. Τα εργαλεία και η διαλειτουργικότητά τους εξαρτώνται κατά πολύ από ισχυρούς ορισμούς σημασιολογίας και συμβολισμών, όπως αυτούς που παρέχει η UML. Η UML ορίζει ένα σημασιολογικό μεταμοντέλο, όχι μία διασύνδεση προς εργαλεία, αποθηκευτικούς χώρους ή μοντέλα χρόνου εκτέλεσης, αν και όλα αυτά θα πρέπει να είναι πολύ κοντά μεταξύ τους.

Η τεκμηρίωση της UML περιλαμβάνουν ορισμένες συμβουλές για τις επιλογές υλοποίησης που θα πρέπει να κάνουν οι πωλητές εργαλείων, αλλά δεν αντιμετωπίζει όλα όσα χρειάζονται. Για παράδειγμα, δεν αντιμετωπίζει ζητήματα όπως χρωματισμός των διαγραμμάτων, πλοήγηση του χρήστη, εικόνα με κίνηση, μοντέλα αποθήκευσης και υλοποίησης και άλλα χαρακτηριστικά.

Διαδικασία

Πολλοί οργανισμοί θα χρησιμοποιήσουν τη UML ως μία κοινή γλώσσα για τα στοιχεία των έργων τους, αλλά θα χρησιμοποιήσουν τους ίδιους τύπους διαγραμμάτων της UML σε διαφορετικά πλαίσια από τις άλλες διαδικασίες. Η UML είναι επίτηδες ανεξάρτητη διαδικασίας καθώς ο ορισμός ενός προτύπου διαδικασίας είναι έξω από τους στόχους της.

Οι συγγραφείς της UML αναγνωρίζουν τη σημασία της διαδικασίας. Η ύπαρξη μίας καλά ορισμένης και καλά διαχειρίσιμης διαδικασίας είναι το βασικό σημείο που διαχωρίζει τα υπερ-παραγωγικά έργα από τα αποτυχημένα. Το να βασιστούμε σε έναν ηρωικό προγραμματιστή δεν είναι καλή εταιρική πρακτική. Μία διαδικασία

- παρέχει οδηγίες σχετικά με τη σειρά που πρέπει να γίνουν οι δραστηριότητες της ομάδας,

- καθορίζει ποια στοιχεία θα πρέπει να αναπτυχθούν
- οδηγεί τις εργασίες κάθε μέλους και ολόκληρης της ομάδας, και
- προσφέρει κριτήρια για παρακολούθηση και μέτρηση των προϊόντων και της δραστηριότητας του έργου.

Οι διαδικασίες από τη φύση τους πρέπει να προσαρμόζονται στον οργανισμό, την κουλτούρα και το πεδίο του προβλήματος που αντιμετωπίζουν. Κάτι που δουλεύει σε ένα πλαίσιο (π.χ. η ανάπτυξη ενός παιχνιδιού για υπολογιστή) μπορεί να είναι καταστροφικό σε κάποιο άλλο (π.χ. συστήματα πραγματικού χρόνου με έντονη αλληλεπίδραση με τον άνθρωπο). Η επιλογή μίας συγκεκριμένης διαδικασίας εξαρτάται σημαντικά από ζητήματα όπως το πεδίο προβλήματος, η τεχνολογία υλοποίησης και τα προσόντα των μελών της ομάδας.

Οι μεθοδολογίες Booch, OMT, OOSE και άλλες έχουν καλά ορισμένες διαδικασίες και η UML μπορεί να υποστηρίξει τις περισσότερες από αυτές. Υπάρχει κάποια σύγκλιση στις πρακτικές διαδικασιών ανάπτυξης, αλλά δεν υπάρχει ακόμα συμφωνία σχετικά με την τυποποίηση. Αυτό που είναι το πιο πιθανό να προκύψει είναι μία κοινή συμφωνία για τις καλύτερες πρακτικές και εν δυνάμει να γίνει αποδεκτό ένα πλαίσιο διαδικασίας, μέσα στο οποίο θα στιγματιούνται οι διαφορετικές διαδικασίες. Αν και η UML δεν επιβάλει μία διαδικασία, έχει αναγνωριστεί η αξία μίας διαδικασίας που προσανατολίζεται σε περιπτώσεις χρήσης, βασίζεται στην αρχιτεκτονική, είναι επαναληπτική και αυξητική και συνεπώς αυτή διευκολύνεται (αν και δεν επιβάλλεται από τη UML).

2.4.2. Σύγκριση της UML και άλλων γλωσσών μοντελοποίησης

Θα πρέπει να γίνει σαφές ότι η UML δεν είναι ριζικά διαφορετική από τις Booch, OMT και OOSE, αλλά μία διάδοχος κατάστασή τους. Αυτό σημαίνει ότι ένας χρήστης μίας από τις πιο πάνω μεθοδολογίες θα μπορέσει να χρησιμοποιήσει τις υπάρχουσες γνώσεις του στη UML, καθώς αποτελεί ένα εξελικτικό βήμα. Οι χρήστες άλλων μεθοδολογιών θα μπορούν επίσης να μάθουν εύκολα UML, αλλά θα πρέπει να επιλέξουν μόνοι τους αν θα χρησιμοποιήσουν τις έννοιες και τους συμβολισμούς της UML κάτω από τις δικές τους μεθοδολογίες.

Η UML είναι πιο εκφραστική, αλλά και πιο ξεκάθαρη και ενοποιημένη από μεθοδολογίες όπως η Booch, OMT και OOSE. Αυτό σημαίνει ότι όταν μεταφερόμαστε στη UML κερδίζουμε γιατί μπορούμε να μοντελοποιήσουμε έργα που δεν μπορούσαμε πριν. Επίσης υπάρχει κέρδος γιατί αφαιρούνται οι άχρηστες διαφορές στο συμβολισμό και την ορολογία που δεν αφήνουν να φανούν οι ομοιότητες των προσεγγίσεων αυτών.

Σε σχέση με άλλες οπτικές γλώσσες μοντελοποίησης, συμπεριλαμβανομένων της μοντελοποίησης οντοτήτων-συσχετίσεων, της Business Reengineering Process (BRP), των διαγραμμάτων ροής και των γλωσσών που προσανατολίζονται στις καταστάσεις, η UML προσφέρει επιπλέον εκφραστικότητα καθώς και ολιστική ακεραιότητα.

Οι χρήστες των υπαρχουσών μεθοδολογιών θα αντιμετωπίσουν μικροαλλαγές στους συμβολισμούς, αλλά αυτό δε σημαίνει τόσο ότι πρέπει να μάθουν εκ νέου κάποια πράγματα, όσο να ξεκαθαρίσουν κάποιες έννοιες στην υποκείμενη σημασιολογία. Αν έχουν επιτευχθεί οι στόχοι της ενοποίησης, η UML αποτελεί την προφανή επιλογή για να ξεκινήσει κάποιος ένα νέο έργο, ειδικά όσο υπάρχουν όλο και περισσότερα εργαλεία,

βιβλία και παροχή κατάρτισης. Πολλά από τα εργαλεία οπτικής μοντελοποίησης υποστηρίζουν υπάρχοντες συμβολισμούς, όπως Booch, OMT, OOSE και άλλους, ως όψεις του υποκείμενου μοντέλου. Όταν τα εργαλεία αυτά προσφέρουν και την υποστήριξη στη UML, οι χρήστες θα μπορούν να μεταφέρουν τα υπάρχοντα μοντέλα τους στο συμβολισμό της UML χωρίς να χάσουν πληροφορία.

2.5. Χαρακτηριστικά της UML

Οι στόχοι της προσπάθειας ενοποίησης ήταν να διατηρηθεί απλή, να εκλείψουν τα στοιχεία που υπήρχαν στις τρεις μεθοδολογίες και δε λειτουργούσαν στην πράξη, να προστεθούν στοιχεία από άλλες μεθοδολογίες, τα οποία ήταν πιο αποδοτικά και να ανακαλυφθούν νέα στοιχεία μόνο στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε ήδη λύση. Καθώς οι συγγραφείς της UML σχεδιάζανε ουσιαστικά μία γλώσσα (έστω γραφική) έπρεπε να επιλέξουν ανάμεσα στα ελάχιστα (τα πάντα είναι κείμενο και κουτιά) και στην υπερβολή (υπάρχει ένα εικονίδιο για κάθε πιθανό στοιχείο μοντελοποίησης). Έχοντας αυτό κατά νου ήταν ιδιαίτερα προσεκτικοί όταν έπρεπε να προσθέσουν ένα νέο στοιχείο, καθώς δε θέλανε να κάνουν τη UML πολύπλοκη άνευ λόγου. Στη διαδικασία βέβαια, ανακαλύφθηκε ότι ήταν πλεονέκτημα να προστεθούν ορισμένα πράγματα που είχαν αποδειχτεί χρήσιμα στην πράξη, χρησιμοποιώντας άλλες μοντελοποιήσεις.

Υπάρχουν αρκετές νέες έννοιες που περιλαμβάνονται στη UML, συμπεριλαμβανομένων:

- μηχανισμοί επέκτασης (στερεότυπα, χαρακτηρισμένες τιμές και περιορισμοί),
- νήματα και διεργασίες,
- κατανομή και συνδρομικότητα (για μοντελοποίηση π.χ. ActiveX/DCOM και CORBA),
- patterns/συνεργασίες,
- διαγράμματα δραστηριοτήτων (για μοντελοποίηση business process),
- εκλεπτύνσεις (για διαχείριση σχέσεων μεταξύ επιπέδων αφαίρεσης),
- διασυνδέσεις και συνιστώσες, και
- μία γλώσσα περιορισμών.

Πολλές από τις ιδέες αυτές παρουσιάστηκαν πρώτα από άλλες μεθοδολογίες και θεωρίες, αλλά η UML τις συνδυάζει σε ένα συνεπές μοντέλο. Επιπρόσθετα σε αυτές τις μείζονες αλλαγές, υπάρχουν και πολλές μικρές βελτιώσεις σε σχέση με τη σημασιολογία και τους συμβολισμούς των Booch, OMT και OOSE.

Η UML αποτελεί εξέλιξη των Booch, OMT, OOSE, άλλων αντικειμενοστραφών μεθοδολογιών και πολλών άλλων πηγών. Όλες αυτές οι συνδυαζόμενες πηγές ενσωματώνουν διαφορετικά στοιχεία, που προέρχονται από διάφορους συγγραφείς, τα οποία περιλαμβάνουν και επιρροές από μη-αντικειμενοστραφή στοιχεία. Ο συμβολισμός της UML είναι μία σύμπτυξη του γραφικού συντακτικού των διαφόρων πηγών, απ' όπου έχουν αφαιρεθεί ορισμένα σύμβολα (γιατί μπερδεύαν, χρησιμοποιούνταν λίγο ή πλεονάζαν) και έχουν προστεθεί μερικά ακόμα. Οι ιδέες στη UML προέρχονται από τις ιδέες που αναπτύχθηκαν από πολλούς ανθρώπους στον αντικειμενοστραφή χώρο. Οι συγγραφείς της UML δεν είναι – τις περισσότερες φορές – αυτοί ανακάλυψαν μία ιδέα,

απλά έχουν επιλέξει και έχουν ολοκληρώσει τις καλύτερες ιδέες από την αντικειμενοστραφή μοντελοποίηση και τις πρακτικές της επιστήμης υπολογιστών. Η πραγματική «γενεαλογία» του συμβολισμού και της υποκείμενης λεπτομερούς σημασιολογίας είναι αρκετά σύνθετη και στο σημείο αυτό παρουσιάζεται απλά ως μία άποψη του τι συνέβη.

Τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης είναι παρόμοια στην εμφάνιση με αυτά του OOSE.

Τα διαγράμματα κλάσεων είναι συνδυασμός αυτών του OMT, του Booch και των διαγραμμάτων κλάσεων άλλων μεθοδολογιών. Για διάφορα διαγράμματα μπορούν να οριστούν στερεότυπα και τα αντίστοιχα εικονίδια, ώστε να υποστηρίζονται άλλα στυλ μοντελοποίησης. Τα στερεότυπα, οι περιορισμοί και οι χαρακτηρισμένες τιμές είναι χαρακτηριστικά που έχουν προστεθεί στη UML χωρίς να υπάρχουν σε άλλες μείζονες γλώσσες μοντελοποίησης.

Τα διαγράμματα καταστάσεων σε μεγάλο βαθμό βασίζονται στα διαγράμματα καταστάσεων του David Harel με μικρές αλλαγές. Τα διαγράμματα γράφων δραστηριοτήτων είναι παρόμοια με τα διαγράμματα ροής εργασίας που αναπτύχθηκαν από πολλές πηγές καθώς και από πολλές πηγές που προϋπήρχαν του αντικειμενοστραφούς μοντέλου.

Τα διαγράμματα ακολουθίας εμφανίζονται σε πολλές αντικειμενοστραφείς μεθοδολογίες με διάφορα ονόματα (αλληλεπίδρασης, παρακολούθησης μηνυμάτων και παρακολούθησης συμβάντων) και επίσης πηγαίνουν πίσω πριν την ύπαρξη του αντικειμενοστραφούς μοντέλου. Τα διαγράμματα συνεργασίας προσαρμόστηκαν από τον Booch (διαγράμματα αντικειμένων), το Fusion (γράφος αλληλεπίδρασης διαγραμμάτων) και από πολλές άλλες πηγές.

Οι συνεργασίες αποτελούν πλέον οντότητες μοντελοποίησης πρώτης τάξης και συχνά αποτελούν τη βάση για τα patterns.

Τα διαγράμματα υλοποίησης (διαγράμματα συνιστωσών και deployment) προκύπτουν από τα διαγράμματα τμημάτων (module) και διεργασιών του Booch, αλλά πλέον επικεντρώνουν στις συνιστώσες, αντί στα τμήματα και είναι καλύτερα διασυνδεδεμένα..

Τα στερεότυπα είναι ένας από τους μηχανισμούς επέκτασης και επεκτείνουν τη σημασιολογία του μεταμοντέλου. Εικονίδια που ορίζονται από το χρήστη μπορούν να χρησιμοποιηθούν με συγκεκριμένα στερεότυπα για προσαρμογή της UML σε συγκεκριμένες διαδικασίες.

Η γλώσσα περιορισμών αντικειμένων (Object Constraint Language – OCL) χρησιμοποιείται από τη UML για καθορισμό της σημασιολογίας και παρέχεται ως μία γλώσσα για εκφράσεις κατά τη μοντελοποίηση. Η OCL είναι μία γλώσσα εκφράσεων που έχει τις ρίζες της στη μεθοδολογία Syntropy και έχει επηρεαστεί από γλώσσες εκφράσεων άλλων μεθοδολογιών όπως η Catalysis. Η μη τυπική πλοήγηση στην OMT έχει τον ίδιο στόχο, αλλά η OCL είναι τυπική και περισσότερο εκτεταμένη.

Κάθε μία από τις αρχές αυτές έχει και άλλους προγόνους και επιπλέον επιρροές. Η παρουσίαση που μόλις έγινε δεν είναι πλήρης.

2.6. UML – Παρελθόν, Παρόν και Μέλλον

Η UML έχει αναπτυχθεί από τη Rational Software και τους εταίρους της. Επίσης πολλές εταιρίες έχουν ενσωματώσει τη UML ως πρότυπο στη διαδικασία ανάπτυξής τους και στα προϊόντα τους, τα οποία καλύπτουν περιοχές όπως η business modeling, η διαχείριση απαιτήσεων, η ανάλυση και ο σχεδιασμός, ο προγραμματισμός και ο έλεγχος.

2.6.1. UML 0.8 – 0.91

Πριν τη UML

Από τα μέσα της δεκαετίας του 70 έως τα τέλη της δεκαετίας του 80 άρχισαν να εμφανίζονται αντικειμενοστραφείς γλώσσες μοντελοποίησης, καθώς οι διάφοροι ερευνητές είχαν αρχίσει να πειραματίζονται με διαφορετικές προσεγγίσεις στην αντικειμενοστραφή ανάλυση και σχεδιασμό. Οι γλώσσες αυτές επηρεάστηκαν από άλλες τεχνικές, όπως η μοντελοποίηση Οντοτήτων-Συσχετίσεων, η Γλώσσα προδιαγραφών και περιγραφής (Specification & Description Language – SDL, περίπου 1976, CCITT) και άλλες τεχνικές. Το πλήθος των γλωσσών μοντελοποίησης αυξήθηκε από λιγότερες από 10 σε πάνω από 50 στην περίοδο 1989-1994. Πολλοί από τους χρήστες των αντικειμενοστραφών μεθόδων δεν ικανοποιούντο πλήρως από μία από αυτές τις γλώσσες μοντελοποίησης, δημιουργώντας «πολέμους μεθοδολογίας». Στα μέσα της δεκαετίας του 90, είχαν αρχίσει να εμφανίζονται νέες εκδόσεις των μεθοδολογιών αυτών, όπως η Booch 93, η συνεχιζόμενη εξέλιξη της OMT και η Fusion. Οι μεθοδολογίες αυτές άρχισαν να ενσωματώνουν η μία τις τεχνικές της άλλης και άρχισαν να εμφανίζονται μεθοδολογίες που ήταν αρκετά υποσχόμενες όπως οι OOSE, OMT-2 και Booch 93. Κάθε μία από αυτές ήταν μία πλήρης μεθοδολογία και είχε τα δικά της ισχυρά σημεία. Με απλά λόγια, η OOSE ήταν μία προσέγγιση που βασιζόταν σε περιπτώσεις χρήσης και προσέφερε άριστη υποστήριξη για business engineering και ανάλυση απαιτήσεων. Η OMT-2 ήταν ιδιαίτερη εκφραστική για ανάλυση και για πληροφοριακά συστήματα με έμφαση στα δεδομένα. Η Booch 93 ήταν ιδιαίτερα εκφραστική κατά τις φάσεις του σχεδιασμού και της υλοποίησης για έργα, ενώ ήταν διάσημη για εφαρμογές που είχαν έμφαση στην τεχνολογία.

Οι Booch, Rumbaugh και Jacobson ενώνουν τις δυνάμεις τους

Η ανάπτυξη της UML ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 1994 όταν οι Grady Booch και Jim Rumbaugh της Rational Software Corporation άρχισαν να δουλεύουν για την ενοποίηση των μεθοδολογιών Booch και OMT (Object Modeling Technique). Δεδομένου του ότι οι δύο μεθοδολογίες ήδη αναπτύσσονταν ξεχωριστά και αναγνωρίζονταν ήδη ως οι κυρίαρχες αντικειμενοστραφείς μεθοδολογίες παγκόσμια, οι Booch και Rumbaugh ένωσαν τις δυνάμεις τους για να επιτευχθεί μία πλήρης ενοποίηση των μεθοδολογιών τους. Το πρώτο σχέδιο της έκδοση 0.8 της Unified Method, όπως ονομαζόταν τότε, εμφανίστηκε τον Οκτώβριο του 1995. Στο φθινόπωρο του 1995 ο Ivar Jacobson και η εταιρία του Objectory ενώθηκε με την Rational και την προσπάθεια ενοποίησης, συνδυάζοντας και τη μεθοδολογία OOSE (Object-Oriented Software Engineering). Το όνομα της Objectory χρησιμοποιείται πλέον στη Rational κυρίως για να δηλωθεί η συμβατή με τη UML διαδικασία που παρέχει, η Rational Unified Process.

Ως βασικοί συγγραφείς των μεθοδολογιών Booch, OMT και OOSE, οι Grady Booch, Jim Rumbaugh και Ivar Jacobson είχαν το κίνητρο για να δημιουργήσουν μία ενοποιημένη γλώσσα μοντελοποίησης για τρεις λόγους. Κατ' αρχάς οι μέθοδοι ήδη εξελίσσονταν προς τις άλλες ανεξάρτητα. Είχε νόημα να συνεχίσουν την προσπάθεια εξέλιξης μαζί, αντί να το κάνουν ο καθένας ξεχωριστά, απαλείφοντας έτσι την πιθανότητα για διαφορές που δε θα είχαν νόημα και απλά θα μπερδευαν τους χρήστες. Δεύτερον, ενοποιώντας τη σημασιολογία και το συμβολισμό θα υπήρχε μία σταθερότητα στην αντικειμενοστραφή αγορά, που θα επέτρεπε στα έργα να χρησιμοποιήσουν μία ώριμη γλώσσα μοντελοποίησης και να αφήσουν όσους θα έφτιαχναν τα εργαλεία να δώσουν βάρος στο πώς θα παρέχουν τα χρήσιμα χαρακτηριστικά. Τρίτον, περίμεναν ότι η συνεργασία τους θα προσέφερε βελτιώσεις και στις τρεις προηγούμενες μεθόδους, βοηθώντας τους να συλλάβουν τα μαθήματα που είχαν ήδη πάρει και να αντιμετωπίσουν προβλήματα που δεν μπορούσε να χειριστεί ορθά καμία από τις προηγούμενες μεθοδολογίες.

Καθώς ξεκίνησαν τη διαδικασία ενοποίησης, έβαλαν τέσσερις στόχους για να εστιάσουν τις προσπάθειές τους:

1. Να διευκολύνουν τη μοντελοποίηση των συστημάτων (όχι μόνο του λογισμικού) χρησιμοποιώντας αντικειμενοστραφείς έννοιες.
2. Να δημιουργήσουν μία ρητή σύζευξη προς τα σημασιολογικά αλλά και τα εκτελέσιμα στοιχεία.
3. Να αντιμετωπίσουν ζητήματα κλίμακας που είναι έμφυτα στα σύνθετα και κρίσιμα συστήματα.
4. Να δημιουργήσουν μία γλώσσα μοντελοποίησης που θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τόσο άνθρωποι όσο και μηχανές.

Το να ανακαλύπτει κάποιος ένα συμβολισμό για χρήση στην αντικειμενοστραφή ανάλυση και σχεδιασμό δε διαφέρει και πολύ από το σχεδιασμό μίας προγραμματιστικής γλώσσας. Πρώτον πρέπει να αντιμετωπιστεί ένα πρόβλημα: θα πρέπει ο συμβολισμός να ενσωματώνει τον καθορισμό των απαιτήσεων; (Ναι, εν μέρει.) Θα πρέπει ο συμβολισμός να επεκτείνεται στο επίπεδο μίας οπτικής γλώσσας προγραμματισμού; (Όχι.) Δεύτερον, θα πρέπει να υπάρχει μία ισορροπία ανάμεσα σε απλότητα και εκφραστικότητα: ένας πολύ απλός συμβολισμός θα περιορίσει το πλήθος των προβλημάτων που θα μπορούν να επιλυθούν, ένας πολύ σύνθετος θα περιπλέξει τον απλό αναλυτή. Στην περίπτωση της ενοποίησης υπαρχουσών μεθοδολογιών, θα πρέπει να υπάρχει μία ευαισθησία ως προς την υπάρχουσα βάση χρηστών: αν υπάρχουν πολλές αλλαγές θα μπερδευτούν οι υπάρχοντες χρήστες. Αν δεν προωθηθεί ο συμβολισμός θα χαθεί η ευκαιρία να μπορεί να απευθυνθεί σε μεγαλύτερο σύνολο χρηστών. Ο ορισμός της UML προσπαθεί να πετύχει μέσα σε όλες αυτές τις περιοχές.

Οι προσπάθειες των Booch, Rumbaugh και Jacobson είχαν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση της τεκμηρίωσης της UML 0.9 και 0.91 τον Ιούνιο και τον Οκτώβριο του 1996. Το 1996 οι συγγραφείς της UML ζήτησαν και έλαβαν σχόλια από την κοινότητα. Ενσωμάτωσαν τα σχόλια αλλά ήταν σαφές ότι ήταν απαραίτητη επιπλέον εστιασμένη προσοχή.

2.6.2. Εταίροι της UML

Το 1996 έγινε σαφές ότι αρκετοί οργανισμοί έβλεπαν τη UML ως στρατηγική επιλογή για τις εταιρίες τους. Μία αίτηση για προτάσεις (Request for Proposal – RFP) από το Object Management Group (OMG) ήταν ο καταλύτης ώστε οι οργανισμοί αυτοί να ενώσουν τις δυνάμεις τους και να παρουσιάσουν μία κοινή απάντηση στο RFP. Η Rational δημιούργησε την κοινοπραξία των εταίρων της UML με αρκετούς οργανισμούς που είχαν τη διάθεση να διαθέσουν τους πόρους για να δημιουργηθεί ένας ισχυρός ορισμός της UML. Εκείνοι που συμμετείχαν περισσότερο στον ορισμό της UML περιλαμβάνουν τους: Digital Equipment Corp., HP, i-Logix, IntelliCorp, IBM, ICON Computing, MCI Systemhouse, Microsoft, Oracle, Rational Software, TI και Unisys. Η συνεργασία αυτή παρήγαγε τη UML, μία γλώσσα μοντελοποίησης που ήταν καλά ορισμένη, εκφραστική, ισχυρή και γενικά εφαρμόσιμη.

Τον Ιανουάριο του 1997 η IBM με την ObjecTime, η Platinum Technology, η Ptech, οι Taskon και Reich Technologies και τέλος η Softeam υπέβαλλαν με τη σειρά τους απαντήσεις στο RFP του OMG. Οι εταιρίες αυτές ενώθηκαν με τους εταίρους της UML για να υποβάλλουν τις ιδέες τους και το αποτέλεσμα ήταν η UML 1.1. Η UML 1.1 εστίασε στο να ξεκαθαριστεί η σημασιολογία της UML 1.0 και να ενσωματωθούν οι συνεισφορές των νέων εταίρων.

3. Συμβολισμοί στη UML

Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με τις σημασιολογικές έννοιες τις οποίες θα παρουσιάσουμε ανάλογα με τους τύπους των διαγραμμάτων. Για κάθε τύπο διαγράμματος παρουσιάζονται τα στοιχεία μοντελοποίησης που εμφανίζονται καθώς και η αναπαράστασή τους. Πολλά από τα στοιχεία μοντελοποίησης εμφανίζονται σε πάνω από ένα διαγράμματα. Έχει γίνει προσπάθεια να εμφανίζεται κάθε στοιχείο στο διάγραμμα που εμφανίζεται πιο συχνά. Επίσης υπάρχουν συχνά εμπρόσθιες αναφορές, καθώς πρόκειται για κείμενο αναφοράς.

4. Στοιχεία των διαγραμμάτων

4.1. Οι γράφοι και το περιεχόμενό τους

Τα περισσότερα από τα διαγράμματα της UML και ορισμένα από τα σύνθετα σύμβολά της είναι γράφοι με κορυφές οι οποίες ενώνονται μέσω ακμών. Η πληροφορία βρίσκεται περισσότερο στην τοπολογία, παρά στο μέγεθος ή στη θέση των συμβόλων (υπάρχουν μερικές εξαιρέσεις όπως τα διαγράμματα ακολουθίας με άξονα του χρόνου). Υπάρχουν τρία είδη οπτικής σχέσης που μας ενδιαφέρουν:

1. σύνδεση (συνήθως γραμμές σε δυσδιάστατα σχήματα),
2. ενσωμάτωση (containment) (συμβόλων από δυσδιάστατα σχήματα που έχουν όρια), και
3. οπτική προσκόλληση (visual attachment) (ένα μεγάλο σύμβολο είναι «κοντά» σε κάποιο άλλο σε ένα διάγραμμα).

Αυτές οι οπτικές σχέσεις απεικονίζονται σε συνδέσεις κόμβων σε ένα γράφο.

Ο συμβολισμός της UML έχει φτιαχτεί για σχέδια σε δύο διαστάσεις. Ορισμένα από τα σχέδια είναι δυσδιάστατες προβολές τρισδιάστατων σχεδίων (όπως κύβοι), αλλά συνεχίζουν να αναπαριστώνται ως εικονίδια σε δυσδιάστατες επιφάνειες. Σύντομα μπορεί να είναι εφικτό να έχουμε τρισδιάστατη απεικόνιση και πλοήγηση σε συνηθισμένους υπολογιστές, αλλά αυτό δε συμβαίνει ακόμα.

Υπάρχουν τέσσερα βασικά είδη γραφικών δομών που χρησιμοποιούνται στο συμβολισμό της UML:

1. *Εικονίδια* – Ένα εικονίδιο είναι ένα γραφικό σχήμα συγκεκριμένου μεγέθους και μορφής. Δεν επεκτείνεται για να χωρέσει τα περιεχόμενά του. Ένα εικονίδιο μπορεί να εμφανιστεί μέσα σε σύμβολα περιοχής (area symbols), όπως τερματισμούς (terminators), σε ακμές ή ως αυτοδύναμο σύμβολο που μπορεί να συνδέεται ή όχι με ακμές.
2. *Δυσδιάστατα σύμβολα* – Τα δυσδιάστατα σύμβολα έχουν μεταβλητές διαστάσεις, ώστε να μπορούν να χωράνε άλλα στοιχεία, όπως λίστες συμβολοσειρών ή άλλα σύμβολα. Πολλά από αυτά διαιρούνται σε παρόμοια ή διαφορετικά τμήματα (compartments). Οι ακμές συνδέονται με τα δυσδιάστατα σύμβολα τερματίζοντας την ακμή στο όριο του συμβόλου. Η μεταφορά ή διαγραφή ενός δυσδιάστατου συμβόλου επηρεάζει τα περιεχόμενα του συμβόλου και τις ακμές που συνδέονται με αυτό.
3. *Ακμές* – Είναι ακολουθίες τμημάτων γραμμών των οποίων τα τελικά σημεία είναι προσκολλημένα. Εννοιολογικά μία ακμή είναι μία τοπολογική οντότητα, αν και μπορούμε να χειριστούμε γραφικά τα τμήματα. Ένα τμήμα δεν μπορεί να υπάρξει ανεξάρτητα από την ακμή του. Οι ακμές είναι πάντα προσκολλημένες σε άλλα γραφικά σύμβολα και στα δύο άκρα (δεν υπάρχουν dangling γραμμές). Οι ακμές μπορούν να έχουν *τερματισμούς* (terminators), δηλαδή, εικονίδια που εμφανίζονται με κάποια σειρά στο τέλος της ακμής και προσδιορίζουν την έννοια του συμβόλου της ακμής.
4. *Συμβολοσειρές* – Αναπαριστούν συγκεκριμένο είδος πληροφορίας σε μία μη επεξεργασμένη (unparsed) μορφή, η οποία υποθέτει ότι κάθε χρήση μιας συμβολοσειράς στο συμβολισμό έχει συγκεκριμένη σύνταξη η οποία μπορεί να επεξεργαστεί συντακτικά (parsed) στην πληροφορία του υποκείμενου μοντέλου. Για παράδειγμα, η σύνταξη για τα ιδιοχαρακτηριστικά (attributes), τις πράξεις (operations) και τις μεταβάσεις (transitions). Αυτοί οι τρόποι σύνταξης μπορεί να διαφέρουν στα εργαλεία, ως επιλογές παρουσίασης. Οι συμβολοσειρές υπάρχουν ως αυτόνομα στοιχεία των συμβόλων ή των τμημάτων (compartments) των συμβόλων, ως στοιχεία σε λίστες (στην οποία περίπτωση η θέση τους στη λίστα δηλώνει κάποια πληροφορία), ως ετικέτες οι οποίες έχουν προσκολληθεί σε σύμβολα ή ακμές ή ως αυτοδύναμα στοιχεία σε ένα διάγραμμα.

4.2. Σχεδιασμός ακμών

Μία ακμή αποτελείται από μία σειρά από τμήματα γραμμών τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όλη η ακμή είναι μία τοπολογική μονάδα. Τα τμήματα μπορεί να είναι ευθύγραμμα τμήματα, oblique γραμμές ή καμπύλες. Το στυλ της γραμμής μπορεί να θεωρηθεί ως περιορισμός του εργαλείου. Αν δύο γραμμές διασταυρώνονται μπορεί να

χρησιμοποιηθεί ένα μικρό ημικύκλιο για να δηλώσει ότι οι ακμές δεν ενώνονται (όπως συμβαίνει και σε ένα διάγραμμα ηλεκτρικών κυκλωμάτων).

Σε πολλές σχέσεις (όπως η συνάθροιση ή η γενίκευση) πολλές ακμές του ίδιου είδους μπορούν να συνδέονται με ένα κοινό σύμβολο. Σε ορισμένες περιπτώσεις – τις οποίες θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια – οι γραμμές που συνδέονται μπορούν να συνδυαστούν σε ένα μόνο τμήμα γραμμής, ώστε στη συνέχεια η ακμή από το σύμβολο να διακλαδίζεται σε αρκετές άλλες ακμές υπό μορφή δένδρου. Πρόκειται για μία επιλογή που έχει να κάνει μόνο με την παρουσίαση και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν η πληροφορία μοντελοποίησης που περιέχεται στα τμήματα δεν είναι ταυτόσημη.

4.3. Μη ορατοί υπερσύνδεσμοι και ο ρόλος των εργαλείων

Μία σημείωση στο χαρτί δεν έχει κρυμμένη πληροφορία. Αντίθετα μία σημείωση στην οθόνη υπολογιστή μπορεί να περιέχει επιπλέον αόρατους υπερσυνδέσμους οι οποίοι δεν είναι εμφανείς στην στατική όψη, αλλά μπορούν να ενεργοποιηθούν δυναμικά, ώστε να προσπελαστεί άλλη πληροφορία είτε σε γραφική όψη είτε ως πίνακας. Τέτοιου είδους δυναμικοί σύνδεσμοι αποτελούν μέρος του *δυναμικού* συμβολισμού, αλλά η UML δεν καθορίζει τη μορφή τους, θεωρώντας το ως αρμοδιότητα του χρησιμοποιούμενου εργαλείου.

4.4. Επιλογές παρουσίασης

Κάθε εμφάνιση ενός συμβόλου κλάσης σε ένα ή διαφορετικά διαγράμματα μπορεί να έχει διαφορετικές επιλογές παρουσίασης. Για παράδειγμα, σε ένα σύμβολο κλάσης μπορεί να παρουσιάζονται τα ιδιοχαρακτηριστικά και οι πράξεις, ενώ σε ένα άλλο για την ίδια κλάση να μην εμφανίζονται καθόλου. Τα εργαλεία παρέχουν ομάδες στυλ, οι οποίες μπορούν να προσκολληθούν είτε σε αυτόνομα σύμβολα, είτε σε ολόκληρα διαγράμματα, ώστε να καθορίζουν τις επιλογές παρουσίασης.

Η γραφική αναπαράσταση δεν είναι χρήσιμη για όλα τα είδη πληροφορίας μοντελοποίησης. Ορισμένα τμήματα της πληροφορίας παρουσιάζονται καλύτερα με κείμενο ή με πίνακες. Για παράδειγμα, πληροφορία με μεγάλη λεπτομέρεια σχετικά με τον προγραμματισμό παρουσιάζεται καλύτερα ως λίστα κειμένων. Η UML δεν υποθέτει ότι όλη η πληροφορία εκφράζεται σε διαγράμματα, αλλά δεν καθορίζει ρητά τη μορφή παρουσίασης των χρησιμοποιούμενων πινάκων. Γίνεται η υπόθεση ότι μπορεί να υπάρχουν αόρατοι σύνδεσμοι από τα γραφικά στοιχεία σε στοιχεία σε πίνακες.

4.5. Συμβολοσειρά – String

Μία συμβολοσειρά είναι μία ακολουθία χαρακτήρων σε κάποιο κατάλληλο σύνολο χαρακτήρων που χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει πληροφορία σχετικά με το μοντέλο. Οι χρησιμοποιούμενοι χαρακτήρες δεν είναι απαραίτητο να προέρχονται μόνο από το Λατινικό αλφάβητο.

4.5.1. Σημασιολογία

Τα διαγράμματα συμβολοσειρών συνήθως απεικονίζουν συμβολοσειρές του υποκείμενου μοντέλου, οι οποίες περιέχουν πληροφορία σχετικά με το μοντέλο, αν και μπορεί να υπάρχουν συμβολοσειρές οι οποίες εμφανίζονται αποκλειστικά στα διαγράμματα. Η

UML υποθέτει ότι παρέχεται η δυνατότητα για αναπαράσταση και αποθήκευση χαρακτήρων που αποτελούνται από περισσότερα από ένα byte, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι πιθανές γλώσσες.

4.5.2. Συμβολισμός

Η συμβολοσειρά παρουσιάζεται ως έχει. Αν υπάρχουν ειδικοί χαρακτήρες η παρουσίασή τους εξαρτάται από την πλατφόρμα λειτουργίας. Ανάλογα με το σκοπό ύπαρξης της η συμβολοσειρά μπορεί να εμφανίζεται σε μία γραμμή ή σε παράγραφο. Η γραμματοσειρά που χρησιμοποιείται δεν εξαρτάται από τη συμβολοσειρά.

4.5.3. Επιλογές παρουσίασης

Το εργαλείο μπορεί να παρουσιάσει τη συμβολοσειρά με διάφορους τρόπους, αρκεί πάντα να μπορούμε να ανακτήσουμε την αρχική συμβολοσειρά.

4.5.4. Παράδειγμα

BankAccount

Integrate(f: Function, from: Real, to: Real)

{ author = "Joe Smith", deadline = 31-March-1997, status = analysis}

Σκοπός της πράξης shuffle (ανακάτεμα) είναι να αλλάξει τυχαία τη σειρά των χαρτιών. Όμως, για να επιτευχθεί μεγαλύτερη εγγύτητα με την πραγματική διαδικασία, κατά την οποία ορισμένα χαρτιά μπορεί να συνεχίσουν να βρίσκονται κολλημένα μετά από αρκετά ανακατέματα, η πράξη προσομοιώνεται θεωρώντας ότι «κόβουμε» τα χαρτιά και στη συνέχεια τα ενώνουμε με μία μη τέλεια πράξη merge.

4.6. Όνομα – Name

4.6.1. Σημασιολογία

Το όνομα είναι μία συμβολοσειρά που χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί μοναδικό ένα στοιχείο μοντελοποίησης, σε κάποιο επίπεδο αναφοράς (scope). Ένα όνομα διαδρομής (pathname) χρησιμοποιείται για την ανεύρεσης ενός στοιχείου μοντελοποίησης ξεκινώντας από τη ρίζα (αρχή) του συστήματος (ή από κάποιο άλλο σημείο). Ένα όνομα είναι προσδιοριστής σε κάποιο επίπεδο αναφοράς (scope). Ένα όνομα διαδρομής αποτελείται από μία σειρά ονομάτων που συνδέονται μεταξύ τους με κάποιον διαχωριστή (π.χ. "::"). Υπάρχουν πολλά είδη ονομάτων διαδρομής και θα περιγραφούν στη συνέχεια.

4.6.2. Συμβολισμός

Ένα όνομα παρουσιάζεται ως μία συμβολοσειρά. Κανονικά το όνομα παρουσιάζεται σε μία γραμμή και δεν έχει ειδικούς χαρακτήρες. Αναλόγως του εργαλείου και της γλώσσας μπορεί να υπάρχουν περιορισμοί στο μήκος της συμβολοσειράς και στο ποιο σύνολο χαρακτήρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

4.6.3. Παράδειγμα

Όνόματα:

```
BankAccount  
Integrate  
Controller  
Abstract  
this_is_a_very_long_name_with_underscores
```

Όνομα διαδρομής:

```
MathPak::Matrices::BandedMatrix
```

4.7. **Ετικέτα – Label**

Η ετικέτα είναι μία συμβολοσειρά που έχει προσκολληθεί σε κάποιο στοιχείο.

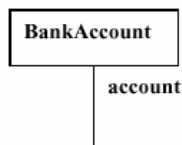
4.7.1. Σημασιολογία

Μία ετικέτα είναι ένας όρος για συγκεκριμένη χρήση συμβολοσειράς σε διάγραμμα. Πρόκειται για όρο συμβολισμού.

4.7.2. Συμβολισμός

Μία ετικέτα είναι μία συμβολοσειρά που προσκολλάται γραφικά σε κάποιο άλλο σύμβολο του διαγράμματος. Οπτικά η προσκόλληση γίνεται περικλείοντας τη συμβολοσειρά μέσα στο σύμβολο ή τοποθετώντας την ετικέτα κοντά στο σύμβολο. Ορισμένες φορές η ετικέτα τοποθετείται σε συγκεκριμένα σημεία (π.χ. κάτω από το σύμβολο), αλλά τις περισσότερες φορές αρκεί να βρίσκεται «κοντά» στο σύμβολο. Το εργαλείο διατηρεί το σύνδεσμο ανάμεσα στην ετικέτα και το γραφικό σύμβολο, ώστε η ετικέτα να μετακινείται μαζί με το σύμβολο, αλλά η τελική εμφάνιση του διαγράμματος είναι ζήτημα αισθητικής και απλά θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι δεν πρέπει να προκαλείται σύγχυση στους χρήστες. Αν και η προσκόλληση μπορεί να μην είναι άμεσα εμφανής από την οπτική παρουσίαση του διαγράμματος, η προσκόλληση θα πρέπει να είναι ξεκάθαρη και σαφής στο γραφικό επίπεδο (και να συνεχίζει να είναι σαφής στην σημασιολογική απεικόνιση).

4.7.3. Παράδειγμα



Σχήμα 1: Προσκόλληση λόγω συμπερίληψης και προσκόλληση λόγω γειτνίασης

4.7.4. Λέξεις κλειδιά

Η αρίθμηση των εύκολα αναγνωρίσιμων οπτικών συμβόλων είναι περιορισμένη. Ο συμβολισμός της UML χρησιμοποιεί λέξεις κλειδιά για να αναγνωρίζει παραλλαγές του ίδιου θέματος, περιλαμβανομένων υποκλάσεων του μεταμοντέλου μίας βασικής κλάσης, στερεοτύπων μίας βασικής κλάσης του μεταμοντέλου και ομάδων από στοιχεία λίστας. Από την πλευρά του χρήστη, ο διαχωρισμός ανάμεσα σε υποκλάσεις και στερεότυπα του μεταμοντέλου είναι συχνά άνευ σημασίας, αν και είναι σημαντικός για όσους υλοποιούν τα εργαλεία και το μεταμοντέλο.

Ο γενικός συμβολισμός για τη χρήση μίας λέξης κλειδιού είναι να τοποθετηθεί σε ελληνικά εισαγωγικά («...»): «λέξη-κλειδί». Υπάρχουν ορισμένες προκαθορισμένες λέξεις κλειδιά οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια και οι οποίες πρέπει να αντιμετωπίζονται ως δεσμευμένες λέξεις σε σχέση με το συμβολισμό. Υπάρχουν διαθέσιμες και άλλες, για να τις χρησιμοποιεί ο χρήστης για τα στερεότυπα. Δεν επιτρέπεται η χρήση μίας προκαθορισμένης λέξης κλειδιού ως όνομα σε στερεότυπο.

4.8. Έκφραση – Expressions

4.8.1. Σημασιολογία

Οι διάφορες δομές της UML απαιτούν *εκφράσεις*, οι οποίες είναι γλωσσολογικοί τύποι οι οποίοι υπολογίζονται κατά το χρόνο εκτέλεσης. Μπορεί να είναι εκφράσεις για τύπους, λογικές τιμές ή αριθμούς. Η UML δεν έχει γλωσσολογικό αναλυτή για τις εκφράσεις και αυτές εκφράζονται ως συμβολοσειρές μίας συγκεκριμένης *γλώσσας*. Για το σημασιολογικό ορισμό της UML χρησιμοποιείται η γλώσσα περιορισμών OCL και μπορεί να τη χρησιμοποιήσει και ο χρήστης, όπως συμβαίνει και με οποιαδήποτε άλλη γλώσσα. Η UML αποφεύγει να καθορίσει το συντακτικό για τις εκφράσεις τύπων γιατί εξαρτώνται πολύ από τη γλώσσα.

4.8.2. Συμβολισμός

Μία έκφραση παρουσιάζεται ως μία συμβολοσειρά ορισμένη σε μία συγκεκριμένη γλώσσα. Η σύνταξή της είναι αρμοδιότητα του εργαλείου και του γλωσσολογικού αναλυτή της γλώσσας. Γίνεται η υπόθεση ότι ο αναλυτής μπορεί να αποτιμήσει τις συμβολοσειρές κατά το χρόνο εκτέλεσης και να δώσει τιμές του κατάλληλου τύπου ή μπορεί να επιστρέψει σημασιολογικές δομές για να συλληφθεί η έννοια της έκφρασης. Για παράδειγμα, μία λογική έκφραση σε αληθές ή ψευδές. Η ίδια η γλώσσα είναι γνωστή σε ένα εργαλείο μοντελοποίησης, αλλά είναι έμμεσα ορισμένη στο διάγραμμα με την υπόθεση ότι η μορφή της έκφρασης ξεκαθαρίζει το σκοπό της.

4.8.3. Παράδειγμα

BankAccount

BankAccount * (*) (Person *, int)

Array[1..20] of reference to range (-1.0..1.0) of Real

[i > j and self.size > i]

4.9. Σημείωση – Note

Μία σημείωση είναι ένα γραφικό σύμβολο που περιέχει πληροφορία κειμένου (πιθανά και ενσωματωμένες εικόνες). Είναι ένας τρόπος συμβολισμού για να βρεθούν διάφορα είδη πληροφορίας κειμένου από το μετα-μοντέλο όπως περιορισμοί, σχόλια, κείμενα μεθόδων και χαρακτηρισμένες τιμές.

4.9.1. Σημασιολογία

Μία σημείωση είναι ένα στοιχείο συμβολισμού. Παρουσιάζει πληροφορία κειμένου μέσα σε κάποιο σημασιολογικό στοιχείο.

4.9.2. Συμβολισμός

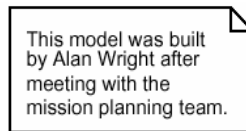
Μία σημείωση παρουσιάζεται ως ένα ορθογώνιο με «τσακισμένη» την πάνω δεξιά γωνία. Περιέχει οποιοδήποτε κείμενο. Παρουσιάζεται σε ένα διάγραμμα και μπορεί να είναι προσκολλημένη σε μηδέν ή περισσότερα στοιχεία με διακεκομμένες γραμμές.

4.9.3. Επιλογές παρουσίασης

Μία σημείωση μπορεί να έχει ένα στερεότυπο.

Μία σημείωση με τη δεσμευμένη λέξη “constraint” ή με κάποιο πιο περιοριστικό στιγμιότυπο περιορισμού (όπως σώμα κώδικα μίας μεθόδου) καθορίζει έναν περιορισμό που αποτελεί μέρος του μοντέλου και όχι απλά μέρος της όψης του διαγράμματος. Μία τέτοια σημείωση είναι η όψη του στοιχείου μοντελοποίησης (ο περιορισμός).

4.9.4. Παράδειγμα



Σχήμα 2: Σημείωση

4.10. Σχέση τύπου-στιγμιότυπου

Ένας βασικός στόχος της μοντελοποίησης είναι να προετοιμάσει γενικές περιγραφές που περιγράφουν πολλά συγκεκριμένα στοιχεία. Αυτό είναι γνωστό ως *διχοτομία τύπου-στιγμιότυπου* (type-instance dichotomy). Πολλές από τις έννοιες μοντελοποίησης της UML που έχουν αυτό το διττό χαρακτήρα συνήθως μοντελοποιούνται με ζεύγη στοιχείων μοντελοποίησης, ένα που αναπαριστά τη γενική περιγραφή και ένα που περιγράφει τα συγκεκριμένα στοιχεία. Παραδείγματα τέτοιων ζευγών στη UML είναι τα: Κλάση-Αντικείμενο, Συσχέτιση-Σύνδεση, Παράμετρος-Τιμή, Πράξη-Κλήση κ.ο.κ.

Αν και τα διαγράμματα για τα στοιχεία «τύπος» και για τα στοιχεία «στιγμιότυπο» δεν είναι ακριβώς τα ίδια, έχουν κάποια κοινά σημεία. Για το λόγο αυτό είναι βολικό να επιλέγεται τέτοιος συμβολισμός για τα ζεύγη των στοιχείων ώστε η αντιστοιχία τους να είναι άμεσα προφανής οπτικά. Υπάρχει περιορισμένος αριθμός τρόπων για να επιτευχθεί αυτό, κάθε ένας από τους οποίους έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στη UML, ο

διαχωρισμός τύπου-στιγμιότυπου παρουσιάζεται χρησιμοποιώντας το ίδιο γεωμετρικό σύμβολο και υπογραμμίζοντας το όνομα του στοιχείου του στιγμιότυπου. Αυτός ο οπτικός διαχωρισμός είναι γενικά εύκολα κατανοητός.

Οι ρόλοι (στις συνεργασίες) είναι κάτι ανάμεσα σε στιγμιότυπα και τύπους. Όπως και τα στιγμιότυπα προσδιορίζουν διακριτές εμφανίσεις του ίδιου classifier. Όπως και οι τύποι περιγράφουν ένα επαναχρησιμοποιήσιμο στοιχείο το οποίο μπορεί να έχει διακριτά στιγμιότυπα. Ένας ρόλος είναι μία ειδική περίπτωση classifier. Ένα αντικείμενο στο χρόνο εκτέλεσης μπορεί να αντιστοιχεί σε μηδέν ή περισσότερες κλάσεις και σε μηδέν ή περισσότερους ρόλους. Ο συμβολισμός του ρόλου επιτρέπει την ένδειξη των βασικών classifiers του. Ο συμβολισμός για ένα στιγμιότυπο επιτρέπει τον καθορισμό των classifiers του, των ρόλων του ή και των δύο.

Ένας ρόλος παρουσιάζεται με ένα όνομα, άνω κάτω τελεία (:) και τον τύπο, χωρίς υπογράμμιση και ως μέρος της συνεργασίας. Ένα στιγμιότυπο παρουσιάζεται με προαιρετικό όνομα, προαιρετική κάθετο (/) ακολουθούμενη από τη λίστα των ρόλων, άνω κάτω τελεία (:) και λίστα των τύπων, όλα υπογραμμισμένα.

5. Διαχείριση μοντέλων

5.1. Πακέτο – Package

5.1.1. Σημασιολογία

Ένα *πακέτο* είναι μία ομαδοποίηση των στοιχείων μοντελοποίησης. Τα ίδια τα πακέτα μπορούν να είναι ένθετα (nested) σε άλλα πακέτα. Ένα πακέτο μπορεί να περιέχει υφιστάμενα πακέτα, καθώς και άλλα στοιχεία μοντελοποίησης. Όλα τα είδη των στοιχείων μοντελοποίησης της UML μπορούν να οργανωθούν σε πακέτα.

Σημειώστε ότι τα πακέτα είναι *ιδιοκτήτες* των στοιχείων μοντελοποίησης και είναι η βάση για έλεγχο σύνθεσης (configuration control), αποθήκευση και έλεγχο προσπέλασης. Κάθε στοιχείο μπορεί να ανήκει σε ένα μόνο πακέτο, συνεπώς η ιεραρχία των πακέτων είναι ένα δέντρο. Όμως, τα πακέτα μπορούν να αναφέρονται σε άλλα πακέτα, τα οποία έχουν μοντελοποιηθεί με χρήση των στερεοτύπων «import» και «access» των εξαρτήσεων, συνεπώς το δίκτυο χρήσης είναι ένας γράφος. Άλλα είδη εξαρτήσεων ανάμεσα σε πακέτα συνήθως υπονοούν ότι υπάρχουν μία ή περισσότερες εξαρτήσεις ανάμεσα στα στοιχεία.

5.1.2. Συμβολισμός

Ένα πακέτο παρουσιάζεται ως ένα μεγάλο ορθογώνιο με προσκολλημένο σε αυτό ένα μικρό ορθογώνιο (ένα “tab”) στην πάνω αριστερή γωνία του. Είναι το κοινό εικονίδιο του φακέλου (folder). Τα περιεχόμενα του πακέτου μπορούν να παρουσιάζονται στο μεγάλο ορθογώνιο. Τα περιεχόμενα μπορούν επίσης να παρουσιάζονται με διακλαδιζόμενες γραμμές προς τα περιεχόμενα στοιχεία, εκτός του πακέτου, όπως παρουσιάζεται στο παράδειγμα στη συνέχεια. Στην πλευρά της γραμμής που είναι προσκολλημένη στο περιέχον αντικείμενο σχεδιάζεται ένα σύμβολο συν (+) μέσα σε κύκλο.

Αν τα περιεχόμενα του πακέτου δεν παρουσιάζονται μέσα στο μεγάλο ορθογώνιο, τότε το όνομα του μπορεί να τοποθετηθεί στο μεγάλο ορθογώνιο, διαφορετικά μπορεί να τοποθετηθεί στο tab. Πάνω από το όνομα του πακέτου μπορεί να υπάρχουν λέξεις κλειδιά. Τα προκαθορισμένα στιγμιότυπα *façade*, *framework*, *stub* και *topLevel* περιέχονται σε ελληνικά εισαγωγικά. Μία λίστα από ιδιότητες παρουσιάζονται μετά ή κάτω από το όνομα του πακέτου μέσα σε άγκιστρα, π.χ. {abstract}. Η σύνταξη των ιδιοτήτων παρουσιάζεται στη συνέχεια. Η ορατότητα του πακέτου συμβολίζεται με χρήση των συμβόλων ορατότητας πριν το όνομα του πακέτου (+ για δημόσια, - για ιδιωτική και # για προστατευμένη).

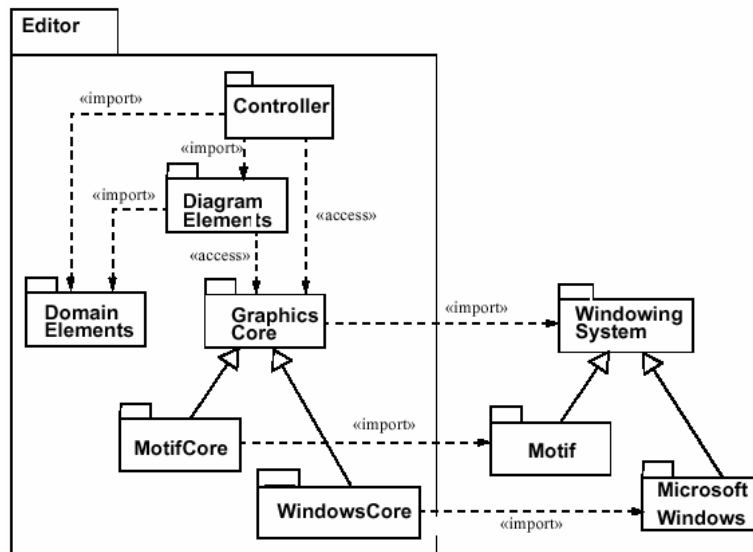
Μπορούν να υπάρχουν σχέσεις ανάμεσα σε πακέτα και δηλώνουν ότι υπάρχει η αντίστοιχη σχέση ανάμεσα σε στοιχεία των δύο πακέτων. Μία σχέση εισαγωγής (import) ή προσπέλασης (access) ανάμεσα σε δύο πακέτα παρουσιάζεται με διακεκομμένη γραμμή και βέλος με ανοιχτή κεφαλή και την ετικέτα «import» ή «access», αντίστοιχα.

Τα στοιχεία από εισαχθέντα ή προσπελάσιμα πακέτα μπορούν να εμφανίζονται έξω από το σύμβολο του πακέτου. Καθώς τα (δημόσια) στοιχεία των εισαχθέντων πακέτων προστίθενται στο χώρο ονομάτων του εξυπηρετούμενου, μπορούν εναλλακτικά να παρουσιάζονται μέσα στο σύμβολο του πακέτου.

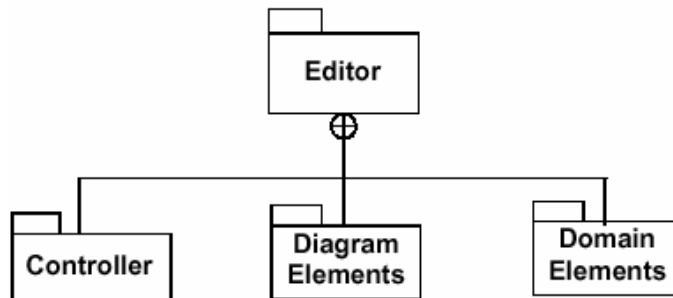
5.1.3. Επιλογές παρουσίασης

Ένα εργαλείο μπορεί να παρουσιάζει την ορατότητα παρουσιάζοντας μόνο τα στοιχεία συγκεκριμένης ορατότητας, π.χ. μόνο τα δημόσια στοιχεία. Ένα διάγραμμα που έχει ένα πακέτο δεν είναι απαραίτητο να δείχνει όλα τα περιεχόμενά του, αρκεί να δείχνει ένα υποσύνολο με βάση κάποια κριτήρια.

5.1.4. Παράδειγμα



Σχήμα 3: Πακέτα και οι σχέσεις προσπέλασης και εισαγωγής



Σχήμα 4: Ορισμένα από τα περιεχόμενα του πακέτου Editor υπό δενδρική μορφή

5.2. Υποσύστημα – Subsystem

5.2.1. Σημασιολογία

Ενώ ένα πακέτο είναι ένας γενικευμένος μηχανισμός για οργάνωση των στοιχείων ενός μοντέλου, ένα υποσύστημα αναπαριστά μία μονάδα συμπεριφοράς στο φυσικό σύστημα και συνεπώς και στο μοντέλο. Ένα υποσύστημα προσφέρει μία διασύνδεση και έχει πράξεις και τα περιεχόμενά του διαμερίζονται σε στοιχεία προδιαγραφών και υλοποίησης/πραγματοποίησης. Οι προδιαγραφές ενός υποσυστήματος αποτελούνται από πράξεις στο υποσύστημα, μαζί με στοιχεία προδιαγραφών όπως περιπτώσεις χρήσης, μηχανές καταστάσεων (state machines), κλπ. Τα υποσυστήματα μπορεί να έχουν ή να μην έχουν στιγμιότυπα. Ένα υποσύστημα που δεν έχει στιγμιότυπα χρησιμεύει απλά ως μονάδα προδιαγραφής για τη συμπεριφορά των περιεχομένων στοιχείων μοντελοποίησης.

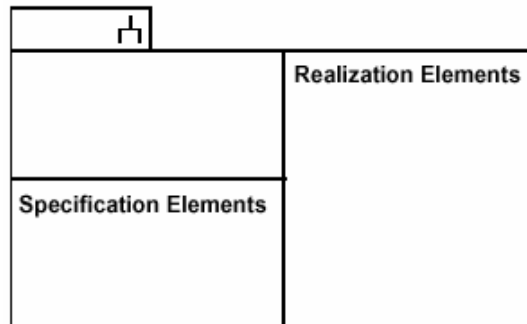
5.2.2. Συμβολισμός

Ένα υποσύστημα συμβολίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως ένα πακέτο, με την προσθήκη ενός συμβόλου «πιρουνιού» (fork symbol) στην πάνω δεξιά γωνία του μεγάλου ορθογώνιου. Το όνομα του υποσυστήματος (μαζί με τα προαιρετικά λέξεις κλειδιά, στερεότυπα κλπ) τοποθετούνται στο μεγάλο ορθογώνιο. Προαιρετικά, ειδικά αν τα περιεχόμενα του υποσυστήματος παρουσιάζονται στο μεγάλο ορθογώνιο, το όνομα του υποσυστήματος και το πιρούνι εμφανίζονται στο μικρό ορθογώνιο.

Ένα υποσύστημα που μπορεί να έχει στιγμιότυπα έχει τη συμβολοσειρά «instantiable» πάνω από το όνομά του.

Το μεγάλο ορθογώνιο χωρίζεται σε τρία τμήματα, ένα για πράξεις, ένα για τα στοιχεία προδιαγραφών και ένα για τα στοιχεία υλοποίησης /πραγματοποίησης. Αυτά συνήθως παρουσιάζονται χωρίζοντας το ορθογώνιο με μία κατακόρυφη γραμμή και διαιρώντας στη συνέχεια την αριστερή περιοχή σε δύο τμήματα μέσω μίας οριζόντιας γραμμής. Οι πράξεις παρουσιάζονται στο πάνω αριστερό τμήμα, τα στοιχεία προδιαγραφών στο από κάτω τμήμα και τα στοιχεία υλοποίησης/πραγματοποίησης στο δεξί τμήμα. Τα δύο τελευταία τμήματα έχουν τις ετικέτες “Specification Elements” και “Realization Elements”, αντίστοιχα, ώστε να μην υπάρχει σύγχυση. Το τμήμα των πράξεων παραμένει χωρίς ετικέτα. Αυτό είναι το γενικό σχέδιο για το συμβολισμό των υποσυστημάτων, αν

και υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι για προσαρμογή του συγκεκριμένου διαγράμματος.



Σχήμα 5: Υποσύστημα

Η απεικόνιση από το τμήμα της υλοποίησης στο τμήμα των προδιαγραφών, δηλαδή σε πράξεις και στοιχεία προδιαγραφών γίνεται με διακεκομμένες γραμμές με βέλη με κλειστές και γεμάτες κεφαλές. Για συνεργασίες, η απεικόνιση μπορεί να εκφραστεί και μέσω κειμένου.

5.2.3. Επιλογές παρουσίασης

Το σύμβολο του πιρουνιού μπορεί να αντικατασταθεί από τη λέξη κλειδί «subsystem» πάνω από το όνομα του υποσυστήματος. Ένα ή περισσότερα από τα τμήματα μπορούν να συνενωθούν ή να παραλειφθούν. Σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται πάνω από ένα διαγράμματα για να παρουσιαστεί η πληροφορία σχετικά με ένα υποσύστημα, κάθε διάγραμμα παρουσιάζει ένα υποσύνολο της πληροφορίας και συνεπώς τα μη σχετικά τμήματα μπορούν να παραληφθούν.

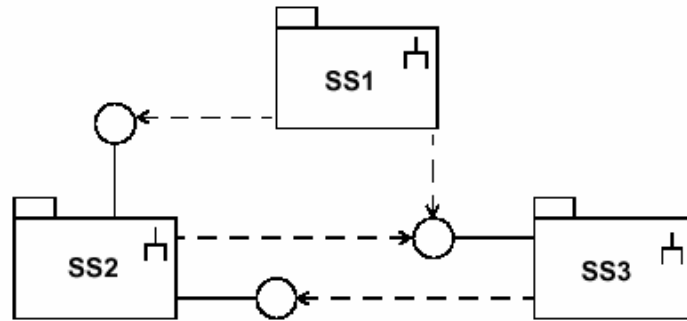
Όλα τα στοιχεία που περιέχονται σε ένα υποσύστημα μπορούν να παρουσιαστούν μαζί σε ένα τμήμα χωρίς ετικέτα, δηλαδή δεν υπάρχει κάποια οπτική διαφοροποίηση ανάμεσα στα στοιχεία προδιαγραφών και σε αυτά υλοποίησης/ πραγματοποίησης

Τα εργαλεία μπορούν να παρέχουν εναλλακτικούς τρόπους για διαφοροποίηση των στοιχείων προδιαγραφών από αυτά υλοποίησης/ πραγματοποίησης, όπως με χρήση διαφορετικών χρωμάτων ή με τη λέξη κλειδί «specification» για τα στοιχεία προδιαγραφών κλπ.

Όπως συμβαίνει και με τα πακέτα, τα περιεχόμενα ενός υποσυστήματος μπορεί να παρουσιάζονται με χρήση συμβολισμού δέντρου. Ο διαχωρισμός ανάμεσα σε στοιχεία προδιαγραφών και υλοποίησης/ πραγματοποίησης μπορεί να γίνει έχοντας για παράδειγμα δύο διαφορετικούς κλάδους με ετικέτες ή παρουσιάζοντας κάθε κατηγορία χωριστά για κάθε στοιχείο στο δέντρο.

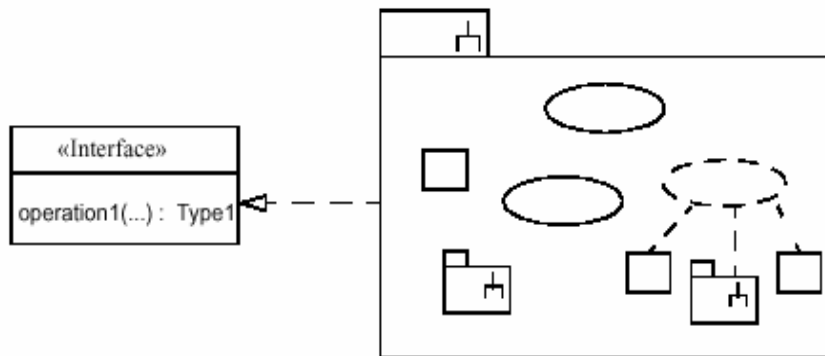
5.2.4. Παράδειγμα

Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ένα διάγραμμα με υποσυστήματα με διασυνδέσεις και τις εξαρτήσεις μεταξύ τους.



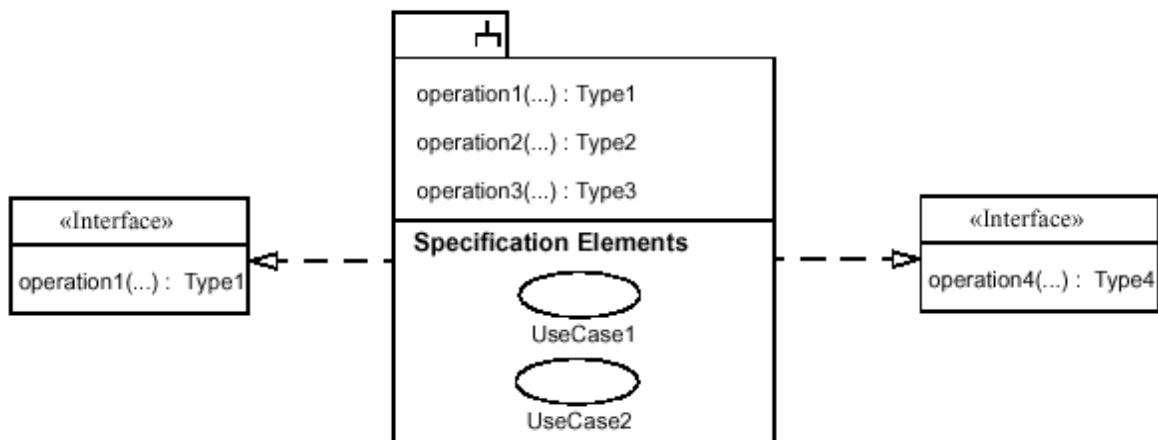
Σχήμα 6: Υποσυστήματα με διασυνδέσεις και εξαρτήσεις

Στο επόμενο σχήμα όλα τα περιεχόμενα στο υποσύστημα αντικείμενα παρουσιάζονται μαζί χωρίς διαχωρισμό σε τμήματα. Εδώ το υποσύστημα παρέχει μία πράξη `operation1(...)` αν και δεν παρουσιάζεται ρητά.

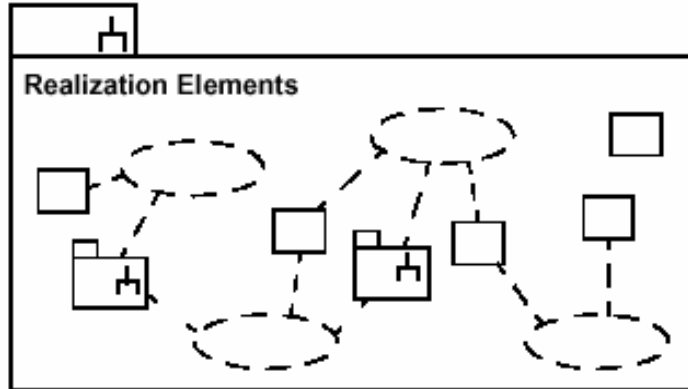


Σχήμα 7: Υποσύστημα χωρίς τμήματα

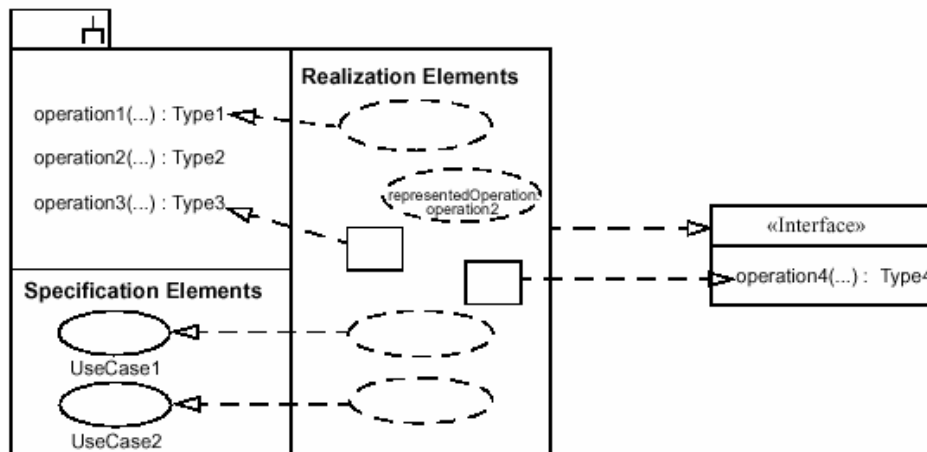
Οι επόμενες τρεις εικόνες είναι σχηματικά παραδείγματα στα οποία ο διαχωρισμός ανάμεσα στις προδιαγραφές και την υλοποίηση είναι διακριτός. Οι τρεις αυτές εικόνες παρουσιάζουν ένα παράδειγμα του πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο βασικός συμβολισμός για τα υποσυστήματα για να αναπαρασταθούν διαφορετικές «όψεις» ενός υποσυστήματος με διαφορετικά διαγράμματα, παρουσιάζοντας και ολόκληρη την εικόνα του υποσυστήματος.



Σχήμα 8: Το τμήμα των προδιαγραφών ενός υποσυστήματος. Το κομμάτι της υλοποίησης έχει παραληφθεί. Έμμεσα παρουσιάζεται στο διάγραμμα ότι η `operation4(...)` είναι είτε μία πράξη είτε στοιχείο της προδιαγραφής του υποσυστήματος (της `UseCase1` ή της `UseCase2`) ή του ίδιου του υποσυστήματος. Επιπλέον στις περιπτώσεις εκείνες που δε χρησιμοποιούνται πράξεις για τις προδιαγραφές αλλά μόνο τα περιεχόμενα στοιχεία των προδιαγραφών, δεν υπάρχει τμήμα πράξεων, και αντίστροφα.



Σχήμα 9: Το τμήμα υλοποίησης του υποσυστήματος. Τα τμήματα για τις προδιαγραφές (δηλ. οι πράξεις και τα στοιχεία προδιαγραφών) έχουν παραληφθεί. Εναλλακτικά, οι συνεργασίες θα μπορούσαν να εμφανίζονται σε διαφορετικό διάγραμμα.



Σχήμα 10: Η απεικόνιση ανάμεσα στα τμήματα προδιαγραφών και υλοποίησης παρουσιάζεται και στα τρία τμήματα, αλλά παρουσιάζονται μόνο εκείνα τα στοιχεία υλοποίησης που έχουν σχέση με την απεικόνιση. Επίσης χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τρόποι για την έκφραση της απεικόνισης.

5.3. Μοντέλο – model

5.3.1. Σημασιολογία

Ένα μοντέλο είναι μία αφαίρεση ενός φυσικού συστήματος με συγκεκριμένο σκοπό. Περιγράφει το φυσικό σύστημα από συγκεκριμένη όψη και σε συγκεκριμένο επίπεδο αφαίρεσης. Ένα μοντέλο περιέχει όλα τα απαιτούμενα στοιχεία μοντελοποίησης για πλήρη αναπαράσταση του φυσικού συστήματος, με τα κριτήρια του συγκεκριμένου μοντέλου. Τα στοιχεία μοντελοποίησης οργανώνονται μέσα στο μοντέλο σε μία ιεραρχία πακέτων/ υποσυστημάτων, όπου το πρώτο πακέτο/ υποσύστημα αναπαριστά τα όρια του φυσικού συστήματος.

Διαφορετικά μοντέλα του ίδιου φυσικού συστήματος παρουσιάζουν διαφορετικές πλευρές του συστήματος, από διαφορετικές όψεις ή/ και επίπεδα αφαίρεσης. Σε ένα μοντέλο που περιέχει όλο το σύνολο μοντέλων για ένα πλήρες φυσικό σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί το προκαθορισμένο στερεότυπο «systemModel».

Οι σχέσεις ανάμεσα σε στοιχεία διαφορετικών μοντέλων δεν έχουν καμία σημασιολογική επιρροή στα περιεχόμενα των μοντέλων εξ αιτίας της αυτοτέλειας (self-containment) των μοντέλων. Όμως, είναι χρήσιμα για να βρεθούν οι εκλεπτύνσεις (refinements) και να παρακολουθούνται οι απαιτήσεις ανάμεσα στα μοντέλα. Οι σχέσεις ανάμεσα στα μοντέλα εκφράζουν εκλέπτυνση, εισαγωγή κλπ.

5.3.2. Συμβολισμός

Ένα μοντέλο συμβολίζεται χρησιμοποιώντας το σύννηθες σύμβολο πακέτου με ένα μικρό τρίγωνο στην άνω δεξιά γωνία του μεγάλου ορθογωνίου. Προαιρετικά, ειδικά αν

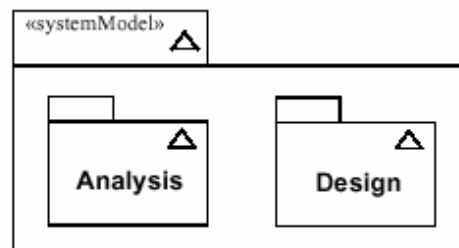
παρουσιάζονται τα περιεχόμενα του μοντέλου στο μεγάλο ορθογώνιο, το τρίγωνο μπορεί να σχεδιαστεί στα δεξιά του ονόματος του μοντέλου μέσα στο tab.

Οι σχέσεις ανάμεσα στα μοντέλα, όπως και οι σχέσεις ανάμεσα σε στοιχεία διαφορετικών μοντέλων, παρουσιάζοντας χρησιμοποιώντας το συμβολισμό για το συγκεκριμένο είδος σχέσης. Συγκεκριμένα οι εξαρτήσεις παρακολούθησης (trace) παρουσιάζονται με διακεκομμένη γραμμή, με προαιρετικό βέλος με ανοικτή κεφαλή και τη λέξη κλειδί «trace».

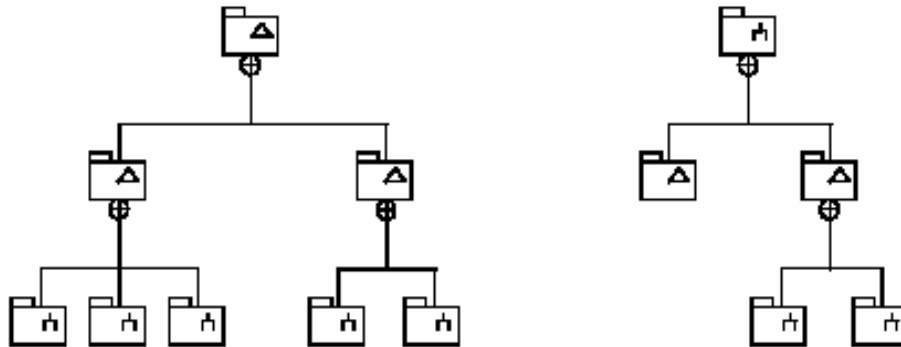
5.3.3. Επιλογές παρουσίασης

Ένα μοντέλο μπορεί να συμβολίζεται ως πακέτο, χρησιμοποιώντας το σύνηθες σύμβολο του πακέτου και τη λέξη κλειδί «model» πάνω από το όνομα του μοντέλου.

5.3.4. Παράδειγμα



Σχήμα 11: Ένα «systemModel» που περιέχει ένα μοντέλο ανάλυσης και ένα μοντέλο σχεδιασμού.



Σχήμα 12: Δύο παραδείγματα ιεραρχιών συμπερίληψης (containment) με μοντέλα και υποσυστήματα που παρουσιάζονται με διακλαδιζόμενες γραμμές. Η αριστερή ιεραρχία βασίζεται στο Model, ενώ η δεξιά στο Subsystem.

6. Γενικοί μηχανισμοί επέκτασης

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε περιληπτικά τους γενικού σκοπού μηχανισμούς που μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε στοιχείο μοντελοποίησης. Η σημασιολογία της συγκεκριμένης χρήσης εξαρτάται από μία σύμβαση με το χρήστη ή τη διερμηνευση

της συγκεκριμένης γλώσσας περιορισμών ή της συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού, συνεπώς αποτελούν το μηχανισμό επέκτασης της UML.

6.1. Περιορισμός και Σχόλιο – Constraint and Comment

6.1.1. Σημασιολογία

Ένα *περιορισμός* είναι μία σημασιολογική σχέση μεταξύ στοιχείων μοντελοποίησης που καθορίζει συνθήκες και προτάσεις που πρέπει να διατηρούνται αληθείς, διαφορετικά το περιγραφόμενο σύστημα δεν είναι έγκυρο. Υπάρχουν προκαθορισμένοι περιορισμοί (π.χ. {xor}), ενώ άλλοι μπορούν να οριστούν από το χρήστη. Στη δεύτερη περίπτωση περιγράφονται από το χρήστη σε μία γλώσσα, η διερμηνευση της οποίας είναι υποχρέωση του εργαλείου.

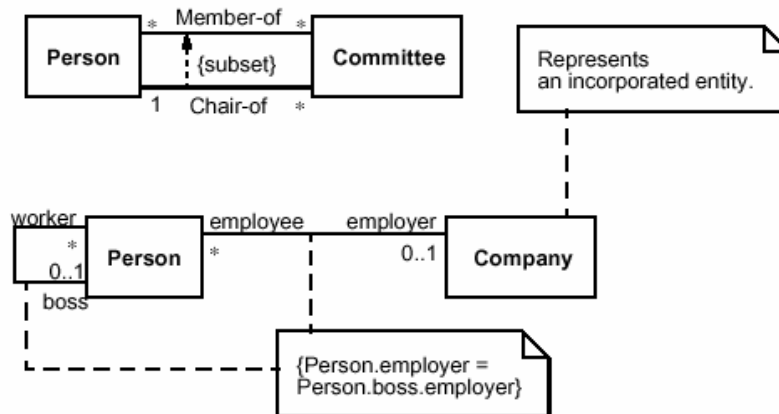
Ένα *σχόλιο* είναι ένα κείμενο που είναι απ' ευθείας προσκολλημένο σε ένα στοιχείο μοντελοποίησης και προσκολλά οποιαδήποτε πληροφορία κειμένου στο στοιχείο. Η πληροφορία έχει γενική σημασία αλλά όχι σημασιολογική ισχύ. Τα σχόλια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επεξηγήσουνε τους λόγους για κάποιες αποφάσεις, μεταξύ άλλων.

6.1.2. Συμβολισμός

Ένας περιορισμός αναπαριστάται με κείμενο σε άγκιστρα ({}). Τα εργαλεία θα πρέπει να παρέχουν μία γλώσσα για έκφραση των περιορισμών, με πιθανή επιλογή την OCL. Σε διαφορετική περίπτωση ο περιορισμός μπορεί να εκφράζεται σε φυσική γλώσσα. Κάθε περιορισμός έχει γραφεί σε συγκεκριμένη γλώσσα η οποία δε χρειάζεται να παρουσιάζεται. Αν το στοιχείο μοντελοποίησης είναι κείμενο, η συμβολοσειρά του περιορισμού μπορεί να ακολουθεί το κείμενο του στοιχείου, μέσα σε άγκιστρα. Αν πρόκειται για λίστα στοιχείων, ο περιορισμός μπορεί να εμφανιστεί ως στοιχείο της λίστας και ο περιορισμός ισχύει για όλα τα επόμενα στοιχεία της λίστας μέχρι είτε να εμφανιστεί νέος περιορισμός είτε να τελειώσει η λίστα. Ένας περιορισμός που έχει προσκολληθεί σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο δεν καταργεί ένα πιο γενικό περιορισμό, αλλά μπορεί να τον επεκτείνει και μπορεί να μεταβάλλει συγκεκριμένα στοιχεία του. Για ένα μόνο γραφικό σύμβολο, ο περιορισμός μπορεί να τοποθετηθεί κοντά στο σύμβολο, κατά προτίμηση δίπλα στο όνομά του αν υπάρχει. Αν υπάρχουν δύο γραφικά σύμβολα, ο περιορισμός εμφανίζεται ως μία διακεκομμένη γραμμή με βέλος από το ένα στοιχείο προς το άλλο και με ετικέτα τον περιορισμό (σε άγκιστρα). Η κατεύθυνση του βέλους περιέχει πληροφορία σχετική με τον περιορισμό. Ο εξυπηρετούμενος (ουρά του βέλους) απεικονίζεται στην πρώτη θέση και ο παροχέας (κεφαλή του βέλους) στη δεύτερη θέση του περιορισμού. Για πάνω από δύο γραφικά σύμβολα, η συμβολοσειρά του περιορισμού παρουσιάζεται σε μία σημείωση που προσκολλάται σε κάθε ένα από τα σύμβολα με διακεκομμένη γραμμή. Για πάνω από τρεις διαδρομές ίδιου τύπου οι περιορισμοί μπορούν να εμφανιστούν ως μία διακεκομμένη γραμμή που διασταυρώνεται με όλες τις διαδρομές.

Ένα σχόλιο παρουσιάζεται ως κείμενο μέσα στο εικονίδιο μίας σημείωσης. Δεν καθορίζεται συγκεκριμένη σύνταξη από τη UML σχετικά με τα σχόλια αλλά μπορεί να επιβάλλεται από το εργαλείο για συγκεκριμένη γλώσσα.

6.1.3. Παράδειγμα



Σχήμα 13: Παραδείγματα περιορισμών και σχολίων.

6.2. Ιδιότητες στοιχείων

Ορισμένα στοιχεία έχουν συγκεκριμένες λεπτομερείς ιδιότητες που δεν έχουν κάποια γραφική αναπαράσταση. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να ορίσουν δικές τους ιδιότητες στοιχείων μέσω του μηχανισμού των *χαρακτηρισμένων τιμών* (tagged values). Οι ιδιότητες αυτές αναπαριστώνται με χρήση συμβολοσειράς και προσκολλώνται στο στοιχείο μοντελοποίησης. Περιλαμβάνονται και οι ιδιότητες που αναπαριστώνται ως ιδιοχαρακτηριστικά στο μεταμοντέλο, καθώς και προκαθορισμένες και ορισμένες από το χρήστη χαρακτηρισμένες τιμές.

Η ιδιότητα είναι οποιαδήποτε τιμή που αντιστοιχεί στο στοιχείο μοντελοποίησης και συμπεριλαμβάνει συνεπώς και όποιες τιμές είναι προσπελάσιμες από το συγκεκριμένο στοιχείο. Μία χαρακτηρισμένη τιμή είναι ένα ζεύγος λέξης-κλειδιού και τιμής της και αντιστοιχεί σε ένα στοιχείο μοντελοποίησης. Η λέξη κλειδί ονομάζεται *χαρακτηρισμός* (tag) και παρουσιάζεται – όπως και η τιμή – ως συμβολοσειρά. Πρόκειται για μηχανισμό επέκτασης που επιτρέπει να προσκολληθεί στα στοιχεία μοντελοποίησης οποιαδήποτε πληροφορία.

Η ιδιότητα (είτε ως ιδιοχαρακτηριστικό του μεταμοντέλου, είτε ως χαρακτηρισμένη τιμή) απεικονίζεται μέσα σε άγκιστρα, χωριζόμενη από κόμμα από άλλες *προδιαγραφές ιδιοτήτων*. Μία προδιαγραφή ιδιότητας έχει τη μορφή

name = value

όπου *name* είναι το όνομα της ιδιότητας και *value* η τιμή της. Συνήθως οι λογικές ιδιότητες όταν εμφανίζονται εννοείται η τιμή **true**, ενώ όταν δεν εμφανίζονται εννοείται η τιμή **false**.

6.3. Στερεότυπα – Stereotypes

6.3.1. Σημασιολογία

Ένα στερεότυπο είναι μία νέα κλάση ενός στοιχείου του μετα-μοντέλου που εισάγεται κατά το χρόνο μοντελοποίησης. Αναπαριστά μία υποκλάση ενός υπάρχοντος στοιχείου

του μεταμοντέλου με την ίδια μορφή αλλά διαφορετικό στόχο. Γενικά, ένα στερεότυπο αναπαριστά ένα διαχωρισμό χρήσης. Ένα στοιχείο στερεότυπο μπορεί να έχει επιπλέον περιορισμούς από τη βασική κλάση του μεταμοντέλου και μπορεί επίσης να έχει απαιτούμενες χαρακτηρισμένες τιμές, οι οποίες προσθέτουν πληροφορία που χρειάζονται τα στοιχεία με το στερεότυπο. Αναμένεται ότι οι γεννήτριες κώδικα και τα άλλα εργαλεία θα χειρίζονται τα στερεότυπα με ειδικό τρόπο.

6.3.2. Συμβολισμός

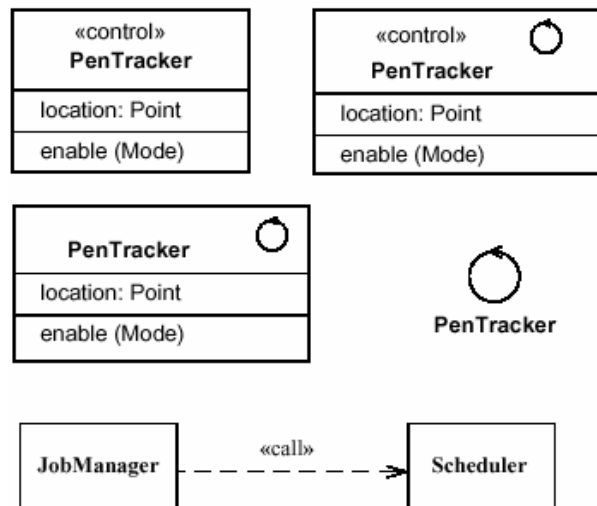
Η γενική παρουσίαση ενός στερεοτύπου είναι με χρήση του συμβόλου για το βασικό στοιχείο του μεταμοντέλου, αλλά τοποθετώντας επιπλέον πάνω από το όνομα του στοιχείου (εφόσον υπάρχει) μία συμβολοσειρά με τη λέξη κλειδί, που είναι το όνομα του στερεοτύπου και το οποίο βρίσκεται μέσα σε ελληνικά εισαγωγικά. Η λέξη κλειδί γενικά τοποθετείται πάνω ή μπροστά από το όνομα του στοιχείου μοντελοποίησης που περιγράφεται. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο σε μία λίστα, οπότε εφαρμόζεται στα επόμενα στοιχεία της λίστα μέχρι να αντικατασταθεί από ένα άλλο στερεότυπο ή τελειώσει η λίστα ή το ακυρώσει ένα κενό στερεότυπο («»). Σημειώστε ότι το όνομα του στερεοτύπου δεν μπορεί να είναι το ίδιο με μία προκαθορισμένη λέξη-κλειδί που εφαρμόζεται στον ίδιο τύπο στοιχείου.

Για να επιτραπεί περιορισμένη γραφική επέκταση και του συμβολισμού της UML μπορεί να σχετιστεί με ένα στερεότυπο ένα γραφικό εικονίδιο ή ένας άλλος γραφικός τρόπος σημείωσης (π.χ. σχήμα ή χρώμα). Η UML δεν καθορίζει πώς πρέπει να είναι αυτή η γραφική προδιαγραφή αλλά υπάρχουν πολλές προτάσεις, η μεταφερσιμότητα των οποίων είναι ένα δύσκολο πρόβλημα. Το εικονίδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ένα από δύο τρόπους:

1. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση, ή σε συνδυασμό με τη λέξη κλειδί του στερεοτύπου, ως μέρος του συμβόλου του βασικού στοιχείου μοντελοποίησης στο οποίο βασίζεται το στερεότυπο. Για παράδειγμα, σε ένα ορθογώνιο κλάσης τοποθετείται στην πάνω δεξιά γωνία του τμήματος του ονόματος και στη μορφή αυτή είναι ορατά τα κανονικά περιεχόμενα του στοιχείου.
2. Ολόκληρο το σύμβολο του βασικού στοιχείου μοντελοποίησης μπορεί να συμπτυχθεί σε ένα εικονίδιο που περιέχει το όνομα του στοιχείου ή με το όνομα να βρίσκεται πάνω ή κάτω από το εικονίδιο. Όλη η υπόλοιπη πληροφορία του βασικού στοιχείου μοντελοποίησης αποκρύπτεται.

Η ιεραρχία κατηγοριοποίησης των στερεοτύπων μπορεί να αναπαρασταθεί μέσω ενός διαγράμματος κλάσεων, αν και αυτό δεν είναι απαραίτητο ειδικά όταν χρησιμοποιούνται μόνο τα προκαθορισμένα στερεότυπα και δε δημιουργούνται νέα.

6.3.3. Παράδειγμα



Σχήμα 14: Παραδείγματα διαφόρων συμβολισμών για τα στερεότυπα.

7. Διαγράμματα στατικής δομής

Τα διαγράμματα κλάσης (class diagrams) παρουσιάζουν τη στατική δομή του μοντέλου και συγκεκριμένα τα υπάρχοντα στοιχεία (όπως κλάσεις και τύποι), την εσωτερική τους δομή και τη σχέση τους με άλλα στοιχεία. Τα διαγράμματα κλάσης δεν παρουσιάζουν χρονική πληροφορία, αν και μπορούν να περιέχουν εμφανίσεις στοιχείων που έχουν ή στοιχεία που περιγράφουν χρονική συμπεριφορά. Ένα διάγραμμα αντικειμένων (object diagram) παρουσιάζει στιγμιότυπα συμβατά με ένα συγκεκριμένο διάγραμμα κλάσης.

Το τμήμα αυτό παρουσιάζει τις κλάσεις και τις παραλλαγές τους, συμπεριλαμβανομένων των προτύπων και των κλάσεων που μπορούν να έχουν στιγμιότυπα, και τις σχέσεις ανάμεσα σε κλάσεις (συσχέτιση και γενίκευση) και τα περιεχόμενα των κλάσεων (ιδιοσημασιολογικά και πράξεις).

7.1. Διάγραμμα κλάσης – Class diagram

Ένα διάγραμμα κλάσης είναι ένας γράφος από στοιχεία classifier που συνδέονται με διάφορες στατικές σχέσεις. Σημειώστε ότι ένα διάγραμμα κλάσης μπορεί να περιέχει διασυνδέσεις, πακέτα, σχέσεις ακόμα και στιγμιότυπα όπως αντικείμενα και συνδέσμους. Ίσως ένα καλύτερο όνομα να ήταν το «διάγραμμα στατικής δομής» αλλά το «διάγραμμα κλάσης» είναι μικρότερο και έχει ήδη γίνει αποδεκτό.

7.1.1. Σημασιολογία

Ένα διάγραμμα κλάσης είναι η γραφική όψη του μοντέλου στατικής δομής. Τα ξεχωριστά διαγράμματα κλάσης δεν αναπαριστούν διαιρέσεις στο υποκείμενο μοντέλο.

7.1.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα κλάσης είναι μία συλλογή (στατικών) δηλωτικών στοιχείων μοντελοποίησης, όπως κλάσεις, διασυνδέσεις και οι σχέσεις τους που συνδέονται ως ένας γράφος. Τα διαγράμματα κλάσης μπορούν να οργανωθούν σε πακέτα είτε με τα υποκείμενα μοντέλα είτε ως χωριστά πακέτα που δημιουργούνται πάνω από τα πακέτα του υποκείμενου μοντέλου.

7.2. Διάγραμμα αντικειμένων – *Object diagram*

Ένα διάγραμμα αντικειμένων είναι ένας γράφος στιγμιοτύπων, περιλαμβανομένων αντικειμένων και τιμών δεδομένων. Ένα διάγραμμα στατικών αντικειμένων είναι ένα στιγμιότυπο ενός διαγράμματος κλάσης και παρουσιάζει ένα στιγμιότυπο της λεπτομερούς κατάστασης ενός συστήματος σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η χρήση των διαγραμμάτων αντικειμένων είναι σχετικά περιορισμένη κυρίως στο να παρουσιάζει παραδείγματα δομών δεδομένων.

Τα εργαλεία δε χρειάζεται να υποστηρίζουν διαφορετική μορφή για τα διαγράμματα αντικειμένων. Τα διαγράμματα κλάσεων μπορούν να περιέχουν αντικείμενα, συνεπώς ένα διάγραμμα κλάσεων χωρίς κλάσεις είναι ένα διάγραμμα αντικειμένων.

7.3. *Classifier*

Ο *classifier* είναι η γενική περίπτωση για τις κλάσεις, τους τύπους δεδομένων και τις διασυνδέσεις. Όλα έχουν παρόμοια σύνταξη και συνεπώς αναπαριστώνται με το σύμβολο του ορθογώνιου και τις απαιτούμενες λέξεις-κλειδιά. Καθώς τα πιο συνηθισμένα διαγράμματα είναι οι κλάσεις, μία κλάση αναπαριστάται με ένα ορθογώνιο χωρίς λέξη-κλειδί, ενώ οι υπόλοιποι *classifier* δηλώνονται με χρήση λέξης-κλειδιού.

7.4. Κλάση – *Class*

Μία κλάση είναι ένας περιγραφέας για ένα σύνολο αντικειμένων με κοινή δομή, συμπεριφορά και σχέσεις. Το μοντέλο ενδιαφέρεται με την περιγραφή των κανόνων που περιγράφουν την κλάση. Κατά την εκτέλεση παρέχονται τα στιγμιότυπα της κλάσης. Η UML παρέχει συμβολισμό για τον ορισμό της κλάσης και τον καθορισμό των ιδιοτήτων της, καθώς και για τη χρησιμοποίηση των κλάσεων με διάφορους τρόπους. Ορισμένα στοιχεία μοντελοποίησης που είναι παρόμοια στη μορφή με τις κλάσεις (όπως οι διασυνδέσεις) συμβολίζονται με χρήση λέξεων-κλειδιών στα σύμβολα της κλάσης. Οι κλάσεις ορίζονται στα διαγράμματα κλάσεων και χρησιμοποιούνται στα περισσότερα άλλα διαγράμματα. Η UML παρέχει γραφικό συμβολισμό για τον ορισμό και τη χρήση κλάσεων, καθώς και συμβολισμό μέσω κειμένου για αναφορά σε κλάσεις μέσω της περιγραφής άλλων στοιχείων μοντελοποίησης.

7.4.1. Σημασιολογία

Μία κλάση αναπαριστά μία έννοια του μοντελοποιούμενου συστήματος. Οι κλάσεις έχουν δομή δεδομένων και συμπεριφορά, καθώς και σχέσεις προς άλλα στοιχεία. Το όνομα μίας κλάσης έχει *scope* μέσα στο πακέτο που έχει οριστεί και πρέπει να είναι μοναδικό μέσα στο πακέτο.

7.4.2. Βασικός συμβολισμός

Μία κλάση σχεδιάζεται ως ένα ορθογώνιο με τρία τμήματα τα οποία διαχωρίζονται από οριζόντιες γραμμές. Το πάνω τμήμα, το τμήμα ονόματος, περιέχει το όνομα της κλάσης και άλλες γενικές ιδιότητές της (συμπεριλαμβανομένων του στερεοτύπου). Το μεσαίο τμήμα περιέχει μία λίστα ιδιοχαρακτηριστικών, ενώ το τελευταίο τμήμα περιέχει μία λίστα πράξεων.

Εξ ορισμού, μία κλάση που εμφανίζεται σε ένα πακέτο θεωρείται ότι έχει οριστεί σε αυτό. Για να δείξουμε ότι μία κλάση είναι μία άλλη κλάση που έχει οριστεί σε άλλο πακέτο χρησιμοποιούμε τη σύνταξη:

`Package-name::Class-name`

για το όνομα της κλάσης στο πρώτο τμήμα. Το πλήρες όνομα καθορίζεται τοποθετώντας μαζί τα ονόματα των πακέτων, τα οποία πρέπει να χωρίζονται με δύο άνω-κάτω τελείες (::).

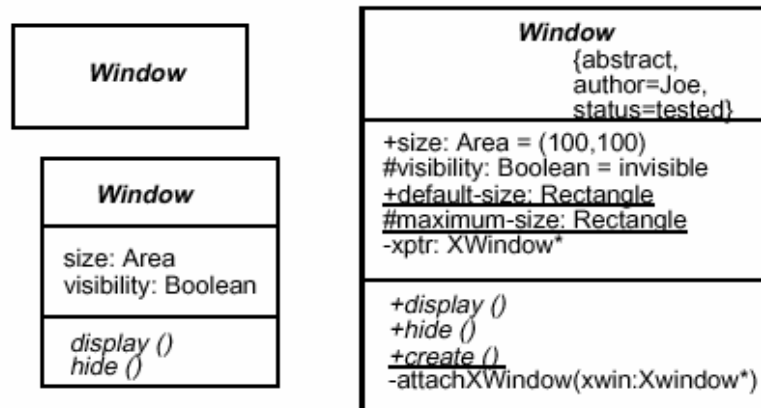
7.4.3. Επιλογές παρουσίασης

Ένα από τα τμήματα ιδιοχαρακτηριστικών και πράξεων, ή αμφότερα, μπορούν να παραληφθούν. Η διαχωριστική γραμμή για το παραλειπόμενο τμήμα δε σχεδιάζεται. Αν έχει παραληφθεί ένα τμήμα δεν μπορεί να γίνει καμία υπόθεση σχετικά με την ύπαρξη ή όχι στοιχείων σε αυτό. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν εφόσον είναι απαραίτητα ονόματα τμημάτων για να μην υπάρχει σύγχυση.

Ορισμένες οδηγίες:

- Το όνομα της κλάσης είναι καλό να είναι **bold** και κεντραρισμένο.
- Οι λέξεις κλειδιά (και τα στερεότυπα) είναι καλό να είναι κεντραρισμένες με απλή μορφή, μέσα σε ελληνικά εισαγωγικά πάνω από το όνομα της κλάσης.
- Τα ονόματα της κλάσης να ξεκινάνε με κεφαλαίο γράμμα.
- Τα ιδιοχαρακτηριστικά και οι πράξεις να εμφανίζονται στοιχισμένα στα αριστερά, σε απλή γραμματοσειρά.
- Τα ονόματα των ιδιοχαρακτηριστικών και των πράξεων να ξεκινάνε με πεζό γράμμα.
- Τα ονόματα των αφηρημένων κλάσεων ή οι υπογραφές των αφηρημένων πράξεων να είναι με πλάγια γράμματα.

7.4.4. Παράδειγμα

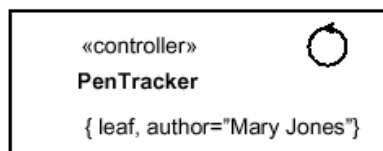


Σχήμα 15: Συμβολισμός της κλάσης: (α) οι λεπτομέρειες έχουν παραληφθεί, (β) με λεπτομέρειες επιπέδου ανάλυσης, (γ) με λεπτομέρειες επιπέδου υλοποίησης.

7.5. Τμήμα ονόματος – Name Compartment

Το τμήμα ονόματος παρουσιάζει το όνομα της κλάσης και άλλες ιδιότητες σε μέχρι τρία τμήματα:

1. Μία προαιρετική λέξη κλειδί στερεοτύπου μπορεί να τοποθετηθεί πάνω από το όνομα της κλάσης σε ελληνικά εισαγωγικά, ή/ και μπορεί να τοποθετηθεί ένα εικονίδιο στερεοτύπου στην πάνω δεξιά γωνία του τμήματος. Το όνομα του στερεοτύπου δεν μπορεί να είναι μία προκαθορισμένη λέξη κλειδί.
2. Στη συνέχεια εμφανίζεται το όνομα της κλάσης. Αν η κλάση είναι αφηρημένη, το όνομά της παρουσιάζεται με πλάγια γράμματα.
3. Κάτω από το όνομα της κλάσης, μέσα σε άγκιστρα, μπορεί να υπάρχει μία λίστα συμβολοσειρών που δηλώνουν ιδιότητες. Η λίστα μπορεί να παρουσιάζει ιδιοχαρακτηριστικά επιπέδου κλάσης για τα οποία δεν υπάρχει συμβολισμός στη UML ή μπορεί να δείχνει χαρακτηρισμένες τιμές. Η ύπαρξη μίας λέξης κλειδιού λογικού τύπου χωρίς τιμή δηλώνει αληθές. Η λίστες στερεοτύπων και ιδιοτήτων είναι προαιρετικά.



7.6. Τμήμα λίστας – List compartment

Ένα τμήμα λίστα διατηρεί μία λίστα συμβολοσειρών κάθε ένα από τα οποία είναι μία κωδικοποιημένη αναπαράσταση ενός χαρακτηριστικού, όπως ένα ιδιοχαρακτηριστικό ή μία πράξη. Οι συμβολοσειρές παρουσιάζονται μία ανά γραμμή. Τα αντικείμενα στη λίστα είναι ταξινομημένα και η σειρά τους μπορεί να αλλάξει από το χρήστη. Τρεις

τελείες στο τέλος της λίστας (...) δηλώνουν ότι υπάρχουν επιπλέον στοιχεία στο μοντέλο που ικανοποιούν το κριτήριο επιλογής αλλά δεν παρουσιάζονται στη λίστα.

7.7. **Ιδιοχαρακτηριστικό – Attribute**

Οι συμβολοσειρές στο τμήμα των ιδιοχαρακτηριστικών χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν τα ιδιοχαρακτηριστικά μίας κλάσης.

7.7.1. Σημασιολογία

Σημειώστε ότι ένα ιδιοχαρακτηριστικό είναι σημασιολογικά ισοδύναμο με μία συσχέτιση σύνθεσης, όμως ο σκοπός και η χρήση του είναι συνήθως διαφορετική. Μπορεί να αποτιμάται στο όνομα μίας κλάσης ή μπορεί να είναι σύνθετο, όπως `array[String]` of `Point`. Σε κάθε περίπτωση, οι λεπτομέρειες του τύπου των ιδιοχαρακτηριστικών δεν καθορίζονται από τη UML. Εξαρτώνται από την σύνταξη έκφρασης που υποστηρίζεται από τη συγκεκριμένη προδιαγραφή ή γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται.

7.7.2. Συμβολισμός

Ένα ιδιοχαρακτηριστικό παρουσιάζεται ως μία συμβολοσειρά η οποία μπορεί να αναλυθεί συντακτικά σε διάφορες ιδιότητες ενός στοιχείου. Η εξ ορισμού σύνταξη είναι:

visibility name [multiplicity] : type-expression = initial-value { property-string }

- όπου *visibility* είναι ένα από τα:
 - + δημόσια ορατότητα
 - # προστατευόμενη ορατότητα
 - ιδιωτική ορατότητα

Η ένδειξη ορατότητας μπορεί να παραληφθεί. Η έλλειψή της δηλώνει ότι δεν παρουσιάζεται η ορατότητα και όχι ότι δεν έχει οριστεί ή ότι είναι δημόσια. Επίσης η ορατότητα μπορεί να προσδιοριστεί με τις λέξεις κλειδιά *{public, protected, private}*
- όπου *name* είναι το όνομα του ιδιοχαρακτηριστικού
- όπου *[multiplicity]* είναι η πολλαπλότητα του ιδιοχαρακτηριστικού. Ο όρος μπορεί να παραληφθεί, οπότε η τιμή είναι 1..1 (ακριβώς ένα).
- όπου *type-expression* είναι ο τύπος υλοποίησης του ιδιοχαρακτηριστικού, εξαρτώμενος από τη γλώσσα.
- όπου *initial-value* είναι μία έκφραση για την αρχική τιμή ενός νέου αντικειμένου και εξαρτάται από τη γλώσσα. Η αρχική τιμή είναι προαιρετική και επίσης μπορεί να παραληφθεί και το σύμβολο ισότητας.
- όπου *property-string* δηλώνει τιμές ιδιοτήτων που εφαρμόζονται στο αντικείμενο. Είναι προαιρετικό (τα άγκιστρα παραλείπονται και δεν καθορίζονται ιδιότητες).

Ένα ιδιοχαρακτηριστικό που ανήκει στην κλάση παρουσιάζεται με υπογραμμισμένο το όνομα και τον τύπο, διαφορετικά πρόκειται για ιδιοχαρακτηριστικό που αναφέρεται στο στιγμιοτύπο.

class-scope-attribute

7.7.3. Επιλογές παρουσίασης

Ο τύπος της έκφρασης μπορεί να παραληφθεί, αν και συνεχίζει να έχει τιμή στο μοντέλο.

7.7.4. Παράδειγμα

```
+ size: Area = (100, 100)
#visibility: Boolean = invisible
+ default-size: Rectangle
# maximum-size: Rectangle
- xptr: XWindowPtr
```

7.8. Πράξη – Operation

Οι καταχωρήσεις στο τμήμα πράξεων είναι συμβολοσειρές που ορίζουν πράξεις που ορίζονται στις κλάσεις και μεθόδους που παρέχουν οι κλάσεις.

7.8.1. Σημασιολογία

Μία πράξη είναι μία υπηρεσία που καλείται να πραγματοποιήσει ένα στιγμιοτύπο μίας κλάσης. Έχει ένα όνομα και μία λίστα ορισμάτων.

7.8.2. Συμβολισμός

Μία πράξη παρουσιάζεται ως μια συμβολοσειρά, της οποίας η εξ ορισμού σύνταξη είναι:

visibility name (parameter-list) : return-type-expression { property-string }

- Όπου *visibility* ορίζεται όπως για τα ιδιοχαρακτηριστικά.
- Όπου *name* είναι ο προσδιοριστής της πράξης.
- Όπου *return-type-expression* είναι ο καθορισμός του ή των τύπων των τιμών που επιστρέφει η πράξη και εξαρτάται από τη γλώσσα. Αν η πράξη δεν επιστρέφει κάποια τιμή παραλείπονται η άνω-κάτω τελεία και ο τύπος επιστροφής. Αν επιστρέφονται πολλαπλές τιμές μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία λίστα.
- Όπου *parameter-list* είναι μία λίστα τυπικών παραμέτρων οι οποίες χωρίζονται μεταξύ τους με κόμμα και κάθε μία έχει τη σύνταξη

kind name : type-expression = default-value

- ο Όπου *kind* είναι **in**, **out** ή **inout**, με εξ ορισμού το **in**.
- ο Όπου *name* είναι το όνομα της τυπικής παραμέτρου.

- ο Όπου *type-expression* είναι η (εξαρτώμενη από τη γλώσσα) προδιαγραφή του τύπου υλοποίησης.
- ο Όπου *default-value* είναι μία προαιρετική έκφραση που αντιστοιχεί σε τιμή για την παράμετρο, και η οποία εκφράζεται και υπόκειται στους περιορισμούς της τελικής γλώσσας.
- Όπου *property-string* είναι όπως στην περίπτωση του ιδιοχαρακτηριστικού.

Μία πράξη που εφαρμόζεται στην κλάση παρουσιάζεται υπογραμμισμένη, ενώ η εξορισμού πράξη σε στιγμιότυπα δεν έχει κάποιο ειδικό σημάδι. Μία πράξη που δεν τροποποιεί την κατάσταση του συστήματος καθορίζεται από την ιδιότητα {query}, διαφορετικά, η πράξη μπορεί να αλλάξει την κατάσταση του συστήματος, αν και δεν είναι απαραίτητο ότι θα το κάνει.

Η σημασιολογία ταυτοχρονισμού μίας πράξης καθορίζεται από μία συμβολοσειρά ιδιοτήτων της μορφής {concurrency = name}, όπου name είναι ένα από τα ακόλουθα: *sequential*, *guarded* ή *concurrent*. Επίσης τα ονόματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν απ' ευθείας για να υποδείξουν το κατάλληλο είδος ταυτοχρονισμού. Αν δεν υπάρχει ένδειξη η κατάσταση ταυτοχρονισμού δεν είναι καθορισμένη και πρέπει να θεωρείται ότι στη χειρότερη περίπτωση είναι σειριακή.

Η πρώτη εμφάνιση της υπογραφής μίας πράξης δηλώνει την πράξη στη κλάση (και την κληροδοτεί σε όλους τους απογόνους της). Αν η κλάση δεν υλοποιεί την πράξη (δηλαδή δεν παρέχει τη μέθοδο) τότε η πράξη σημειώνεται ως {abstract} ή η υπογραφή της πράξης σημειώνεται με πλάγια γράμματα για να δηλώσει ότι είναι αφηρημένη. Μία επόμενη εμφάνιση της υπογραφής της πράξης (σε κάποια υφιστάμενη κλάση) χωρίς την ιδιότητα {abstract} δηλώνει ότι η υφιστάμενη κλάση υλοποιεί τη μέθοδο της πράξης.

Το πραγματικό κείμενο ή ο αλγόριθμος της πράξης μπορεί να παρουσιάζεται σε μία σημείωση, προσκολλημένη στην καταχώρηση της πράξης.

Αν τα αντικείμενα μίας κλάσης αποδέχονται και αντιδρούν σε κάποιο σήμα, τότε μία καταχώρηση πράξης με τη λέξη-κλειδί «signal» δηλώνει ότι η κλάση δέχεται το συγκεκριμένο σήμα. Η σύνταξη είναι η ίδια με μια πράξη. Η αντίδραση του αντικειμένου στην αποδοχή του σήματος παρουσιάζεται με μία μηχανή καταστάσεων. Ανάμεσα στα άλλα, ο συμβολισμός αυτός μπορεί να δείξει την αντίδραση των αντικειμένων μίας κλάσης σε καταστάσεις σφάλματος και σε εξαιρέσεις, οι οποίες πρέπει να μοντελοποιούνται ως σήματα.

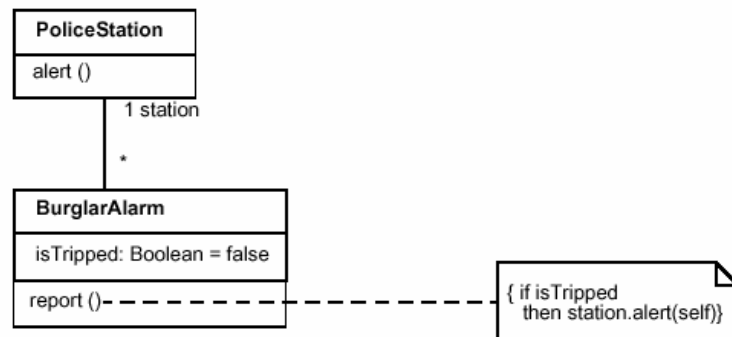
Ο καθορισμός της συμπεριφοράς μίας πράξης παρουσιάζεται ως σημείωση που προσκολλάται στην πράξη. Το κείμενο του καθορισμού πρέπει να περικλείεται σε άγκιστρα αν πρόκειται για τυπικό καθορισμό σε κάποια γλώσσα. Διαφορετικά πρέπει να είναι απλό κείμενο αν πρόκειται για περιγραφή της συμπεριφοράς σε φυσική γλώσσα. Στην πρώτη περίπτωση πρόκειται για περιορισμό, ενώ στη δεύτερη για σχόλιο.

7.8.3. Επιλογές παρουσίασης

Η λίστα ορισμάτων και ο τύπος επιστροφής μπορούν να παραληφθούν μαζί.

Η σύνταξη για την υπογραφή της πράξης πρέπει να ακολουθεί το συντακτικό της γλώσσας προγραμματισμού στην οποία θα γίνει τελικά απεικόνιση της πράξης.

Το σώμα της μεθόδου μπορεί να είναι σε ένα σημείωμα που προσκολλάται στην πράξη μέσω μίας διακεκομμένης γραμμής, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Η προσέγγιση αυτή είναι χρήσιμη για να παρουσιάζονται μέθοδοι με μικρά σώματα.



Σχήμα 16: Χρήση σημειωμάτων σε μεθόδους

7.8.4. Παραδείγματα

```

+ display () : Location
+ hide()
+ create()
- attachXWindow(xwin: Xwindow *)
    
```

7.9. Διασύνδεση – Interface

7.9.1. Σημασιολογία

Μία διασύνδεση καθορίζει τις εξωτερικά ορατές πράξεις μίας κλάσης, μίας συνιστώσας ή ενός άλλου classifier (συμπεριλαμβανομένων των υποσυστημάτων) χωρίς να καθορίζεται η εσωτερική δομή. Κάθε διασύνδεση καθορίζει συχνά μόνο ένα περιορισμένο μέρος της συμπεριφοράς της πραγματικής κλάσης. Οι διασυνδέσεις δεν έχουν υλοποίηση, ιδιοχαρακτηριστικά, καταστάσεις ή συσχετίσεις, αλλά μόνο πράξεις. Παρ' όλα αυτά επιτρέπεται μία διασύνδεση να αποτελεί το στόχο μίας μονόδρομης συσχέτισης, αλλά δεν μπορεί να έχει μία συσχέτιση μέσω της οποίας να μπορεί να υπάρξει πλοήγηση. Οι διασυνδέσεις μπορούν να έχουν σχέσεις γενίκευσης. Τυπικά μία διασύνδεση είναι ισοδύναμη με μία αφηρημένη κλάση χωρίς ιδιοχαρακτηριστικά και μεθόδους, παρά μόνο αφηρημένες πράξεις.

7.9.2. Συμβολισμός

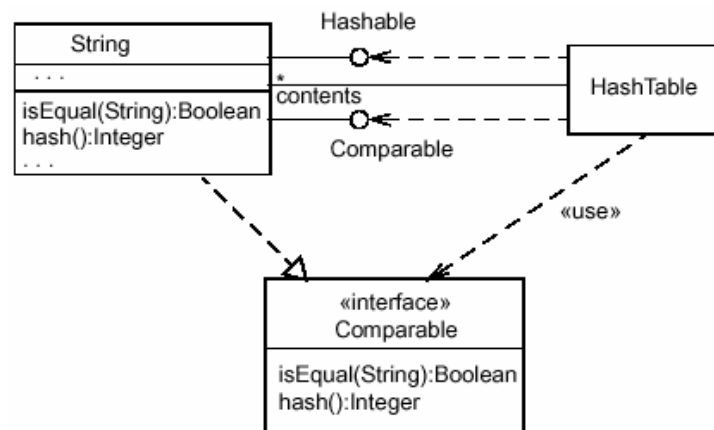
Μία διασύνδεση παρουσιάζεται με ένα ορθογώνιο με τμήματα, όπως και οι κλάσεις, με τη λέξη-κλειδί «interface». Η λίστα των πράξεων που υποστηρίζει η διασύνδεση παρουσιάζεται στο αντίστοιχο τμήμα. Το τμήμα των ιδιοχαρακτηριστικών παραλείπεται γιατί είναι πάντα κενό.

Μία διασύνδεση μπορεί επίσης να παρουσιαστεί ως ένας μικρός κύκλος με το όνομα της διασύνδεσης να βρίσκεται κάτω από το σύμβολο. Ο κύκλος μπορεί να είναι

προσκολλημένος μέσω μίας γραμμής στους classifiers που υποστηρίζουν τη διασύνδεση. Αυτό δηλώνει ότι η κλάση παρέχει όλες τις πράξεις της διασύνδεσης (και πιθανότατα και άλλες). Οι παρεχόμενες πράξεις δεν παρουσιάζονται όταν χρησιμοποιείται ο κύκλος. Μία κλάση που χρησιμοποιεί ή απαιτεί τις πράξεις που παρέχει μία διασύνδεση μπορεί να προσκολληθεί στον κύκλο μέσω μίας διακεκομμένης γραμμής με βέλος που δείχνει προς τον κύκλο. Η διακεκομμένη γραμμή με το βέλος υπονοεί ότι η κλάση δεν απαιτεί τίποτα περισσότερο από τις πράξεις που καθορίζονται από τη διασύνδεση, χωρίς όμως να είναι υποχρεωμένη να τις χρησιμοποιήσει όλες.

Η σχέση Realization από τον classifier προς τη διασύνδεση που αυτός υποστηρίζει παρουσιάζεται με μία διακεκομμένη γραμμή με τριγωνικό γεμάτο βέλος (ένα διακεκομμένο σύμβολο γενίκευσης). Στην πράξη, όποτε το σύμβολο αυτό χρησιμοποιείται ανάμεσα σε δύο σύμβολα classifiers δηλώνει ότι ο εξυπηρετούμενος (αυτός που βρίσκεται στην ουρά) υποστηρίζει τουλάχιστον όλες τις πράξεις που ορίζονται στον παροχέα (αυτός που βρίσκεται στην κεφαλή του βέλους), αλλά δεν έχει καμία υποχρέωση να υποστηρίξει τις δομές δεδομένων του παροχέα (ιδιοχαρακτηριστικά και συσχετίσεις).

7.9.3. Παράδειγμα



Σχήμα 17: Ο συμβολισμός μίας διασύνδεσης σε ένα διάγραμμα κλάσης

7.10. Παραμετροποιημένη κλάση (Πρότυπο) - *Parameterized Class (Template)*

7.10.1. Σημασιολογία

Ένα πρότυπο είναι ένας περιγραφέας για μία κλάση με μία ή περισσότερες μη δεσμευμένες τυπικές παραμέτρους. Ορίζει μία οικογένεια κλάσεων, κάθε μία από τις οποίες καθορίζεται συνδέοντας τις παραμέτρους σε πραγματικές τιμές. Τυπικά, οι παράμετροι αναπαριστούν τύπους ιδιοχαρακτηριστικών, αν και μπορούν να παριστάνουν επίσης ακεραίους, άλλους τύπους, ή ακόμα και πράξεις. Τα ιδιοχαρακτηριστικά και οι πράξεις μέσα σε ένα πρότυπο ορίζονται με βάση τις τυπικές παραμέτρους, συνεπώς και αυτά συνδέονται όταν το ίδιο το πρότυπο συνδεθεί στις πραγματικές του τιμές.

Ένα πρότυπο δεν είναι μία άμεσα χρησιμοποιήσιμη κλάση γιατί έχει μη δεσμευμένες παραμέτρους. Οι παράμετροί του πρέπει να συνδεθούν με τις πραγματικές τιμές για να δημιουργηθεί μία συνδεδεμένη μορφή του που αποτελεί μία κλάση. Μόνο μία κλάση μπορεί να είναι υπερκλάση ή στόχος μίας συσχέτισης. Παρ' όλα αυτά επιτρέπεται μία μονόδρομη συσχέτιση από ένα πρότυπο προς μία άλλη κλάση. Ένα πρότυπο μπορεί να είναι υποκλάση μίας συνηθισμένης κλάσης. Αυτό υποδηλώνει ότι όλες οι κλάσεις που θα παραχθούν από τη σύνδεση είναι υποκλάσεις της συγκεκριμένης υπερκλάσης.

Η παραμετροποίηση μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλα στοιχεία μοντελοποίησης, όπως συνεργασίες ή ακόμα και ολόκληρα πακέτα. Η περιγραφή που γίνεται για τις κλάσεις ισχύει και για τις υπόλοιπες περιπτώσεις.

7.10.2. Συμβολισμός

Στην πάνω δεξιά γωνία του ορθογώνιου που αναπαριστά την κλάση (ή το οποιοδήποτε στοιχείο μοντελοποίησης) τοποθετείται ένα μικρό ορθογώνιο με διακεκομμένη γραμμή. Το ορθογώνιο με τη διακεκομμένη γραμμή περιέχει μία λίστα παραμέτρων με τις τυπικές παραμέτρους για την κλάση και τους τύπους υλοποίησής της. Η λίστα δεν μπορεί να είναι κενή, αν και μπορεί να παραληφθεί για λόγους παρουσίασης. Το όνομα, τα ιδιοχαρακτηριστικά και οι πράξεις της παραμετροποιημένης κλάσης εμφανίζονται κανονικά στο ορθογώνιο της κλάσης, όμως μπορούν να περιέχουν τις τυπικές παραμέτρους.

7.10.3. Επιλογές παρουσίασης

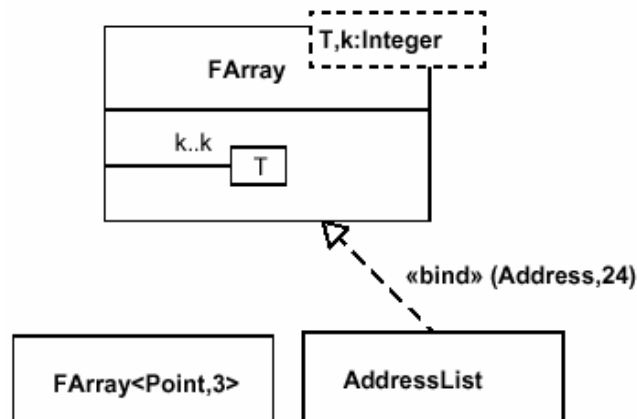
Η λίστα των παραμέτρων μπορεί είτε να χρησιμοποιεί κόμμα ως διαχωριστικό είτε να παρουσιάζεται μία παράμετρος ανά γραμμή. Οι παράμετροι είναι περιορισμένα ιδιοχαρακτηριστικά με σύνταξη:

name : *type* = *default-value*

- όπου *name* είναι ο προσδιοριστής της τυπικής παραμέτρου μέσα στο πρότυπο.
- Όπου *type* είναι ο τύπος της παραμέτρου.
- Όπου *default-value* είναι η εξ ορισμού τιμή για την παράμετρο, η οποία χρησιμοποιείται αν δεν υπάρξει σύνδεση για τη συγκεκριμένη παράμετρο. Αν δεν υπάρχει εξ ορισμού τιμή το ίσον και η τιμή παραλείπονται.

Αν παραληφθεί ο τύπος, τότε υποτίθεται ότι ο τύπος της παραμέτρου είναι classifier και συνεπώς πρέπει να παρασχεθεί τιμή για τον τύπο αυτό κατά τη σύνδεση. Οι υπόλοιποι τύποι πρέπει να δηλώνονται ρητά και οι τιμές που δίνονται κατά τη φάση της σύνδεσης πρέπει να είναι του τύπου αυτού.

7.10.4. Παράδειγμα



Σχήμα 18: Συμβολισμός του προτύπου με χρήση της παραμέτρου ως αναφορά.

7.11. Μετακλάση – Metaclass

7.11.1. Σημασιολογία

Μία μετακλάση είναι μία κλάση τα στιγμιότυπα της οποίας είναι κλάσεις.

7.11.2. Συμβολισμός

Μία μετακλάση παρουσιάζεται με το στερεότυπο «metaclass» ως κλάση.

7.12. Στερεότυπο – Stereotype

7.12.1. Σημασιολογία

Ένα στερεότυπο είναι ένα μετα-στοιχείο που ορίζεται από το χρήστη και η δομή του οποίου ταιριάζει με αυτή ενός υπάρχοντος μετα-στοιχείου της UML.

7.12.2. Συμβολισμός

Ένα στερεότυπο παρουσιάζεται με το συμβολισμό ενός classifier (ένα ορθογώνιο) με χρήση της λέξης-κλειδιού «stereotype». Το όνομα του στερεότυπου τοποθετείται στο πάνω τμήμα. Οι περιορισμοί στα στοιχεία που περιγράφονται από το στερεότυπο μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα τμήμα με το όνομα **Constraints**. Τα απαιτούμενα tags τοποθετούνται σε ένα τμήμα με το όνομα **Tags**.

Το βασικό στοιχείο μπορεί να παρουσιάζεται σε μία ιδιότητα ως {baseElement = name}.

Μπορεί να οριστεί εικονίδιο για το στερεότυπο, αλλά ο γραφικός του ορισμός είναι εκτός UML και καθορίζεται από το εργαλείο.

7.13. Προσπέλαση ή εισαγωγή πακέτου

7.13.1. Σημασιολογία

Ένα στοιχείο μπορεί να αναφέρεται σε ένα στοιχείο που ανήκει σε άλλο πακέτο. Στο επίπεδο του πακέτου, η εξάρτηση «access» δηλώνει ότι τα περιεχόμενα του πακέτου στόχου μπορούν να αναφερθούν από το εξυπηρετούμενο πακέτο ή τα πακέτα που είναι αναδρομικά ενσωματωμένα σε αυτό. Οι αναφορές του στόχου πρέπει να έχουν κατάλληλη ορατότητα για τους αναφερόμενους: δημόσια ορατότητα για ένα άσχετο πακέτο, δημόσια ή προστατευόμενη για ένα πακέτο απόγονο του πακέτου στόχου ή οποιαδήποτε ορατότητα για ένα πακέτο που είναι ένθετο στο πακέτο στόχο, οπότε και δεν είναι απαραίτητη η εξάρτηση «access». Ένα πακέτο ένθετο σε ένα άλλο που κάνει την προσπέλαση έχει τα ίδια δικαιώματα προσπέλασης.

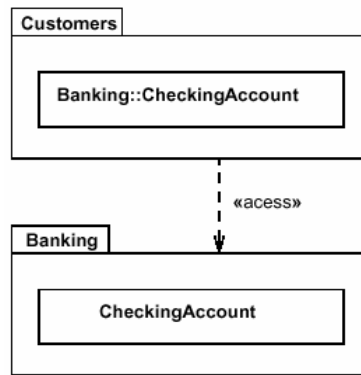
Σημειώστε ότι μία εξάρτηση προσπέλασης δεν μετατρέπει το χώρο ονομάτων του εξυπηρετούμενου και δεν δημιουργεί με κανέναν άλλον τρόπο αυτόματα αναφορές, απλά δίνει την άδεια για να δημιουργηθούν οι αναφορές. Σημειώστε επίσης ότι το εργαλείο μπορεί να δημιουργεί αυτόματα εξαρτήσεις προσπέλασης αυτόματα – εφόσον είναι επιθυμητό – όταν ο χρήστης δημιουργήσει μία αναφορά.

Μία εξάρτηση εισαγωγής (import) παρέχει την άδεια προσπέλασης και επίσης φορτώνει τα ονόματα που έχουν την κατάλληλη ορατότητα στο χώρο ονομάτων του στόχου στο πακέτο που το προσπελαύνει, δηλαδή δεν χρειάζεται πλέον πλήρες όνομα για να γίνει η προσπέλαση. Όμως τα ονόματα αυτά δεν επανεξάγονται αυτόματα. Αν αλλάξει ένα όνομα ή η ορατότητα του πρέπει να επανεξαχθεί.

7.13.2. Συμβολισμός

Η εξάρτηση προσπέλασης παρουσιάζεται με ένα βέλος εξάρτησης από το αναφερόμενο (εξυπηρετούμενο) πακέτο προς το πακέτο στόχο (παροχέα), το οποίο περιέχει τον στόχο των αναφορών. Το βέλος έχει τη λέξη-κλειδί στερεότυπου «access». Η εξάρτηση δηλώνει ότι στοιχεία του εξυπηρετούμενου πακέτου μπορούν να αναφερθούν νόμιμα στα στοιχεία που βρίσκονται στον παροχέα. Οι αναφορές πρέπει επίσης να ικανοποιούν τους περιορισμούς ορατότητας που καθορίζονται από τον παροχέα. Σημειώστε επίσης ότι η εξάρτηση δε δημιουργεί αυτόματα τις αναφορές, απλά επιτρέπει τη δημιουργία τους.

7.13.3. Παράδειγμα



Σχήμα 19: Εξάρτηση προσπέλασης ανάμεσα σε πακέτα.

7.14. Αντικείμενο – Object

7.14.1. Σημασιολογία

Ένα αντικείμενο αναπαριστά ένα συγκεκριμένο στιγμιότυπο μίας κλάσης. Έχει δική του ταυτότητα και τιμές ιδιοχαρακτηριστικών. Παρόμοιος συμβολισμός χρησιμοποιείται και για τους ρόλους σε συνεργασίες καθώς οι ρόλοι έχουν χαρακτηριστικά στιγμιοτύπων.

7.14.2. Συμβολισμός

Ο συμβολισμός του αντικειμένου προέρχεται από το συμβολισμό της κλάσης υπογραμμίζοντας τα στοιχεία επιπέδου στιγμιοτύπου. Ένα αντικείμενο παρουσιάζεται με ένα ορθογώνιο με δύο τμήματα. Το πάνω τμήμα παρουσιάζει το όνομα του αντικειμένου και την κλάση του, όλα υπογραμμισμένα με χρήση του συντακτικού:

objectname : classname

Το *classname* μπορεί να περιλαμβάνει πλήρες όνομα χρησιμοποιώντας και το περιέχον πακέτο, αν αυτό είναι απαραίτητο. Τα ονόματα των πακέτων προηγούνται του *classname* και χωρίζονται από αυτό με διπλές άνω-κάτω τελείες. Για παράδειγμα:

display_window : WindowingSystem::GraphicWindows::Window

Στην πάνω δεξιά γωνία μπορεί να παρουσιάζεται ένα στερεότυπο της κλάσης είτε ως κείμενο (σε ελληνικά εισαγωγικά πάνω από το όνομα) ή με χρήση εικονιδίου. Το στερεότυπο του αντικειμένου πρέπει να ταυτίζεται με το στερεότυπο της κλάσης του.

Για ναδειχθεί ότι το αντικείμενο είναι στιγμιότυπο πάνω από μίας κλάσεων, χρησιμοποιούνται κόμματα ως διαχωριστές. Τα ονόματα των κλάσεων πρέπει να είναι νόμιμα για πολλαπλή κατηγοριοποίηση (δηλαδή επιτρέπεται μόνο μία υλοποιήσιμη κλάση και πολλά ονόματα τύπων).

Για να παρουσιαστεί ότι το αντικείμενο υπάρχει σε μία συγκεκριμένη κατάσταση της κλάσης χρησιμοποιείται η σύνταξη:

objectname : classname [' statename-list ']

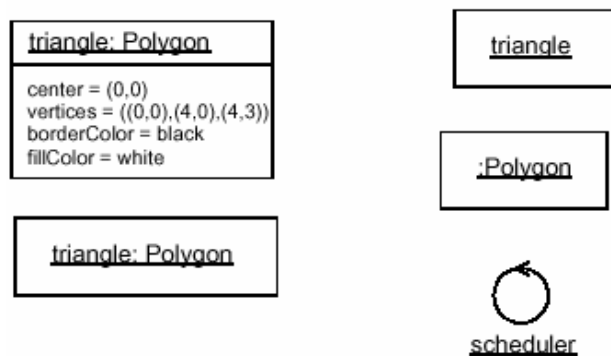
Η λίστα των καταστάσεων πρέπει να χωρίζεται με κόμμα και οι καταστάσεις πρέπει να μπορούν να υπάρξουν ταυτόχρονα.

Το δεύτερο τμήμα παρουσιάζει τα ιδιοχαρακτηριστικά του αντικειμένου και τις τιμές τους σε μία λίστα. Κάθε γραμμή τιμής έχει τη σύνταξη:

attributename : type = value

Ο τύπος είναι πλεοναστικός καθώς υπάρχει ο ορισμός του ιδιοχαρακτηριστικού από την κλάση και μπορεί να παραληφθεί. Η τιμή καθορίζεται ως literal τιμή. Η UML δεν καθορίζει τη σύνταξη της έκφρασης της τιμής, αλλά αναμένεται ότι το εργαλείο θα καθορίσει ποια σύνταξη θα χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τη γλώσσα προγραμματισμού.

7.14.3. Παράδειγμα



Σχήμα 20: Αντικείμενα

7.15. Συσχέτιση – Association

Οι δυαδικές συσχετίσεις αναπαριστώνται ως γραμμές που συνδέουν δύο σύμβολα classifier. Οι γραμμές μπορούν να έχουν μία σειρά από χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τις ιδιότητές τους. Οι τριαδικές και υψηλότερου βαθμού συσχετίσεις παρουσιάζονται με χρήση ρόμβων με τους οποίους συνδέονται μέσω γραμμών τα σύμβολα κλάσεων.

7.16. Δυαδική συσχέτιση - Binary Association

7.16.1. Σημασιολογία

Μία δυαδική συσχέτιση είναι μία συσχέτιση ανάμεσα σε ακριβώς δύο classifiers (συμπεριλαμβανομένης και της πιθανότητας να υπάρχει μία συσχέτιση από έναν classifier προς τον εαυτό του).

7.16.2. Συμβολισμός

Μία δυαδική συσχέτιση σχεδιάζεται με μία γραμμή που συνδέει τα δύο σύμβολα classifier. Στην περίπτωση που συνδέεται με μία συσχέτιση ο ίδιος classifier, τα δύο άκρα της γραμμής είναι διακριτά. Η διαδρομή μπορεί να αποτελείται από ένα ή

περισσότερα ευθύγραμμα τμήματα. Τα τμήματα δεν έχουν κάποια σημασιολογία, απλά χρησιμοποιούνται για λόγους εμφάνισης.

Σε μία δυαδική σχέση – όπως αναφέρθηκε – τα δύο άκρα μπορούν να συνδέονται στον ίδιο classifier. Οι σύνδεσμοι μίας τέτοιας συσχέτισης μπορεί να συνδέουν δύο διαφορετικά στιγμιότυπα του ίδιου classifier ή ένα στιγμιότυπο με τον εαυτό του. Η δεύτερη περίπτωση μπορεί να απαγορεύεται μέσω περιορισμών. Το τέλος μίας συσχέτισης, στο σημείο που συνδέεται με τον classifier ονομάζεται *άκρο συσχέτισης* (association end) και στο σημείο αυτό υπάρχει συνήθως η πιο ενδιαφέρουσα πληροφορία σχετικά με τη συσχέτιση.

Η διαδρομή μπορεί επίσης να έχει γραφικά σύμβολα προσκολλημένα σε αυτή. Τα σύμβολα αυτά δηλώνουν ιδιότητες ολόκληρης της συσχέτισης και μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε ευθύγραμμο τμήμα της διαδρομής, αρκεί να συνεχίσουν να είναι προσκολλημένα στη διαδρομή. Σε μία διαδρομή μπορεί να υπάρχουν τα ακόλουθα σύμβολα:

Όνομα συσχέτισης

Καθορίζει το (προαιρετικό) όνομα της συσχέτισης. Παρουσιάζεται ως συμβολοσειρά κοντά στη διαδρομή, αλλά όχι τόσο κοντά ώστε να μπορεί να υπάρξει σύγχυση με ένα όνομα ρόλου. Η συμβολοσειρά του ονόματος μπορεί προαιρετικά να έχει ένα μικρό γεμάτο μαύρο τρίγωνο, η κεφαλή του οποίου δηλώνει την κατεύθυνση προς την οποία πρέπει να διαβαστεί το όνομα. Το όνομα μαζί με την κατεύθυνσή του δεν έχουν καμία σημασιολογία και είναι απλά περιγραφικά. Οι classifiers της συσχέτισης ταξινομούνται όπως καθορίζει το βέλος κατεύθυνσης. Πάνω ή πριν το όνομα της συσχέτισης μπορεί να τοποθετηθεί μία λέξη-κλειδί στιγμιότυπου, μέσα σε ελληνικά εισαγωγικά. Επίσης μετά το όνομα της συσχέτισης μπορεί να τοποθετηθεί μία συμβολοσειρά ιδιοτήτων.

Σύμβολο κλάσης συσχέτισης

Καθορίζει μία συσχέτιση που έχει ιδιότητες τύπου κλάσης, όπως ιδιοχαρακτηριστικά, πράξεις και άλλες συσχετίσεις. Υπάρχει τότε και μόνο τότε αν η συσχέτιση είναι μία κλάση συσχέτισης. Παρουσιάζεται ως σύμβολο κλάσης που προσκολλάται στη διαδρομή συσχέτισης μέσω μία διακεκομμένης γραμμής.

Η διαδρομής συσχέτισης και το σύμβολο κλάσης συσχέτισης αναπαριστούν το ίδιο υποκείμενο στοιχείο μοντελοποίησης, με το ίδιο όνομα. Το όνομα μπορεί να τοποθετηθεί στη διαδρομή, στο σύμβολο της κλάσης ή και στα δύο (αλλά πρέπει να είναι το ίδιο). Λογικά μία κλάση συσχέτισης και η συσχέτιση είναι η ίδια σημασιολογική οντότητα, αλλά διαφέρουν γραφικά.

7.16.3. Επιλογές παρουσίασης

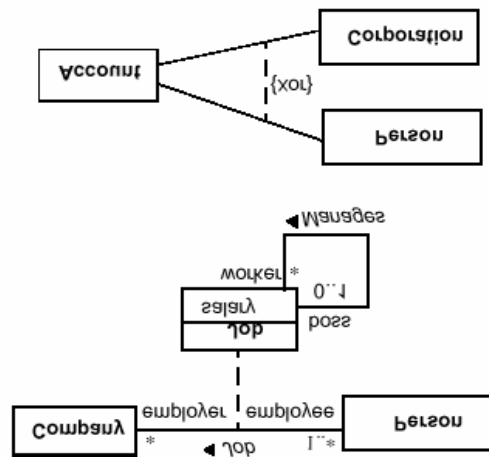
Όταν δύο διαδρομές διασταυρώνονται τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί προαιρετικά ένα μικρό ημικύκλιο για να δηλώσει ότι δεν υπάρχει σύνδεση ανάμεσα στις διαδρομές (όπως και στα διαγράμματα ηλεκτρολογικών κυκλωμάτων). Οι γραμμές μπορούν να σχεδιαστούν με οποιοδήποτε τρόπο και αυτό αποτελεί επιλογή του χρήστη.

7.16.4. Επιλογές

Συσχέτιση αποκλειστικής διάζευξης – xor association

Ένας περιορισμός αποκλειστικής διάζευξης δηλώνει μία κατάσταση στην οποία μόνο μία από τις πολλές πιθανές συσχετίσεις μπορεί να έχει στιγμιότυπα σε κάθε χρονική στιγμή. Αυτό παρουσιάζεται με μία διακεκομμένη γραμμή η οποία συνδέει δύο ή περισσότερες συσχετίσεις, που όλες πρέπει να έχουν έναν κοινό classifier, με τη συμβολοσειρά περιορισμού {xor} ως ετικέτα στη διακεκομμένη γραμμή. Κάθε στιγμιότυπο του classifier μπορεί να περιέχει σε κάθε χρονική στιγμή σε μία μόνο από τις συσχετίσεις. Κάθε όνομα ρόλου πρέπει να είναι διαφορετικό. Πρόκειται για προκαθορισμένη χρήση του συμβολισμού του περιορισμού.

7.16.5. Παράδειγμα



Σχήμα 21: Συμβολισμός συσχέτισης.

7.17. Άκρο συσχέτισης - Association End

7.17.1. Σημασιολογία

Ένα άκρο συσχέτισης είναι απλά το σημείο που η συσχέτιση συνδέεται με τον classifier. Αποτελεί μέρος της συσχέτισης και όχι του classifier. Κάθε συσχέτιση έχει δύο ή περισσότερα άκρα και σε αυτά προσκολλάται η πιο σημαντική πληροφορία σχετικά με τη συσχέτιση. Το άκρο της συσχέτισης δεν αποτελεί ξεχωριστό στοιχείο, πρόκειται απλά για μηχανικό μέρος της συσχέτισης.

7.17.2. Συμβολισμός

Η διαδρομή μπορεί να έχει γραφικά σύμβολα σε κάθε άκρο που συνδέεται με τους classifiers. Τα σύμβολα αυτά υποδηλώνουν ιδιότητες που σχετίζονται με τον classifier. Τα σύμβολα αποτελούν μέρος του συμβόλου της συσχέτισης και όχι αυτού του classifier. Μπορούν να εμφανίζονται τα επόμενα είδη συμβόλων:

Πολλαπλότητα

Καθορίζεται με κείμενο και μπορεί να παραληφθεί. Αν το μοντέλο δεν είναι πλήρες τότε μπορεί να μην είναι καθορισμένη.

Ταξινόμηση

Αν η πολλαπλότητα είναι μεγαλύτερη της μονάδας, τότε το σύνολο των σχετιζομένων στοιχείων μπορεί να είναι ή να μην είναι ταξινομημένο. Αν δεν υπάρχει κάποια ένδειξη τότε είναι μη ταξινομημένο (τα στοιχεία δημιουργούν ένα σύνολο). Στο άκρο της συσχέτισης μπορούν να καθοριστούν διάφορα είδη ταξινόμησης με μορφή περιορισμού. Ο ορισμός δεν καθορίζει πώς θα δημιουργηθεί και θα συντηρηθεί η ταξινόμηση. Οι πράξεις που θα εισάγουν νέα στοιχεία θα πρέπει να φροντίζουν να καθορίζουν τη θέση τους είτε έμμεσα (όπως στο τέλος) είτε ρητά. Πιθανές τιμές της ταξινόμησης περιλαμβάνουν:

- unordered – τα στοιχεία δημιουργούν ένα μη ταξινομημένο σύνολο. Είναι η εξ ορισμού συμπεριφορά και δε χρειάζεται να δειχθεί ρητά.
- ordered – τα στοιχεία του συνόλου έχουν μία ταξινόμηση, αλλά συνεχίζουν να απαγορεύονται τα διπλότυπα. Αυτή η γενική προδιαγραφή και περιλαμβάνει όλα τα είδη ταξινόμησης. Αυτό μπορεί να καθοριστεί από το {ordered}.

Μία ταξινομημένη σχέση μπορεί να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους, και αυτό είναι κάτι που συνήθως καθορίζεται ως ιδιότητα της γεννήτριας κώδικα της συγκεκριμένης υλοποίησης. Μία επέκταση υλοποίησης μπορεί να αντικαταστήσει τη δομή δεδομένων για τη διατήρηση των στοιχείων. Στο επίπεδο της υλοποίησης μπορεί να καθοριστεί και το ακόλουθο ως σχεδιαστική απόφαση:

- sorted – τα στοιχεία είναι ταξινομημένα με βάση τις εσωτερικές τους τιμές. Ο πραγματικός κανόνας ταξινόμησης καθορίζεται ως ξεχωριστός περιορισμός.

Qualifier

Ένας qualifier είναι προαιρετικός, αλλά αν υπάρχει δεν μπορεί να παραληφθεί.

Πλοήγηση

Ένα βέλος προσκολλημένο στο άκρο της διαδρομής για να δηλώσει ότι υποστηρίζεται πλοήγηση προς την κατεύθυνση που δείχνει το βέλος. Βέλη μπορούν να υπάρχουν σε δύο, μία ή και τις δύο άκρες της διαδρομής. Για να είναι εντελώς ρητή η δήλωση τα βέλη μπορούν να παρουσιάζονται οπουδήποτε υποστηρίζεται πλοήγηση προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Στην πράξη είναι συχνά βολικό να μην εμφανίζονται ορισμένα από τα βέλη και να παρουσιάζονται μόνο οι ειδικές περιπτώσεις.

Ένδειξη συνάθροισης

Ένας κενός ρόμβος σε ένα άκρο της συσχέτισης δηλώνει συνάθροιση. Ο ρόμβος δεν μπορεί να υπάρχει και στα δύο άκρα, αλλά μπορεί να μην υπάρχει σε κανένα από τα δύο. Προσκολλάται στην κλάση που πρόκειται να συναθροιστεί. Η συνάθροιση είναι προαιρετική, αλλά αν ισχύει δεν μπορεί να παραληφθεί.

Όνομα ρόλου

Είναι μία συμβολοσειρά κοντά στο άκρο της διαδρομής και δηλώνει το ρόλο που παίζει η κλάση που είναι προσκολλημένη στο άκρο αυτό. Το όνομα του ρόλου είναι προαιρετικό αλλά αν υπάρχει δεν μπορεί να παραληφθεί.

Προσδιοριστής διασύνδεσης

Το όνομα ενός classifier με τη σύνταξη:

`‘:’ classifiername ...`

Δηλώνει τη συμπεριφορά που αναμένεται να έχει το σχετιζόμενο αντικείμενο ώστε να ισχύει η συσχέτιση. Στην περίπτωση αυτή ο πραγματικός classifier συνήθως προσφέρει περισσότερη λειτουργικότητα από αυτή που απαιτείται από τη συγκεκριμένη συσχέτιση (καθώς μπορεί να έχει και άλλες αρμοδιότητες).

Η χρήση ενός ονόματος ρόλου και ενός προσδιοριστή διασύνδεσης είναι ισοδύναμη με τη δημιουργία μίας μικρής συνεργασίας που περιλαμβάνει μία συσχέτιση και δύο ρόλους, η δομή των οποίων καθορίζεται από το όνομα ρόλου και τον classifier που είναι προσκολλημένος στην αρχική συσχέτιση. Συνεπώς, η αρχική συσχέτιση και οι classifiers είναι μία χρήση της συνεργασίας. Ο αρχικός classifier πρέπει να είναι συμβατός με τον προσδιοριστή της διασύνδεσης. Αν παραληφθεί ο προσδιοριστής διασύνδεσης, τότε η συσχέτιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπάρχει πλήρης πρόσβαση στη συσχετιζόμενη κλάση.

Δυνατότητα αλλαγής

Αν οι σύνδεσμοι μπορούν να αλλάξουν (μπορούν να προστεθούν, να διαγραφούν ή να μετακινηθούν) τότε δεν απαιτείται κάποια ένδειξη. Η ιδιότητα {frozen} δηλώνει ότι δεν μπορούν να προστεθούν, διαγραφούν ή μετακινηθούν σύνδεσμοι από το αντικείμενο (που βρίσκεται προς το τέλος του συμβόλου) από τη στιγμή που το αντικείμενο έχει δημιουργηθεί και αρχικοποιηθεί. Η ιδιότητα {addOnly} δηλώνει ότι μπορούν να προστεθούν νέοι σύνδεσμοι (με την προϋπόθεση ότι η πολλαπλότητα είναι μεταβλητή), αλλά δεν μπορούν να διαγραφούν ή να μετακινηθούν.

Ορατότητα

Καθορίζεται από την ένδειξη ορατότητα (‘+’, ‘-’, ‘#’ ή ρητά το όνομα της ιδιότητας όπως {public}) μπροστά από το όνομα του ρόλου. Καθορίζει την ορατότητα της συσχέτισης όταν γίνεται μετακίνηση προς την κατεύθυνση του συγκεκριμένου ονόματος ρόλου.

Μπορούν να δηλωθούν και άλλες ιδιότητες για τα άκρα της συσχέτισης αλλά δεν υπάρχει γραφική σύνταξη για αυτές. Για να καθοριστούν οι ιδιότητες αυτές χρησιμοποιείται η σύνταξη των περιορισμών κοντά στο άκρο της συσχέτισης.

7.17.3. Επιλογές παρουσίασης

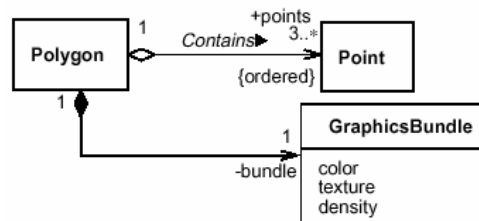
Αν υπάρχουν δύο ή περισσότερες συναθροίσεις προς το ίδιο συναθροιστή μπορούν να σχεδιαστούν ως δένδρο που συλλέγει όλα τα άκρα συνάθροισης σε ένα και μόνο ευθύγραμμο τμήμα. Αυτό απαιτεί να είναι συνεπή μεταξύ τους όλα τα σύμβολα που

εμφανίζονται στα άκρα των συναθροίσεων. Πρόκειται για καθαρά επιλογή παρουσίας που δεν έχει καμία άλλη σημασιολογία.

Υπάρχουν διάφορες επιλογές για να παρουσιαστούν τα βέλη πλοήγησης στο διάγραμμα/ Μπορούν να αλλάζουν από καιρό σε καιρό, ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη, ή να αλλάζουν από διάγραμμα σε διάγραμμα.

- 1^η επιλογή παρουσίας: να παρουσιάζονται όλα τα βέλη. Η έλλειψη ενός βέλους δηλώνει ότι δεν υποστηρίζεται η πλοήγηση.
- 2^η επιλογή παρουσίας: να παραληφθούν όλα τα βέλη. Δεν μπορεί να υπάρξει κανένα συμπέρασμα σχετικά με την πλοήγηση. Είναι παρόμοια περίπτωση με οποιαδήποτε άλλη κατά την οποία παραλείπεται η πληροφορία από την όψη.
- 3^η επιλογή παρουσίας: να παραληφθούν τα βέλη για τις συσχετίσεις με πλοήγηση προς αμφότερες τις κατευθύνσεις, να παρουσιάζονται τα βέλη μόνο για τις μονόδρομες συσχετίσεις. Στην περίπτωση αυτή, δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός ανάμεσα στην αμφίδρομη πλοήγηση και την έλλειψη πλοήγησης, αλλά η δεύτερη περίπτωση είναι κανονικά σπάνια ή και ανύπαρκτη στην πράξη. Και πάλι πρόκειται για ένα παράδειγμα κατά το οποίο πληροφορία παραλείπεται από την όψη.

7.17.4. Παράδειγμα



Σχήμα 22: Διάφορα σχέδια σε ρόλους συσχέτισης.

7.18. Πολλαπλότητα – Multiplicity

7.18.1. Σημασιολογία

Ένα στοιχείο πολλαπλότητας καθορίζει το εύρος των επιτρεπτών πληθαιθμών που μπορεί να έχει το σύνολο. Οι καθορισμοί πολλαπλότητας μπορούν να δίνονται για ρόλους μέσα στις συσχετίσεις, για τμήματα μέσα σε σύνθετα αντικείμενα, επαναλήψεις και για άλλους σκοπούς. Ουσιαστικά ένας καθορισμός πολλαπλότητας είναι ένα υποσύνολο του ανοικτού συνόλου των μη αρνητικών ακεραίων.

7.18.2. Συμβολισμός

Η πολλαπλότητα αναπαριστάται με μία συμβολοσειρά που περιέχει μία σειρά από διαστήματα ακεραίων τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους με κόμμα, όπου κάθε διάστημα αναπαριστά ένα πιθανά άπειρο εύρος ακεραίων με τη μορφή:

lower-bound .. upper-bound

όπου *lower-bound* και *upper-bound* είναι ακέραιοι αριθμοί που καθορίζουν ένα κλειστό διάστημα ακεραίων. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο χαρακτήρας αστεράκι (*) για να δηλώσει το άνω φράγμα, δηλώνοντας ότι δεν υπάρχει άνω φράγμα. Σε ένα παραμετροποιημένο πλαίσιο (όπως ένα πρότυπο), τα όρια μπορούν να είναι εκφράσεις οι οποίες θα πρέπει να αποτιμηθούν πριν την πραγματική τους χρήση. Δεν επιτρέπονται μη δεσμευμένες εκφράσεις οι οποίες να μην αποτιμώνται σε literal τιμές ακεραίων.

Αν προσδιορίζεται μία μόνο ακέραια τιμή, τότε το εύρος των ακεραίων περιέχει ακριβώς αυτή την τιμή. Αν ο προσδιορισμός της πολλαπλότητας περιέχει ένα μόνο αστερίσκο (*), τότε δηλώνει ένα απεριόριστο εύρος μη αρνητικών ακεραίων και είναι ισοδύναμο με το 0..* (μηδέν ή περισσότερα). Η πολλαπλότητα 0..0 δεν έχει νόημα, καθώς δηλώνει ότι δεν μπορούν να υπάρξουν στιγμιότυπα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της πολλαπλότητας και εκφράσεις σε κάποια γλώσσα προδιαγραφών, αρκεί να αποτιμώνται σε σταθερό εύρος ακεραίων του μοντέλου (δηλαδή απαγορεύονται δυναμικές εκφράσεις).

7.18.3. Παράδειγμα

0..1

1

0..*

*

1..*

1..6

1..3,7..10,15,19..*

7.19. Προσδιοριστής – Qualifier

7.19.1. Σημασιολογία

Ένα προσδιοριστής είναι ένα ιδιοχαρακτηριστικό ή λίστα ιδιοχαρακτηριστικών οι τιμές των οποίων χρησιμοποιούνται για να διαιρεθεί το σύνολο των συνόλων που συσχετίζονται με ένα στιγμιότυπο μέσω της συσχέτισης. Οι προσδιοριστές είναι ιδιοχαρακτηριστικά της συσχέτισης.

7.19.2. Συμβολισμός

Ένας προσδιοριστής παρουσιάζεται με ένα μικρό ορθογώνιο που προσκολλάται στο άκρο της διαδρομής συσχέτισης ανάμεσα στο τελικό ευθύγραμμο τμήμα και το σύμβολο του classifier στον οποίο συνδέεται. Το ορθογώνιο του προσδιοριστή αποτελεί μέρος της συσχέτισης και όχι του classifier. Ο προσδιοριστής είναι προσκολλημένος στο πηγαίο άκρο της συσχέτισης. Ένα στιγμιότυπο του πηγαίου classifier μαζί με μία τιμή του προσδιοριστή επιλέγουν μοναδικά μία από τις διαμερίσεις του συνόλου των στιγμιότυπων του classifier στόχου στο άλλο άκρο της συσχέτισης, δηλαδή κάθε στόχος ανήκει σε μία μόνο διαμέριση.

Η πολλαπλότητα που είναι προσκολλημένη στο τελικό άκρο δηλώνει τους πιθανούς πληθάριθμους του συνόλου των τελικών στιγμιότυπων που επιλέγονται από το συνδυασμό ενός πηγαίου στιγμιότυπου και μίας τιμής του προσδιοριστή. Οι ακόλουθες είναι μερικές από τις συνηθισμένες τιμές:

- “0..1” (μπορεί να επιλεγθεί μόνο μία τιμή, αλλά δεν είναι απαραίτητο ότι κάθε πιθανός προσδιοριστής επιλέγει μία τιμή).
- “1” (κάθε πιθανός προσδιοριστής επιλέγει ακριβώς ένα στιγμιότυπο, συνεπώς το πεδίο ορισμού των προσδιοριστών πρέπει να είναι πεπερασμένο).
- “*” (η τιμή του προσδιοριστή είναι ένας δείκτης που διαμερίζει τα στιγμιότυπα στόχους σε υποσύνολα).

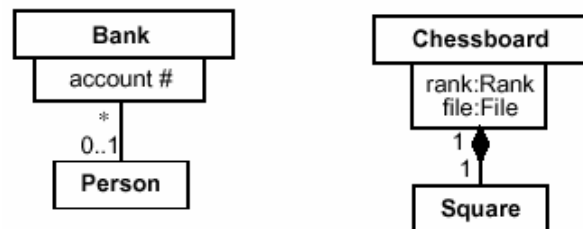
Τα ιδιοχαρακτηριστικά του προσδιοριστή σχεδιάζονται μέσα στο πλαίσιο του προσδιοριστή. Μπορεί να υπάρχουν ένα ή περισσότερα ιδιοχαρακτηριστικά που παρουσιάζονται ένα σε κάθε γραμμή. Τα ιδιοχαρακτηριστικά των προσδιοριστών έχουν τον ίδιο συμβολισμό με τα ιδιοχαρακτηριστικά των classifiers, με μόνη διαφορά ότι δεν έχει νόημα η ύπαρξη αρχικής (εξ ορισμού) τιμής.

Αν και είναι σπάνιο, επιτρέπεται να υπάρχει προσδιοριστής σε κάθε άκρο της συσχέτισης.

7.19.3. Επιλογές παρουσίασης

Ο προσδιοριστής δεν μπορεί να παραληφθεί καθώς παρέχει ουσιαστική πληροφορία και η παράλειψή της θα μπορούσε να αλλάξει το χαρακτήρα της συσχέτισης. Υπάρχει η δυνατότητα ένα εργαλείο να χρησιμοποιεί πιο λεπτή γραμμή για τα ορθογώνια του προσδιοριστή ώστε να διαχωρίζονται από αυτά των classifiers.

7.19.4. Παράδειγμα



Σχήμα 23: Προσδιορισμένες συσχετίσεις

7.20. Κλάση συσχέτισης - Association Class

7.20.1. Σημασιολογία

Μία κλάση συσχέτισης είναι μία συσχέτιση η οποία έχει επίσης ιδιότητες κλάσης (ή μία κλάση που έχει ιδιότητες συσχέτισης). Ακόμα και αν σχεδιάζεται ως μία συσχέτιση και μία κλάση, πρόκειται στην πράξη για ένα μόνο στοιχείο μοντελοποίησης.

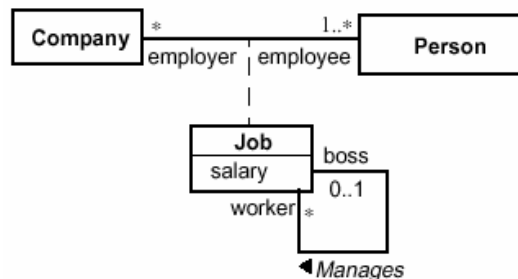
7.20.2. Συμβολισμός

Μία κλάση συσχετίσης παρουσιάζεται ως ένα σύμβολο κλάσης (ορθογώνιο) το οποίο είναι προσκολλημένο μέσω μίας διακεκομμένης γραμμής στη διαδρομή της συσχετίσης. Το όνομα στο σύμβολο της κλάσης και το όνομα στη συσχετίση είναι πλεονάζοντα και πρέπει να είναι τα ίδια. Η διαδρομή της συσχετίσης μπορεί να έχει τα γνωστά σύμβολα σε κάθε ένα από τα άκρα της. Το σύμβολο της κλάσης μπορεί να έχει τα συνήθη περιεχόμενά του. Δεν υπάρχουν σύμβολα στη διακεκομμένη γραμμή.

7.20.3. Επιλογές παρουσίασης

Το σύμβολο της κλάσης μπορεί να παραληφθεί. Παρέχει υφιστάμενη λεπτομέρεια η παράλειψη της οποίας δεν αλλάζει την όλη σχέση. Η διαδρομή της συσχετίσης δεν μπορεί να παραληφθεί.

7.20.4. Παράδειγμα



Σχήμα 24: Κλάση συσχετίσης

7.21. N-δική συσχέτιση – N-ary association

7.21.1. Σημασιολογία

Μία ν-δική συσχέτιση είναι μία συσχέτιση ανάμεσα σε τρεις ή περισσότερους classifiers (ένας classifier μπορεί να εμφανίζεται περισσότερες από μία φορές). Κάθε στιγμιότυπο της συσχετίσης είναι μία πλειάδα τιμών από τον αντίστοιχο classifier. Η δυαδική συσχέτιση είναι ειδική περίπτωση και έχει το δικό της συμβολισμό.

Μπορεί να οριστεί πολλαπλότητα για τις ν-δικές συσχετίσεις, αλλά είναι λιγότερο εμφανής από ό,τι για τις δυαδικές. Η πολλαπλότητα σε ένα ρόλο αναπαριστά το πιθανό πλήθος των στιγμιότυπων των πλειάδων στη συσχέτιση όταν οι υπόλοιπες ν-1 τιμές είναι σταθεροποιημένες.

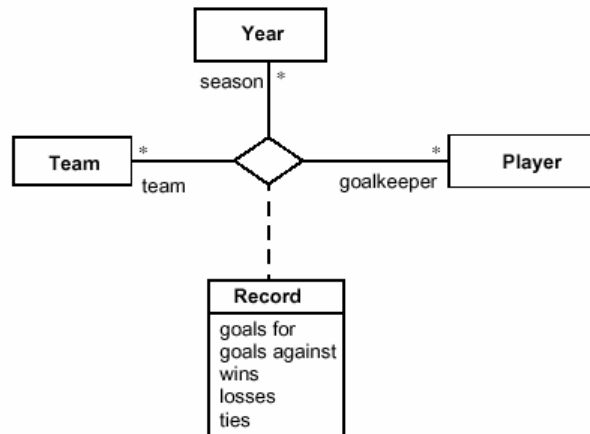
Μία ν-δική συσχέτιση μπορεί να γίνεται συνάθροιση σε οποιοδήποτε ρόλο.

7.21.2. Συμβολισμός

Μία ν-δική συσχέτιση παρουσιάζεται ως ένας μεγάλος ρόμβος (το μέγεθος δίνεται σε σχέση με το σύμβολο της συνάθροισης) με μία διαδρομή από το ρόμβο προς κάθε συμμετέχουσα κλάση. Το όνομα της συσχετίσης (εφόσον υπάρχει) παρουσιάζεται κοντά στο ρόμβο. Σε κάθε διαδρομή μπορούν να εμφανίζονται σύμβολα σχετικά με τους ρόλους, όπως συμβαίνει και με τις δυαδικές συσχετίσεις. Μπορεί να παρουσιάζεται η

πολλαπλότητα, αλλά δεν επιτρέπονται η συνάθροιση και οι προσδιοριστές. Το σύμβολο μίας κλάσης συσχέτισης μπορεί να προσκολληθεί στο ρόμβο μέσω μίας διακεκομμένης γραμμής. Αυτό δηλώνει ότι η ν-δική συσχέτιση έχει ιδιοχαρακτηριστικά, πράξεις ή/και συσχετίσεις.

7.21.3. Παράδειγμα



Σχήμα 25: Τριαδική συσχέτιση με χρήση συσχέτισης κλάσης.

7.22. Σύνθεση – Composition

7.22.1. Σημασιολογία

Η σύνθεση είναι μία μορφή συνάθροισης με ισχυρή ιδιοκτησία και ταυτόχρονο χρόνο ζωής ανάμεσα στα μέρη και το όλο. Η πολλαπλότητα στο άκρο της συνάθροισης δεν μπορεί να είναι πάνω από 1 καθώς τα μέρη δεν είναι διαμοιράσιμα. Τα μέρη μίας σύνθεσης μπορούν να περιλαμβάνουν κλάσεις και συσχετίσεις (οι οποίες μπορούν – εφόσον είναι αναγκαίο – να έχουν μετατραπεί σε συσχετίσεις κλάσεων). Η σημασία μίας συσχέτισης κατά τη σύνθεση είναι ότι κάθε πλειάδα αντικειμένων που συνδέονται με έναν απλό σύνδεσμο πρέπει να ανήκουν στο *ίδιο* περιέχον αντικείμενο.

7.22.2. Συμβολισμός

Η σύνθεση μπορεί να παρουσιαστεί ως ένας γεμάτος ρόμβος ως σύμβολο στο άκρο της συσχέτισης. Εναλλακτικά, η UML παρέχει τη δυνατότητα της γραφικής ένθεσης η οποία είναι πολλές φορές πιο βολική για να παρουσιάζεται η σύνθεση. Στην περίπτωση αυτή τα σύμβολα των μερών παρουσιάζονται μέσα στο σύμβολο του σύνθετου στοιχείου. Ένα ένθετο στοιχείο με μορφή κλάσης μπορεί να έχει πολλαπλότητα μέσα στο σύνθετο στοιχείο του η οποία παρουσιάζεται στην πάνω δεξιά γωνία του ένθετου συμβόλου. Αν δεν παρουσιάζεται ένδειξη πολλαπλότητας, τότε η εξ ορισμού πολλαπλότητα είναι πολλά. Ένα ένθετο στοιχείο μπορεί να έχει ένα όνομα ρόλου μέσα στη σύνθεση, το οποίο παρουσιάζεται μπροστά από τον τύπο του με τη σύνταξη:

rolename ‘:’ *classname*

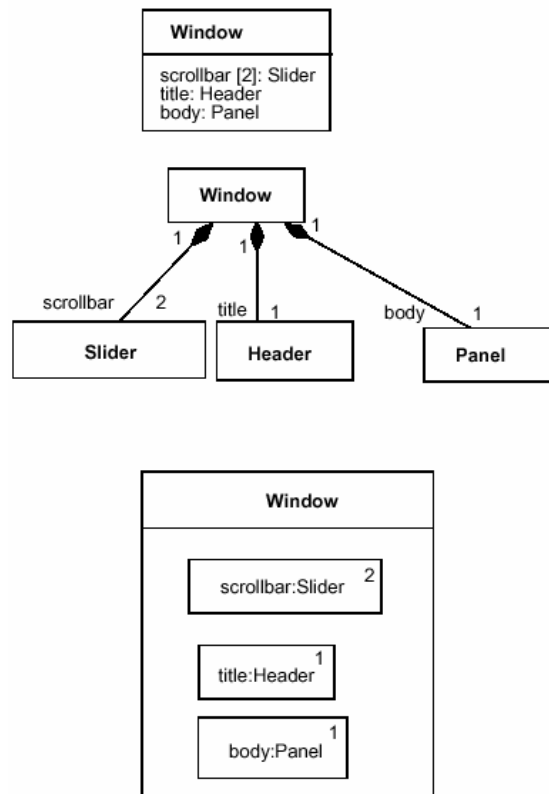
Εναλλακτικά, η σύνθεση μπορεί να παρουσιαστεί – όπως αναφέρθηκε – με χρήση ενός γεμάτου ρόμβου στο άκρο της συσχέτισης που προσκολλάται στο όλον. Η πολλαπλότητα αναπαριστάται με το συνήθη τρόπο. Σημειώστε ότι τα ιδιοχαρακτηριστικά είναι στην πράξη σχέσεις σύνθεσης ανάμεσα σε έναν classifier και τους classifiers των ιδιοχαρακτηριστικών του.

Μία συσχέτιση που σχεδιάζεται εξ ολοκλήρου μέσα στα όρια ενός σύνθετου θεωρείται ότι αποτελεί μέρος της σύνθεσης. Οποιαδήποτε στιγμιότυπα βρίσκονται σε απλό σύνδεσμο πρέπει να προέρχονται από το ίδιο σύνθετο αντικείμενο. Μία συσχέτιση που σχεδιάζεται ώστε η διαδρομή της να βγαίνει εκτός του ορίου της σύνθεσης, θεωρείται ότι δεν αποτελεί μέρος της σύνθεσης. Τα στιγμιότυπα σε ένα απλό σύνδεσμο μπορεί να είναι από το ίδιο ή διαφορετικά σύνθετα αντικείμενα.

Σημειώστε ότι ο συμβολισμός για τη σύνθεση μοιάζει με το συμβολισμό για συνεργασία. Μία σύνθεση μπορεί να θεωρηθεί ως συνεργασία στην οποία όλοι οι συμμετέχοντες είναι μέρη ενός μοναδικού σύνθετου αντικείμενου.

Σημειώστε επίσης ότι ο ένθετος συμβολισμός δεν είναι ο κατάλληλος τρόπος για να δηλωθεί μία κλάση μέσα σε μία άλλη κλάση. Μία κλάση που δηλώνεται κατ' αυτό τον τρόπο δεν είναι ένα δομικό μέρος της περικλείουσας κλάσης, απλά η περιοχή της αναφοράς της βρίσκεται μέσα στο χώρο ονομάτων της περικλείουσας κλάσης, κάτι που λειτουργεί σαν πακέτο για την εσωτερική κλάση. Μία τέτοια ενσωμάτωση με βάση την περιοχή αναφοράς των ονομάτων μπορεί να παρουσιαστεί τοποθετώντας ένα σύμβολο πακέτου στην πάνω δεξιά γωνία στο σύμβολο της κλάσης.

7.22.3. Παράδειγμα



Σχήμα 26: Διαφορετικοί τρόποι παρουσίασης της σύνθεσης.

7.23. Σύνδεσμος – Link

7.23.1. Σημασιολογία

Μία σύνδεση είναι μία πλειάδα (λίστα) αναφορών σε αντικείμενα. Πιο συχνά είναι ένα ζεύγος αναφορών σε αντικείμενα. Πρόκειται για στιγμιότυπο της συσχέτισης.

7.23.2. Συμβολισμός

Ένας δυαδικός σύνδεσμος παρουσιάζεται ως μία διαδρομή ανάμεσα σε δύο στιγμιότυπα. Στην περίπτωση που ο σύνδεσμος είναι από ένα στιγμιότυπο προς τον εαυτό του, τότε μπορεί να περιλαμβάνει ένα βρόχο με ένα μόνο στιγμιότυπο. Στο κάθε άκρο του συνδέσμου μπορεί να υπάρχει το όνομα ενός ρόλου. Το όνομα μίας συσχέτισης μπορεί να παρουσιάζεται κοντά στη διαδρομή και αν υπάρχει είναι υπογραμμισμένο για να δηλώσει στιγμιότυπο. Οι σύνδεσμοι δεν έχουν ονόματα στιγμιότυπων και λαμβάνουν την ταυτότητά τους από τα στιγμιότυπα που σχετίζουν. Η πολλαπλότητα δεν παρουσιάζεται για τους συνδέσμους, καθώς πρόκειται για στιγμιότυπα. Μπορούν επίσης να παρουσιάζονται και τα υπόλοιπα σύμβολα των συσχετίσεων (συνάθροιση, σύνθεση, πλοήγηση) στα άκρα των συνδέσμων.

Σε ένα σύνδεσμο μπορεί να υπάρχει προσδιοριστής. Στο πλαίσιο του προσδιοριστή μπορεί να παρουσιάζεται η τιμή του.

7.23.3. Στερεότυπα υλοποίησης

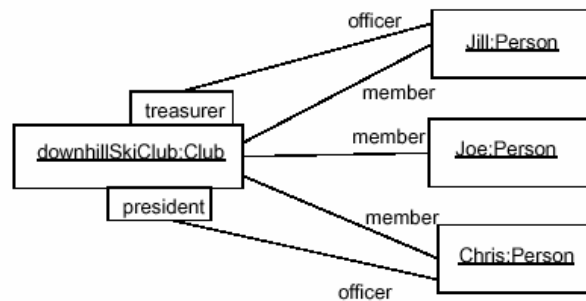
Ένα στερεότυπο μπορεί να είναι προσκολλημένο σε ένα άκρο συνδέσμου για να δηλώσει διαφορετικά είδη υλοποίησης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ακόλουθα στερεότυπα:

«association»	Συσχέτιση (εξ ορισμού, δε χρειάζεται να δηλωθεί, παρά μόνο για λόγους έμφασης)
«parameter»	Παράμετρος μεθόδου
«local»	Τοπική μεταβλητή σε μέθοδο
«global»	Καθολική μεταβλητή
«self»	Σύνδεσμος με τον εαυτό του (η δυνατότητα ενός στιγμιότυπου να στέλνει μήνυμα στον εαυτό του)

7.23.4. Ν-δικός σύνδεσμος

Ένας ν-δικός σύνδεσμος παρουσιάζεται ως ρόμβος με μία διαδρομή προς κάθε συμμετέχον στιγμιότυπο. Σε ό,τι αφορά τα υπόλοιπα σύμβολα για τη συσχέτιση και τα άκρα της συσχέτισης, υπάρχουν οι ίδιες πιθανότητες πάνω σε δυαδικούς συνδέσμους.

7.23.5. Παράδειγμα



Σχήμα 27: Σύνδεσμοι

7.24. Γενίκευση – Generalisation

7.24.1. Σημασιολογία

Η γενίκευση είναι μία σχέση κατηγοριοποίησης ανάμεσα σε ένα πιο γενικό στοιχείο (το γονέα) και ένα πιο εξειδικευμένο στοιχείο (το τέκνο) που είναι πλήρως συνεπές με το πρώτο στοιχείο και στη συνέχεια προσθέτει νέα πληροφορία. Χρησιμοποιείται σε κλάσεις, πακέτα, περιπτώσεις χρήσης και άλλα στοιχεία.

7.24.2. Συμβολισμός

Η γενίκευση παρουσιάζεται ως μία διαδρομή από το τέκνο (το πιο εξειδικευμένο στοιχείο, όπως η υποκλάση) σε ένα γονέα (το πιο γενικό στοιχείο, όπως η υπερκλάση), με ένα μεγάλο κενό τρίγωνο στο άκρο της διαδρομής, στο σημείο που συναντά το πιο γενικό στοιχείο.

Μία διαδρομή γενίκευσης μπορεί να έχει μία ετικέτα, η οποία λέγεται discriminator, με το όνομα της διαμέρισης των τέκνων στο γονέα. Το τέκνο δηλώνεται να ανήκει στη συγκεκριμένη διαμέριση. Η έλλειψη της ετικέτας δηλώνει τον κενό discriminator, η οποία είναι η εξ ορισμού τιμή.

Η γενίκευση μπορεί να εφαρμοστεί σε συσχετίσεις αλλά και σε κλάσεις, αν και ο συμβολισμός μπορεί να είναι μπερδεμένος, λόγω των πολλών γραμμών. Μία συσχέτιση μπορεί να παρουσιαστεί ως κλάση συσχέτισης για να είναι δυνατό να τοποθετηθεί σε μία γενίκευση.

Η ύπαρξη επιπλέον τέκνων σε ένα μοντέλο, τα οποία δεν παρουσιάζονται στο συγκεκριμένο διάγραμμα μπορεί να παρουσιασθεί με τρεις τελείες (...) στη θέση του τέκνου. Σημειώστε ότι αυτό δε δηλώνει ότι μπορεί να προστεθούν τέκνα στο μέλλον. Δηλώνει ότι υπάρχουν τώρα επιπλέον τέκνα, αλλά απλά δεν παρουσιάζονται. Πρόκειται για σύμβαση συμβολισμού για να παρουσιαστεί ότι υπάρχει πληροφορία η οποία έχει παραληφθεί και δεν πρόκειται για σημασιολογική δήλωση.

Υπάρχουν προκαθορισμένοι περιορισμοί για να δηλωθούν οι σημασιολογικοί περιορισμοί ανάμεσα στα τέκνα. Δίνεται η δυνατότητα να τοποθετηθεί μία λίστα περιορισμών, οι οποίοι βρίσκονται μέσα σε άγκιστρα και χωρίζονται από κόμμα, είτε δίπλα στο κοινό τρίγωνο (αν πολλές διαδρομές μοιράζονται ένα τρίγωνο) ή κοντά σε μία γραμμή από σημεία που διασταυρώνεται με όλες τις γραμμές γενίκευσης τις οποίες αφορά. Ανάμεσα σε άλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθοι προκαθορισμένοι περιορισμοί:

overlapping	Ένα στοιχείο μπορεί να έχει δύο ή περισσότερα τέκνα του συνόλου ως προγόνους. Ένα στιγμιότυπο μπορεί να άμεσα ή έμμεσα στιγμιότυπο δύο ή περισσότερων τέκνων.
disjoint	Δεν υπάρχουν στοιχεία που να έχουν δύο τέκνα ως προγόνους. Δεν υπάρχει στιγμιότυπο που να είναι άμεσο ή έμμεσο στιγμιότυπο δύο ή περισσότερων τέκνων.
complete	Όλα τα τέκνα έχουν ήδη καθοριστεί (είτε παρουσιάζονται είτε όχι). Δεν αναμένεται να υπάρξουν επιπλέον τέκνα.
incomplete	Έχουν καθοριστεί ορισμένα από τα τέκνα, και είναι γνωστό ότι η λίστα τους δεν είναι πλήρης. Υπάρχουν επιπλέον παιδιά που δεν έχουν ακόμα τοποθετηθεί στο μοντέλο. Πρόκειται για δήλωση που αφορά το ίδιο το μοντέλο. Σημειώστε ότι δεν είναι το ίδιο με την ύπαρξη των τριών τελείων, η οποία δηλώνει ότι τα παιδιά υπάρχουν στο μοντέλο αλλά δεν εμφανίζονται στο τρέχον διάγραμμα.

Ο discriminator πρέπει να είναι μοναδικός ανάμεσα στα ιδιοχαρακτηριστικά και τους ρόλους συσχέτισης του συγκεκριμένου γονέα. Επιτρέπονται πολλαπλές εμφανίσεις του ίδιου ονόματος discriminator και δηλώνουν ότι τα τέκνα ανήκουν στην ίδια διαμέριση.

Η χρήση πολλαπλής κατηγοριοποίησης ή δυναμικής κατηγοριοποίησης επηρεάζει τη δυναμική εκτέλεση της σημασιολογίας της γλώσσας, αλλά συνήθως δεν είναι εμφανές από το στατικό μοντέλο.

7.24.3. Επιλογές παρουσίασης

Μία ομάδα διαδρομών γενίκευσης από ένα συγκεκριμένο γονέα μπορεί να παρουσιαστεί ως ένα δένδρο με κοινό

7.25. Εξάρτηση – Dependency

7.25.1. Σημασιολογία

Μία εξάρτηση δηλώνει μία σημασιολογική συσχέτιση ανάμεσα σε δύο στοιχεία μοντελοποίησης (ή δύο σύνολα στοιχείων μοντελοποίησης). Σχετίζει τα ίδια τα στοιχεία μοντελοποίησης και δεν απαιτεί ένα σύνολο στιγμιοτύπων. Δηλώνει μία κατάσταση κατά την οποία μία αλλαγή στο στοιχείο στόχο μπορεί να απαιτεί μία αλλαγή στο πηγαίο στοιχείο της εξάρτησης.

7.25.2. Συμβολισμός

Μία εξάρτηση παρουσιάζεται ως μία διακεκομμένη γραμμή με βέλος ανάμεσα σε δύο στοιχεία μοντελοποίησης. Το στοιχείο μοντελοποίησης που βρίσκεται στην ουρά του βέλους (ο εξυπηρετούμενος) εξαρτάται από το στοιχείο μοντελοποίησης στην κεφαλή του βέλους (ο παροχέας). Το βέλος μπορεί να έχει ετικέτα με προαιρετικό στερεότυπο και ένα προαιρετικό όνομα.

Είναι πιθανό ο εξυπηρετούμενος ή ο παροχέας να είναι ένα σύνολο στοιχείων. Στην περίπτωση αυτή, μία ή περισσότερες γραμμές με βέλη, οι ουρές των οποίων βρίσκονται στον ή τους εξυπηρετούμενους ενώνονται σε ένα σημείο με μία ή περισσότερες γραμμές με βέλη, οι κεφαλές των οποίων βρίσκονται στον ή τους παροχείς. Στο σημείο τομής μπορεί να υπάρχει μία μικρή τελεία. Αν υπάρχει σημείωση σχετικά με την εξάρτηση θα πρέπει να τοποθετηθεί στο σημείο τομής.

Τα ακόλουθα είδη εξάρτησης είναι προκαθορισμένα και μπορούν να δηλωθούν με χρήση λέξεων κλειδιών. Σημειώστε ότι ορισμένες από αυτές αντιστοιχούν σε πραγματικές κλάσεις του μεταμοντέλου και άλλες σε στερεότυπα κλάσεων του μεταμοντέλου. Όλες εμφανίζονται ως διακεκομμένες γραμμές με βέλη και με λέξεις-κλειδιά μέσα σε ελληνικά εισαγωγικά.

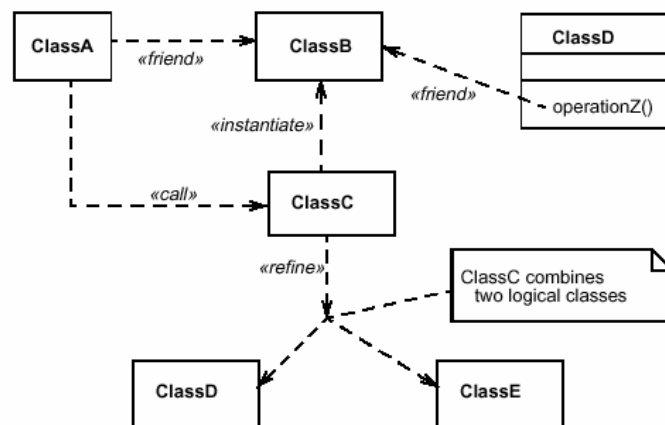
Λέξη κλειδί	Περιγραφή
access	Η άδεια ένα πακέτο να μπορεί να αναφέρεται στα δημόσια στοιχεία που ανήκουν σε ένα άλλο πακέτο (υποκείμενο στην κατάλληλη ορατότητα).
bind	Μία σύνδεση των παραμέτρων ενός προτύπου σε πραγματικές τιμές για να δημιουργηθεί ένα μη παραμετροποιημένο στοιχείο.
derive	Μία υπολογίσιμη σχέση ανάμεσα σε στοιχεία.
import	Η άδεια να αναφέρεται ένα πακέτο στα δημόσια στοιχεία ενός άλλου, καθώς επίσης να προσθέτει τα ονόματα των δημόσιων στοιχείων του πακέτου παροχέα στο εξυπηρετούμενο πακέτο.
refine	Μία ιστορική σύνδεση ανάμεσα σε δύο στοιχεία ανάμεσα στα οποία υπάρχει μία (έστω και όχι πλήρης) απεικόνιση. Στην εξάρτηση μπορεί να

Λέξη κλειδί	Περιγραφή
	υπάρχει μία σημείωση που να περιγράφει την απεικόνιση. Έχουν προταθεί διάφορα είδη εκλέπτυνσης και μπορούν να σημειωθούν με επιπλέον χρήση στερεοτύπων.
trace	Μία ιστορική σύνδεση ανάμεσα σε δύο στοιχεία τα οποία αναπαριστούν την ίδια έννοια σε διαφορετικά επίπεδα σημασίας.
use	Μία κατάσταση κατά την οποία ένα στοιχείο απαιτεί την παρουσία ενός άλλου στοιχείου για την ορθή υλοποίηση ή λειτουργία του. Μπορεί να έχει επιπλέον στερεότυπα για να δηλωθεί η ακριβής φύση της εξάρτησης, όπως κλήση μίας πράξης από άλλη κλάση, στην οποία δίνει άδεια προσπέλασης, η ύπαρξη στιγμιοτύπου ενός αντικειμένου άλλης κλάσης, κλπ.

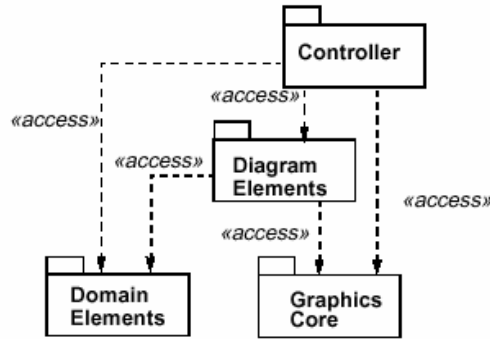
7.25.3. Επιλογές παρουσίασης

Σημείωση: Η σύνδεση ανάμεσα σε ένα σημείωμα ή έναν περιορισμό και το στοιχείο παρουσιάζεται με χρήση διακεκομμένης γραμμής χωρίς βέλος. Δεν πρόκειται για σχέση εξάρτησης.

7.25.4. Παράδειγμα



Σχήμα 28: Διάφορες εξαρτήσεις ανάμεσα σε κλάσεις.



Σχήμα 29: Εξαρτήσεις ανάμεσα σε πακέτα.

8. Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης – Use Case Diagram

Ένα διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης παρουσιάζει τη σχέση ανάμεσα στους actors και τις περιπτώσεις χρήσης ενός συστήματος.

8.1. Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης – Use Case Diagram

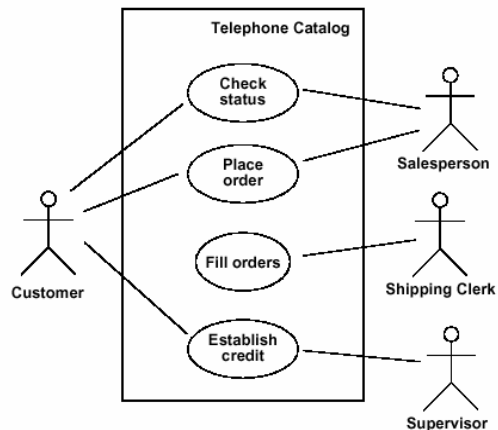
8.1.1. Σημασιολογία

Τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης παρουσιάζουν τους actors και τις περιπτώσεις χρήσης ενός συστήματος μαζί με τις σχέσεις μεταξύ τους. Οι περιπτώσεις χρήσης αναπαριστούν λειτουργικότητα ενός συστήματος ή ενός classifier, όπως ένα υποσύστημα ή μία κλάση, όπως παρουσιάζεται σε όσους αλληλεπιδρούν με το σύστημα ή τον classifier, ενώ βρίσκονται εκτός του.

8.1.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης είναι ένας γράφος από actors, ένα σύνολο περιπτώσεων χρήσης, πιθανώς ορισμένες διασυνδέσεις και τις σχέσεις ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία. Οι σχέσεις είναι συσχετίσεις ανάμεσα στους actors και τις περιπτώσεις χρήσης, γενικεύσεις ανάμεσα σε actors και γενικεύσεις, επεκτάσεις (extends) και περιλήψεις (includes) ανάμεσα σε περιπτώσεις χρήσης. Οι περιπτώσεις χρήσης προαιρετικά μπορούν να περικλείονται σε ένα ορθογώνιο, το οποίο αναπαριστά τα όρια του περιέχοντος συστήματος ή του classifier.

8.1.3. Παράδειγμα



Σχήμα 30: Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης.

8.2. Περίπτωση χρήσης – Use Case

8.2.1. Σημασιολογία

Μία *περίπτωση χρήσης* (use case) είναι ένα είδος classifier που αναπαριστά μία συνεπή μονάδα λειτουργικότητας που παρέχεται από το σύστημα, ένα υποσύστημα, ή μία κλάση, όπως παρουσιάζεται από ακολουθίες μηνυμάτων που ανταλλάσσονται ανάμεσα στο σύστημα και έναν ή περισσότερους εξωτερικούς χρήστες (οι οποίοι ονομάζονται *actors*) μαζί με τις πράξεις που θα πραγματοποιηθούν από το σύστημα.

Ένα *σημείο επέκτασης* (extension point) είναι μία αναφορά σε μία περιοχή μέσα στην περίπτωση χρήσης στην οποία μπορούν να εισαχθούν ακολουθίες πράξεων από άλλες περιπτώσεις χρήσης. Κάθε σημείο επέκτασης έχει ένα μοναδικό όνομα μέσα στην περίπτωση χρήσης και μία περιγραφή της περιοχής μέσα στη συμπεριφορά της περίπτωσης χρήσης.

8.2.2. Συμβολισμός

Μία περίπτωση χρήσης παρουσιάζεται με μία έλλειψη η οποία περιέχει το όνομα της περίπτωσης χρήσης. Πάνω από το όνομα μπορεί να τοποθετηθεί μία προαιρετική λέξη κλειδί στερεοτύπου, ενώ κάτω από το όνομα συμπεριλαμβάνεται μία λίστα ιδιοτήτων. Ως classifier, η περίπτωση χρήσης μπορεί να έχει επίσης τμήματα που παρουσιάζουν ιδιοχαρακτηριστικά και πράξεις.

Τα σημεία επέκτασης μπορούν να παρουσιάζονται σε ένα τμήμα της περίπτωσης χρήσης με την επικεφαλίδα **extension points**. Η περιγραφή της περιοχής του σημείου επέκτασης παρουσιάζεται στην κατάλληλη μορφή, συνήθως ως απλό κείμενο, αλλά μπορεί επίσης να παρουσιαστεί με άλλες μορφές, όπως το όνομα μίας κατάστασης σε μία μηχανή κατάστασης ή με μία pre-condition ή post-condition.

Η συμπεριφορά μίας περίπτωσης χρήσης μπορεί να περιγραφεί με αρκετούς διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με το τι βολεύει: συχνά χρησιμοποιείται απλό κείμενο,

ενώ άλλοι τρόποι για περιγραφή της συμπεριφοράς της περίπτωσης χρήσης είναι οι μηχανές κατάστασης, οι πράξεις και οι μέθοδοι.

8.2.3. Επιλογές παρουσίασης

Το όνομα της περίπτωσης χρήσης μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από την έλλειψη. Το όνομα μίας αφηρημένης περίπτωσης χρήσης θα παρουσιαστεί με πλάγια γράμματα. Η έλλειψη μπορεί να περιέχει ή να παραλείψει τα τμήματα που αναπαριστούν ιδιοχαρακτηριστικά, πράξεις και τα σημεία επέκτασης της περίπτωσης χρήσης.

8.3. Actor

8.3.1. Σημασιολογία

Ένας actor ορίζει ένα συνεπές σύνολο ρόλων τους οποίους μπορούν να «παίζουν» οι χρήστες μίας οντότητας όταν αυτοί αλληλεπιδρούν με την οντότητα. Ένας actor μπορεί να θεωρηθεί ότι παίζει ένα ξεχωριστό ρόλο σε σχέση με κάθε περίπτωση χρήσης με την οποία επικοινωνεί.

8.3.2. Συμβολισμός

Το κλασικό εικονίδιο στερεοτύπου για έναν actor είναι ένα σχήμα που δείχνει ένα «ανθρώπακι» με το όνομα του actor κάτω από το σχήμα. Ο actor μπορεί ακόμα να αναπαρασταθεί ως ένα ορθογώνιο κλάσης, με τη λέξη κλειδί «actor» και το συνήθη συμβολισμό για τα τμήματα.

8.4. Σχέσεις περιπτώσεων χρήσης – Use Case Relationships

8.4.1. Σημασιολογία

Υπάρχουν αρκετές πρότυπες σχέσεις ανάμεσα στις περιπτώσεις χρήσης ή ανάμεσα σε actors και σε περιπτώσεις χρήσης:

- Συσχέτιση (association) – Η συμμετοχή ενός actor σε μία περίπτωση χρήσης, δηλαδή τα στιγμιότυπα του actor και τα στιγμιότυπα της περίπτωσης χρήσης επικοινωνούν μεταξύ τους. Είναι η μόνη σχέση ανάμεσα σε actors και σε περιπτώσεις χρήσης.
- Επέκταση (extend) – Μία σχέση επέκτασης από την περίπτωση χρήσης A στην περίπτωση χρήσης B δηλώνει ότι ένα στιγμιότυπο της περίπτωσης χρήσης B μπορεί να αυξηθεί (υποκείμενη στις συγκεκριμένες συνθήκες που καθορίζονται από την επέκταση) από τη συμπεριφορά που καθορίζεται από την A. Η συμπεριφορά εισάγεται στη θέση που καθορίζεται από το σημείο επέκτασης στη B, στο οποίο αναφέρεται από τη σχέση extend.
- Γενίκευση (generalization) – Μία γενίκευση από την περίπτωση χρήσης A στην περίπτωση χρήσης B δηλώνει ότι η A είναι μία εξειδίκευση της B.
- Συμπερίληψη (include) – Μία σχέση συμπερίληψης από την περίπτωση χρήσης A στην περίπτωση χρήσης B δηλώνει ότι ένα στιγμιότυπο της περίπτωσης χρήσης A

θα περιέχει επίσης τη συμπεριφορά που καθορίζει η Β. Η συμπεριφορά περιλαμβάνεται στη θέση που καθορίζει η Α.

8.4.2. Συμβολισμός

Μία συσχέτιση ανάμεσα σε έναν actor και μία περίπτωση χρήσης παρουσιάζεται ως μία γραμμή ανάμεσα σε έναν actor και μία περίπτωση χρήσης. Μπορεί να έχει στα άκρα σύμβολα όπως πολλαπλότητα.

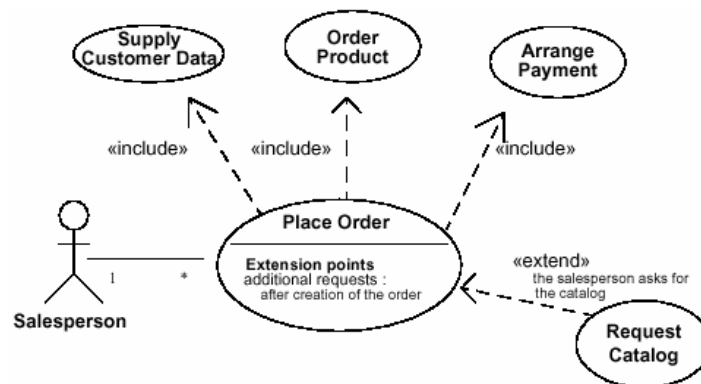
Μία σχέση επέκτασης ανάμεσα σε περιπτώσεις χρήσης παρουσιάζεται με μία διακεκομμένη γραμμή με βέλος με ανοικτή κεφαλή, από την περίπτωση χρήσης που παρέχει την επέκταση στη βασική περίπτωση χρήσης. Το βέλος έχει ετικέτα με τη λέξη κλειδί «extend». Η συνθήκη της σχέσης παρουσιάζεται προαιρετικά κοντά στη λέξη κλειδί.

Μία σχέση συμπερίληψης ανάμεσα σε δύο περιπτώσεις χρήσης παρουσιάζεται με μία γραμμή με διακεκομμένο βέλος με ανοικτή κεφαλή από τη βασική περίπτωση χρήσης στη συμπεριλαμβανόμενη. Το βέλος έχει ετικέτα με τη λέξη κλειδί «include».

Μία γενίκευση ανάμεσα σε δύο περιπτώσεις χρήσης παρουσιάζεται με ένα βέλος γενίκευσης, δηλαδή μία γραμμή με ένα κλειστό, άδειο βέλος που δείχνει στη γονική περίπτωση χρήσης.

Η σχέση ανάμεσα σε μία περίπτωση χρήσης και τις ακολουθίες εξωτερικής αλληλεπίδρασης ορίζεται συνήθως με έναν αόρατο υπερσύνδεσμο προς ένα διάγραμμα ακολουθίας. Η σχέση ανάμεσα σε μία περίπτωση χρήσης και την υλοποίησή της μπορεί να παρουσιαστεί με σχέσεις εκλέπτυνσης προς τις συνεργασίες, αλλά μπορεί επίσης να οριστεί και με αόρατους υπερσυνδέσμους.

8.4.3. Παράδειγμα



Σχήμα 31: Σχέσεις ανάμεσα σε περιπτώσεις χρήσης.

8.5. Σχέσεις μεταξύ actor – Actor Relationships

8.5.1. Σημασιολογία

Υπάρχει μία σχέση ανάμεσα σε actors και μία σχέση ανάμεσα actors και περιπτώσεις χρήσης:

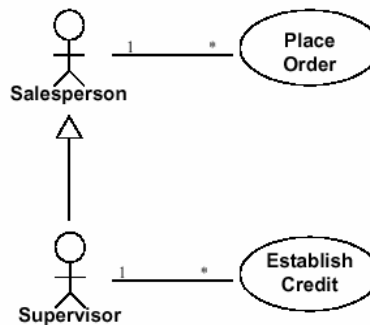
- Συσχέτιση (association) – Η συμμετοχή ενός actor σε μία περίπτωση χρήσης, δηλαδή στιγμιότυπα του actor και της περίπτωσης χρήσης επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτή είναι η μόνη σχέση ανάμεσα actors και περιπτώσεις χρήσης.
- Γενίκευση (generalization) – Η γενίκευση από έναν actor A σε έναν actor B δηλώνει ότι ένα στιγμιότυπο του A μπορεί να επικοινωνήσει με τα ίδια στιγμιότυπα περιπτώσεων χρήσης όπως ένα στιγμιότυπο του B.

8.5.2. Συμβολισμός

Μία συσχέτιση ανάμεσα σε έναν actor και μία περίπτωση χρήσης παρουσιάζεται ως μία γραμμή από τον actor προς την περίπτωση χρήσης.

Μία γενίκευση ανάμεσα σε δύο actors παρουσιάζεται με ένα βέλος γενίκευσης, δηλαδή μία γραμμή με ένα κλειστό, άδειο βέλος. Η κεφαλή του βέλους δείχνει στον πιο γενικό actor.

8.5.3. Παράδειγμα



Σχήμα 32: Σχέσεις μεταξύ actors.

9. Διαγράμματα ακολουθίας – Sequence Diagrams

9.1. Είδη διαγραμμάτων αλληλεπίδρασης

Ένα σχέδιο αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε στιγμιότυπα παρουσιάζεται με χρήση ενός διαγράμματος αλληλεπίδρασης. Τα διαγράμματα αλληλεπίδρασης έχουν δύο μορφές για την ίδια βασική πληροφορία η οποία καθορίζεται από την αλληλεπίδραση, αλλά κάθε μορφή δίνει έμφαση σε μία συγκεκριμένη όψη της αλληλεπίδρασης. Οι δύο μορφές είναι: τα *διαγράμματα ακολουθίας* (sequence diagrams) και τα *διαγράμματα συνεργασίας* (collaboration diagrams). Τα διαγράμματα ακολουθίας παρουσιάζουν τη ρητή ακολουθία των ερέθισμα και είναι καλύτερα για προδιαγραφές πραγματικού χρόνου και σύνθετα σενάρια. Τα διαγράμματα συνεργασίας παρουσιάζουν τις σχέσεις ανάμεσα στα στιγμιότυπα και είναι καλύτερα για την κατανόηση όλων των επιπτώσεων σε ένα συγκεκριμένο στιγμιότυπο και για διαδικαστικό σχεδιασμό. Τα διαγράμματα συνεργασίας θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

Ένα *διάγραμμα ακολουθίας* παρουσιάζει την αλληλεπίδραση όπως αυτή παρουσιάζεται σε χρονικές ακολουθίες. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει τα στιγμιότυπα που συμμετέχουν

στην αλληλεπίδραση με τις «γραμμές ζωής» τους και τα ερεθίσματα που ανταλλάσσουν τοποθετημένα στη χρονική ακολουθία. Δεν παρουσιάζει τις συσχετίσεις ανάμεσα στα αντικείμενα.

Τα διαγράμματα ακολουθίας έχουν λίγο διαφορετικές μορφές ανάλογα με τους διαφορετικούς σκοπούς, όπως να δίνεται έμφαση στον έλεγχο εκτέλεσης, στη συνδρομικότητα κλπ. Ένα διάγραμμα εκτέλεσης μπορεί να υπάρξει σε γενική μορφή (που περιγράφει όλες τις πιθανές ακολουθίες) και σε μορφή στιγμιότυπου (που περιγράφει μία συγκεκριμένη ακολουθία συνεπή με τη γενική μορφή). Σε περιπτώσεις χωρίς βρόχους ή διακλαδώσεις οι δύο μορφές είναι ισόμορφες.

Στη συνέχεια θα χρησιμοποιείται ο όρος *αντικείμενο*, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε στιγμιότυπο.

9.2. Διάγραμμα ακολουθίας – Sequence Diagram

9.2.1. Σημασιολογία

Ένα διάγραμμα ακολουθίας αναπαριστά την αλληλεπίδραση, δηλαδή μία σειρά από μηνύματα ανάμεσα σε classifiers μέσα σε μία συνεργασία ώστε να πραγματοποιηθεί μία επιθυμητή πράξη ή αποτέλεσμα.

9.2.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα ακολουθίας έχει δύο διαστάσεις: 1) την κάθετη διάσταση που αναπαριστά το χρόνο και 2) την οριζόντια διάσταση που αναπαριστά τα διάφορα αντικείμενα. Κανονικά ο χρόνος προχωρά προς τα κάτω. Αν είναι επιθυμητό οι διαστάσεις μπορούν να αλλάξουν θέση. Συνήθως έχει σημασία μόνο η ακολουθία του χρόνου, αλλά σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου ο άξονας του χρόνου μπορεί να είναι οποιοδήποτε μέτρο. Δεν υπάρχει καμία σημασία στην ταξινόμηση των αντικειμένων στον οριζόντιο άξονα. Τα αντικείμενα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε “swimlanes” σε ένα διάγραμμα.

9.2.3. Επιλογές παρουσίασης

Η οριζόντια ταξινόμηση των γραμμών ζωής είναι τυχαία. Συχνά τα βέλη κλήσεων τοποθετούνται έτσι ώστε να πηγαίνουν προς μία κατεύθυνση σε όλη τη σελίδα, όμως δεν είναι αυτό πάντα εφικτό και η σειρά των αντικειμένων δε δίνει καμία πληροφορία.

Οι άξονες μπορούν να αλλάξουν θέση, οπότε ο χρόνος θα προχωράει οριζόντια προς τα δεξιά και τα διάφορα αντικείμενα θα παρουσιάζονται ως οριζόντιες γραμμές.

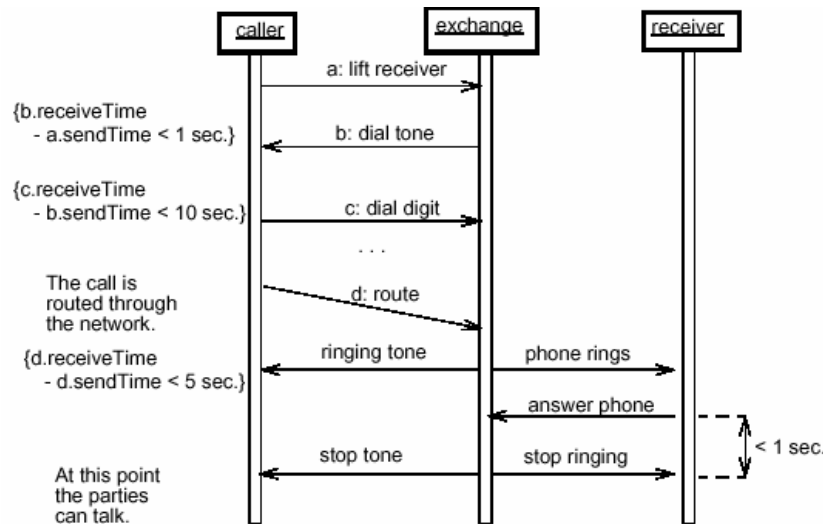
Οι διάφορες ετικέτες (όπως χρονικοί περιορισμοί, οι περιγραφές των δραστηριοτήτων κατά την ενεργοποίησή τους, κλπ) μπορούν να παρουσιαστούν είτε στο περιθώριο ή κοντά στις μεταβάσεις και τις ενεργοποιήσεις που σημειώνουν.

Οι χρονικοί περιορισμοί μπορούν να εκφραστούν με χρονικές εκφράσεις σε ονόματα μηνυμάτων. Οι συναρτήσεις *sendTime* (ο χρόνος κατά τον οποίο απεστάλη το μήνυμα από κάποιο αντικείμενο) και *receiveTime* (ο χρόνος κατά τον οποίο λήφθηκε το μήνυμα από το αντικείμενο) μπορούν να εφαρμοστούν σε ονόματα μηνυμάτων για να ληφθεί ένας χρόνος. Το σύνολο των συναρτήσεων των χρόνων είναι ανοικτό, συνεπώς οι

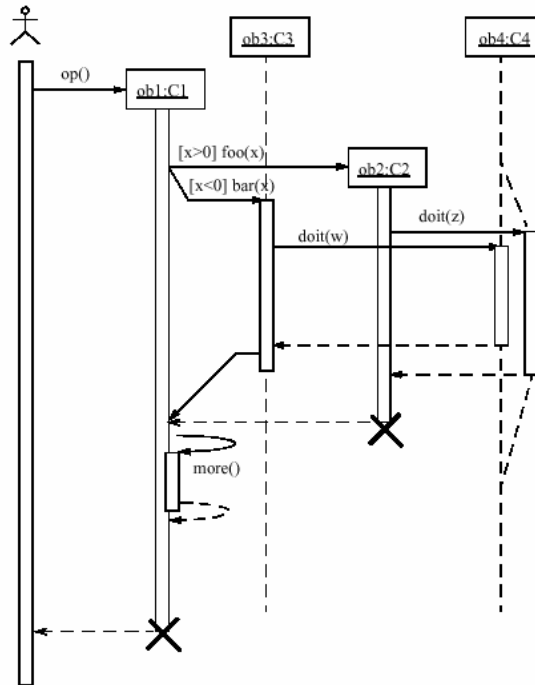
χρήστες μπορούν να ανακαλύψουν νέες όπως τις χρειάζονται για ειδικές περιπτώσεις ή για διαχωρισμούς υλοποίησης (όπως *elapsedTime*, *executionStartTime*, *queuedTime*, *handledTime*).

Τα σημάδια δόμησης, όπως αυτά εμφανίζονται στα σχέδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δηλώσουν το χρονικό διάστημα κατά το οποίο εφαρμόζεται ο περιορισμός. Ο συμβολισμός αυτός είναι οπτικά ελκυστικός, αλλά δημιουργεί ασάφειες αν η γραμμή των μηνυμάτων είναι οριζόντια, επειδή δεν μπορεί να γίνει διάκριση ανάμεσα στο χρόνο αποστολής και το χρόνο λήψης. Σε πολλές περιπτώσεις ο χρόνος μετάδοσης μπορεί να αγνοηθεί, συνεπώς η ασάφεια δε δημιουργεί πρόβλημα, αλλά ένα εργαλείο θα πρέπει να απεικονίσει έναν παρόμοιο συμβολισμό χωρίς ασάφεια σε μία έκφραση στα ονόματα μηνυμάτων πριν τοποθετηθεί η πληροφορία στο σημασιολογικό μοντέλο.

9.2.4. Παράδειγμα



Σχήμα 33: Απλά διαγράμματα ακολουθίας με ταυτόχρονα αντικείμενα.



Σχήμα 34: Διάγραμμα ακολουθίας με εστίαση στον έλεγχο, τη συνθήκη, την αναδρομή, τη δημιουργία και την καταστροφή.

9.3. Γραμμή ζωής αντικειμένου – *Object Lifeline*

9.3.1. Σημασιολογία

Σε ένα διάγραμμα ακολουθίας η γραμμή ζωής αντικειμένου δηλώνει ένα αντικείμενο που παίζει ένα συγκεκριμένο ρόλο. Τα βέλη ανάμεσα στις γραμμές ζωής δηλώνουν επικοινωνία ανάμεσα στα αντικείμενα που παίζουν αυτούς τους ρόλους. Μέσα σε ένα διάγραμμα ακολουθίας παρουσιάζονται η ύπαρξη και η διάρκεια ενός αντικειμένου σε ένα ρόλο, αλλά όχι οι σχέσεις ανάμεσα στα αντικείμενα.

9.3.2. Συμβολισμός

Ένα αντικείμενο αναπαριστάται με μία διακεκομμένη κάθετη γραμμή που ονομάζεται γραμμή ζωής (lifeline). Η γραμμή ζωής παριστάνει την ύπαρξη του αντικειμένου σε ένα συγκεκριμένο χρόνο. Αν το αντικείμενο δημιουργείται ή καταστρέφεται στη χρονική περίοδο που αναπαριστά το διάγραμμα, τότε η γραμμή ζωής του ξεκινά ή σταματά στο κατάλληλο σημείο, διαφορετικά πηγαίνει από την κορυφή προς το τέλος του διαγράμματος. Το σύμβολο του αντικειμένου σχεδιάζεται στην κορυφή της γραμμής αντικειμένου. Αν το αντικείμενο δημιουργείται κατά τη διάρκεια του διαγράμματος, τότε το βέλος που απεικονίζει το ερέθισμα που δημιουργεί το αντικείμενο, σχεδιάζεται με την κεφαλή του πάνω στο σύμβολο του αντικειμένου. Αν το αντικείμενο καταστρέφεται κατά τη διάρκεια του διαγράμματος, τότε η καταστροφή σημειώνεται με ένα μεγάλο «X», είτε στην απεικόνιση του βέλους στο ερέθισμα που προκαλεί την καταστροφή είτε (στην περίπτωση αυτοκαταστροφής) στο τελικό βέλος επιστροφής από το κατεστραμμένο αντικείμενο. Ένα αντικείμενο που υπάρχει όταν ξεκινά η δοσοληψία παρουσιάζεται στην

κορυφή του διαγράμματος (πάνω από το πρώτο βέλος), ενώ ένα αντικείμενο που υπάρχει όταν λήγει η δοσοληψία η γραμμή ζωής του συνεχίζει μετά το τελικό βέλος.

Η γραμμή ζωής μπορεί να διαχωριστεί σε δύο ή περισσότερες συντρέχουσες γραμμές ζωής για να δείξουν ύπαρξη συνθήκης. Κάθε ξεχωριστή γραμμή αντιστοιχεί σε ένα κλάδο συνθήκης στην επικοινωνία. Σε επόμενο σημείο οι γραμμές ζωής μπορούν να ξαναενώνονται.

9.4. Ενεργοποίηση – Activation

9.4.1. Σημασιολογία

Μία ενεργοποίηση (εστίαση στον έλεγχο) παρουσιάζει τη χρονική περίοδο κατά την οποία το αντικείμενο πραγματοποιούσε, είτε άμεσα είτε μέσω μία υφιστάμενης διαδικασίας, μία δραστηριότητα. Αναπαριστά τόσο τη διάρκεια όσο και την πραγματοποίηση μίας δραστηριότητας στο χρόνο και τη σχέση ελέγχου ανάμεσα στην ενεργοποίησης και τους καλούντες (πλαίσιο στοίβας).

9.4.2. Συμβολισμός

Μία ενεργοποίηση αναπαριστάται ως ένα ψηλό λεπτό ορθογώνιο η κορυφή του οποίου ευθυγραμμίζεται με το χρόνο εκκίνησης και το κάτω μέρος του ευθυγραμμίζεται με το χρόνο ολοκλήρωσης. Η δραστηριότητα που πραγματοποιείται μπορεί να έχει ετικέτα δίπλα στο σύμβολο ενεργοποίησης ή στο αριστερό περιθώριο, ανάλογα με το στυλ. Εναλλακτικά, το εισερχόμενο βέλος μπορεί να δηλώνει τη δραστηριότητα, στην οποία περίπτωση αυτή μπορεί να παραληφθεί από την ενεργοποίηση. Σε διαδικαστική ροή ελέγχου, το πάνω μέρος του συμβόλου ενεργοποίησης βρίσκεται στην άκρη του εισερχόμενου βέλους (εκείνου που ξεκινά τη δραστηριότητα) και η βάση του συμβόλου βρίσκεται στην ουρά του επιστρέφοντος βέλους.

Στην περίπτωση ταυτόχρονων αντικειμένων όπου κάθε ένα έχει το δικό του νήμα ελέγχου, μία ενεργοποίηση δηλώνει τη διάρκεια κατά την οποία κάθε αντικείμενο πραγματοποιεί μία πράξη. Οι πράξεις των άλλων αντικειμένων δεν έχουν σημασία. Αν δεν έχει σημασία η διάκριση ανάμεσα σε άμεσο και έμμεσο υπολογισμό (με χρήση ένθετης διαδικασίας), τότε όλη η γραμμή ζωής μπορεί να είναι μία ενεργοποίηση.

Στην περίπτωση διαδικαστικού κώδικα, μία ενεργοποίηση δείχνει τη διάρκεια κατά την οποία η διαδικασία είναι ενεργή στο αντικείμενο ή η υφιστάμενη διαδικασία είναι ενεργή, πιθανώς σε κάποιο άλλο αντικείμενο. Με άλλα λόγια, όλες οι ενεργοποιήσεις των ενεργών ένθετων διαδικασιών είναι ορατές τη δεδομένη χρονική στιγμή. Στην περίπτωση αναδρομικής κλήσης σε ένα αντικείμενο με μία υπάρχουσα ενεργοποίηση, το δεύτερο σύμβολο ενεργοποίησης σχεδιάζεται λίγο προς τα δεξιά του πρώτου, ώστε να φαίνεται ότι στοιβάζονται οπτικά.

9.5. Μηνύματα και ερεθίσματα – Message and Stimulus

9.5.1. Σημασιολογία

Ένα ερέθισμα είναι μία επικοινωνία ανάμεσα σε δύο αντικείμενα η οποία μεταφέρει πληροφορία αναμένοντας ότι θα συμβεί κάποια δραστηριότητα. Ένα ερέθισμα θα προκαλέσει την κλήση μίας πράξης, θα προκαλέσει ένα σήμα ή θα δημιουργήσει ή θα καταστρέψει ένα αντικείμενο.

Ένα μήνυμα είναι μία προδιαγραφή ερεθίσματος, δηλαδή καθορίζει τους ρόλους στους οποίους πρέπει να υπάγονται ο αποστολέας και ο δέκτης, καθώς και τις δράσεις που θα εκτελεστούν.

9.5.2. Συμβολισμός

Στα διαγράμματα ακολουθίας το ερέθισμα παρουσιάζεται ως ένα οριζόντιο γεμάτο βέλος από τη γραμμή ζωής ενός αντικειμένου στη γραμμή ζωής ενός άλλου αντικειμένου. Στην περίπτωση ερεθίσματος από ένα αντικείμενο προς τον εαυτό του, το αντικείμενο μπορεί να ξεκινά και να καταλήγει στην ίδια γραμμή ζωής αντικειμένου. Το βέλος έχει ετικέτα με το όνομα του ερεθίσματος (πράξη ή σήμα) και τις τιμές ή τις εκφράσεις που αντιστοιχούν στα ορίσματά του.

Το βέλος μπορεί επίσης να έχει ετικέτα με έναν αριθμό ακολουθίας για να δείξει την ακολουθία του ερεθίσματος στην όλη αλληλεπίδραση. Όμως οι αριθμοί ακολουθίας συχνά παραλείπονται στα διαγράμματα ακολουθίας, καθώς η φυσική θέση των βελών παρουσιάζει τις σχετικές ακολουθίες, αλλά είναι απαραίτητοι στα διαγράμματα συνεργασίας. Οι αριθμοί ακολουθίας είναι χρήσιμοι και στα δύο διαγράμματα για να δηλώνουν ταυτόχρονα νήματα ελέγχου. Επίσης ένα ερέθισμα μπορεί να έχει ετικέτα που να δηλώνει έναν φύλακα (guard).

9.5.3. Επιλογές παρουσίασης

Οι ακόλουθες επιλογές για την κεφαλή του βέλους επιλέγονται για να δείξουν διαφορετικό είδος επικοινωνίας

Γεμάτη κεφαλή βέλους →

Πρόκειται για κλήση διαδικασίας ή άλλη ένθετη ροή ελέγχου. Πρέπει να ολοκληρωθεί ολόκληρη η ένθετη ακολουθία πριν συνεχίσει το εξωτερικό επίπεδο ακολουθίας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συνήθεις κλήσεις διαδικασιών. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με ταυτόχρονα ενεργά αντικείμενα όταν ένα από αυτά στέλνει ένα σήμα και περιμένει να ολοκληρωθεί μία ένθετη ακολουθία συμπεριφορών.

Απλή κεφαλή βέλους →

Απλή ροή ελέγχου. Κάθε βέλος δείχνει την πρόοδο στο επόμενο βήμα της ακολουθίας. Κανονικά όλα τα μηνύματα είναι ασύγχρονα.

Μισή κεφαλή βέλους

Ένα ασύγχρονο ερέθισμα. Χρησιμοποιείται αντί της απλής κεφαλής για να δηλώσει ασύγχρονη επικοινωνία ανάμεσα σε δύο αντικείμενα σε διαδικαστική ακολουθία.

Διακεκομμένη γραμμή με απλή κεφαλή βέλους

Επιστροφή μίας κλήσης διαδικασίας.

Παραλλαγές

Παραλλαγή: Σε διαδικαστική ροή ελέγχου, το βέλος επιστροφής μπορεί να παραληφθεί (εννοείται στο τέλος της ενεργοποίησης). Υποτίθεται ότι κάθε κλήση επιστρέφει. Η τιμή επιστροφής μπορεί να παρουσιάζεται στο αρχικό βέλος. Για μη διαδικαστική ροή ελέγχου (συμπεριλαμβανομένης της παράλληλης επεξεργασίας και των ασύγχρονων μηνυμάτων) η επιστροφή πρέπει να παρουσιάζεται ρητά.

Παραλλαγή: Σε ταυτόχρονα συστήματα, μία γεμάτη κεφαλή βέλους δηλώνει ότι υπάρχει αναμονή, ενώ η μισή κεφαλή βέλους δηλώνει ότι δεν υπάρχει αναμονή.

Παραλλαγή: Κανονικά τα βέλη μηνυμάτων σχεδιάζονται οριζόντια. Αυτό δηλώνει ότι η διάρκεια που απαιτείται για να σταλεί το ερέθισμα είναι ατομική, δηλαδή πολύ σύντομη σε σχέση με την αλληλεπίδραση και τίποτα άλλο δεν μπορεί να «συμβεί» κατά τη μετάδοση του ερεθίσματος. Σε πολλούς υπολογιστές η υπόθεση αυτή είναι ορθή. Αν το ερέθισμα απαιτεί κάποιο χρόνο για να αφιχθεί, κατά τη διάρκεια του οποίου μπορεί να συμβεί κάτι άλλο (όπως ένα ερέθισμα από την αντίθετη κατεύθυνση), τότε το βέλος μπορεί να δείχνει προς τα κάτω ώστε η κεφαλή του βέλους να είναι πιο κάτω από την ουρά του.

Παραλλαγή: διακλάδωση: μία διακλάδωση παρουσιάζεται με πολλά βέλη που αφήνουν ένα κοινό σημείο, με κάθε βέλος να έχει μία ετικέτα με μία συνθήκη φύλακα. Ανάλογα με το αν οι συνθήκες είναι αμοιβαία αποκλειόμενες, η δομή μπορεί να αναπαριστά υπό συνθήκη κίνηση ή ταυτοχρονισμό.

Παραλλαγή: Επανάληψη: Ένα συνδεδεμένο σύνολο βελών μπορεί να περικλείεται και να σημειωθεί ως επανάληψη. Για ένα γενικό διάγραμμα ακολουθίας, η επανάληψη δηλώνει ότι η εμφάνιση του συνόλου των ερεθισμάτων μπορεί να συμβεί πολλές φορές. Για μία διαδικασία, η συνθήκη συνέχισης της επανάληψης μπορεί να καθοριστεί στο τέλος της επανάληψης. Αν υπάρχει ταυτοχρονισμός, τότε ορισμένα βέλη στο διάγραμμα μπορεί να είναι μέρος της επανάληψης, ενώ άλλα να έχουν μοναδική εκτέλεση. Είναι επιθυμητό να είναι έτσι σχεδιασμένο το διάγραμμα ώστε τα βέλη στην επανάληψη να μπορούν να ομαδοποιηθούν εύκολα μαζί.

Παραλλαγή: Μία γραμμή ζωής μπορεί να περιλαμβάνει ένα ολόκληρο σύνολο αντικειμένων σε ένα διάγραμμα που αναπαριστά μία όψη υψηλού επιπέδου.

Παραλλαγή: Μπορεί να γίνει ένας διαχωρισμός ανάμεσα στην περίοδο κατά την οποία ένα αντικείμενο έχει μία ενεργή ενεργοποίηση και την περίοδο κατά την οποία η ενεργοποίηση κάνει όντως υπολογισμούς. Η πρώτη (κατά τη διάρκεια της οποίας έχει πληροφορία ελέγχου στη στοίβα, αλλά ο έλεγχος βρίσκεται σε κάτι που κάλεσε)

παρουσιάζεται με τη συνηθισμένη διπλή γραμμή. Η δεύτερη (κατά την οποία είναι το πάνω αντικείμενο στη στοίβα) μπορεί να διακριθεί σκιάζοντας την περιοχή.

9.6. Χρόνοι μετάβασης – Transition times

9.6.1. Σημασιολογία

Ένα μήνυμα μπορεί να καθορίσει αρκετούς διαφορετικούς χρόνους, π.χ. χρόνος αποστολής και χρόνος λήψης. Αυτά είναι τυπικά ονόματα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εκφράσεις περιορισμών. Το σύνολο των διαφόρων ειδών χρόνων είναι ανοικτό και οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν νέα, όπως τα χρειάζονται για ειδικές περιπτώσεις όπως *elapsedTime* και *startExecutionTime*. Οι εκφράσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιορισμούς για να καθορίσουν ειδικούς χρονικούς περιορισμούς που είναι έγκυροι για το μήνυμα.

9.6.2. Συμβολισμός

Ένα στιγμιότυπο μετάβασης (όπως ένα ερέθισμα σε ένα διάγραμμα ακολουθίας, ένα διάγραμμα συνεργασίας ή μία μετάβαση σε μία μηχανή καταστάσεων) μπορεί να έχει ένα όνομα. Ένας χρονικός περιορισμός δημιουργείται ως μία έκφραση που βασίζεται στο όνομα της μετάβασης. Για παράδειγμα, αν το όνομα ενός ερεθίσματος είναι *stim*, ο χρόνος αποστολής του εκφράζεται με το *stim.sendTime()* και ο χρόνος λήψης του με *stim.receiveTime()*. Ο χρονικός περιορισμός μπορεί να παρουσιάζεται στο αριστερό περιθώριο, ευθυγραμμισμένος με το βέλος (σε ένα διάγραμμα ακολουθίας) ή κοντά στην ουρά του βέλους (σε ένα διάγραμμα συνεργασίας). Οι περιορισμοί μπορούν να καθορίζονται με χρήση λογικών εκφράσεων, οι οποίες πιθανά περιλαμβάνουν χρονικές εκφράσεις, σε άγκιστρα στα διαγράμματα ακολουθίας.

9.6.3. Επιλογές παρουσίασης

Είναι ξεκάθαρο από το περιεχόμενο ότι το όνομα του μηνύματος και το όνομα του ερεθίσματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δηλώσουν το χρόνο που ξεκίνησε η μετάβαση. Σε περιπτώσεις που η μετάβαση δεν είναι στιγμιαία, ο χρόνος κατά τον οποίο λήγει η μετάβαση μπορεί να υποδεικνύεται με το ίδιο όνομα και ένα τόνο στο τέλος.

10. Διαγράμματα συνεργασίας – Collaboration Diagrams

Ένα διάγραμμα συνεργασίας μπορεί να εμφανιστεί σε δύο διαφορετικές μορφές: είτε στο *επίπεδο προδιαγραφών* (το διάγραμμα παρουσιάζει ρόλους classifier, ρόλους συσχετίσεων και μηνύματα) είτε στο *επίπεδο στιγμιότυπων* (το διάγραμμα παρουσιάζει αντικείμενα, συνδέσμους και ερεθίσματα). Το πρώτο παρουσιάζει τους ρόλους και τη δομή τους όπως αυτοί ορίζονται στην υποκείμενη συνεργασία, ενώ το δεύτερο εστιάζει στα στιγμιότυπα που υπακούουν στους ρόλους της συνεργασίας.

Στη συνέχεια με τον όρο *αντικείμενο* εννοείται κάθε είδος στιγμιότυπου.

10.1. Συνεργασία – Collaboration

10.1.1. Σημασιολογία

Η συμπεριφορά υλοποιείται με ένα σύνολο αντικειμένων που ανταλλάσσουν ερεθίσματα σε μία πλήρη αλληλεπίδραση για να επιτύχουν ένα σκοπό. Για να γίνουν κατανοητοί οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό είναι σημαντικό να παρουσιαστούν μόνο εκείνα τα αντικείμενα και η αλληλεπίδρασή τους που έχουν να κάνουν με την ικανοποίηση του στόχου ή ενός σχετιζόμενου συνόλου στόχων, όπως έχουν προβληθεί από το μεγαλύτερο σύστημα στο οποίο ανήκουν για άλλους στόχους. Μία τέτοια στατική δομή ονομάζεται *συνεργασία* (collaboration).

Μία συνεργασία ορίζει ένα σύνολο συμμετεχόντων και σχέσεων που έχουν νόημα για το συγκεκριμένο σύνολο στόχων. Ο προσδιορισμός των συμμετεχόντων και των σχέσεων τους δεν έχει καθολική έννοια. Οι συμμετέχοντες ορίζουν τους ρόλους που παίζουν τα αντικείμενα όταν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Συνεπώς, μία συνεργασία καθορίζει ένα σύνολο ρόλων classifier και ρόλων συσχέτισεων. Τα αντικείμενα που ικανοποιούν (ή συνδέονται) με τους ρόλους classifier παίζουν τους ρόλους που αυτοί καθορίζουν, ενώ οι σύνδεσμοι ανάμεσα στα αντικείμενα θα πρέπει να ικανοποιούν τους ρόλους συσχέτισης της συνεργασίας. Ένα ρόλος classifier (ρόλος συσχέτισης) ορίζει μία χρήση του αντικειμένου (συνδέσμου), ενώ μία κλάση (συσχέτιση) καθορίζει όλες τις ιδιότητες του αντικειμένου (συνδέσμου).

Στο πλαίσιο μίας συνεργασίας ορίζεται μία αλληλεπίδραση. Καθορίζει τα patterns επικοινωνίας ανάμεσα στους ρόλους. Πιο συγκεκριμένα, περιέχει ένα σύνολο μερικά ταξινομημένων μηνυμάτων, κάθε ένα από τα οποία καθορίζει μία επικοινωνία, π.χ. ποιο σήμα θα σταλεί ή ποια πράξη θα ενεργοποιηθεί, καθώς και τους ρόλους που θα πρέπει να παίζουν ο αποστολέας και ο παραλήπτης, αντίστοιχα.

Μία συνεργασία μπορεί να είναι προσκολλημένη σε μία πράξη ή σε έναν classifier, όπως μία περίπτωση χρήσης, για να περιγραφεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να λάβει χώρα η συμπεριφορά τους, δηλαδή ποιους ρόλους παίζουν τα αντικείμενα για να πραγματοποιήσουν τη συμπεριφορά που καθορίζεται από την πράξη ή την περίπτωση χρήσης. Οι αλληλεπιδράσεις που ορίζονται στη συνεργασία καθορίζουν τα patterns επικοινωνίας ανάμεσα στα αντικείμενα όταν πραγματοποιούν τη συμπεριφορά που καθορίζεται από την πράξη ή την περίπτωση χρήσης. Τα patterns αυτά παρουσιάζονται σε διαγράμματα ακολουθίας και διαγράμματα συνεργασίας. Η συνεργασία μπορεί επίσης να είναι προσκολλημένη σε μία κλάση για να ορίσει τη στατική δομή της κλάσης, δηλαδή πώς συνεργάζονται μεταξύ τους τα ιδιοχαρακτηριστικά, οι παράμετροι κλπ.

Μία συνεργασία μπορεί να εκφραστεί σε διαφορετικά επίπεδα διακριτότητας. Μία συνεργασία με χαμηλό βαθμό διακριτότητας μπορεί να εκλεπτυνθεί ώστε να δημιουργήσει μία νέα συνεργασία με υψηλότερο βαθμό διακριτότητας.

10.1.2. Συμβολισμός

Η περιγραφή της συμπεριφοράς περιλαμβάνει δύο όψεις: 1) τη δομική περιγραφή των συμμετεχόντων και 2) την περιγραφή των patterns επικοινωνίας. Οι δύο απόψεις περιγράφονται συχνά μαζί σε ένα διάγραμμα, αλλά ορισμένες φορές είναι χρήσιμο να περιγραφούν η δομική και η αλληλεπιδραστική άποψη ξεχωριστά. Η δομή των

αντικειμένων που παίζουν κάποιους ρόλους σε μία συμπεριφορά και οι σχέσεις τους ονομάζονται *συνεργασία*. Ένα διάγραμμα συνεργασίας παρουσιάζει το πλαίσιο μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η συνεργασία. Οι ακολουθίες των ερεθισμάτων που ανταλλάσσονται ανάμεσα στα αντικείμενα για να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος σκοπός ονομάζεται *αλληλεπίδραση*. Μία συνεργασία παρουσιάζεται από το διάγραμμα συνεργασίας το οποίο δεν περιέχει επικοινωνία. Προσθέτοντας επικοινωνία στο διάγραμμα, εμφανίζεται πάνω στη συνεργασία στην οποία ορίζεται η αλληλεπίδραση, η ίδια η αλληλεπίδραση. Στην ίδια συνεργασία μπορούν να εφαρμοστούν διαφορετικά σύνολα επικοινωνιών για να προκύψουν διαφορετικές αλληλεπιδράσεις. Η επικοινωνία μπορεί να εμφανιστεί σε δύο διαφορετικά επίπεδα: στο *επίπεδο στιγμιοτύπου* ή στο *επίπεδο προδιαγραφών*. Ένα διάγραμμα στο επίπεδο στιγμιοτύπου παρουσιάζει αντικείμενα και συνδέσμους μαζί με τα ερεθίσματα που ανταλλάσσονται ανάμεσα στα αντικείμενα, ενώ ένα διάγραμμα σε επίπεδο προδιαγραφών παρουσιάζει τους ρόλους classifier, ρόλους συσχετίσεων και μηνύματα. Τα στοιχεία μοντελοποίησης στο διάγραμμα επιπέδου στιγμιοτύπου είναι συμβατά με τα στοιχεία μοντελοποίησης στο διάγραμμα επιπέδου προδιαγραφών.

10.2. Διάγραμμα συνεργασίας – Collaboration Diagram

10.2.1. Σημασιολογία

Ένα διάγραμμα συνεργασίας παρουσιάζει μία συνεργασία, η οποία περιέχει ένα σύνολο ρόλων που θα παίζουν τα αντικείμενα, καθώς και τις απαιτούμενες σχέσεις για ένα δεδομένο πλαίσιο. Το διάγραμμα μπορεί επίσης να παρουσιάζει μία αλληλεπίδραση που ορίζει ένα σύνολο μηνυμάτων που καθορίζουν την αλληλεπίδραση ανάμεσα στα αντικείμενα που παίζουν τους ρόλους μέσα στη συνεργασία, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η συνεργασία χρησιμοποιείται για να περιγράψει την πραγματοποίηση μίας πράξης ή ενός classifier. Μία συνεργασία που περιγράφει έναν classifier, π.χ. μία περίπτωση χρήσης, αναφέρεται γενικά σε classifiers ή συσχετίσεις, ενώ μία συνεργασία που περιγράφει μία πράξη περιλαμβάνει τα ορίσματα και τις τοπικές μεταβλητές της πράξης, καθώς και συνηθισμένες συσχετίσεις προσκολλημένες στον classifier στον οποίο ανήκει η πράξη.

10.2.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα συνεργασίας παρουσιάζει ένα γράφο είτε αντικειμένων που σχετίζονται μεταξύ τους είτε ρόλων classifier είτε ρόλων συσχετίσεων. Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει την επικοινωνία που παρουσιάζει μία αλληλεπίδραση. Ένα διάγραμμα συνεργασίας μπορεί να παρουσιαστεί σε δύο μορφές: σε *επίπεδο στιγμιοτύπου* ή σε *επίπεδο προδιαγραφών*.

Επειδή τα διαγράμματα συνεργασίας χρησιμοποιούνται συχνά για να σχεδιαστούν διαδικασίες, συνήθως παρουσιάζουν τη δυνατότητα πλοήγησης με χρήση βελών στις γραμμές που αναπαριστούν τους συνδέσμους ή τους ρόλους συσχετίσεων. (Ένα βέλος σε μία γραμμή που ενώνει δύο πλαίσια δηλώνει ένα σύνδεσμο ή ένα ρόλο συσχέτισης με μονόδρομη δυνατότητα πλοήγησης. Ένα βέλος δίπλα σε μία γραμμή δηλώνει ερέθισμα

προς τη δεδομένη κατεύθυνση. Προφανώς ένα τέτοιο βέλος δεν μπορεί να δείχνει αντίθετα σε μία μονόδρομη γραμμή.)

Η σειρά αλληλεπίδρασης περιγράφεται με μία ακολουθία αριθμών οι οποίοι συνήθως ξεκινούν από το 1. Για διαδικαστική ροή ελέγχου, οι επόμενοι αριθμοί επικοινωνίας γίνονται ένθετοι σε συμφωνία με την ένθεση κλήσης. Για μη διαδικαστική ακολουθία αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε συντρέχοντα αντικείμενα όλοι οι αριθμοί ακολουθίας βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο (δηλαδή δεν είναι ένθετοι).

Ένα διάγραμμα συνεργασίας χωρίς καθόλου αλληλεπίδραση παρουσιάζει το *πλαίσιο* μέσα στο οποίο μπορεί να λάβει χώρα η αλληλεπίδραση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει το πλαίσιο μίας μόνης πράξης ή ακόμα και όλων των πράξεων μίας κλάσης ή μίας ομάδας κλάσεων.

Για να δείχθει αν ένα αντικείμενο μπορεί να δημιουργηθεί ή να καταστραφεί κατά την εκτέλεση χρησιμοποιούνται ορισμένοι πρότυποι περιορισμοί:

- Τα αντικείμενα και οι σύνδεσμοι που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση μπορούν να σημειωθούν με {new}.
- Τα αντικείμενα και οι σύνδεσμοι που καταστρέφονται κατά την εκτέλεση μπορούν να σημειωθούν με {destroyed}.
- Τα αντικείμενα και οι σύνδεσμοι που δημιουργούνται και καταστρέφονται κατά την εκτέλεση μπορούν να σημειωθούν με {transient}.

Οι αλλαγές αυτές στην κατάσταση ζωής τους προκύπτουν από τη λεπτομερή αλληλεπίδραση ανάμεσα στα αντικείμενα και παρέχονται μόνο ως βοηθητικοί συμβολισμοί.

Επίπεδο στιγμιοτύπου

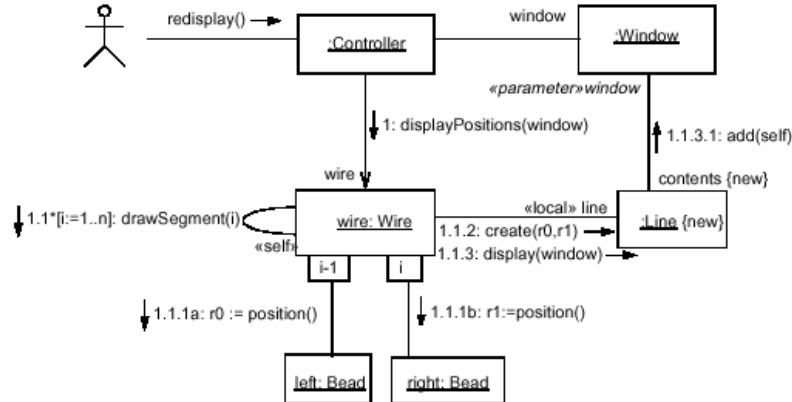
Ένα διάγραμμα συνεργασίας σε επίπεδο στιγμιοτύπου παρουσιάζει μία συλλογή πλαισίων αντικειμένων και γραμμών που απεικονίζονται σε αντικείμενα και συνδέσμους, αντίστοιχα. Τα στιγμιότυπα αυτά είναι συμβατά με τους ρόλους classifier και τους ρόλους συσχέτισης της συνεργασίας. Το διάγραμμα μπορεί επίσης να περιέχει βέλη που είναι προσκολλημένα στις γραμμές που αντιστοιχούν στα ερεθίσματα που μεταβιβάζονται μέσω των συνδέσμων. Το διάγραμμα παρουσιάζει τα αντικείμενα που είναι σχετικά με την πραγματοποίηση της πράξης ή του classifier, συμπεριλαμβανομένων των αντικειμένων που επηρεάζονται ή προσπελαύνονται έμμεσα κατά τη διάρκεια της πράξης. Το διάγραμμα παρουσιάζει επίσης τους συνδέσμους ανάμεσα στα αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένων των προσωρινών αντικειμένων που αναπαριστούν ορίσματα διαδικασιών, τοπικές μεταβλητές και αναφορές στο *self*. Συνήθως οι τιμές των ιδιοχαρακτηριστικών δεν παρουσιάζονται ρητά. Αν ένα ερέθισμα πρέπει να στείλει τιμές σε ιδιοχαρακτηριστικά, τότε τα ιδιοχαρακτηριστικά θα πρέπει να μοντελοποιηθούν χρησιμοποιώντας συσχετίσεις.

Επίπεδο προδιαγραφών

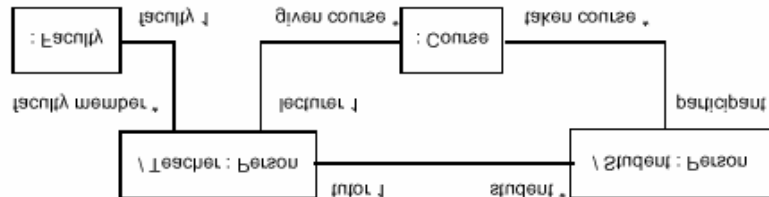
Ένα διάγραμμα συνεργασίας σε επίπεδο προδιαγραφών παρουσιάζει τους ρόλους που ορίζονται στη συνεργασία. Μαζί οι ρόλοι αυτοί δημιουργούν μία πραγματοποίηση μίας

προσκολλημένης πράξης ή classifier της συνεργασίας. Το διάγραμμα περιέχει ένα σύνολο πλαισίων κλάσης και γραμμών που αντιστοιχούν σε ρόλους classifier και ρόλους συσχέτισης στη συνεργασία. Στην περίπτωση αυτή τα βέλη που προσκολλώνται στις γραμμές απεικονίζονται σε μηνύματα.

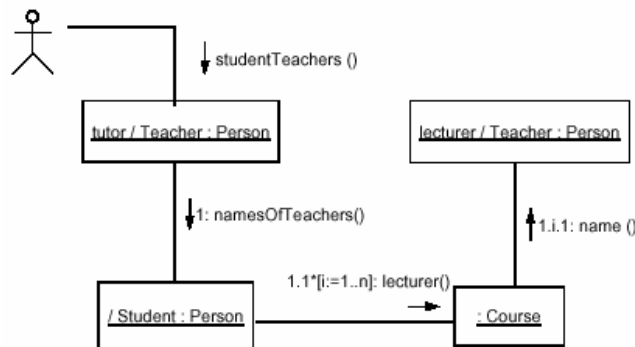
10.2.3. Παράδειγμα



Σχήμα 35: Διάγραμμα συνεργασίας σε επίπεδο στιγμιοτύπου, που παρουσιάζει αντικείμενα, συνδέσμους και ερεθίσματα.



Σχήμα 36: Διάγραμμα συνεργασίας σε επίπεδο προδιαγραφών, που παρουσιάζει ρόλους classifier και ρόλους συσχέτισεων.



Σχήμα 37: Διάγραμμα συνεργασίας σε επίπεδο στιγμιοτύπου στο οποίο ορισμένα από τα αντικείμενα παίζουν τον ίδιο ρόλο.

10.3. Δομή pattern – Pattern structure

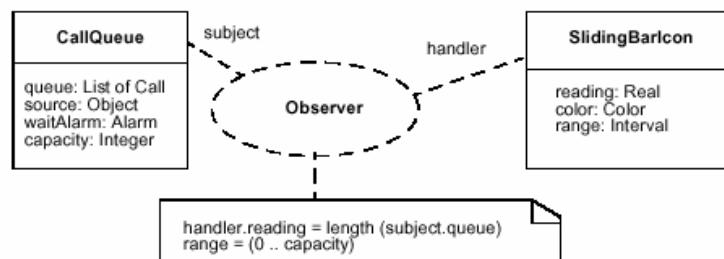
10.3.1. Σημασιολογία

Μία συνεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστεί η υλοποίηση των δομών σχεδιασμού. Για το σκοπό αυτό είναι αναγκαίο να καθοριστεί το περιεχόμενο του και οι αλληλεπιδράσεις. Είναι επίσης πιθανό να δείτε τη συνεργασία ως μία μοναδική οντότητα «απ' έξω». Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναγνωριστεί η ύπαρξη patterns σχεδιασμού μέσα στο σχεδιασμό ενός συστήματος. Ένα pattern είναι μία παραμετροποιημένη συνεργασία. Σε κάθε χρήση των patterns, οι πραγματικές κλάσεις αντικαθιστούν τις παραμέτρους στον ορισμό των patterns.

Σημειώστε ότι τα *patterns* όπως ορίζονται στο *Design Patterns* των Gamma, Helm, Johnson και Vlissides περιλαμβάνουν πολύ περισσότερα από τη δομική περιγραφή. Η UML περιγράφει τις δομικές απόψεις και ορισμένες από τις απόψεις συμπεριφοράς των design patterns, όμως ο συμβολισμός της UML δεν περιλαμβάνει ορισμένες άλλες σημαντικές απόψεις των patterns, όπως usage trade-offs ή παραδείγματα. Αυτά πρέπει να εκφραστούν με χρήση κειμένου ή με πίνακες.

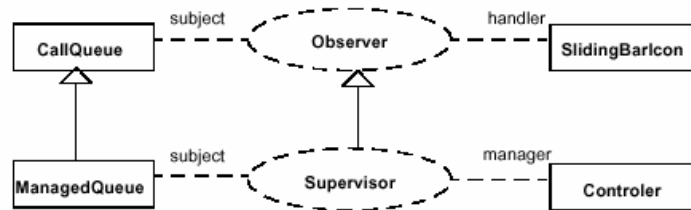
10.3.2. Συμβολισμός

Η χρήση μίας συνεργασίας περιγράφεται με μία έλλειψη με διακεκομμένη γραμμή που περιέχει το όνομα της συνεργασίας. Σχεδιάζεται μία διακεκομμένη γραμμή από το σύμβολο της συνεργασίας προς κάθε ένα από τα σύμβολα που δηλώνουν αντικείμενα ή κλάσεις (ανάλογα με το αν εμφανίζεται μέσα σε ένα διάγραμμα κλάσης ή ένα διάγραμμα αντικειμένων) που συμμετέχουν στη συνεργασία. Κάθε γραμμή έχει ως ετικέτα το ρόλο του συμμετέχοντος. Οι ρόλοι αντιστοιχούν στα ονόματα των στοιχείων μέσα στο πλαίσιο της συνεργασίας. Τα ονόματα αυτά στη συνεργασία αντιμετωπίζονται ως παράμετροι που έχουν συνδεθεί για να καθορίσουν στοιχεία σε κάθε εμφάνιση του pattern μέσα στο μοντέλο. Συνεπώς, ένα σύμβολο συνεργασίας μπορεί να δείξει ότι ένα design pattern μπορεί να εμφανιστεί μαζί με μία πραγματική κλάση στη συγκεκριμένη χρήση του pattern.



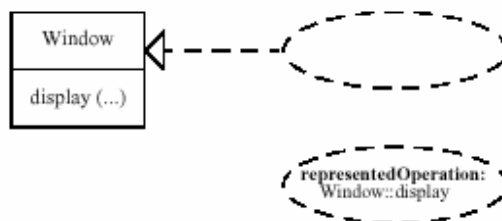
Σχήμα 38: Χρήση μιας συνεργασίας.

Μία συνεργασία μπορεί να έχει σχέσεις γενίκευσης με άλλες συνεργασίες. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να οριστεί μία συνεργασία να είναι εξειδίκευση μίας άλλης συνεργασίας. Αυτό αναπαρίσταται με το γνωστό βέλος γενίκευσης από την έλλειψη με τη διακεκομμένη γραμμή η οποία αναπαριστά τη θυγατρική συνεργασία προς το εικονίδιο της γονικής συνεργασίας. Οι ρόλοι των θυγατρικών συνεργασιών μπορούν να είναι εξειδικεύσεις των ρόλων στη γονική συνεργασία.



Σχήμα 39: Εξειδίκευση μίας συνεργασίας.

Στις συνεργασίες χρησιμοποιείται το βέλος με διακεκομμένη γραμμή και κλειστή και κενή κεφαλή για να υλοποιηθεί μία πράξη ή ένα classifier. Η σχέση μπορεί επίσης να παρουσιαστεί με χρήση κειμένου μέσα στο σύμβολο συνεργασίας.



Η σχέση ανάμεσα σε μία συνεργασία και στο στοιχείο που υλοποιεί μπορεί να παρουσιαστεί είτε με ένα βέλος με διακεκομμένη γραμμή και κλειστή και κενή κεφαλή από τη συνεργασία προς το πραγματοποιημένο στοιχείο, ή με χρήση κειμένου.

10.4. Περιεχόμενα συνεργασίας – Collaboration Contents

Τα περιεχόμενα μίας συνεργασίας είναι μία συλλογή ρόλων που καθορίζουν πώς τα αντικείμενα και οι σύνδεσμοι συνεργάζονται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο για έναν συγκεκριμένο σκοπό, όπως για να πραγματοποιήσουν μία πράξη ή μία περίπτωση χρήσης. Μία συνεργασία αποτελεί τμήμα ενός μεγαλύτερου πλήρους μοντέλου που χρησιμοποιείται για το συγκεκριμένο σκοπό.

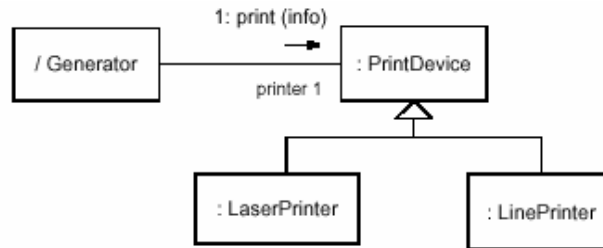
10.4.1. Σημασιολογία

Ένα *διάγραμμα συνεργασίας* παρουσιάζει έναν ή περισσότερους ρόλους μαζί με τα περιεχόμενα τους, τις σχέσεις και τους γειτονικούς ρόλους, καθώς και επιπλέον σχέσεις και κλάσεις όπως αυτό απαιτείται. Για να χρησιμοποιηθεί μία συνεργασία κάθε ρόλος θα πρέπει να έχει συνδεθεί με μία πραγματική κλάση (ή ένα σύνολο κλάσεων, αν χρησιμοποιούνται πολλαπλές κατηγοριοποιήσεις) οι οποίες θα υποστηρίξουν (μαζί) τις πράξεις που απαιτούνται από το ρόλο. Τα επιπλέον στοιχεία εκφράζουν επιπλέον απαιτήσεις οι οποίες δεν μπορούν να μοντελοποιηθούν από ρόλους, όπως γενικεύσεις μεταξύ ρόλων.

10.4.2. Συμβολισμός

Μία συνεργασία παρουσιάζεται ως ένας γράφος πλαισίων κλάσεων και πλαισίων αντικειμένων, μαζί με τις συνδέουσες γραμμές. Αλλά ένα διάγραμμα συνεργασίας μπορεί να περιέχει και άλλα στοιχεία όπως κλάσεις και γενικεύσεις για να εκφράσει επιπλέον

πληροφορία. Τα στοιχεία παρουσιάζονται χρησιμοποιώντας τα συνηθισμένα τους εικονίδια.



Σχήμα 40: Ένα διάγραμμα συνεργασίας παρουσιάζει τους διαφορετικούς ρόλους μαζί με δύο επιπλέον σχέσεις γενίκευσης ως περιοριστικά στοιχεία.

10.5. Αλληλεπιδράσεις – Interactions

Μία συνεργασία αντικειμένων αλληλεπιδρά για να επιτευχθεί ένας σκοπός (όπως η πραγματοποίηση μίας πράξης) ανταλλάσσοντας ερεθίσματα. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν τόσο αποστολή σημάτων όσο και κλήσεις πράξεων, καθώς και άλλες περισσότερο έμμεσες αλληλεπιδράσεις μέσω συνθηκών και χρονικών συμβάντων. Ένα συγκεκριμένο pattern ανταλλαγής επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί κάποιος σκοπός καλείται αλληλεπίδραση.

10.5.1. Σημασιολογία

Μία *αλληλεπίδραση* είναι μία προδιαγραφή συμπεριφοράς που περιέχει μία ακολουθία ανταλλαγής επικοινωνίας ανάμεσα σε ένα σύνολο αντικειμένων μέσα στη συνεργασία ώστε να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος σκοπός, όπως η υλοποίηση μίας πράξης. Για να προδιαγραφεί μία αλληλεπίδραση, είναι αναγκαίο να καθοριστεί μία συνεργασία, να καθοριστούν δηλαδή οι ρόλοι που αλληλεπιδρούν και οι σχέσεις τους. Τότε, προδιαγράφονται οι πιθανές ακολουθίες αλληλεπίδρασης. Αυτές μπορούν να προδιαγραφούν με μία περιγραφή που περιέχει συνθήκες (κλάδους ή υπό συνθήκη σήματα) ή μπορούν να προδιαγραφούν παρέχοντας πολλαπλές περιγραφές, κάθε μία από τις οποίες περιγράφει μία συγκεκριμένη διαδρομή από τις πιθανές διαδρομές εκτέλεσης.

Μία επικοινωνία προσδιορίζεται με ένα μήνυμα, προσδιορίζει τους ρόλους του αποστολέα και του παραλήπτη, καθώς και τη δράση που θα προκαλέσει να λάβει χώρα η επικοινωνία. Η δράση περιγράφει το είδος επικοινωνίας που θα λάβει χώρα, όπως αποστολή ενός σήματος ή κλήση πράξης, μαζί με μία ακολουθία εκφράσεων που καθορίζουν τα ορίσματα που πρέπει να παρασχεθούν. Η δράση μπορεί επίσης να περιέχει μία επαναλαμβανόμενη έκφραση που δηλώνει το «φύλακα» ή μία επανάληψη της δράσης.

Όταν πραγματοποιηθεί η δράση, αποστέλλεται το ερέθισμα που αντιστοιχεί στο μήνυμα. Το ερέθισμα περιέχει αναφορές στα αντικείμενα αποστολέα και παραλήπτη που παίζουν το ρόλο του αποστολέα και του παραλήπτη του μηνύματος, καθώς και μια ακολουθία αναφορών σε αντικείμενα που είναι το αποτέλεσμα της αποτίμησης των εκφράσεων των ορισμάτων της δράσης.

10.5.2. Συμβολισμός

Οι αλληλεπιδράσεις παρουσιάζονται ως διαγράμματα ακολουθίας ή ως διαγράμματα συνεργασίας. Και τα δύο διαγράμματα παρουσιάζουν την εκτέλεση των συνεργασιών, όμως τα διαγράμματα ακολουθίας δεν παρουσιάζουν τις σχέσεις ανάμεσα στα αντικείμενα ή ανάμεσα στις τιμές των ιδιοχαρακτηριστικών των αντικειμένων, γι' αυτό δεν παρουσιάζουν πλήρως το πλαίσιο της συνεργασίας. Τα διαγράμματα ακολουθίας περιγράφουν ρητά την πλευρά της συμπεριφοράς της συνεργασίας, συμπεριλαμβανομένης της χρονικής ακολουθίας των ερεθισμάτων και τη ρητή αναπαράσταση των ενεργοποιήσεων των μεθόδων. Τα διαγράμματα συνεργασίας παρουσιάζουν το πλήρες πλαίσιο μίας αλληλεπίδρασης, συμπεριλαμβανομένων των αντικειμένων και των σχέσεων τους που είναι σχετικές με τη συγκεκριμένη αλληλεπίδραση. Η ακολουθία των ερεθισμάτων παρουσιάζεται με τους αριθμούς ακολουθίας, καθώς δεν είναι δυνατό να τοποθετηθούν χρονικά, σε έναν άξονα του χρόνου όπως γίνεται στα διαγράμματα ακολουθίας. Στην πράξη, σε ορισμένες περιπτώσεις βολεύει να χρησιμοποιούνται αριθμοί ακολουθίας μαζί με ένα χρονικό άξονα.

10.6. Ρόλοι συνεργασίας – Collaboration Roles

10.6.1. Σημασιολογία

Ένας ρόλος classifier ορίζει το ρόλο που παίζει ένα αντικείμενο μέσα σε μία συνεργασία. Ο ρόλος περιγράφει τον τύπο του αντικειμένου που μπορεί να παίζει το ρόλο, όπως τις απαιτούμενες πράξεις και ιδιοχαρακτηριστικά και περιγράφει τη σχέση του με άλλους ρόλους. Οι σχέσεις με άλλους ρόλους ορίζονται με ρόλους συσχέτισης. Αυτοί περιγράφουν τους απαιτούμενους συνδέσμους ανάμεσα σε αντικείμενα, δηλαδή ένα υποσύνολο των υπαρχόντων συνδέσμων.

10.6.2. Συμβολισμός

Ένας ρόλος classifier παρουσιάζεται χρησιμοποιώντας ένα ορθογώνιο σύμβολο κλάσης. Κανονικά παρουσιάζεται μόνο το τμήμα του ονόματος, αλλά μπορούν να εμφανιστούν και τα τμήματα ιδιοχαρακτηριστικών και πράξεων, εφόσον είναι απαραίτητο. Το τμήμα του ονόματος περιέχει τη συμβολοσειρά:

*' ClassifierRoleName ':' ClassifierName [' , ClassifierName]**

Το όνομα του classifier (ή των classifiers αν χρησιμοποιούνται πολλαπλές κατηγοριοποιήσεις) μπορεί να περιλαμβάνει το πλήρες όνομα χρησιμοποιώντας και τα περιέχοντα πακέτα, εφόσον είναι αναγκαίο. Το εργαλείο θα επιτρέπει τη χρήση μικρότερων ονομάτων όταν δεν υπάρχει ασάφεια. Τα ονόματα των πακέτων προηγούνται του ονόματος του classifier και διαχωρίζονται με διπλή άνω-κάτω τελεία. Για παράδειγμα:

display_window: WindowingSystem::GraphicWindows::Window

Ένα στερεότυπο μπορεί να παρουσιαστεί υπό μορφή κειμένου (σε ελληνικά εισαγωγικά πάνω από το όνομα) ή ως εικονίδιο στην πάνω δεξιά γωνία. Ένας ρόλος classifier που αναπαριστά ένα σύνολο αντικειμένων μπορεί να περιλαμβάνει μία ένδειξη πολλαπλότητας (όπως «*») στην πάνω δεξιά γωνία του πλαισίου της κλάσης.

Ένας ρόλος συσχέτισης εμφανίζεται με τη γνωστή γραμμή συσχέτισης. Το όνομα του ρόλου συσχέτισης ακολουθεί τον ίδιο τρόπο σύνταξης με το όνομα του ρόλου classifier. Αν παραληφθεί το όνομα η γραμμή που συνδέεται στο σύμβολο του ρόλου classifier δηλώνει ένα ρόλο συσχέτισης. Η πληροφορία που υπάρχει στα άκρα του ρόλου συσχέτισης, δηλαδή στους ρόλους άκρων συσχέτισης παρουσιάζεται χρησιμοποιώντας τους ίδιους συμβολισμούς με τα άκρα συσχέτισης.

Ένα αντικείμενο που παίζει το ρόλο που καθορίζεται από το ρόλο classifier παρουσιάζεται με ένα πλαίσιο αντικειμένου, συνήθως χωρίς το τμήμα των ιδιοχαρακτηριστικών. Το όνομα του αντικειμένου παρουσιάζεται ως:

*ObjectName 'I' ClassifierRoleName ':' ClassifierName [',' ClassifierName]**

δηλαδή ξεκινά με το όνομα του αντικειμένου και ακολουθεί το πλήρες όνομα του ρόλου classifier, και όλα είναι υπογραμμισμένα.

Ένας σύνδεσμος παρουσιάζεται με μία γραμμή ανάμεσα σε δύο πλαίσια αντικειμένων. Το όνομα ακολουθεί τη σύνταξη του αντικειμένου που παίζει το συγκεκριμένο ρόλο.

10.6.3. Επιλογές παρουσίασης

Το όνομα του ρόλου του classifier μπορεί να παραληφθεί. Στην περίπτωση αυτή η άνω-κάτω τελεία διατηρείται μαζί με το όνομα της κλάσης. Το όνομα του ρόλου μπορεί να παραληφθεί μόνο αν τα αντικείμενα της βασικής κλάσης της συνεργασίας μπορούν να παίζουν μόνο ένα ρόλο. Το όνομα της κλάσης δεν μπορεί να παραληφθεί, ούτε η άνω-κάτω τελεία, καθώς στην περίπτωση αυτή το διάγραμμα δε θα παρείχε πλήρη πληροφορία σχετικά με τη συνεργασία. Για να δηλωθεί ένας ρόλος classifier πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένα όνομα κλάσης (μαζί με την άνω-κάτω τελεία) ή ένα όνομα ρόλου (μαζί με την κάθετο). Διαφορετικά το ορθογώνιο δηλώνει μία απλή κλάση. Αν ο ρόλος που πρόκειται να παίζει το αντικείμενο προκύπτει από πολλές κλάσεις, τα ονόματα των κλάσεων εμφανίζονται σε μία λίστα με διαχωριστικό το κόμμα, αμέσως μετά την άνω-κάτω τελεία.

Στο πλαίσιο αντικειμένου μπορούν να παραληφθούν το όνομα του αντικειμένου, το όνομα του ρόλου μαζί με την κάθετο, ή το όνομα της κλάσης. Παρ' όλα αυτά πρέπει να υπάρχει η άνω-κάτω τελεία μπροστά από το όνομα της κλάσης και η κάθετος μπροστά από το όνομα του ρόλου. Ο συμβολισμός που χρησιμοποιείται είναι ο ίδιος με αυτόν που χρησιμοποιείται γενικά στα αντικείμενα με την πιθανή προσθήκη του ονόματος του ρόλου του classifier με τον οποίο συμβαδίζει το αντικείμενο.

Σημειώστε ότι το όνομα ενός στιγμιότυπου πρέπει να είναι πάντα υπογραμμισμένο, ενώ το όνομα ενός classifier (και ενός ρόλου classifier) δεν υπογραμμίζεται ποτέ. Επιπλέον μία γραμμή χωρίς όνομα ανάμεσα σε δύο εικονίδια που αναπαριστούν στιγμιότυπα είναι πάντα ένας σύνδεσμος, ενώ αν η γραμμή είναι ανάμεσα σε εικονίδια που αναπαριστούν classifiers είναι πάντα συσχέτιση.

Στους επόμενους πίνακες παρουσιάζονται οι διαφορετικοί συνδυασμοί για τα ονόματα:

Σύνταξη	Επεξήγηση
<u>:C</u>	αντικείμενο χωρίς όνομα από την κλάση C

Σύνταξη	Επεξήγηση
<u>/R</u>	Αντικείμενο χωρίς όνομα που παίζει το ρόλο R
<u>/R : C</u>	Αντικείμενο χωρίς όνομα από την κλάση C που παίζει το ρόλο R
<u>O / R</u>	Αντικείμενο με όνομα O που παίζει το ρόλο R
<u>O : C</u>	Αντικείμενο με όνομα O από την κλάση C
<u>O / R : C</u>	Αντικείμενο με όνομα O από την κλάση C που παίζει το ρόλο R
<u>O</u>	Αντικείμενο με όνομα O
/ R	Ένας ρόλος με όνομα R
: C	Ένας ρόλος χωρίς όνομα με βασική κλάση τη C
/ R : C	Ένα ρόλος με όνομα R και βασική κλάση τη C

10.7. Ενεργό αντικείμενο – Active Object

Ένα ενεργό αντικείμενο έχει ένα νήμα ελέγχου και μπορεί να ξεκινήσει μία δραστηριότητα ελέγχου. Ένα παθητικό αντικείμενο διατηρεί δεδομένα, αλλά δεν ξεκινά μία δραστηριότητα ελέγχου. Όμως ένα παθητικό αντικείμενο μπορεί να στείλει ερεθίσματα κατά τη διαδικασία επεξεργασίας μίας αίτησης που έχει λάβει. Σε ένα διάγραμμα συνεργασίας ένας ρόλος classifier που είναι ενεργή κλάση αναπαριστά τα ενεργά αντικείμενα που θα εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης.

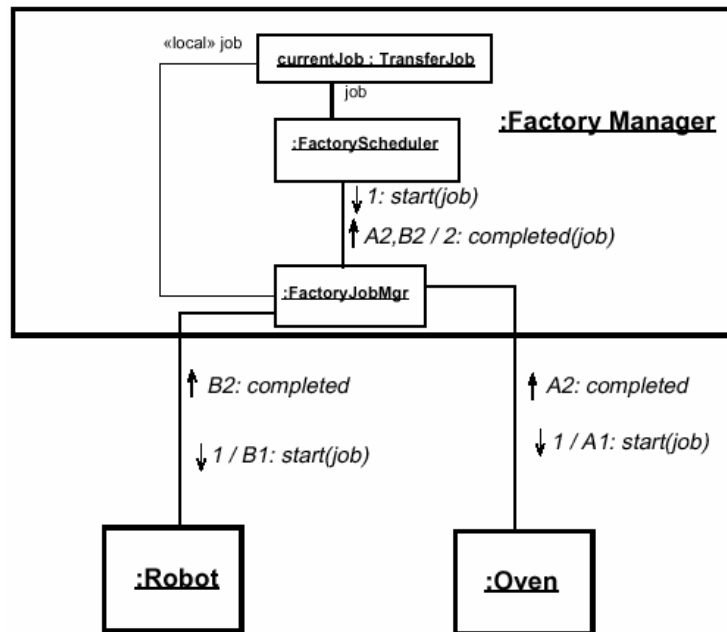
10.7.1. Σημασιολογία

Ένα ενεργό αντικείμενο είναι ένα αντικείμενο στο οποίο ανήκει το νήμα ελέγχου. Οι διεργασίες και τα έργα είναι παραδοσιακά είδη ενεργών αντικειμένων.

10.7.2. Συμβολισμός

Ο ρόλος του ενεργού αντικειμένου παρουσιάζεται ως ορθογώνιο με χοντρό πλαίσιο. Συχνά οι ρόλοι των ενεργών αντικειμένων αναπαριστώνται ως σύνθετα με ενσωματωμένα μέρη. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η λέξη κλειδί *{active}* για να δηλώσει ένα ενεργό αντικείμενο.

10.7.3. Παράδειγμα



Σχήμα 41: Ένα σύνθετο ενεργό αντικείμενο.

10.8. Μηνύματα και ερεθίσματα – Message and stimulus

10.8.1. Σημασιολογία

Σε ένα διάγραμμα συνεργασίας το ερέθισμα είναι μία επικοινωνία ανάμεσα σε δύο αντικείμενα, η οποία μεταφέρει πληροφορία ώστε να προκληθεί μία δράση. Ένα ερέθισμα θα προκαλέσει την κλήση μίας πράξης, θα προκαλέσει ένα σήμα ή θα δημιουργήσει ή καταστρέψει ένα αντικείμενο.

Ένα μήνυμα είναι μία προδιαγραφή ενός ερεθίσματος, δηλαδή καθορίζει τους ρόλους στους οποίους υπακούουν τα αντικείμενα αποστολέας και παραλήπτης, καθώς και τη δράση η οποία, όταν εκτελεστεί, θα μεταβιβάσει το ερέθισμα που αντιστοιχεί στο μήνυμα.

10.8.2. Συμβολισμός

Τα μηνύματα και τα ερεθίσματα παρουσιάζονται ως βέλη με ετικέτες κοντά σε ένα ρόλο συσχέτισης ή ένα σύνδεσμο, αντίστοιχα. Η σημασία είναι ότι ο σύνδεσμος χρησιμοποιείται για τη μεταβίβαση του ερεθίσματος στο αντικείμενο στόχο. Το βέλος δείχνει προς την κατεύθυνση του λαμβάνοντος αντικειμένου.

Τύπος ροής ελέγχου

Οι ακόλουθες παραλλαγές βελών χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν διαφορετικό είδος επικοινωνίας:

Γεμάτη κεφαλή βέλους 

Μία κλήση διαδικασίας ή άλλη ένθετη ροή ελέγχου. Ολοκληρώνεται όλη η ένθετη ακολουθία πριν επιστραφεί ο έλεγχος στην ακολουθία που βρίσκεται στο εξωτερικό επίπεδο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συνήθεις κλήσεις διαδικασιών. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με ταυτόχρονα ενεργά αντικείμενα, όταν ένα από αυτά στέλνει ένα σήμα και περιμένει να τελειώσει η ένθετη ακολουθίας συμπεριφοράς.

Απλό βέλος 

Απλή ροή ελέγχου. Κάθε βέλος παρουσιάζει τη μεταβίβαση στο επόμενο βήμα στην ακολουθία. Κανονικά όλα τα μηνύματα είναι ασύγχρονα.

Μισό βέλος 

Ασύγχρονη ροή ελέγχου. Χρησιμοποιείται αντί του απλού βέλους για να δηλώσει ρητά ότι πρόκειται για ασύγχρονη επικοινωνία ανάμεσα σε δύο αντικείμενα κατά τη διαδικαστική ακολουθία.

Απλό βέλος με διακεκομμένη γραμμή 

Επιστροφή από την κλήση μίας διαδικασίας. Το βέλος επιστροφής μπορεί να παραληφθεί καθώς υπονοείται από το τέλος της ενεργοποίησης.

Άλλες παραλλαγές

Μπορούν να παρουσιαστούν και άλλα είδη ελέγχου, όπως “balking” ή “time-out”, αλλά αυτά θεωρούνται ως επεκτάσεις της UML.

Ετικέτα βέλους

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται ο όρος *μήνυμα*, αλλά τα ίδια ισχύουν και για το *ερέθισμα*.

Η ετικέτα έχει την ακόλουθη σύνταξη:

προηγούμενος συνθήκη-φύλακα έκφραση-ακολουθίας τιμή-επιστροφής := όνομα-μηνύματος λίστα-ορισμάτων

Η ετικέτα δηλώνει ότι το μήνυμα που αποστέλλεται, τα ορίσματα και τις τιμές επιστροφής του, και την ακολουθία των μηνυμάτων στην ευρύτερη αλληλεπίδραση, συμπεριλαμβανομένων των: ένθεση κλήσεων, επανάληψη, διακλάδωση, συνδρομικότητα και συγχρονισμό.

Προηγούμενος

Ο προηγούμενος είναι μία λίστα με διαχωριστικό το κόμμα, από αριθμούς ακολουθίας που ακολουθείται από μία κάθετο (‘/’):

αριθμός-ακολουθίας ‘,’ ... ‘/’

Η πρόταση παραλείπεται όταν η λίστα είναι κενή. Κάθε αριθμός-ακολουθίας είναι μία έκφραση-ακολουθίας χωρίς επαναλαμβανόμενους όρους. Πρέπει να αντιστοιχεί στον

αριθμό ακολουθίας ενός άλλου μηνύματος. Η έννοια είναι ότι το μήνυμα δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί αν δεν έχουν ήδη συμβεί όλες οι επικοινωνίες που εμφανίζονται στη λίστα (από τη στιγμή που συμβεί η επικοινωνία, ο φύλακας θεωρείται ότι επιτυγχάνει). Συνεπώς η συνθήκη φύλακας αναπαριστά συγχρονισμό των νημάτων.

Σημειώστε ότι το μήνυμα που αντιστοιχεί στον αριθμητικά προηγούμενο αριθμό ακολουθίας είναι ένας έμμεσα προηγούμενος και δε χρειάζεται να παρουσιαστεί ρητά. Όλοι οι αριθμοί ακολουθίας με κοινό πρόθεμα δημιουργούν μία ακολουθία. Ο αριθμητικά προηγούμενος είναι εκείνος του οποίου ο τελικός όρος είναι μικρότερος κατά ένα, δηλαδή ο αριθμός 3.1.4.5 είναι προηγούμενος του 3.1.4.6.

Έκφραση ακολουθίας

Η έκφραση-ακολουθίας είναι μία λίστα όρων-ακολουθίας οι οποίοι διαχωρίζονται με τελεία και ακολουθείται από άνω-κάτω τελεία (‘:’).

όρος-ακολουθίας ‘.’ ... ‘:’

Κάθε όρος αναπαριστά ένα επίπεδο διαδικαστικής ένθεσης στη συνολική αλληλεπίδραση. Αν όλος ο έλεγχος είναι ταυτόχρονος, τότε δεν υπάρχει ένθεση. Κάθε όρος-ακολουθίας έχει τη σύνταξη:

[*ακέραιος* | *όνομα*] [*επανεμφάνιση*]

Ο *ακέραιος* αναπαριστά τη ακολουθιακή σειρά των μηνυμάτων στο επόμενο μεγαλύτερο επίπεδο κλήσης διαδικασίας. Τα μηνύματα που διαφέρουν μόνο κατά έναν ακέραιο σχετίζονται σειριακά σε αυτό το επίπεδο ένθεσης. Το μήνυμα 3.1.4 ακολουθεί το μήνυμα 3.1.3, στην ενεργοποίηση 3.1. Το *όνομα* αναπαριστά ένα συντρέχον νήμα ελέγχου. Τα μηνύματα που διαφέρουν στο τελικό όνομα είναι συντρέχοντα σε αυτό το επίπεδο ένθεσης. Παράδειγμα: το μήνυμα 3.1.a και το μήνυμα 3.1.b είναι συντρέχοντα στην ενεργοποίηση 3.1. Όλα τα νήματα ελέγχουν είναι ίσα στο ίδιο βάθος ένθεσης.

Η *επανεμφάνιση* αναπαριστά εκτέλεση υπό συνθήκη ή επαναληπτική. Αναπαριστά μηδέν ή περισσότερα μηνύματα που εκτελούνται ανάλογα με τις υπάρχουσες συνθήκες. Οι επιλογές είναι

‘*’ ‘[‘ πρόταση-επανάληψης ‘]’ για επανάληψη

‘[‘ πρόταση-συνθήκης ‘]’ για διακλάδωση

Μία επανάληψη αναπαριστά μία ακολουθία μηνυμάτων στο δεδομένο βάθος ένθεσης. Η πρόταση επανάληψης μπορεί να παραληφθεί (οπότε οι συνθήκες της επανάληψης είναι μη καθορισμένες). Η πρόταση επανάληψης μπορεί να εκφραστεί σε ψευδοκώδικα ή σε πραγματική γλώσσα προγραμματισμού και η UML δεν καθορίζει τη μορφή της. Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να είναι $[i := 1..n]$.

Μία συνθήκη αναπαριστά ένα μήνυμα η εκτέλεση του οποίου εξαρτάται από την αλήθεια της πρότασης συνθήκης. Η πρόταση συνθήκη μπορεί να είναι εκπεφρασμένη είτε σε ψευδοκώδικα είτε σε πραγματική γλώσσα προγραμματισμού και η UML δεν καθορίζει τη μορφή της. Ένα παράδειγμα μπορεί να είναι $[x > y]$.

Σημειώστε ότι η διακλάδωση συμβολίζεται όπως η επανάληψη χωρίς το αστερί. Κάποιος θα μπορούσε να τη θεωρήσει ως επανάληψη που περιορίζεται σε μία εμφάνιση.

Ο συμβολισμός της επανάληψης υποθέτει ότι τα μηνύματα στην επανάληψη θα εκτελεστούν σειριακά. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα να εκτελεστούν ταυτόχρονα. Ο συμβολισμός γι' αυτό είναι να ακολουθείται το αστερί από διπλή κάθετο (για παραλληλισμό): *//

Σημειώστε ότι σε μία δομή ένθετου ελέγχου η επανεμφάνιση δεν επαναλαμβάνεται στα εσωτερικά επίπεδα. Κάθε επίπεδο της δομής καθορίζει τη δική του επανάληψη για το δικό του πλαίσιο.

Υπογραφή

Μία υπογραφή είναι μία συμβολοσειρά που δηλώνει το όνομα, τα ορίσματα και την τιμή επιστροφής μίας πράξης, μίας λήψης, ενός μηνύματος ή ενός σήματος. Όλες έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες:

Τιμή επιστροφής

Είναι μία λίστα με ονόματα που δηλώνουν τις τιμές που επιστρέφονται στο τέλος της επικοινωνίας μέσα στην επόμενη εκτέλεση όλης της αλληλεπίδρασης. Οι προσδιοριστές αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ορίσματα σε επόμενα μηνύματα. Αν το μήνυμα δεν επιστρέφει μία τιμή, τότε η τιμή επιστροφής και ο τελεστής ανάθεσης μπορούν να παραληφθούν.

Όνομα μηνύματος

Είναι το όνομα του συμβάντος που προκαλείται στο αντικείμενο στόχο (το οποίο συχνά είναι το συμβάν της πράξης που απαιτείται να πραγματοποιηθεί). Μπορεί να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους, ένας από τους οποίους είναι με κλήση της πράξης. Αν υλοποιηθεί ως κλήση διαδικασίας, τότε είναι το όνομα της πράξης και η πράξη πρέπει να οριστεί στην κλάση του παραλήπτη ή να κληρονομείται από αυτή. Με άλλα λόγια, μπορεί να είναι το όνομα του συμβάντος που προκαλείται στο λαμβάνον αντικείμενο. Κανονικά, απαιτείται τόσο το όνομα, όσο και η λίστα των ορισμάτων για να προσδιοριστεί μία συγκεκριμένη πράξη.

Λίστα ορισμάτων

Είναι μία λίστα με ορίσματα (πραγματικές παράμετροι), τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους με κόμμα και όλη η λίστα είναι μέσα σε παρενθέσεις. Οι παρενθέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και όταν η λίστα είναι κενή. Κάθε όρισμα είναι είτε μία αναφορά σε αντικείμενο είτε μία έκφραση σε ψευδοκώδικα ή στην αντίστοιχη γλώσσα προγραμματισμού (δεν καθορίζεται από τη UML). Οι εκφράσεις μπορούν να χρησιμοποιούν τιμές επιστροφής προηγούμενων μηνυμάτων (στο ίδιο επίπεδο ορατότητας) και εκφράσεις πλοήγησης που ξεκινάνε από το πηγαίο αντικείμενο (δηλαδή ιδιοχαρακτηριστικά του ή συνδέσμους που ξεκινάνε από αυτό ή διαδρομές που είναι προσβάσιμες από αυτό).

10.8.3. Επιλογές παρουσίασης

Αντί για τις εκφράσεις με κείμενο για τα ορίσματα και τις τιμές επιστροφής, κοντά στο μήνυμα μπορούν να παρουσιάζονται τα διακριτικά των δεδομένων. Ένα διακριτικό (token) είναι ένας μικρός κύκλος με ετικέτα την έκφραση του ορίσματος ή το όνομα της τιμής επιστροφής. Έχει ένα μικρό βέλος που δείχνει όπως το μήνυμα (όταν πρόκειται για όρισμα) ή αντίθετα (όταν πρόκειται για τιμή επιστροφής). Τα διακριτικά αναπαριστούν ορίσματα και τιμές επιστροφής. Η επιλογή ανάμεσα στο κείμενο και τα διακριτικά είναι μια επιλογή παρουσίασης.

Η σύνταξη των μηνυμάτων μπορεί να εκφραστεί σε μία προγραμματιστική γλώσσα όπως η Smalltalk ή η C++. Όμως όλες οι εκφράσεις στο ίδιο διάγραμμα θα πρέπει να ακολουθούν την ίδια σύνταξη.

Η ροή επιστροφής μπορεί να παρουσιαστεί ρητά με χρήση ενός βέλους με διακεκομμένη γραμμή.

10.8.4. Παράδειγμα

Δείγματα σύνταξης ετικετών μηνυμάτων ελέγχου:

2: display(x,y)	Απλό μήνυμα
1.3.1: p:=find(specs)	Ένθετη κλήση με τιμή επιστροφής
[x < 0] 4 :invert(x, color)	Μήνυμα υπό συνθήκη
A3,B4/C3.1 * : update()	Συγχρονισμός με άλλα νήματα, επανάληψη

10.9. Σημείωση δημιουργίας-καταστροφής

10.9.1. Σημασιολογία

Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης δημιουργούνται ορισμένα αντικείμενα και σύνδεσμοι, ενώ άλλα καταστρέφονται. Η δημιουργία και η καταστροφή των στοιχείων μπορεί να σημειωθεί.

10.9.2. Συμβολισμός

Ένα αντικείμενο ή ένας σύνδεσμος που δημιουργείται κατά τη διάρκεια μίας αλληλεπίδρασης έχει προσκολλημένη σε αυτό τον πρότυπο περιορισμό *new*. Ένα αντικείμενο ή σύνδεσμος που καταστρέφεται κατά την αλληλεπίδραση έχει προσκολλημένο σε αυτό τον πρότυπο περιορισμό *destroyed*. Οι περιορισμοί αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και όταν το αντικείμενο δεν έχει όνομα. Και οι δύο περιορισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί, αλλά είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί ο πρότυπος περιορισμός *transient*, αντ' αυτού.

10.9.3. Επιλογές παρουσίασης

Τα εργαλεία μπορεί να χρησιμοποιούν γραφικές σημειώσεις επιπρόσθετα ή ακόμα και στη θέση των λέξεων κλειδιών. Για παράδειγμα, κάθε είδος χρόνου ζωής μπορεί να παρουσιάζεται με διαφορετικό χρώμα. Ένα εργαλείο μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει

κίνηση για να δείξει τη δημιουργία και την καταστροφή των στοιχείων και την κατάσταση του συστήματος σε διάφορες χρονικές στιγμές.

11. Διαγράμματα κατάστασης – Statechart Diagrams

Ένα διάγραμμα κατάστασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τη συμπεριφορά ενός στοιχείου μοντελοποίησης όπως ένα αντικείμενο ή μία αλληλεπίδραση. Συγκεκριμένα, περιγράφει πιθανές ακολουθίες καταστάσεων και δράσεων μέσω των οποίων το στοιχείο μπορεί να προχωρήσει κατά τη διάρκεια της ζωής του, ως αποτέλεσμα της αντίδρασης σε διακριτά συμβάντα (π.χ. σήματα, κλήσεις πράξεων).

Η σημασιολογία και ο συμβολισμός που περιγράφεται εδώ διαφέρει σημαντικά από αυτά των διαγραμμάτων κατάστασης του David Harel, με τροποποιήσεις για να γίνουν αντικειμενοστραφή. Η δουλειά του ήταν ιδιαίτερα σημαντική για τις παραδοσιακές επίπεδες μηχανές κατάστασης. Ο συμβολισμός διαγραμμάτων κατάστασης υλοποιεί επίσης όψεις των μηχανών Moore και των μηχανών Mealy, δηλαδή παραδοσιακά μοντέλα μηχανών καταστάσεων.

11.1. Διάγραμμα κατάστασης – Statechart Diagram

11.1.1. Σημασιολογία

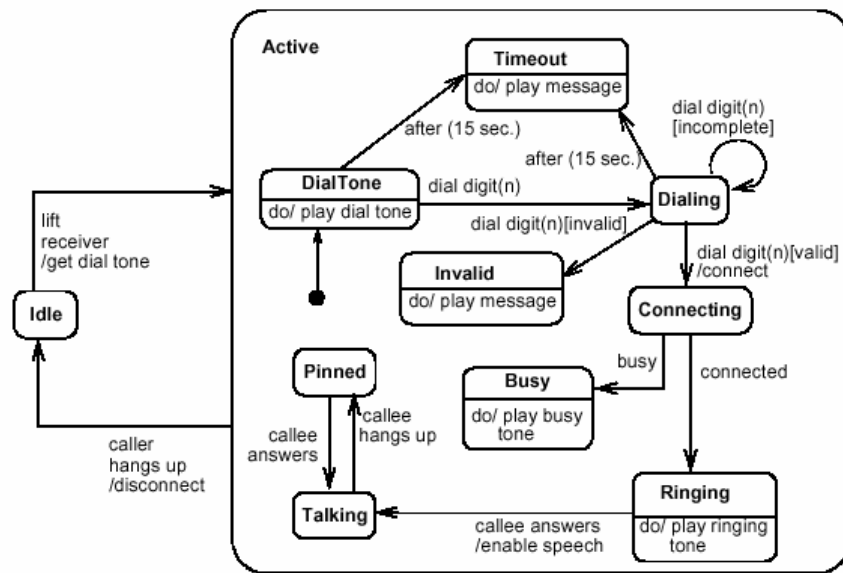
Τα διαγράμματα κατάστασης παρουσιάζουν τη συμπεριφορά των οντοτήτων που έχουν τη δυνατότητα δυναμικής συμπεριφοράς, καθορίζοντας την αντίδρασή τους κατά τη λήψη στιγμιοτύπων συμβάντων. Τυπικά χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη συμπεριφορά των κλάσεων, αλλά τα διαγράμματα κατάστασης μπορούν επίσης να περιγράψουν τη συμπεριφορά άλλων οντοτήτων του μοντέλου, όπως περιπτώσεις χρήσης, actors, υποσυστήματα, πράξεις και μέθοδοι.

11.1.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα κατάστασης είναι ένας γράφος που αναπαριστά μία μηχανή καταστάσεων. Οι καταστάσεις και τα διάφορα άλλα είδη κόμβων (ψευδοκαταστάσεις) σε έναν γράφο μηχανής κατάστασης εμφανίζονται με τα κατάλληλα σύμβολα καταστάσεων και ψευδοκαταστάσεων, ενώ οι μεταβάσεις συνήθως εμφανίζονται με κατευθυνόμενες ακμές που τα διασυνδέουν. Οι καταστάσεις μπορεί επίσης να περιέχουν υποδιαγράμματα με φυσική συμπερίληψη ή τοποθέτηση δίπλα-δίπλα. Σημειώστε ότι κάθε μηχανή κατάστασης έχει μία κατάσταση κορυφής η οποία περιέχει όλα τα άλλα στοιχεία της όλης μηχανής κατάστασης. Η γραφική παρουσίαση της κατάστασης κορυφής είναι προαιρετική.

Η συσχέτιση ανάμεσα σε μία μηχανή κατάστασης και το περιεχόμενο της δεν έχει ένα συγκεκριμένο συμβολισμό.

Ένα απλό παράδειγμα διαγράμματος κατάστασης είναι αυτό που ακολουθεί και περιγράφει ένα τηλεφωνικό σύστημα.



Σχήμα 42: Διάγραμμα κατάστασης τηλεφωνικού συστήματος

11.2. Κατάσταση – State

11.2.1. Σημασιολογία

Μία κατάσταση είναι μία συνθήκη κατά τη διάρκεια της ζωής ενός αντικειμένου ή μία αλληλεπίδραση κατά την οποία ικανοποιείται κάποια συνθήκη, πραγματοποιείται κάποια δράση ή αναμένει για κάποιο συμβάν. Μία *σύνθετη* κατάσταση είναι μία κατάσταση η οποία, σε αντίθεση με μία *απλή* κατάσταση, μπορεί να διασπαστεί γραφικά. Ενωσιολογικά, ένα αντικείμενο παραμένει σε μία κατάσταση για μία χρονική περίοδο. Όμως η σημασιολογία επιτρέπει να μοντελοποιούνται καταστάσεις μέσα από τις οποίες περνάει η ροή σχεδόν στιγμιαία, καθώς και μη στιγμιαίες μεταβάσεις.

Μία κατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μοντελοποιήσει μία δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα. Μία τέτοια δραστηριότητα καθορίζεται είτε με μία ένθετη μηχανή καταστάσεων ή με μία υπολογιστική έκφραση.

11.2.2. Συμβολισμός

Μία κατάσταση παρουσιάζεται ως ένα ορθογώνιο με στρογγυλεμένες γωνίες. Προαιρετικά, μπορεί να έχει προσκολλημένη μία καρτέλα με όνομα. Η καρτέλα με το όνομα είναι ένα ορθογώνιο που συνήθως βρίσκεται έξω από την πάνω πλευρά της κατάστασης και περιέχει το όνομα της κατάστασης. Συνήθως χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί το όνομα μίας σύνθετης κατάστασης με συντρέχουσες περιοχές, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλες περιπτώσεις.

Μία κατάσταση μπορεί προαιρετικά να υποδιαιρεθεί σε διάφορα τμήματα που χωρίζονται μεταξύ τους με μία οριζόντια γραμμή. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Τμήμα ονόματος

Το τμήμα αυτό περιέχει το (προαιρετικό) όνομα της κατάστασης ως συμβολοσειρά. Οι καταστάσεις χωρίς ονόματα είναι ανώνυμες και είναι όλες διακριτές. Δεν είναι επιθυμητό να παρουσιάζεται η ίδια ονοματισμένη κατάσταση πάνω από μία φορά σε ένα διάγραμμα γιατί προκαλείται σύγχυση. Τα τμήματα ονόματος δε χρησιμοποιούνται όταν χρησιμοποιείται η καρτέλα του ονόματος και αντίστροφα.

- Τμήμα εσωτερικών μεταβάσεων

Το τμήμα διατηρεί μία λίστα των εσωτερικών δράσεων ή δραστηριοτήτων που θα πραγματοποιηθούν όσο το στοιχείο βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση. Ο συμβολισμός για κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία της λίστας έχει την ακόλουθη γενική μορφή:

ετικέτα-δράσης ‘/’ έκφραση-δράσης

Η ετικέτα δράσης προσδιορίζει τις καταστάσεις κάτω από τις οποίες θα πραγματοποιηθεί η δράση που προσδιορίζεται από την έκφραση δράσης. Η έκφραση δράσης μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε από τα ιδιοχαρακτηριστικά ή τους συνδέσμους που είναι στο πεδίο της οντότητας στην οποία ανήκει. Σε περίπτωση που παρουσιάζονται στοιχεία στα οποία η έκφραση δράσης είναι κενή, η κάθετος είναι προαιρετική.

Υπάρχει μία σειρά από ετικέτες δράσης που έχουν διατηρηθεί για ειδικές περιπτώσεις και συνεπώς δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ονόματα συμβάντων. Στη συνέχεια περιγράφονται ορισμένες ετικέτες δράσης και η σημασία τους:

- *entry*

Η ετικέτα αυτή προσδιορίζει μία δράση, η οποία καθορίζεται με την αντίστοιχη έκφραση δράσης, και η οποία πραγματοποιείται κατά την είσοδο στην κατάσταση (δράση εισόδου).

- *exit*

Η ετικέτα αυτή προσδιορίζει μία δράση, η οποία καθορίζεται από την αντίστοιχη έκφραση δράσης και η οποία πραγματοποιείται κατά την έξοδο από την κατάσταση (δράση εξόδου).

- *do*

Η ετικέτα προσδιορίζει μία δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα (“do activity”) και η οποία πραγματοποιείται όσο το στοιχείο μοντελοποίησης είναι σε αυτή την κατάσταση ή μέχρι να ολοκληρωθεί ο υπολογισμός που καθορίζεται από την έκφραση δράσης (στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να παραχθεί ένα συμβάν ολοκλήρωσης).

- *include*

Η ετικέτα χρησιμοποιείται για να προσδιορίζει την κλήση μίας υπο-μηχανής. Η έκφραση δράσης περιέχει το όνομα της υπο-μηχανής που πρόκειται να κληθεί.

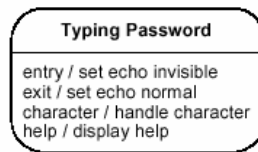
Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις, η ετικέτα δράσης προσδιορίζει το συμβάν που προκαλεί την αντίστοιχη έκφραση δράσης. Τα συμβάντα αυτά καλούνται εσωτερικές μεταβάσεις και είναι σημασιολογικά ισοδύναμα με αυτο-μεταβάσεις με τη μόνη διαφορά

ότι δεν υπάρχει έξοδος ή επανείσοδος στην κατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι δεν πραγματοποιούνται οι αντίστοιχες δράσεις εισόδου και εξόδου. Η γενική μορφή για τη λίστα των αντικειμένων στην εσωτερική μετάβαση είναι:

όνομα-συμβάντος '(' λίστα-παραμέτρων-με-κόμμα ')' '[' συνθήκη-φύλακας ']' '/' έκφραση-δράσης

Κάθε όνομα συμβάντος μπορεί να εμφανιστεί περισσότερες από μία φορές σε κάθε κατάσταση αν έχει διαφορετικές συνθήκες-φύλακες. Οι παράμετροι των συμβάντων και οι συνθήκες-φύλακες είναι προαιρετικές. Αν το συμβάν έχει παραμέτρους μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην έκφραση δράσης μέσω της μεταβλητής τρέχοντος συμβάντος.

11.2.3. Παράδειγμα



Σχήμα 43: Κατάσταση.

11.3. Σύνθετη κατάσταση – Composite State

11.3.1. Σημασιολογία

Μία σύνθετη κατάσταση αποσυντίθεται σε δύο ή περισσότερες συντρέχουσες υποκαταστάσεις (οι οποίες ονομάζονται περιοχές) ή σε αμοιβαία αποκλειόμενες ξένες μεταξύ τους υποκαταστάσεις. Μία δεδομένη κατάσταση μπορεί να εκλεπτυνθεί με έναν ακριβώς από τους δύο αυτούς τρόπους. Φυσικά, οποιαδήποτε υποκατάσταση μίας σύνθετης κατάστασης μπορεί να είναι επίσης μία σύνθετη κατάσταση οποιουδήποτε τύπου.

Ένα μόλις δημιουργημένο αντικείμενο ξεκινάει από την πρώτη του κατάσταση που αντιστοιχεί στην πρώτη, πιο εξωτερική ψευδοκατάστασή του. Ένα αντικείμενο που μεταβαίνει στην πιο εξωτερική τελική του κατάσταση τερματίζεται.

Κάθε περιοχή μίας κατάστασης μπορεί να έχει αρχική ψευδοκατάσταση και τελική κατάσταση. Μία μετάβαση σε μία περιεχόμενη κατάσταση αναπαριστά μία μετάβαση στην αρχική της ψευδοκατάσταση. Μία μετάβαση σε τελική κατάσταση αναπαριστά τη συμπλήρωση της δραστηριότητας της περιβάλλουσας περιοχής. Η ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων σε όλες τις συντρέχουσες περιοχές αναπαριστά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας της περιβάλλουσας κατάστασης και προκαλεί το συμβάν ολοκλήρωσης στην περιβάλλουσα κατάσταση. Η ολοκλήρωση στην πιο πάνω κατάσταση αντιστοιχεί στον τερματισμό της.

11.3.2. Συμβολισμός

Μία επέκταση της κατάστασης δείχνει τη δομή της εσωτερικής μηχανής κατάστασής της. Επιπλέον στο (προαιρετικό) όνομα και τα εσωτερικά τμήματα μετάβασης, μία

κατάσταση μπορεί να έχει ένα επιπλέον τμήμα που περιέχει την περιοχή με το ένθετο διάγραμμα.

Μία επέκταση μίας κατάστασης σε συντρέχουσες υποκαταστάσεις παρουσιάζεται τοποθετώντας δίπλα-δίπλα τις γραφικές περιοχές της κατάστασης χρησιμοποιώντας διακεκομμένες γραμμές για να χωρίσουμε τις περιοχές. Κάθε περιοχή είναι μία συντρέχουσα υποκατάσταση. Κάθε περιοχή μπορεί να έχει ένα προαιρετικό όνομα και πρέπει να περιέχει ένα ένθετο διάγραμμα κατάστασης με ξένες μεταξύ τους καταστάσεις. Τα τμήματα κειμένου ολόκληρης της κατάστασης μπορούν να είναι ξεχωριστά από τις συντρέχουσες υποκαταστάσεις και να χωρίζονται με μία ευθεία γραμμή. Είναι επίσης δυνατό να χρησιμοποιηθεί μία κάρτα με το όνομα μίας συντρέχουσας κατάστασης. Με τη χρήση κάρτας κερδίζουμε χώρο.

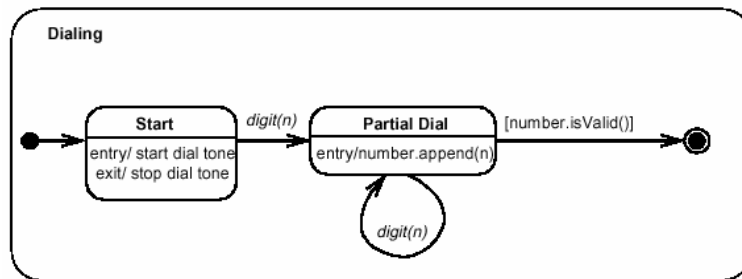
Μία επέκταση μίας κατάστασης σε ξένες μεταξύ τους υποκαταστάσεις παρουσιάζεται με ένα ένθετο διάγραμμα κατάστασης μέσα στην περιοχή γραφικών.

Μία αρχική ψευδοκατάσταση παρουσιάζεται με ένα μικρό γεμάτο κύκλο. Στο πιο πάνω επίπεδο της μηχανής κατάστασης, η μετάβαση από την αρχική υποκατάσταση μπορεί να έχει ως ετικέτα το συμβάν που δημιουργεί το αντικείμενο, διαφορετικά δεν επιτρέπεται να έχει ετικέτα. Αν δεν έχει ετικέτα αναπαριστά οποιαδήποτε μετάβαση στην περιβάλλουσα κατάσταση. Η αρχική μετάβαση μπορεί να έχει μία δράση.

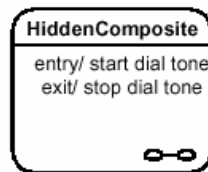
Η τελική κατάσταση παρουσιάζεται ως ένας κύκλος που περιβάλει ένα μικρό γεμάτο κύκλο (ένας στόχος). Αναπαριστά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας της περιβάλλουσας κατάστασης και προκαλεί εκείνη τη μετάβαση στην περιβάλλουσα κατάσταση, που έχει ως ετικέτα το εννοούμενο συμβάν ολοκλήρωσης δραστηριότητας (συνήθως παρουσιάζεται ως μετάβαση χωρίς ετικέτα) εφόσον έχει οριστεί μία τέτοια μετάβαση.

Σε πολλές περιπτώσεις, είναι πιο βολικό να αποκρύπτουμε την αποσύνθεση μίας σύνθετης κατάστασης. Για παράδειγμα, η μηχανή κατάστασης μέσα σε μία σύνθετη κατάσταση μπορεί να είναι πολύ μεγάλη και απλά να μη χωράει στην περιοχή γραφικών που είναι διαθέσιμη για το διάγραμμα. Στην περίπτωση αυτή, η σύνθετη κατάσταση μπορεί να αναπαρασταθεί με χρήση του γραφικού της απλής κατάστασης και χρησιμοποιώντας ένα ειδικό εικονίδιο που δηλώνει τη σύνθεση, τοποθετώντας το συνήθως στην κάτω δεξιά γωνία. Το εικονίδιο αυτό, το οποίο αποτελείται από δύο καταστάσεις που είναι τοποθετημένες οριζόντια και είναι συνδεδεμένες, είναι *προαιρετική* οπτική ένδειξη ότι η κατάσταση είναι σύνθετη αλλά η αποσύνθεσή της δεν παρουσιάζεται στο συγκεκριμένο διάγραμμα καταστάσεων. Αντ' αυτού τα περιεχόμενα της σύνθετης κατάστασης παρουσιάζονται σε ξεχωριστό διάγραμμα. Η απόκρυψη εδώ είναι καθαρά θέμα γραφικής εμφάνισης και δεν έχει καμία σημασιολογική σημασία από άποψη περιορισμού πρόσβασης.

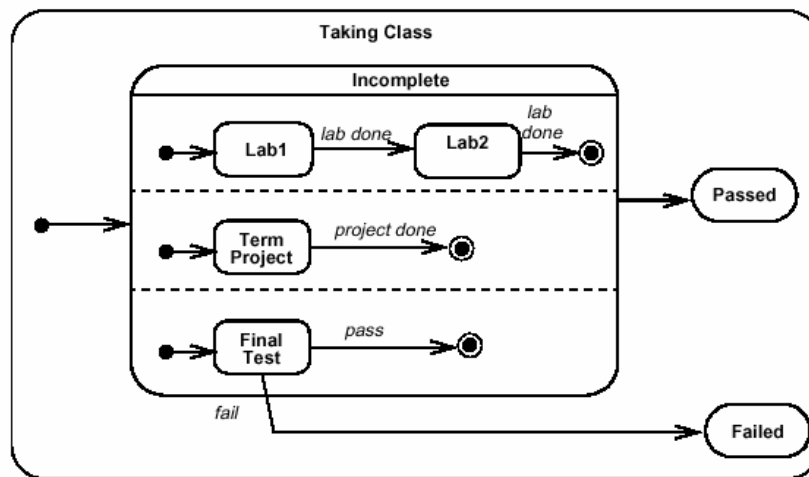
11.3.3. Παράδειγμα



Σχήμα 44: Ακολουθιακές υποκαταστάσεις.



Σχήμα 45: Σύνθετη κατάσταση με το εικονίδιο ένδειξης απόκρυψης της αποσύνθεσής της.



Σχήμα 46: Συντρέχουσες υποκαταστάσεις.

11.4. Συμβάντα – Events

11.4.1. Σημασιολογία

Ένα συμβάν είναι κάτι που συνέβη και έχει σημασία. Για πρακτικούς σκοπούς στα διαγράμματα κατάστασης, είναι κάτι που συμβαίνει και προκαλεί μία μετάβαση κατάστασης. Τα συμβάντα μπορούν να είναι πολλών ειδών και όχι απαραίτητα αμοιβαία αποκλειόμενα.

- Μία συνθήκη που γίνεται αληθής (περιγράφεται από μία λογική έκφραση) έχει ως αποτέλεσμα ένα στιγμιότυπο ενός συμβάντος αλλαγής. Το συμβάν λαμβάνει χώρα όποτε η έκφραση από ψευδής γίνεται αληθής. Σημειώστε ότι είναι διαφορετική από μία συνθήκη-φύλακα.
- Η λήψη ενός καθορισμένου σήματος από ένα αντικείμενο προερχόμενο από κάποιο άλλο έχει ως αποτέλεσμα το στιγμιότυπο συμβάντος σήματος. Συμβολίζεται με την υπογραφή του συμβάντος ως trigger πάνω στη μετάβαση.
- Η λήψη μίας κλήσης για μία πράξη, η οποία έχει υλοποιηθεί ως μετάβαση από ένα αντικείμενο αναπαριστά ένα στιγμιότυπο συμβάντος κλήσης.
- Το πέρασμα μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου μετά από ένα καθορισμένο συμβάν (συχνά την είσοδο στη συγκεκριμένη κατάσταση) ή η εμφάνιση μίας συγκεκριμένης ώρας/ημερομηνίας είναι ένα χρονικό συμβάν.

Ο ορισμός ενός συμβάντος έχει πεδίο δράσης του το πακέτο στο οποίο εμφανίζεται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα διαγράμματα καταστάσεων των κλάσεων που έχουν ορατότητα μέσα στο πακέτο. Ένα συμβάν δεν είναι τοπικό σε μία μόνο κλάση.

11.4.2. Συμβολισμός

Ένα συμβάν σήματος ή κλήσης μπορεί να οριστεί με την ακόλουθη μορφή:

όνομα-συμβάντος (' *λίστα-παραμέτρων-με-κόμμα* ')

Μία παράμετρος έχει τη μορφή:

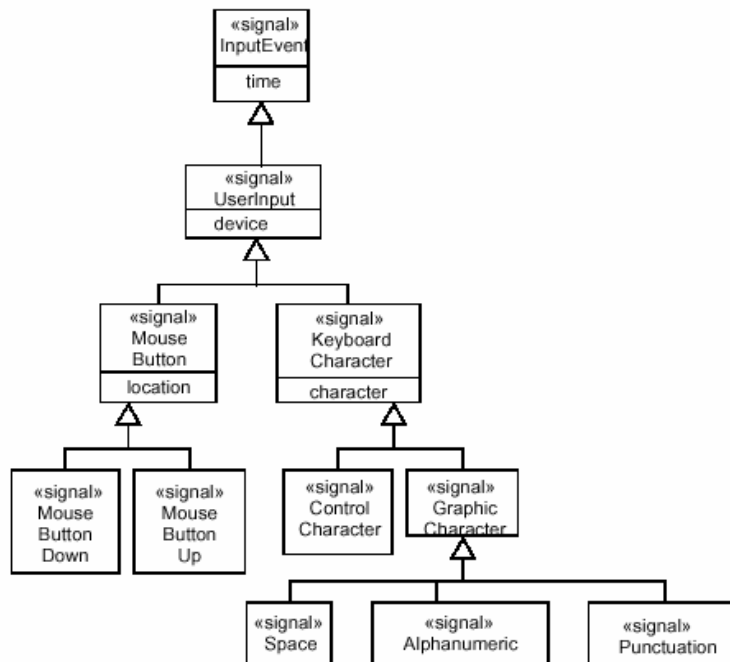
όνομα-παραμέτρου ':' *έκφραση-τύπου*

Ένα σήμα μπορεί να οριστεί χρησιμοποιώντας τη λέξη κλειδί «signal» σε ένα σύμβολο κλάσης σε ένα διάγραμμα κλάσης. Με τον τρόπο αυτό ορίζονται ονόματα σημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προκληθούν μεταβάσεις. Οι παράμετροι ορίζονται ως ιδιοχαρακτηριστικά ενώ δεν υπάρχουν πράξεις. Ένα σήμα μπορεί να οριστεί ως υποκλάση άλλου σήματος. Αυτό δηλώνει ότι μία εμφάνιση του υπο-συμβάντος προκαλεί οποιαδήποτε μετάβαση εξαρτάται από το συμβάν ή οποιονδήποτε από τους προγόνους του.

Ένα συμβάν χρόνου που πέρασε μπορεί να οριστεί με τη λέξη κλειδί **after** ακολουθούμενη από μία έκφραση η οποία αποτιμάται (κατά το χρόνο μοντελοποίησης) σε μία χρονική ποσότητα, όπως "**after** (5 seconds)" ή "**after**(10 seconds since exit from state A)". Αν δεν υποδηλώνεται αρχικό σημείο, τότε είναι χρόνος από την είσοδο στην τρέχουσα κατάσταση. Άλλα χρονικά συμβάντα μπορούν να καθοριστούν ως συνθήκες, όπως **when**(date = Jan. 1, 2000).

Μία συνθήκη που γίνεται αληθής παρουσιάζεται με τη λέξη κλειδί **when** ακολουθούμενη από μία λογική έκφραση. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως συνεχής έλεγχος για τη συνθήκη μέχρι να γίνει αληθής, ενώ στην πραγματικότητα θα ελέγχεται όποτε αλλάζουν οι τιμές.

11.4.3. Παράδειγμα



Σχήμα 47: Ορισμός σημάτων.

11.5. Απλές μεταβάσεις – Simple Transitions

11.5.1. Σημασιολογία

Μία απλή μετάβαση είναι μία σχέση ανάμεσα σε δύο καταστάσεις, η οποία δηλώνει ότι ένα αντικείμενο που βρίσκεται στην πρώτη κατάσταση θα μεταβεί στη δεύτερη κατάσταση και θα κάνει κάποιες συγκεκριμένες δράσεις όταν λάβει χώρα ένα συγκεκριμένο συμβάν και με την προϋπόθεση ότι ικανοποιούνται ορισμένες συνθήκες. Σε μία τέτοια αλλαγή κατάστασης η μετάβαση λέγεται ότι «πυροδοτείται». Ο trigger για τη μετάβαση είναι η εμφάνιση του συμβάντος που χρησιμοποιείται ως ετικέτα στη μετάβαση. Το συμβάν μπορεί να έχει παραμέτρους, οι οποίες είναι προσπελάσιμες από τις δράσεις που καθορίζονται στη μετάβαση, καθώς και από τις αντίστοιχες δράσεις εισόδου και εξόδου που σχετίζονται με την κατάσταση στόχο και την πηγαία κατάσταση, αντίστοιχα. Τα συμβάντα επεξεργάζονται ένα κάθε φορά. Αν ένα συμβάν δεν προκαλεί μία μετάβαση, τότε απορρίπτεται. Αν μπορεί να προκαλέσει πάνω από μία μεταβάσεις στην ίδια ακολουθιακή περιοχή (δηλαδή όχι σε διαφορετικές συντρέχουσες περιοχές), θα πυροδοτηθεί μόνο μία από αυτές. Αν αυτές οι συγκρουόμενες μεταβάσεις έχουν την ίδια προτεραιότητα, επιλέγεται μία τυχαία και πυροδοτείται.

11.5.2. Συμβολισμός

Μία μετάβαση παρουσιάζεται ως μία γραμμή που ξεκινά από την πηγαία κατάσταση και τερματίζεται με ένα βέλος στην κατάσταση στόχο. Μπορεί να έχει ως ετικέτα μία συμβολοσειρά μετάβασης η οποία έχει την ακόλουθη γενική μορφή:

υπογραφή-συμβάντος '[' *συνθήκη-φύλακας* ']' '[' *έκφραση-δράσης*

Η *υπογραφή-συμβάντος* περιγράφει ένα συμβάν και τα ορίσματά του:

όνομα-συμβάντος '(' *λίστα-παραμέτρων-με-κόμμα* ')

Η *συνθήκη-φύλακας* είναι μία λογική έκφραση που είναι γραμμένη χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους του συμβάντος και τα ιδιοχαρακτηριστικά και τους συνδέσμους του αντικειμένου στο οποίο ανήκει η μηχανή κατάστασης. Η *συνθήκη-φύλακας* μπορεί επίσης να περιλαμβάνει ελέγχους για συντρέχουσες καταστάσεις στην τρέχουσα μηχανή ή ρητά καθορισμένες καταστάσεις ορισμένων αντικειμένων τα οποία μπορούν να προσπελαστούν (για παράδειγμα, “**in** State1” ή “**not in** State2”). Τα ονόματα των καταστάσεων μπορούν να είναι πλήρως προσδιορισμένα από τις ένθετες καταστάσεις που τα περιλαμβάνουν, δίνοντας ονόματα της μορφής “State1::State2::State3”. Αυτός ο τρόπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν το ίδιο όνομα κατάστασης εμφανίζεται σε διαφορετικές περιοχές σύνθετων καταστάσεων της συνολικής μηχανής.

Η *έκφραση-δράσης* εκτελείται όταν και εφόσον πυροδοτείται η μετάβαση. Μπορεί να γραφεί χρησιμοποιώντας τις πράξεις, τα ιδιοχαρακτηριστικά και τους συνδέσμους του αντικειμένου στο οποίο ανήκει, τις παραμέτρους του συμβάντος που την πυροδοτεί ή όποιο όλα χαρακτηριστικό είναι ορατό στο πεδίο δράσης της. Η αντίστοιχη δράση θα πρέπει να εκτελεστεί εξ ολοκλήρου προτού αρχίσουν να εκτελούνται άλλες δράσεις. Αυτό το μοντέλο εκτέλεσης ονομάζεται και σημασιολογία *εκτέλεσης έως τέλους*. Η έκφραση δράσης μπορεί να είναι μία ακολουθία δράσεων η οποία αποτελείται από ένα πλήθος διακριτών δράσεων συμπεριλαμβανομένων και δράσεων που παράγουν ρητά συμβάντα, όπως να αποστέλλουν σήματα ή να καλούν πράξεις. Οι λεπτομέρειες της έκφρασης εξαρτώνται από τη γλώσσα δράσης που έχει επιλεγεί για το μοντέλο.

Χρόνοι μετάβασης

Δίπλα στις μεταβάσεις μπορούν να τοποθετηθούν ονόματα για να καθοριστούν οι χρόνοι στους οποίους αυτές πυροδοτούνται.

11.5.3. Παράδειγμα

```
right-mouse-down (location) [location in window] / object := pick-object(location);  
^object.highlight()
```

Το συμβάν μπορεί να είναι οποιουδήποτε από τους πρότυπους τύπους συμβάντων. Η επιλογή του τύπου εξαρτάται από τη σύνταξη του ονόματος (για τα χρονικά συμβάντα για παράδειγμα), αλλά τα συμβάντα σήματος και τα συμβάντα κλήσης δεν διακρίνονται άμεσα από τη σύνταξή τους και πρέπει να έχουν διαχωριστεί από τον ορισμό τους σε άλλο σημείο.

11.6. Μεταβάσεις από και προς συντρέχουσες καταστάσεις

Μία συντρέχουσα κατάσταση μπορεί να έχει πολλές πηγαίες καταστάσεις και πολλές καταστάσεις στόχους. Αναπαριστά ένα συγχρονισμό ή/και το διαχωρισμό του ελέγχου σε συντρέχοντα νήματα χωρίς συντρέχουσες υποκαταστάσεις.

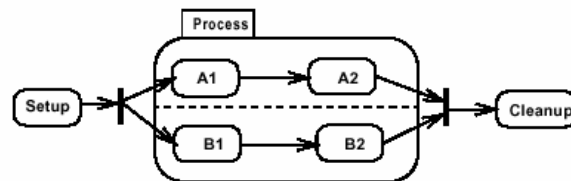
11.6.1. Σημασιολογία

Μία συντρέχουσα μετάβαση ενεργοποιείται όταν έχουν καταληφθεί όλες οι πηγαίες καταστάσεις της. Αφού πυροδοτηθεί η σύνθετη μετάβαση καταλαμβάνονται όλες οι καταστάσεις στόχοι της.

11.6.2. Συμβολισμός

Μία συντρέχουσα μετάβαση περιέχει μία μικρή βαριά μπάρα (μία *μπάρα συγχρονισμού*, η οποία μπορεί να αναπαριστά συγχρονισμό, διάσπαση – forking – ή και τα δύο). Η μπάρα μπορεί να δέχεται ένα ή περισσότερα βέλη από καταστάσεις (ονομάζονται *πηγαίες καταστάσεις*). Η μπάρα μπορεί να στέλνει ένα ή περισσότερα βέλη προς καταστάσεις (ονομάζονται *καταστάσεις στόχοι*). Κοντά στη μπάρα μπορεί να εμφανίζεται μία συμβολοσειρά μετάβασης. Τα βέλη δεν έχουν δικές τους συμβολοσειρές μετάβασης.

11.6.3. Παράδειγμα



Σχήμα 48: Συντρέχουσες μεταβάσεις.

11.7. Μεταβάσεις από και προς σύνθετες καταστάσεις

11.7.1. Σημασιολογία

Μία μετάβαση που οδηγεί στο όριο μίας σύνθετης κατάστασης είναι ισοδύναμη με μία μετάβαση στο αρχικό της σημείο (ή με μία σύνθετη μετάβαση στα αρχικά σημεία κάθε μίας από τις συντρέχουσες περιοχές της, εφόσον είναι συντρέχουσα). Η δράση εισόδου πραγματοποιείται πάντα όταν εισερχόμαστε στην κατάσταση από έξω.

Μία μετάβαση από μία σύνθετη κατάσταση δηλώνει ότι η μετάβαση εφαρμόζεται σε κάθε μία από τις καταστάσεις μέσα στην περιοχή καταστάσεων (σε οποιοδήποτε βάθος). «Κληρονομείται» από τις ένθετες καταστάσεις.

11.7.2. Συμβολισμός

Μία μετάβαση προς το όριο μίας σύνθετης κατάστασης δηλώνει μία μετάβαση στη σύνθετη κατάσταση. Είναι ισοδύναμη με μετάβαση στην αρχική ψευδοκατάσταση της περιοχής της σύνθετης κατάστασης. Η αρχική ψευδοκατάσταση πρέπει να υφίσταται. Αν η κατάσταση είναι μία συντρέχουσα σύνθετη κατάσταση, τότε η μετάβαση δηλώνει μία μετάβαση στην αρχική ψευδοκατάσταση κάθε μίας από τις συντρέχουσες υποκαταστάσεις.

Οι μεταβάσεις μπορούν να σχεδιαστούν απ' ευθείας προς καταστάσεις μέσα στην περιοχή της σύνθετης κατάστασης σε οποιοδήποτε βάθος ένθεσης. Πραγματοποιούνται όλες οι δράσεις εισόδου για όλες τις καταστάσεις στις οποίες γίνεται η είσοδος σε

οποιαδήποτε μετάβαση. Σε μία μετάβαση μέσα σε μία συντρέχουσα σύνθετη κατάσταση, τα βέλη μετάβασης από τη μπάρα συγχρονισμού μπορεί να σχεδιαστή προς μία ή περισσότερες συντρέχουσες καταστάσεις. Οποιαδήποτε άλλη συντρέχουσα περιοχή ξεκινά με τη δική της εξ ορισμού αρχική ψευδοκατάσταση.

Μία μετάβαση που σχεδιάζεται από το όριο μίας σύνθετης κατάστασης δηλώνει μία μετάβαση της σύνθετης κατάστασης. Αν πυροδοτηθεί μία τέτοια κατάσταση, όλες οι ένθετες καταστάσεις αναγκάζονται να τερματιστούν και να πραγματοποιήσουν τις δράσεις εξόδου τους, στη συνέχεια λαμβάνουν χώρα οι δράσεις μετάβασης και προκύπτει η νέα κατάσταση.

Οι μεταβάσεις μπορούν να σχεδιαστούν απ' ευθείας από καταστάσεις μέσα σε μία περιοχή σύνθετης κατάστασης σε οποιοδήποτε βάθος ένθεσης σε εξωτερικές καταστάσεις. Πραγματοποιούνται όλες οι δράσεις εξόδου από τις καταστάσεις από τις οποίες εξερχόμαστε από οποιαδήποτε μετάβαση. Σε μία μετάβαση από το εσωτερικό μέρος μίας συντρέχουσας σύνθετης κατάστασης, τα βέλη της μετάβασης μπορούν να προέρχονται από μία ή περισσότερες συντρέχουσες καταστάσεις και να καταλήγουν σε μία μπάρα συγχρονισμού. Συνεπώς συγκεκριμένες καταστάσεις σε άλλες περιοχές δεν έχουν σχέση με την πρόκληση της μετάβασης.

Μία περιοχή καταστάσεων μπορεί να περιέχει μία *ένδειξη ιστορικής κατάστασης* (history state indicator), η οποία παρουσιάζεται ως ένας μικρός κύκλος που περιέχει το γράμμα 'H'. Η ένδειξη ιστορικής κατάστασης εφαρμόζεται στην περιοχή καταστάσεων που την περιέχει άμεσα. Η ένδειξη ιστορικής κατάστασης μπορεί να έχει οποιονδήποτε αριθμό εισερχόμενων μεταβάσεων από εξωτερικές καταστάσεις. Μπορεί να έχει το πολύ μία εξερχόμενη μετάβαση χωρίς ετικέτα. Προσδιορίζει την εξ ορισμού «προηγούμενη κατάσταση» αν δεν έχει εισέλθει ποτέ κανένας στην περιοχή. Αν πυροδοτηθεί η μετάβαση προς την ένδειξη ιστορικής κατάστασης, δηλώνεται ότι το αντικείμενο επανέρχεται στην κατάσταση στην οποία βρισκόταν την τελευταία φορά που ήταν στη σύνθετη περιοχή. Πραγματοποιούνται οποιεσδήποτε αναγκαίες δράσεις εισόδου. Η ένδειξη ιστορικής κατάστασης μπορεί να συμβολιστεί και με το 'H*' για «βαθιά» *ιστορία*. Αυτό δηλώνει ότι το αντικείμενο επανέρχεται στην τελευταία κατάσταση που βρισκόταν σε οποιοδήποτε βάθος μέσα στη σύνθετη περιοχή, αντί να περιορίζεται στις καταστάσεις στο ίδιο επίπεδο με την ένδειξη ιστορικής κατάστασης. Μία περιοχή μπορεί να έχει τόσο μία απλή ένδειξη ιστορικής κατάστασης και μία ένδειξη «βαθιάς» ιστορικής κατάστασης.

11.7.3. Επιλογές παρουσίασης

Stubbed μεταβάσεις

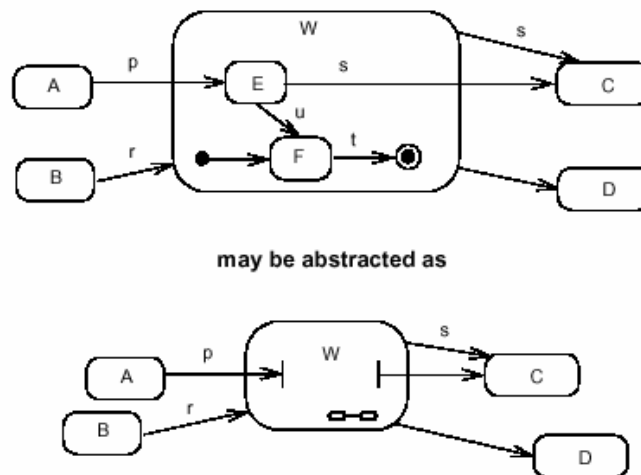
Οι ένθετες καταστάσεις μπορούν να παραληφθούν. Οι μεταβάσεις σε ένθετες καταστάσεις μεταφέρονται στην περισσότερο σχετική, ορατή περιβάλλουσα κατάσταση αυτή που παραλήφθηκε. Οι μεταβάσεις που έχουν μεταφερθεί και δεν προέρχονται από μία τελική κατάσταση χωρίς ετικέτα ή δεν πηγαίνουν προς μία αρχική ψευδοκατάσταση χωρίς ετικέτα μπορούν (χωρίς να είναι απαραίτητο) να παρουσιαστούν ότι πηγαίνουν ή έρχονται από *stubs*. Ένα *stub* παρουσιάζεται σε μία μικρή κάθετη γραμμή (μπάρα) η οποία έχει σχεδιαστεί μέσα στο όριο της περιβάλλουσας κατάστασης. Δηλώνει μία

μετάβαση που συνδέεται με μία κατάσταση που έχει παραληφθεί. Τα stubs δε χρησιμοποιούνται για μεταβάσεις προς αρχικές ή από τελικές καταστάσεις.

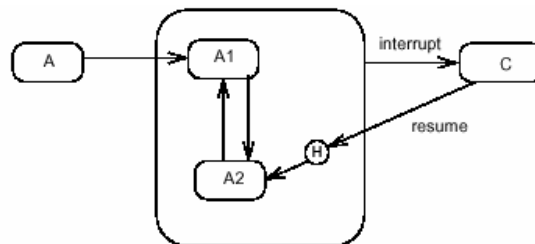
Σημειώστε ότι τα συμβάντα πρέπει να παρουσιάζονται σε μεταβάσεις που οδηγούν σε μία κατάσταση, είτε μέσα στο όριο της κατάστασης είτε σε μία εσωτερική υποκατάσταση, συμπεριλαμβανομένης της μετάβασης σε μία stubbed κατάσταση. Κανονικά τα συμβάντα δεν θα έπρεπε να παρουσιάζονται σε μεταβάσεις που οδηγούν από μία stubbed κατάσταση σε μία εξωτερική. Θα πρέπει να σκεφτόμαστε τη μετάβαση να ανήκει στην πηγαία κατάσταση της. Αν η πηγαία κατάσταση της έχει παραληφθεί, το ίδιο ισχύει και για τις λεπτομέρειες της μετάβασης. Σημειώστε επίσης ότι η μετάβαση από μία τελική κατάσταση παρουσιάζεται εν περιλήψει με μία μετάβαση χωρίς ετικέτα από το πλαίσιο της σύνθετης κατάστασης (δηλώνοντας το έμμεσο συμβάν «δράση ολοκληρώθηκε» για την αντίστοιχη κατάσταση).

11.7.4. Παράδειγμα

Ακολουθούν παραδείγματα για τις stubbed μεταβάσεις και την ένδειξη ιστορικής κατάστασης.



Σχήμα 49: Stubbed μεταβάσεις.



Σχήμα 50: Ένδειξη ιστορικής κατάστασης.

11.8. Παραγοντοποιημένες μεταβάσεις καταστάσεων

11.8.1. Σημασιολογία

Εξ ορισμοί, μία μετάβαση συνδέει ακριβώς δύο κόμβους στο γράφο της μηχανής καταστάσεων. Όμως, εφόσον ορισμένοι από τους κόμβους είναι ψευδοκαταστάσεις – είναι φύσει μεταβατικές – υπάρχει η ανάγκη περιγραφής των αλυσίδων των μεταβάσεων που μπορούν να εκτελεστούν στο πλαίσιο ενός βήματος εκτέλεσης μέχρι τέλους. Μία τέτοια μετάβαση είναι γνωστή ως *σύνθετη μετάβαση*.

Ως πρακτικό μέτρο είναι συχνά χρήσιμο τμήματα μίας σύνθετης μετάβασης να διαμοιράζονται. Για παράδειγμα, δύο ή περισσότερες διακριτές σύνθετες μεταβάσεις μπορούν να έλθουν μαζί και να συνεχίσουν σε μία κοινή διαδρομή, διαμοιραζόμενες τη δράση της και πιθανώς τερματίζοντας στην ίδια κατάσταση στόχο. Σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να είναι χρήσιμο να διασπαστεί μία μετάβαση σε πολλές αμοιβαία αποκλειόμενες (δηλαδή μη συντρέχουσες) διαδρομές.

Και τα δύο παραδείγματα γραφικής παραγοντοποίησης στα οποία ορισμένες μεταβάσεις διαμοιράζονται έχουν ως αποτέλεσμα απλοποιημένα διαγράμματα. Όμως, η παραγοντοποίηση είναι επίσης χρήσιμη όταν μοντελοποιούμε δυναμικά προσαρμοζόμενη συμπεριφορά. Ένα παράδειγμα συμβαίνει όταν ένα μόνο συμβάν μπορεί να οδηγήσει σε ένα σύνολο καταστάσεων στόχων, αλλά υπάρχει μόνο μία τελική κατάσταση η οποία καθορίζεται ως το αποτέλεσμα μίας δράσης (υπολογισμού) που πραγματοποιείται αφού πυροδοτηθεί η σύνθετη μετάβαση.

Σημειώστε ότι η διάσπαση και ένωση των διαδρομών εξ αιτίας της παραγοντοποίησης είναι διαφορετική από τη διάσπαση και ένωση των σύνθετων μεταβάσεων. Οι πηγές και οι στόχοι των παραγοντοποιημένων μεταβάσεων δεν είναι συντρέχοντες.

11.8.2. Συμβολισμός

Δύο ή περισσότερες μεταβάσεις που προέρχονται από διαφορετικές μη συντρέχουσες καταστάσεις ή ψευδοκαταστάσεις μπορούν να τερματίζουν σε ένα κοινό σημείο ένωσης. Έτσι επιτρέπεται οι κοινές σύνθετες μεταβάσεις τους να διαμοιράζονται μία κοινή διαδρομή που ξεκινά από το σημείο ένωσης. Ένα σημείο ένωσης αναπαρίσταται με ένα μικρό μαύρο κύκλο. Εναλλακτικά μπορεί να παρουσιαστεί με ένα ρόμβο.

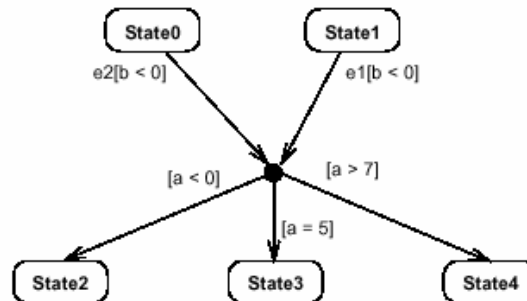
Δύο ή περισσότερες μεταβάσεις με φύλακα που ξεκινάνε από το ίδιο σημείο ένωσης αναπαριστούν ένα *στατικό σημείο διακλάδωσης*. Κανονικά, οι φύλακες θα πρέπει να είναι αμοιβαία αποκλειόμενοι. Αυτό είναι ισοδύναμο με ένα σύνολο αυτόνομων μεταβάσεων, μία για κάθε διαδρομή μέσα από το δένδρο, των οποίων η συνθήκη φύλακα είναι το λογικό «και» όλων των συνθηκών στη διαδρομή. Σημειώστε ότι η σημασιολογία των στατικών διακλαδώσεων είναι ότι όλοι οι εξερχόμενοι φύλακες αποτιμώνται *πριν* συμβεί οποιαδήποτε μετάβαση.

Δύο ή περισσότερες μεταβάσεις με φύλακα που ξεκινάνε από ένα κοινό *σημείο δυναμικής επιλογής* χρησιμοποιούνται για να μοντελοποιήσουν δυναμικές επιλογές. Στην περίπτωση αυτή, οι φύλακες των εξερχόμενων μεταβάσεων αποτιμώνται όταν φτάσει στο σημείο επιλογής. Η τιμή των φυλάκων μπορεί να είναι μία συνάρτηση ορισμένων υπολογισμών που έχουν πραγματοποιηθεί στις δράσεις των εισερχόμενων μεταβάσεων.

Ένα σημείο δυναμικής επιλογής αναπαρίσταται με ένα μικρό λευκό κύκλο (απομεινάρι ενός μικρού εικονιδίου κατάστασης).

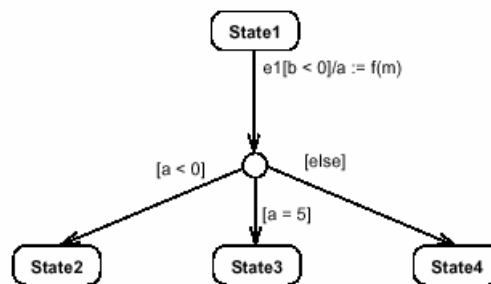
11.8.3. Παραδείγματα

Στο επόμενο σχήμα χρησιμοποιείται ένα σημείο ένωσης για να ενώσει και να διασπάσει μεταβάσεις. Ανεξάρτητα από το αν έχουμε φτάσει στο σημείο ένωσης από την κατάσταση State0 ή την κατάσταση State1, οι εξερχόμενες διαδρομές είναι οι ίδιες. Αν η μηχανή κατάστασης στο παράδειγμα αυτό είναι στην κατάσταση State1 και το b είναι μικρότερο του 0, όταν λάβει χώρα το συμβάν $e1$, τότε η εξερχόμενη μετάβαση θα ακολουθηθεί μόνο αν είναι αληθής ένας από τους τρεις εξερχόμενους φύλακες. Συνεπώς αν το a ισούται με 6 στο σημείο αυτό, δε θα πυροδοτηθεί η μετάβαση.



Σχήμα 51: Σημείο ένωσης.

Στο παράδειγμα του σημείου δυναμικής επιλογής στο επόμενο σχήμα, η επιλογή σχετικά με το ποιος κλάδος θα ακολουθηθεί θα γίνει μόνο αφού έχει ακολουθηθεί η μετάβαση από την κατάσταση State1 και έχουμε φτάσει στο σημείο επιλογής. Σημειώστε ότι η σχετιζόμενη με την εισερχόμενη μετάβαση δράση υπολογίζει μία νέα τιμή για το a . Η νέα τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιλεγεί ποια από τις εξερχόμενες μεταβάσεις θα ακολουθηθεί. Η χρήση της προκαθορισμένης συνθήκης [else] συνίσταται για να αποφευχθούν λάθη κατά την εκτέλεση.



Σχήμα 52: Σημεία δυναμικής επιλογής.

11.9. Καταστάσεις υπομηχανής – Submachine states

11.9.1. Σημασιολογία

Μία κατάσταση υπομηχανής αναπαριστά την κλήση μίας μηχανής κατάστασης που έχει οριστεί σε άλλο σημείο. Είναι παρόμοιο με μία κλήση μακροεντολής και με την έννοια

αυτή αναπαριστά ένα γραφικό γρήγορο τρόπο που υπονοεί ότι ενσωματώνεται μία σύνθετη προδιαγραφή σε μία άλλη προδιαγραφή. Η υπομηχανή πρέπει να περιέχεται στο ίδιο πλαίσιο με τη μηχανή κατάστασης που την καλεί.

Στη γενική περίπτωση, μπορούμε να εισαχθούμε σε μία μηχανή κατάστασης από οποιαδήποτε από τις υποκαταστάσεις της ή μέσω της εξ ορισμού (αρχικής) ψευδοκατάστασης. Παρόμοια, μπορούμε να εξέλθουμε από οποιαδήποτε υποκατάσταση ή ως αποτέλεσμα του ότι η μηχανή κατάστασης έχει φτάσει στην τελική της κατάσταση ή από μία «κληρονομημένη» ή «ομαδική» μετάβαση που εφαρμόζεται σε όλες τις υποκαταστάσεις της υπομηχανής.

Οι μη εξ ορισμού εισόδοι και έξοδοι καθορίζονται μέσω ειδικών καταστάσεων stubs.

11.9.2. Συμβολισμός

Η υπομηχανή κατάστασης παρουσιάζεται ως κανονικά κατάσταση με την κατάλληλη δήλωση “include” μέσα στο τμήμα των εσωτερικών της μεταβάσεων. Η έκφραση που ακολουθεί τη δεσμευμένη λέξη include είναι το όνομα της υπομηχανής που κλήθηκε.

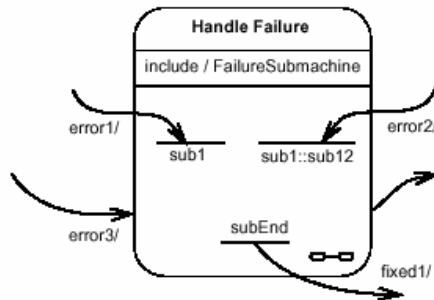
Εναλλακτικά, η υπομηχανή κατάστασης μπορεί να περιέχει μία ή περισσότερες καταστάσεις εισόδου stub και μία ή περισσότερες καταστάσεις εξόδου stub. Ο συμβολισμός για αυτές είναι παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται για τα stub άκρα μίας stubbed μετάβασης, με μόνη διαφορά ότι τα άκρα έχουν ετικέτες. Οι ετικέτες αναπαριστούν το όνομα των αντίστοιχων υποκαταστάσεων μέσα στην υπομηχανή που κλήθηκε. Αν η υποκατάσταση δεν έχει οριστεί στο ανώτερο επίπεδο της υπομηχανής που κλήθηκε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα όνομα διαδρομής. Φυσικά το όνομα αυτό πρέπει να είναι ένα έγκυρο όνομα για κατάσταση στην υπομηχανή που κλήθηκε.

Αν εισέλθουμε στην υπομηχανή μέσω της εξ ορισμού ψευδοκατάστασης της ή αν εξέλθουμε ως αποτέλεσμα της ολοκλήρωσης της υπομηχανής, δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί στις περιπτώσεις αυτές ο συμβολισμός stub. Ανάλογα, μία κατάσταση stub δεν είναι απαραίτητη αν η έξοδος συμβαίνει μέσω μίας «ομαδικής» μετάβασης που ξεκινά από το όριο της υπομηχανής κατάστασης (με την έννοια ότι εφαρμόζεται σε όλες τις υποκαταστάσεις της υπομηχανής).

Οι καταστάσεις της υπομηχανής που καλούνται από την ίδια υπομηχανή μπορούν να λαμβάνουν χώρα πολλές φορές στο ίδιο διάγραμμα καταστάσεων με διαφορετικές εισόδους και εξόδους και με διαφορετικές εσωτερικές μεταβάσεις και προδιαγραφές δράσεις εισόδου και εξόδου σε κάθε περίπτωση.

11.9.3. Παράδειγμα

Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει ένα τμήμα από ένα διάγραμμα καταστάσεων στο οποίο καλείται μία υπομηχανή (η FailureSubmachine) με ένα συγκεκριμένο τρόπο. Η πραγματική υπομηχανή προφανώς ορίζεται σε άλλο σημείο και δεν παρουσιάζεται στο διάγραμμα. Σημειώστε ότι η ίδια υπομηχανή μπορεί να κληθεί και αλλού στο ίδιο διάγραμμα κατάστασης με διαφορετικές εισόδους και εξόδους.



Σχήμα 53: Υπομηχανή κατάστασης.

Στο πιο πάνω παράδειγμα, η μετάβαση που προκαλείται από το συμβάν “error1” θα τερματιστεί στην κατάσταση “sub1” της μηχανής κατάστασης FailureSubmachine. Εφόσον το σημείο εισόδου δεν περιέχει ένα όνομα διαδρομής, σημαίνει ότι η “sub1” ορίζεται στο ανώτερο επίπεδο της υπομηχανής. Αντίθετα, η μετάβαση που προκαλείται από το συμβάν “error2” θα τερματίσει στην υποκατάσταση “sub12” της υποκατάστασης “sub1” (όπως προκύπτει από το όνομα διαδρομής), ενώ η μετάβαση “error3” υποδηλώνει ότι ακολουθεί την εξ ορισμού μετάβαση της FailureSubmachine.

Η μετάβαση που προκαλείται από το συμβάν “fixed” ξεκινά από την υποκατάσταση “subEnd” της υπομηχανής. Τέλος η μετάβαση που ξεκινά από το άκρο της υπομηχανής κατάστασης λαμβάνεται ως το αποτέλεσμα του συμβάντος ολοκλήρωσης που γεννάται όταν η FailureSubmachine φτάσει στην τελική της κατάσταση.

11.10. Καταστάσεις συγχρονισμού – Synch states

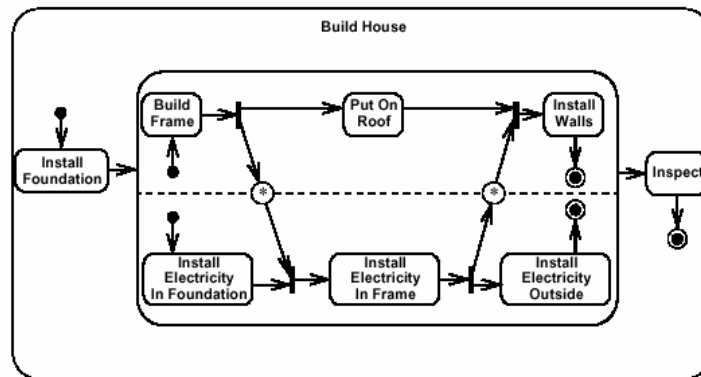
11.10.1. Σημασιολογία

Μία κατάσταση συγχρονισμού χρησιμοποιείται για να συγχρονίζονται οι συντρέχουσες περιοχές μία μηχανής καταστάσεων. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με fork και join για να επιβεβαιωθούμε ότι μία περιοχή αφήνει μία συγκεκριμένη κατάσταση ή καταστάσεις πριν εισέλθει σε αυτή ή αυτές άλλη περιοχή. Η πυροδότηση των επόμενων μεταβάσεων από μία κατάσταση συγχρονισμού μπορεί να περιοριστεί ορίζοντας ένα φράγμα που βασίζεται στη διαφορά του πλήθους των εισερχόμενων και των εξερχόμενων καταστάσεων που έχουν πυροδοτηθεί.

11.10.2. Συμβολισμός

Μία κατάσταση συμβολισμού παρουσιάζεται ως ένας μικρός κύκλος που περιέχει το άνω φράγμα. Το φράγμα μπορεί να είναι είτε ένας θετικός ακέραιος είτε ένα αστέρι (*) για απεριόριστο άνω φράγμα. Οι καταστάσεις συγχρονισμού σχεδιάζονται πάνω στο όριο ανάμεσα στις δύο περιοχές εφόσον αυτό είναι δυνατό.

11.10.3. Παράδειγμα



Σχήμα 54: Καταστάσεις συγχρονισμού.

12. Διαγράμματα δραστηριότητας – Activity diagrams

12.1. Διάγραμμα δραστηριότητας – Activity diagram

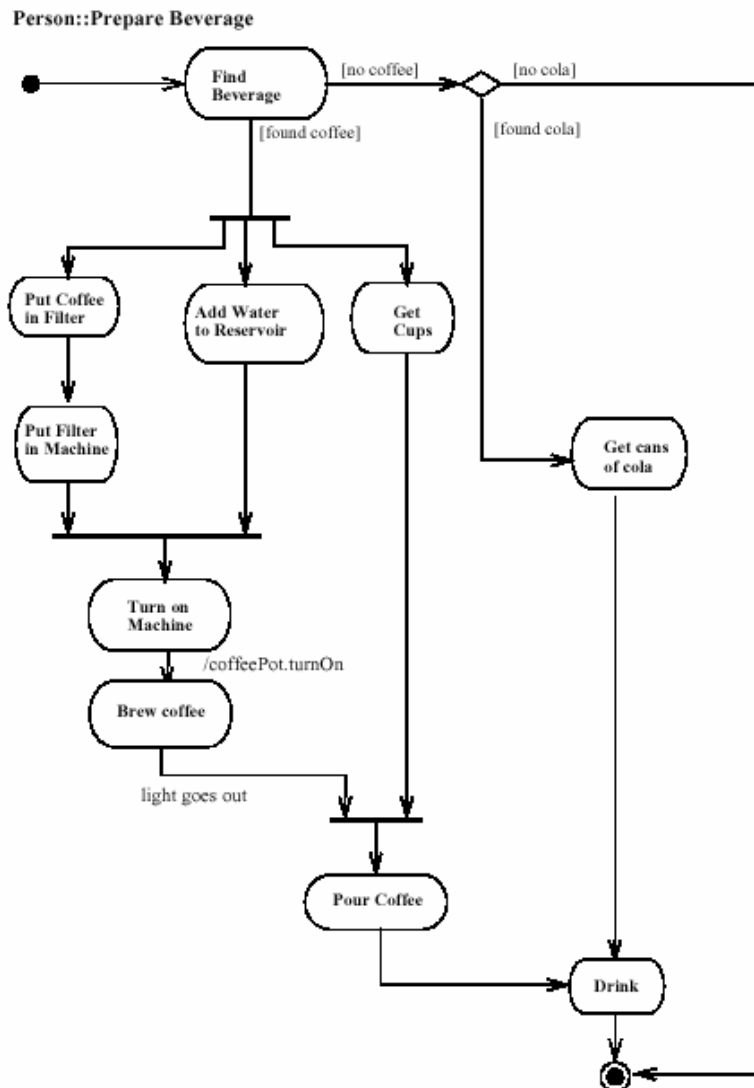
12.1.1. Σημασιολογία

Ένας γράφος δραστηριοτήτων είναι μία παραλλαγή της μηχανής κατάστασης στην οποία οι καταστάσεις αναπαριστούν την εκτέλεση των δράσεων ή των υποδραστηριοτήτων και οι μεταβάσεις προκαλούνται από την ολοκλήρωση των δράσεων ή των υποδραστηριοτήτων. Αναπαριστά μία κατάσταση μηχανής της ίδιας της διαδικασίας.

12.1.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα δραστηριότητας είναι μία ειδική κατάσταση ενός διαγράμματος κατάστασης στο οποίο όλες (ή τουλάχιστον οι περισσότερες) από τις μεταβάσεις προκαλούνται από την ολοκλήρωση των δράσεων ή των υποδραστηριοτήτων των πηγαίων καταστάσεων. Το διάγραμμα δραστηριότητας προσκολλάται (μέσω του μοντέλου) σε μία κλάση, όπως μία περίπτωση χρήσης, ή σε ένα πακέτο ή στην υλοποίηση μίας πράξης. Σκοπός του διαγράμματος αυτού είναι να εστιάσει σε ροές που προκαλούνται από την εσωτερική επεξεργασία (σε αντιδιαστολή με τα εξωτερικά συμβάντα). Χρησιμοποιούμε διαγράμματα δραστηριότητας σε περιπτώσεις όπου όλα ή τα περισσότερα από τα συμβάντα αναπαριστούν την ολοκλήρωση εσωτερικά παραγόμενων δράσεων (δηλαδή, τη διαδικαστική ροή ελέγχου). Χρησιμοποιούμε απλά διαγράμματα καταστάσεων σε περιπτώσεις που συμβαίνουν ασύγχρονα συμβάντα.

12.1.3. Παράδειγμα



Σχήμα 55: Διάγραμμα δραστηριότητας.

12.2. Κατάσταση δράσης – Action state

12.2.1. Σημασιολογία

Μία *κατάσταση δράσης* είναι μία σύντημηση για μία κατάσταση με μία δράση εισόδου και τουλάχιστον μία εξερχόμενη μετάβαση η οποία περιλαμβάνει το εννοούμενο συμβάν της ολοκλήρωσης της δράσης εισόδου (μπορούν να υπάρχουν πολλές τέτοιες μεταβάσεις αν έχουν συνθήκες φύλακες). Οι καταστάσεις δράσης δε θα πρέπει να έχουν εσωτερικές μεταβάσεις ή εξερχόμενες μεταβάσεις που βασίζονται σε ρητά συμβάντα, για τις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν απλές καταστάσεις. Η συνήθης χρήση μίας κατάστασης δράσης είναι για να μοντελοποιηθεί ένα βήμα στην εκτέλεση ενός αλγορίθμου (μίας διαδικασίας) ή μία διαδικασία ροής εργασίας.

12.2.2. Συμβολισμός

Μία κατάσταση δράσης παρουσιάζεται ως ένα σχήμα με το πάνω και το κάτω μέρος του να είναι ευθεία, ενώ οι δύο πλευρές του είναι κυρτά τόξα. Μέσα στο σύμβολο υπάρχει μία *έκφραση-δράσης*. Η έκφραση δράσης δε χρειάζεται να είναι μοναδική μέσα στο διάγραμμα.

Οι μεταβάσεις που φεύγουν από μία κατάσταση δράσης δε θα πρέπει να περιέχουν μία υπογραφή συμβάντος. Οι μεταβάσεις αυτές προκαλούνται έμμεσα από την ολοκλήρωση της δράσης της κατάστασης. Οι μεταβάσεις μπορούν να περιέχουν συνθήκες φύλακες και δράσεις.

12.2.3. Παράδειγμα



Σχήμα 56: Καταστάσεις δράσης.

12.3. Κατάσταση υποδραστηριότητας – Subactivity state

12.3.1. Σημασιολογία

Μία κατάσταση υποδραστηριότητας ενεργοποιεί ένα γράφο δραστηριοτήτων. Όταν εισερχόμαστε σε μία κατάσταση υποδραστηριότητας, εκτελείται ο ένθετος γράφος δραστηριοτήτων, όπως θα συνέβαινε με οποιονδήποτε γράφο δραστηριοτήτων. Δεν εξερχόμαστε από μία κατάσταση υποδραστηριότητας αν δεν έχουμε φτάσει στην τελική κατάσταση του ένθετου γράφου ή αν δεν προκληθούν τα αντίστοιχα συμβάντα στις μεταβάσεις που εξέρχονται από την κατάσταση υποδραστηριότητας.

12.3.2. Συμβολισμός

Μία κατάσταση υποδραστηριότητα παρουσιάζεται με τον ίδιο τρόπο με μία κατάσταση δράσης, με τη διαφορά ότι στην κάτω δεξιά γωνία πρέπει να υπάρχει ένα εικονίδιο που να απεικονίζει ένα ένθετο διάγραμμα κατάστασης. Το όνομα της υποδραστηριότητας παρουσιάζεται μέσα στο σύμβολο. Μία υποδραστηριότητα δεν απαιτείται να είναι μοναδική μέσα στο διάγραμμα. Ο τρόπος αυτός εφαρμόζεται σε όλες τις δομές της UML που υποστηρίζουν ένθετη δόμηση. Το εικονίδιο μπορεί να δηλώνει το είδος της ένθετης δομής.

12.3.3. Παράδειγμα



Σχήμα 57: Καταστάσεις υποδραστηριότητας.

12.4. Αποφάσεις – Decisions

12.4.1. Σημασιολογία

Ένα διάγραμμα κατάστασης (και κατ' επέκταση ένα διάγραμμα δραστηριότητας) εκφράζει μία απόφαση όταν χρησιμοποιούνται συνθήκες φύλακες για να δηλώσουν διαφορετικές πιθανές μεταβάσεις που εξαρτώνται από λογικές συνθήκες του αντικειμένου ιδιοκτήτη. Η UML παρέχει μία σύντημη για να δείχνει τις αποφάσεις και να τις ενώνει τις ξεχωριστές διαδρομές μαζί.

12.4.2. Συμβολισμός

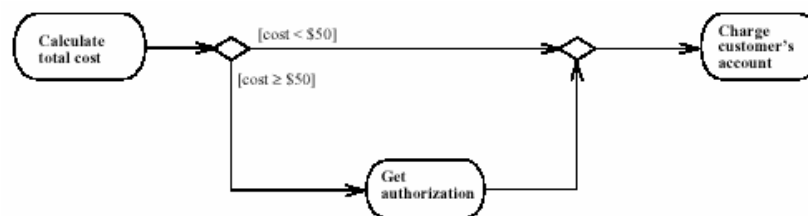
Μία απόφαση μπορεί να παρουσιαστεί τοποθετώντας ετικέτες σε πολλές εξερχόμενες μεταβάσεις μίας δράσης με διαφορετικές συνθήκες φύλακες.

Το εικονίδιο που παρέχεται για την απόφαση είναι ο παραδοσιακός ρόμβος, με ένα εισερχόμενο βέλος και δύο ή περισσότερα εξερχόμενα, κάθε ένα από τα οποία έχει ως ετικέτα μία συνθήκη φύλακα χωρίς trigger ενός συμβάντος. Θα πρέπει όλα τα πιθανά αποτελέσματα να εμφανίζονται σε μία από τις εξερχόμενες μεταβάσεις. Μπορεί να οριστεί ένας προκαθορισμένος φύλακας [else] σε πολύ μία από τις εξερχόμενες μεταβάσεις. Η μετάβαση αυτή ενεργοποιείται αν όλοι οι φύλακες των άλλων μεταβάσεων είναι ψευδείς.

Το ίδιο εικονίδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενώσει ξανά κλάδους αποφάσεων, οπότε καλείται ένωση. Μία ένωση έχει δύο ή περισσότερα εισερχόμενα βέλη και ένα εξερχόμενο.

Σημειώστε ότι η αλυσίδα των αποφάσεων μπορεί να είναι μέρος μίας σύνθετης μετάβασης, αλλά μόνο το πρώτο τμήμα σε μία παρόμοια αλυσίδα μπορεί να περιέχει μία ετικέτα με trigger συμβάντος. Όλα τα τμήματα μπορούν να έχουν εκφράσεις φύλακες. Η μετάβαση που προέρχεται από μία ένωση δεν μπορεί να έχει trigger συμβάντος ή έκφραση φύλακα.

12.4.3. Παράδειγμα



Σχήμα 58: Απόφαση και ένωση.

12.5. Swimlanes¹

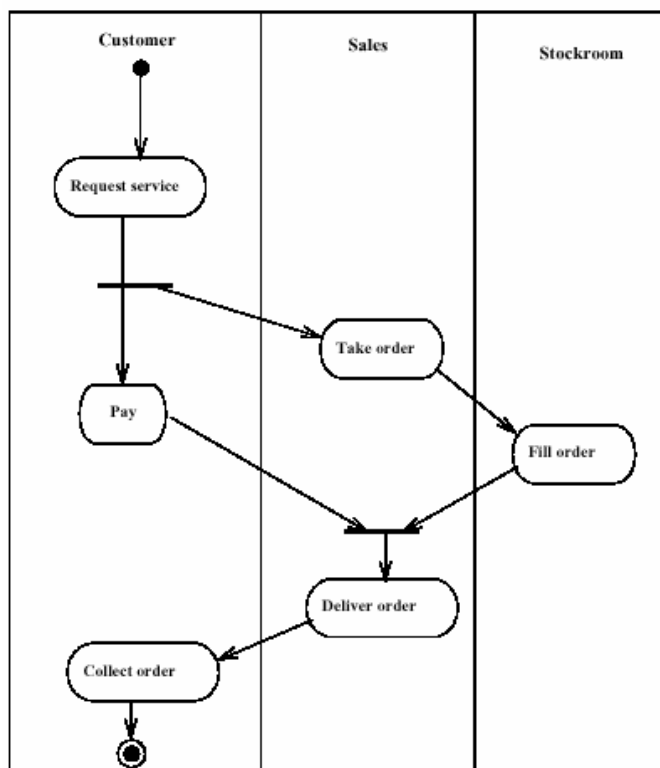
12.5.1. Σημασιολογία

Οι πράξεις και οι υποδραστηριότητες μπορούν να οργανωθούν σε *swimlanes*. Οι *swimlanes* χρησιμοποιούνται για να οργανώσουν την ευθυνότητα για δράσεις και υποδραστηριότητες ανάλογα με την κλάση. Συχνά αντιστοιχούν σε οργανωτικές μονάδες στο εταιρικό μοντέλο.

12.5.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα δραστηριότητας μπορεί να διαχωριστεί οπτικά σε “swimlanes”, κάθε μία από τις οποίες είναι διαχωρισμένη από τις διπλάνες της με κάθετες γραμμές και από τις δύο πλευρές. Κάθε swimlane αναπαριστά αρμοδιότητα για μέρος της ολικής δραστηριότητας και μπορεί τελικά να υλοποιηθεί με ένα ή περισσότερα αντικείμενα. Η σχετική σειρά των swimlanes δεν έχει σημασιολογική σημασία, αλλά μπορεί να δηλώνει κάποια συνάφεια. Κάθε δράση ανήκει σε μία μόνο swimlane. Οι μεταβάσεις μπορούν να διασταυρώνονται με τις γραμμές. Δεν υπάρχει σημασία στη δρομολόγηση της διαδρομής των μεταβάσεων.

12.5.3. Παράδειγμα



Σχήμα 59: Swimlanes στο διάγραμμα δραστηριότητας.

¹ Κατά λέξη η διαδρομή σε μία πισίνα.

13. Διαγράμματα υλοποίησης – Implementation diagrams

Τα διαγράμματα υλοποίησης παρουσιάζουν όψεις της υλοποίησης, συμπεριλαμβανομένης της δομής του κώδικα και της δομής της υλοποίησης. Υπάρχουν δύο μορφές τους: (1) τα διαγράμματα συνιστώσων παρουσιάζουν τη δομή του ίδιου του κώδικα και (2) τα διαγράμματα deployment παρουσιάζουν τη δομή του συστήματος που θα εκτελεστεί. Επίσης μπορούν να εφαρμοστούν με πιο ευρεία έννοια στη μοντελοποίηση μίας εταιρίας όπου «κώδικας» είναι οι διαδικασίες της εταιρίας και τα κείμενά της και η «δομή του συστήματος που θα εκτελεστεί» είναι οι οργανωτικές δομές και οι πόροι (ανθρώπινοι και άλλοι) της εταιρίας.

13.1. Διάγραμμα συνιστώσας – Component diagram

13.1.1. Σημασιολογία

Ένα διάγραμμα συνιστώσας παρουσιάζει τις εξαρτήσεις ανάμεσα στις συνιστώσες λογισμικού, συμπεριλαμβανομένων των συνιστωσών πηγαίου κώδικα, συνιστωσών δυαδικού κώδικα και εκτελέσιμων συνιστωσών. Για μία εταιρία, οι συνιστώσες «λογισμικού» είναι με την ευρεία έννοια οι διαδικασίες της εταιρίας και τα κείμενα. Ένα τμήμα λογισμικού μπορεί να αναπαρασταθεί με ένα στερεότυπο συνιστώσας. Ορισμένες συνιστώσες υπάρχουν κατά το χρόνο μεταγλώττισης, ορισμένες κατά το χρόνο σύνδεσης, ορισμένες κατά την εκτέλεση, ενώ άλλες μπορούν να υπάρχουν σε περισσότερους από έναν χρόνους. Μία συνιστώσα μόνο μεταγλώττισης είναι μία συνιστώσα που έχει νόημα μόνο κατά το χρόνο της μεταγλώττισης. Μία συνιστώσα εκτέλεσης στην περίπτωση αυτή θα μπορούσε να είναι ένα εκτελέσιμο πρόγραμμα.

Ένα διάγραμμα συνιστώσας έχει μόνο μορφή τύπου και όχι μορφή στιγμιοτύπων. Για να παρουσιαστούν στιγμιότυπα συνιστωσών χρησιμοποιείται το διάγραμμα deployment (ίσως εκφυλισμένο χωρίς κόμβους).

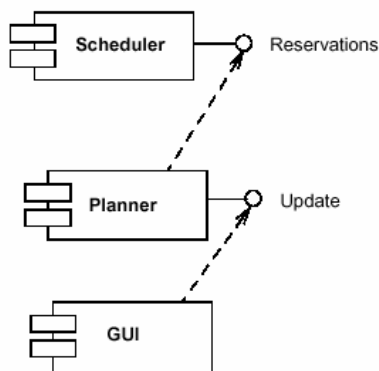
13.1.2. Συμβολισμός

Ένα διάγραμμα συνιστωσών είναι ένα γράφο συνιστωσών που συνδέεται με σχέσεις εξάρτησης. Οι συνιστώσες μπορούν επίσης να συνδέονται με συνιστώσες με φυσική συμπερίληψη η οποία αναπαριστά σχέσης σύνθεσης.

Ένα διάγραμμα που περιέχει τύπους συνιστωσών και τύπους κόμβων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρουσιάσει στατικές εξαρτήσεις, όπως οι εξαρτήσεις μεταγλώττισης ανάμεσα στα προγράμματα, οι οποίες παρουσιάζονται ως διακεκομμένα βέλη (εξαρτήσεις) από τη συνιστώσα του εξυπηρετούμενου στη συνιστώσα του παροχέα από την οποία με κάποιον τρόπο εξαρτάται. Τα είδη των εξαρτήσεων εξαρτώνται από την υλοποίηση και μπορούν να παρουσιαστούν ως στερεότυπα των εξαρτήσεων.

Όπως ένας classifier, μία συνιστώσα μπορεί να έχει πράξεις και να υλοποιεί διασυνδέσεις. Το διάγραμμα μπορεί να παρουσιάζει τις διασυνδέσεις αυτές και τις εξαρτήσεις κλήσης ανάμεσα στις συνιστώσες, χρησιμοποιώντας διακεκομμένες γραμμές από τις συνιστώσες στις διασυνδέσεις άλλων συνιστωσών.

13.1.3. Παράδειγμα



Σχήμα 60: Διάγραμμα συνιστώσας.

13.2. Διάγραμμα deployment – Deployment diagram

13.2.1. Σημασιολογία

Τα διαγράμματα deployment παρουσιάζουν τη σύνθεση των επεξεργαστικών στοιχείων κατά το χρόνο εκτέλεσης και τις συνιστώσες λογισμικού, τις διεργασίες και τα αντικείμενα που ζουν πάνω από αυτά. Τα στιγμιότυπα των συνιστωσών λογισμικού αναπαριστούν εμφανίσεις των μονάδων του κώδικα κατά το χρόνο εκτέλεσης. Οι συνιστώσες που δεν υφίστανται ως οντότητες του χρόνου εκτέλεσης (γιατί έφυγαν λόγω της μεταγλώττισης) δεν εμφανίζονται σε αυτά τα διαγράμματα και θα πρέπει να εμφανίζονται στα διαγράμματα συνιστωσών.

Για μοντελοποίηση εταιριών, τα επεξεργαστικά στοιχεία του χρόνου εκτέλεσης περιλαμβάνουν εργάτες και οργανωτικές μονάδες, ενώ οι συνιστώσες λογισμικού περιλαμβάνουν διαδικασίες και κείμενα που χρησιμοποιούνται από τους εργάτες και τις οργανωτικές μονάδες.

13.2.2. Συμβολισμός

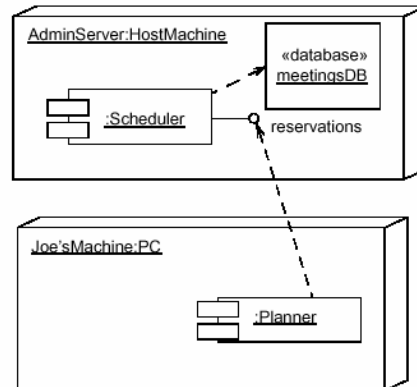
Ένα διάγραμμα deployment είναι ένας γράφος κόμβων οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με συσχετίσεις επικοινωνίας. Οι κόμβοι μπορούν να περιέχουν στιγμιότυπα συνιστωσών. Αυτό δηλώνει ότι οι συνιστώσες ζουν ή εκτελούνται στον κόμβο. Οι συνιστώσες μπορούν να περιέχουν αντικείμενα, αυτό δηλώνει ότι το αντικείμενο βρίσκεται μέσα στη συνιστώσα. Οι συνιστώσες είναι συνδεδεμένες με άλλες συνιστώσες με εξαρτήσεις διακεκομμένων βελών (πιθανά μέσω διασυνδέσεων). Αυτό δηλώνει ότι μία συνιστώσα χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες άλλων συνιστωσών. Εφόσον χρειάζεται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα στιγμιότυπο για να δηλώσει την ακριβή εξάρτηση.

Το διάγραμμα deployment μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να δείξει ποιες συνιστώσες μπορούν να βρίσκονται σε ποιους κόμβους, χρησιμοποιώντας διακεκομμένα βέλη με το στερεότυπο «support» από το σύμβολο της συνιστώσας στο σύμβολο του κόμβου ή γραφικά εμφανίζοντας το σύμβολο της συνιστώσας ένθετο στο σύμβολο του κόμβου.

Η μετανάστευση των στιγμιότυπων των συνιστωσών από έναν κόμβο σε έναν άλλον ή των αντικειμένων από ένα στιγμιότυπο συνιστώσας σε ένα άλλο, μπορεί να φανεί με το στερεότυπο «become» στη σχέση εξάρτησης. Στην περίπτωση αυτή το στιγμιότυπο της συνιστώσας ή το αντικείμενο βρίσκεται στο στιγμιότυπο του κόμβου ή στο στιγμιότυπο της συνιστώσας μόνο για ένα μέρος του όλου χρόνου.

Σημειώστε ότι οι διαδικασίες είναι ένα ειδικό είδος των αντικειμένων.

13.2.3. Παράδειγμα



Σχήμα 61: Κόμβοι.

13.3. Κόμβος – Node

13.3.1. Σημασιολογία

Ένας κόμβος είναι ένα φυσικό αντικείμενο που γενικά αναπαριστά έναν πόρο επεξεργασίας, ο οποίος έχει τουλάχιστον μνήμη και συχνά και δυνατότητα επεξεργασίας. Οι κόμβοι περιλαμβάνουν τις συσκευές υπολογισμού αλλά και ανθρώπινους πόρους ή πόρους μηχανικής επεξεργασίας. Οι κόμβοι μπορούν να αναπαρασταθούν ως τύποι και ως στιγμιότυπα. Τα υπολογιστικά στιγμιότυπα του χρόνου εκτέλεσης, τόσο στιγμιότυπα συνιστωσών, όσο και στιγμιότυπα αντικειμένων, μπορούν να βρίσκονται σε στιγμιότυπα κόμβων.

13.3.2. Συμβολισμός

Ένας κόμβος παρουσιάζεται ως ένα σχήμα που μοιάζει με την τρισδιάστατη όψη ενός κύβου. Ο τύπος ενός κόμβου έχει το όνομα τύπου:

τύπος-κόμβου

Ένα στιγμιότυπο κόμβου έχει όνομα και όνομα τύπου. Ο κόμβος μπορεί αν έχει υπογραμμισμένο το όνομά του και το όνομα μπορεί να βρίσκεται μέσα ή κάτω από τον κόμβο. Το όνομα έχει τη σύνταξη:

όνομα ':' τύπος-κόμβου

Το όνομα είναι το όνομα ενός οποιουδήποτε κόμβου (εφόσον υπάρχει). Ο τύπος-κόμβου λέει τι είδους είναι ο κόμβος. Οποιοδήποτε ή και τα δύο στοιχεία είναι προαιρετικά. Αν παραληφθεί ο τύπος του κόμβου, μπορεί να παραληφθεί η άνω-κάτω τελεία.

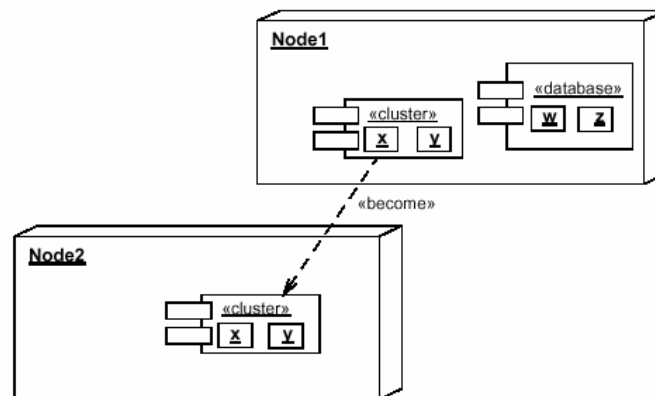
Τα διακεκομμένα βέλη με τη λέξη κλειδί «support» παρουσιάζουν τη δυνατότητα ενός τύπου κόμβου να υποστηρίζει έναν τύπο συνιστώσας. Εναλλακτικά, αυτό μπορεί να φανεί με ένθεση των συμβόλων της συνιστώσας στο σύμβολο του κόμβου.

Στιγμιότυπα συνιστωσών και αντικείμενα μπορούν να περιέχονται μέσα σε σύμβολα στιγμιότυπων κόμβων. Αυτό δηλώνει ότι τα στοιχεία βρίσκονται στα στιγμιότυπα των κόμβων.

Οι κόμβοι μπορεί να είναι συνδεδεμένοι με συσχετίσεις με άλλους κόμβους. Μία συσχέτιση ανάμεσα σε κόμβους δηλώνει μία διαδρομή επικοινωνίας ανάμεσα στους κόμβους. Η συσχέτιση μπορεί να έχει ένα στερεότυπο που να δηλώνει το είδος της διαδρομής επικοινωνίας (για παράδειγμα, το είδος του καναλιού ή του δικτύου).

13.3.3. Παράδειγμα

Το παρόν παράδειγμα δείχνει δύο κόμβους που περιέχουν μία συνιστώσα (cluster) η οποία μεταναστεύει από ένα κόμβο σε άλλον και μία συνιστώσα (βάση δεδομένων) που παραμένει στη θέση της.



Σχήμα 62: Χρήση του κόμβου για να διατηρεί τις συνιστώσες.

13.4. Συνιστώσα – Component

13.4.1. Σημασιολογία

Ένας τύπος συνιστώσας αναπαριστά ένα τμήμα της υλοποίησης του συστήματος το οποίο έχει τη δυνατότητα να κατανεμηθεί, συμπεριλαμβανομένου του κώδικα λογισμικού (πηγαίου, δυαδικού ή εκτελέσιμου), αλλά και εταιρικών κειμένων κλπ. σε ένα ανθρώπινο σύστημα. Οι συνιστώσες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρουσιάσουν εξαρτήσεις, όπως εξαρτήσεις μεταγλώττισης ή χρόνου εκτέλεσης ή πληροφοριακές εξαρτήσεις σε έναν οργανισμό ανθρώπων. Ένα στιγμιότυπο συνιστώσας αναπαριστά μία μονάδα υλοποίησης σε χρόνο εκτέλεσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει τις μονάδες υλοποίησης που έχουν ταυτότητα κατά το χρόνο εκτέλεσης, συμπεριλαμβανομένης της θέσης τους στους κόμβους.

13.4.2. Συμβολισμός

Μία συνιστώσα αναπαριστάται με ένα ορθογώνιο με δύο μικρά ορθογώνια να προεξέχουν στη μία του πλευρά. Ένας τύπος συνιστώσας έχει όνομα τύπου:

τύπος-συνιστώσας

Ένα στιγμιότυπο συνιστώσας έχει όνομα και τύπο. Το όνομα μίας συνιστώσας και ο τύπος του μπορούν να εμφανιστούν υπογραμμισμένα είτε μέσα στο σύμβολο της συνιστώσας είτε πάνω ή κάτω από αυτό, με τη σύνταξη:

όνομα-συνιστώσας ':' τύπος-συνιστώσας

Κάθε ένα ή και τα δύο στοιχεία είναι προαιρετικά. Αν παραληφθεί ο τύπος-συνιστώσας, το ίδιο θα πρέπει να συμβεί και με την άνω-κάτω τελεία.

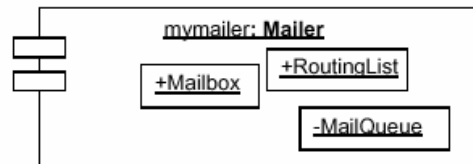
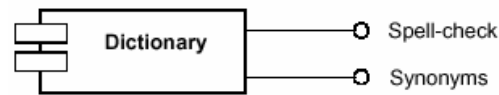
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία ιδιότητα για να δηλώσει τη φάση του κύκλου ζωής που περιγράφει η συνιστώσα (πηγαίος, δυαδικός, εκτελέσιμος ή περισσότερα από αυτά). Οι συνιστώσες (συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων, των DLLs, των εικόνων που συνδέονται κατά το χρόνο εκτέλεσης κλπ) μπορούν να βρίσκονται σε κόμβους.

Τα αντικείμενα που βρίσκονται σε ένα στιγμιότυπο συνιστώσας (δηλαδή που υλοποιούνται από αυτό) παρουσιάζονται ένθετα μέσα στο σύμβολο του στιγμιότυπου της συνιστώσας. Κατ' αναλογία, οι κλάσεις που υλοποιούνται από μία συνιστώσα μπορούν να παρουσιαστούν ως ένθετες μέσα σε αυτή, αυτό δηλώνει υλοποίηση και όχι ιδιοκτησία.

Τα στοιχεία που βρίσκονται μέσα (δηλαδή υλοποιούνται από) σε μία συνιστώσα παρουσιάζονται ένθετα μέσα στο σύμβολο της συνιστώσας. Μπορεί να παρουσιάζεται η ορατότητα του στοιχείου σε άλλες συνιστώσες με τον ίδιο συμβολισμό με τα περιεχόμενα του πακέτου (τοποθετώντας το σύμβολο της ορατότητας πριν το όνομα του πακέτου). Η έννοια της ορατότητας εξαρτάται από τη φύση της συνιστώσας. Για μία συνιστώσα πηγαίας γλώσσας (όπως ο κώδικας ενός προγράμματος), θα πρέπει να ελέγχεται η προσπελασιμότητα των δομών της πηγαίας γλώσσας. Για μία συνιστώσα κώδικα χρόνου εκτέλεσης (όπως εκτελέσιμος κώδικας), θα πρέπει να ελέγχει τη δυνατότητα του κώδικα που βρίσκεται σε άλλες συνιστώσες να καλεί ή να προσπελαύνει με άλλο τρόπο τον κώδικα στην παρούσα συνιστώσα.

13.4.3. Παράδειγμα

Το παράδειγμα δείχνει μία συνιστώσα με διασυνδέσεις και επίσης μία συνιστώσα που περιέχει αντικείμενα κατά το χρόνο εκτέλεσης.



Σχήμα 63:Συνιστώσες.

14. Βιβλιογραφία

- [1] OMG Unified Language Specification, version 1.3, June 1999, διαθέσιμο από <http://www.omg.org/>