ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΜΒΕΛΕΙΑ ΟΝΟΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Μάνος Γ. Θεοδωράκης

Μεταπτυχιακή Εργασία

Ηράκλειο, Κρήτη
Σεπτέμβριος 1995

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΜΒΕΛΕΙΑ ΟΝΟΜΑΤΟΣ ΣΕ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Εργασία που υποβλήθηκε
ως μερική απαίτηση για την απόκτηση του
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
Σεπτέμβριος 1995

Συγγραφέας:

Μάνος Γ. Θεοδωράκης
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Εισηγητική Επιτροπή:

Πάνος Κωνσταντόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επόπτης

Χρήστος Νικολάου, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος

Γιώργος Γεωργακόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Δεκτή:

Πάνος Κωνσταντόπουλος
Πρόεδρος Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών

Εμβέλεια Ονόματος σε Σημασιολογικά Μοντέλα Δεδομένων

Μάνος Γ. Θεοδωράκης

Μεταπτυχιακή Εργασία

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όλα τα εννοιολογικά μοντέλα δεδομένων προσπαθούν να προσεγγίσουν σε υψηλό βαθμό τον ανθρώπινο τρόπο σκέψης και επικοινωνίας, ώστε να γίνουν πιο εύχρηστα και κατανοητά. Στον τομέα της ονοματοδοσίας, ο άνθρωπος συνηθίζει να τοποθετεί τις έννοιες (τα ονόματα των εννοιών) μέσα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον (context) για να αποκτήσουν συγκεκριμένο νόημα. Το περιβάλλον αυτό είναι η εμβέλεια κάθε ονόματος. Η εργασία αυτή εισάγει και αναλύει την έννοια της *εμβέλεια ονόματος* (*name scope*) στα σημασιολογικά δίκτυα, και ειδικότερα σε εκείνα που περιγράφονται στη γλώσσα Telos.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η σχεδίαση ενός μηχανισμού, ικανού να τοποθετεί οντότητες στην εμβέλεια άλλων οντοτήτων. Δηλαδή, οι οντότητες και τα ονόματά τους να προσδιορίζονται μοναδικά από άλλες οντότητες, χρησιμοποιώντας ένα μηχανισμό που καλείται *μηχανισμός εμβέλειας ονόματος*.

Το σημασιολογικό δίκτυο, που περιγράφεται σε γλώσσα Telos, αποτελείται από δύο είδη οντοτήτων: οντότητες, που είναι *κόμβοι* στο δίκτυο, και οντότητες, που είναι *σύνδεσμοι* μεταξύ κόμβων ή μεταξύ συνδέσμων και κόμβων. Κάθε οντότητα διακρίνεται μέσω της ταυτότητάς της, η οποία μπορεί να είναι: *χρονική*, *παράστασης*, *τοπική* και/ή *καθολική*. Στην Telos κάθε οντότητα έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό οντότητας, όπως συναντάται στα οντοκεντρικά μοντέλα βάσεων δεδομένων, το οποίο της εκχωρείται από το σύστημα. Το αναγνωριστικό αυτό αποτελεί την *καθολική* ταυτότητα της οντότητας και χρησιμοποιείται από το σύστημα για πράξεις πάνω στην οντότητα αυτή. Κάθε οντότητα, επίσης, έχει ένα *ατομικό όνομα* που της προσδίδεται από τον χρήστη και είναι μια μορφή *τοπικής ταυτότητας* για την οντότητα. Οι χρήστες του συστήματος προσδιορίζουν τις οντότητες χρησιμοποιώντας *λογικά ονόματα*, τα οποία είναι ένας συνδυασμός ατομικών ονομάτων και αποτελούν μια μορφή *καθολικής* ή *τοπικής* ταυτότητας (ανάλογα αν προσδιορίζουν μοναδικά ή όχι την οντότητα, στην οποία αναφέρονται). Οι οντότητες που είναι κόμβοι

έχουν ατομικά ονόματα, που είναι μοναδικά σε ολόκληρη τη βάση, ενώ οι οντότητες που είναι σύνδεσμοι είναι δυνατόν να έχουν ίδια ατομικά ονόματα αρκεί να ξεκινούν από διαφορετικές οντότητες.

Με το *μηχανισμό εμβέλειας ονόματος* δίνεται η δυνατότητα σε μια οντότητα-κόμβο να υπάγεται στην εμβέλεια μιας άλλης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οντότητες-κόμβοι να επιτρέπεται να έχουν τα ίδια ατομικά ονόματα, αρκεί να βρίσκονται στην εμβέλεια διαφορετικών οντοτήτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το λογικό όνομα της οντότητας παράγεται αυτόματα από το ατομικό όνομά της και το ατομικό όνομα της οντότητας, στην εμβέλεια της οποίας βρίσκεται. Έτσι είναι φανερός στο χρήστη ο τρόπος, με τον οποίο μια οντότητα παίρνει όνομα, και δίνεται η δυνατότητα στον ίδιο να τον ορίσει, κάνοντας χρήση των *κανόνων εμβέλειας*. *Κανόνες εμβέλειας* είναι οι κανόνες με τους οποίους ορίζεται η εμβέλεια μιας οντότητας.

Στη γλώσσα Telos ορίζονται τρία είδη μηχανισμών εμβέλειας: *ταξινόμησης*, *γενίκευσης* και *απόδοσης γνωρίσματος*, που προκύπτουν από τους αντίστοιχους μηχανισμούς παράστασης δεδομένων. Σύμφωνα με τους μηχανισμούς *ταξινόμησης* και *γενίκευσης*, μια οντότητα μπορεί να βρίσκεται στην εμβέλεια μιας και μόνο *κλάσης* της ή *υπερκλάσης* της, αντίστοιχα. Ο μηχανισμός εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος διαφέρει λόγω του ότι οι σχέσεις απόδοσης γνωρίσματος έχουν την ιδιομορφία να είναι οντότητες. Σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό, μια οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια μιας και μόνον άλλης μέσω μιας και μόνον *κατηγορίας/κλάσης γνωρισμάτων*.

Τέλος, διατυπώνονται προτάσεις για την υλοποίηση του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* στην Telos.

Επόπτης: Πάνος Κωνσταντόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής της Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Name Scope In Semantic Data Models

Manos G. Theodorakis

Master of Science Thesis

Department of Computer Science
University of Crete

ABSTRACT

Conceptual data models strive for a high degree of intuitiveness in order to be better used and understood by their human users. In naming, humans usually put concepts (the names of the concepts) into a specific context to convey a specific meaning. This context is the scope of every name. This thesis introduces and analyzes the *name scope* in semantic networks and especially in those described in the Telos language.

The purpose of this thesis is to design a mechanism that provides an object with the ability to be in the scope of other objects. This means that the objects and their names are identified uniquely by other objects using a mechanism, which is called *name scope mechanism*.

A semantic network described in Telos consists of two different kind of objects: objects that are *nodes* in the network, and objects that are *links* either between nodes or between links and nodes. Every object is distinguished by its identity, which can be: *temporal*, *representational*, *local* and/or *global*. In Telos, every object has a unique object identifier, which is assigned by the system. This is the *global* identity of the object and is used by the system. Additionally, every object has an *atomic name* given by the user. This name is the local identity of the object. Users determine objects using *logical names*, which are a combination of atomic names. Logical name is either the global or the local identity of the object depending on whether this name identifies this object uniquely or not. The nodes of a Telos semantic network have unique atomic names all over the network. Links are allowed to have the same atomic names if they originate from different objects.

A *name scope mechanism* provides an object-node with the ability to be in the scope of another object. According to this, object-nodes can have the same atomic names if they are in the scope of different objects. In such cases, the logical name of the object is automatically produced by the combination of its atomic name and the name of the object, in the scope of which this object belongs.

Three name scope mechanisms are defined for Telos: *classification*, *generalization* and *attribution*. According to the *classification* or *generalization* mechanism, an object is able to be in the scope of one and only one class or superclass of it, respectively. The attribution scope mechanism differs from the other two mechanisms because the links are objects. According to this mechanism, an object is able to be in the scope of one and only one other object via one and only one category (attribute class).

Finally, an implementation of the name scope mechanism is proposed.

Supervisor: Panos Constantopoulos
Associate Professor of Computer Science
University of Crete

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Πάνο Κωνσταντόπουλο, για τις πολύτιμες συμβουλές του, την καθοδήγηση και τη συμπαράστασή του όποτε είχα ανάγκη.

Καθοριστική για την πραγματοποίηση της εργασίας ήταν επίσης η συνεργασία με το δρ. Martin Dörr, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για τη βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Πολύβιο Κλημαθιανάκη και το Γιάννη Τζίτζικα για τη βοήθειά τους και για τις ώρες που αφιέρωσαν μαζί μου συζητώντας τμήματα της εργασίας αυτής. Οι ιδέες που μου έδωσαν ήταν χρήσιμες και ουσιαστικές.

Δεν θα μπορούσα, επίσης, να μην ευχαριστήσω τους Γιώργο Γεωργιανάκη, Νίκο Τσατσάκη, Πολύβιο Κλημαθιανάκη και Ρένα Φουντουλάκη, οι οποίοι πρόθυμα συνήσφεραν με χρήσιμες παρατηρήσεις στη διόρθωση του κειμένου. Ευχαριστώ επιπλέον τη Ρένα για το χρόνο που αφιέρωσε εξηγώντας μου το παράδειγμα των *μηχανικών μερών ενός αυτοκινήτου*, που η ίδια έχει μοντελοποιήσει.

Θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τον δρ. Gerd Hillebrand για την πραγματικά πολύτιμη βοήθειά του στην διατύπωση του τυπικού ορισμού της *εμβέλεια ονόματος*.

Χρήσιμη, επίσης, ήταν η συμβολή του Πολύβιου Κλημαθιανάκη και της Carola Wiewer για τη διατύπωση της αγγλικής περίληψης, τους οποίους και ευχαριστώ πολύ.

Ευχαριστώ, επίσης, όλα τα παιδιά του Ithaca για την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Τέλος, ευχαριστώ το Ινστιτούτο Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας για την οικονομική ενίσχυση και την υλικοτεχνική υποδομή που μου παρείχε κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Περιεχόμενα

Περίληψη **i**

Abstract **iii**

Ευχαριστίες **v**

Ευχαριστίες **v**

Περιεχόμενα **vii**

Κατάλογος Πινάκων **xi**

Κατάλογος Σχημάτων **xii**

1 Εισαγωγή **1**

1.1 Το περιεχόμενο της εργασίας 1

1.2 Ορισμός του προβλήματος 1

1.3 Οργάνωση της εργασίας 3

2 Ανασκόπηση της εμβέλειας ονόματος **5**

2.1 Εισαγωγή 5

2.2 Η σημασία του ονόματος στη φυσική γλώσσα 5

2.3 Εμβέλεια στις γλώσσες προγραμματισμού 7

2.4 Εμβέλεια ονόματος στις βάσεις δεδομένων 10

3 Στοιχεία της γλώσσας παράστασης γνώσης Telos **13**

3.1 Εισαγωγή 13
3.1.1 Οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων 14
3.1.2 Το Σύστημα Σημασιολογικού Ευρετηριασμού (SIS) 15
3.2 Μοντέλο παράστασης γνώσης Telos 15
3.2.1 Ταξινόμηση 16
3.2.2 Γενίκευση-εξειδίκευση 17
3.2.3 Απόδοση γνωρίσματος 18

4 Είδη γνωρισμάτων **21**
4.1 Εισαγωγή 21
4.2 Διμελείς σχέσεις μεταξύ συνόλων 21
4.2.1 Είδη σχέσεων 22
4.2.2 Συναρτήσεις 23
4.3 Σχέσεις σε σημασιολογικά δίκτυα 23
4.3.1 Είδη σχέσεων σημασιολογικών δικτύων 25
4.3.2 Συναρτήσεις 29
4.3.3 Περιορισμοί (πλήθους και ακεραιότητας) 32
4.3.3.1 Ορισμοί 32
4.3.3.2 Τυπική περιγραφή περιορισμών 33
4.4 Προβολή σε μοντέλα παράστασης γνώσης 34

5 Όνομα και ταυτότητα αντικειμένου **37**
5.1 Εισαγωγή 37
5.2 Όνομα στη φυσική γλώσσα 38
5.3 Όνομα και ταυτότητα αντικειμένου σε οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων . . 41
5.4 Όνομα και ταυτότητα αντικειμένου στην Telos 45
5.4.1 Εμβέλεια ονόματος — όνομα και ταυτότητα αντικειμένου 46
5.5 Ονοματοδοσία και εμβέλεια: δυσκολίες χρήσης 48

6 Ένας μηχανισμός εμβέλειας ονόματος για τη γλώσσα Telos **51**
6.1 Εισαγωγή 51

6.2 Ορισμός εμβέλειας ονόματος 52
6.2.1 Γενικός ορισμός 52
6.2.2 Εξειδικευμένος ορισμός 54
6.2.2.1 Περιγραφικός ορισμός 54
6.2.2.2 Τυπικός ορισμός 55
6.3 Εμβέλεια ονόματος στη γλώσσα Telos 60
6.3.1 Ορισμοί 60
6.3.2 Ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος στην Telos 61
6.4 Μηχανισμοί εμβέλειας στην Telos 62
6.4.1 Μηχανισμός εμβέλειας ταξινόμησης 63
6.4.1.1 Δήλωση εμβέλειας ταξινόμησης με το συντακτικό της Telos 65
6.4.1.2 Αυτοματισμοί 66
6.4.1.3 Πλεονεκτήματα 67
6.4.2 Μηχανισμός εμβέλειας γενίκευσης 68
6.4.2.1 Δήλωση εμβέλειας γενίκευσης με το συντακτικό της Telos . 71
6.4.2.2 Αυτοματισμοί 72
6.4.3 Μηχανισμός εμβέλειας γνωρίσματος 72
6.4.3.1 Κανόνες εμβέλειας και μονοπάτια κανόνων εμβέλειας . . . 75
6.4.3.2 Μηχανισμός εμβέλειας συνάρτησης 77
6.4.3.3 Μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης . . 80
6.4.3.4 Μηχανισμός εμβέλειας επί συνάρτησης 83
6.4.3.5 Μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης 84
6.4.4 Συνδυασμός όλων των μηχανισμών εμβέλειας 85
6.4.5 Ενημερώσεις στη βάση 88
6.5 Σύγκριση μηχανισμών ονοματοδοσίας 91
6.5.1 Αναζητήσεις στη βάση 95

7 Πρόταση υλοποίησης **101**

7.1 Εισαγωγή 101

7.1.1 Αρχιτεκτονική της SIS-Telos 101
7.2 Απαιτήσεις υλοποίησης 104
7.3 Προτάσεις υλοποίησης 104
7.3.1 Είδη γνωρισμάτων 104
7.3.2 Απόλυτα και σχετικά ονόματα 105
7.3.3 Κατάλογος λογικών ονομάτων 106
7.3.4 Σύστημα σημασιολογικού ελέγχου 109
7.3.5 Σύστημα μετάφρασης ονομάτων 110

8 Συμπεράσματα **113**
8.1 Συμπεράσματα 113
8.2 Βελτιώσεις — Επεκτάσεις 113
8.2.1 Επέκταση του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος στο γενικό ορισμό του 113
8.2.2 Δήλωση βαρών στις κλάσεις για τον καθορισμό εμβέλειας 115

Α Είδη γνωρισμάτων **117**

Β Αποδείξεις θεωρημάτων **121**

Γ Προγράμματα στη γλώσσα Telos **127**
Γ.1 Εμβέλεια ταξινόμησης 127
Γ.2 Εμβέλεια γενίκευσης 128
Γ.3 Εμβέλεια συνάρτησης 129
Γ.4 Εμβέλεια αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης 130

Θεματικές Περιοχές Βιβλιογραφίας **131**

Βιβλιογραφία **132**

Ευρετήριο **139**

Κατάλογος πινάκων

4.1 Είδη σχέσεων: παραδείγματα 28
4.2 Είδη συναρτήσεων: παραδείγματα 31
4.3 Επιστρεφόμενες τιμές της συνάρτησης ΕΓ. 33

6.1 Μηχανισμός εμβέλειας ονόματος και υπάρχων μηχανισμός ονοματοδοσίας 97
6.2 Μηχανισμός εμβέλειας ονόματος και υπάρχων μηχανισμός ονοματοδοσίας 98

A.1 Είδη σχέσεων 117
A.2 Είδη συναρτήσεων 118

Κατάλογος σχημάτων

2.1 Στατική και δυναμική εμβέλεια 8

2.2 Εμβέλεια σε πρόγραμμα της γλώσσας C 9

3.1 Η ιεραρχία ταξινόμησης 16

3.2 Η ιεραρχία γενίκευσης-εξειδίκευσης 17

3.3 Η ιεραρχιών απόδοσης γνωρίσματος 18

3.4 Εμβέλεια λογικών ονομάτων 19

3.5 Ένα παράδειγμα συνδυασμού ιεραρχιών 20

4.1 Σχέσεις 24

4.2 Είδη σχέσεων από περιορισμούς πλήθους και ακεραιότητας 27

4.3 Είδη συναρτήσεων: παραδείγματα 29

4.4 Είδη συναρτήσεων: ένα παράδειγμα 30

4.5 Είδη σχέσεων 32

4.6 Η ιεραρχία των ειδικών κατηγοριών γνωρισμάτων 34

5.1 Οι δύο διαστάσεις της ταυτότητας και γλώσσες μέσα στο χώρο αυτό 43

6.1 Γενικός ορισμός εμβέλειας ονόματος 53

6.2 Απλό μονοπάτι και μονοπάτι εμβέλειας 54

6.3 Εμβέλεια ταξινόμησης 64

6.4 Δενδρικές δομές μονοπατιών εμβέλειας ταξινόμησης 65

6.5 Πολλαπλή ταξινόμηση 66

6.6 Μοντέλο χωρίς το μηχανισμό εμβέλειας ταξινόμησης 68

6.7 Εμβέλεια γενίκευσης 69

6.8 Εμβέλεια γενίκευσης: ένα παράδειγμα 70
6.9 Άμεση εμβέλεια στο μηχανισμό εμβέλειας γνωρίσματος 73
6.10 Διαισθητικά η μέθοδος παραγωγής ονομάτων στην εμβέλεια γνωρίσματος . 74
6.11 Μονοπάτια συναρτήσεων 76
6.12 Εμβέλειας συνάρτησης (μονοπάτια αντίστροφων συναρτήσεων) 78
6.13 Εμβέλειας συνάρτησης 79
6.14 Δήλωση συνάρτησης 80
6.15 Εμβέλεια αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης 81
6.16 Δήλωση αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης 82
6.17 Εμβέλεια επί συνάρτησης 83
6.18 Εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης 84
6.19 Συνδυασμός μηχανισμών εμβέλειας 87
6.20 Μηχανικά μέρη με τον υπάρχοντα μηχανισμό ονοματοδοσίας 93
6.21 Περιπτώσεις της οντότητας «Εξάρτημα» 95

7.1 Η αρχιτεκτονική του συστήματος της SIS-Telos 102
7.2 Ο κατάλογος λογικών ονομάτων μιας εφαρμογής 108
7.3 Η νέα αρχιτεκτονική του Telos runtime system 110

8.1 Επέκτασης του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος 114

Α.1 Είδη σχέσεων 118
Α.2 Είδη συναρτήσεων 119

Γ.1 Δήλωση εμβέλειας ταξινόμησης 127
Γ.2 Δήλωση εμβέλειας γενίκευσης (I) 128
Γ.3 Δήλωση εμβέλειας γενίκευσης (II) 128
Γ.4 Δήλωση συνάρτησης 129
Γ.5 Δήλωση αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης 130

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Το περιεχόμενο της εργασίας

Ένας από τους κύριους στόχους των συστημάτων παράστασης γνώσης είναι η ευχρηστία τους, δηλαδή, πόσο εύκολα επιτυγχάνεται η επικοινωνία τους με το χρήστη. Για το λόγο αυτό προσπαθούν να προσεγγίσουν σε υψηλό βαθμό τον ανθρώπινο τρόπο επικοινωνίας και κατ' επέκταση της φυσικής γλώσσας, αφού αποτελεί το βασικότερο μέσο επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων. Ένα βήμα προς την κατεύθυνση αυτή επιτυγχάνεται με την εργασία αυτή.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τη σχεδίαση ενός μηχανισμού εμβέλειας ονομάτων σε σημασιολογικά μοντέλα δεδομένων. Συγκεκριμένα ο μηχανισμός αυτός δίνει τη δυνατότητα τοποθέτησης μιας οντότητας στην εμβέλεια κάποιας άλλης, καθώς επίσης και αυτόματης παραγωγής του ονόματος μιας οντότητας με βάση κάποια εμβέλεια, στην οποία βρίσκεται. Δηλαδή, οντότητες και τα ονόματα τους προσδιορίζονται μοναδικά από κάποιες άλλες οντότητες και τα ονόματα αυτών.

Στα επόμενα κεφάλαια μελετάται η εμβέλεια ονόματος στην ανθρώπινη συμπεριφορά και σκέψη και εισάγεται (με συγκεκριμένους περιορισμούς) στα σημασιολογικά μοντέλα δεδομένων, εστιάζοντας στο μοντέλο παράστασης γνώσης Telos [44].

1.2 Ορισμός του προβλήματος

Η *εμβέλεια ονόματος* παρουσιάζεται τόσο στην ανθρώπινη επικοινωνία όσο και στην επικοινωνία του ανθρώπου με τις βάσεις δεδομένων, στον τομέα της ονοματοδοσίας αντικειμένων.

Συνήθως, η επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων συντελείται μέσα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον (context — π.χ. όσα έχουν ήδη ειπωθεί, η ταυτότητα των συνομιλητών, ο τόπος συνομιλίας κλπ), μέσα στο οποίο τοποθετούνται οι έννοιες για να αποκτήσουν συγκεκριμένο νόημα. Έτσι, χρησιμοποιώντας λίγες λέξεις διαφοροτρόπως εκφράζονται πολλά νοήματα [35].

Ας θεωρήσουμε, για παράδειγμα, την πρόταση:

Είχαν μείνει μόνο λίγα φύλλα.

Είναι δύσκολο να καταλάβουμε με ποια έννοια χρησιμοποιείται η λέξη «φύλλα», γιατί δεν είναι σαφές αν πρόκειται για «μέρος δέντρου» ή για «χαρτική ύλη». Θα μπορούσε όμως η πρόταση να διατυπωνόταν με δύο διαφορετικούς τρόπους:

1. *Η ελιά της αυλής είχε καεί σχεδόν ολόκληρη.*
   Είχαν μείνει μόνο λίγα φύλλα.
2. *Έπρεπε να αγοράσει σύντομα καινούργιο τετράδιο.*
   Είχαν μείνει μόνο λίγα φύλλα.

Στην πρώτη περίπτωση επιλέγεται η έννοια «μέρος δέντρου», ενώ στη δεύτερη η έννοια «χαρτική ύλη». Είναι προφανές γιατί συμβαίνει αυτό. Στην πρώτη υπάρχουν ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ της σημασίας της λέξης «ελιά», που εμφανίστηκε στην πρώτη πρόταση, με την έννοια «μέρος δέντρου» που αποδίδεται στη λέξη «φύλλα». Παρομοίως, στη δεύτερη περίπτωση, υπάρχουν ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ της σημασίας της λέξης «τετράδιο» και της έννοιας «χαρτική ύλη» που αποδίδεται στη λέξη «φύλλα».[1] Παρατηρούμε ότι η ίδια λέξη αποκτά διαφορετική σημασία ανάλογα με τη θέση που κατέχει μέσα στο κείμενο ή στον προφορικό λόγο. Το περιβάλλον αυτό μέσα στο οποίο μια λέξη αποκτά συγκεκριμένη σημασία λέγεται *εμβέλεια* της λέξης αυτής.

Επομένως, όπως μας διδάσκει η μελέτη της *φυσικής γλώσσας*, η **εμβέλεια ονόματος** (*ΕΟ*) *είναι μια εννοιολογική περιοχή (περιβάλλον) μέσα στην οποία το όνομα αποκτά συγκεκριμένη σημασία.*

Παρόμοια φαινόμενα παρατηρούνται στην περιοχή των *βάσεων δεδομένων* και συγκεκριμένα στον τομέα της ονοματοδοσία, στην περιγραφή, δηλαδή, ενός αντικειμένου και την απόδοση ονόματος σ' αυτό. Στις περισσότερες βάσεις δεδομένων, το όνομα που αποδίδεται σε ένα αντικείμενο είναι διαφορετικό από τα ονόματα όλων των άλλων αντικειμένων της βάσης. Αυτό ωθεί το χρήστη στην απόδοση μεγάλων ονομάτων (τα οποία συνήθως συγκροτούνται από στοιχεία, τα οποία χαρακτηρίζουν μοναδικά το αντικείμενο στο οποίο αποδίδονται), με αποτέλεσμα να περιορίζεται η εκφραστικότητά του (κυρίως στους

[1] Στα πλαίσια των συστημάτων *κατανόησης και επεξεργασίας της φυσικής γλώσσας*, το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται ως πρόβλημα για μελλοντική έρευνα [59].

τομείς ονοματοδοσίας και αναφοράς φυσικών αντικειμένων, τα οποία έχουν περιγραφεί στη βάση). Από την άλλη μεριά, τα μεγάλα ονόματα είναι δύσκολο να παραχθούν, να χρησιμοποιηθούν και να συντηρηθούν, (σε περιπτώσεις αλλαγής των χαρακτηριστικών εκείνων που είναι υπεύθυνα για το όνομα, ενδεχομένως πρέπει να αλλάξει και το όνομα του αντικειμένου).

Γενικά, στις βάσεις δεδομένων, όπως και στη φυσική γλώσσα, υπάρχουν περιοχές μέσα στις οποίες ένα αντικείμενο μπορεί να έχει μοναδικό όνομα. Οπότε, ένα όνομα αρκεί να είναι μοναδικό, όχι σε ολόκληρη τη βάση (που και αυτή αποτελεί ένα περιβάλλον αναφοράς), αλλά σε μια περιοχή της. Έτσι, διαφορετικά αντικείμενα μπορούν να έχουν το ίδιο όνομα (ατομικό), αρκεί να βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές της βάσης (σε διαφορετικό, δηλαδή, περιβάλλον). Οι περιοχές αυτές λαμβάνονται υπ' όψη για την αυτόματη παραγωγή του πλήρους ονόματος των αντικειμένων.

Ανάλογα με τον γενικό ορισμό της εμβέλειας ονόματος, μπορούμε να πούμε ότι:

> **Εμβέλεια ονόματος** , στις βάσεις δεδομένων, *ονομάζουμε μια περιοχή της βάσης μέσα στην οποία ένα αντικείμενο προσδιορίζεται μοναδικά από το όνομά του.*

Παρόμοια προβλήματα ονοματοδοσίας αντικειμένου παρουσιάζονται και στην οντοκεντρική γλώσσα παράστασης γνώσης Telos. Στην επίλυση των προβλημάτων αυτών αποσκοπεί η *εμβέλεια ονόματος* στην Telos. Αρχικά, μελετάται η εμβέλεια ονόματος στα σημασιολογικά δίκτυα και οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων. Η μελέτη εστιάζεται στη συνέχεια στην οντοκεντρική γλώσσα παράστασης γνώσης Telos και παρέχονται συγκεκριμένοι *μηχανισμοί απόδοσης* και *διαχείρισης* της εμβέλειας, καθώς και μηχανισμοί αυτόματης παραγωγής των ονομάτων των αντικειμένων, λαμβάνοντας υπ' όψη την εμβέλεια, στην οποία έχουν δηλωθεί.

1.3 Οργάνωση της εργασίας

Στο δεύτερο κεφάλαιο αυτής της εργασίας γίνεται ανασκόπηση της *εμβέλειας ονόματος* σε τρεις βασικούς τομείς: τη *φυσική γλώσσα*, τις *βάσεις δεδομένων* και τις *γλώσσες προγραμματισμού*.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η οντοκεντρική γλώσσα παράστασης γνώσης Telos: οι τύποι των οντοτήτων, οι σχέσεις μεταξύ τους και η παράστασή τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο μελετώνται οι διμελείς σχέσεις συνόλων και σημασιολογικών δικτύων, εστιάζοντας στις τελευταίες. Κυρίως, δίνεται έμφαση στα είδη που προκύπτουν θέτοντας περιορισμούς πλήθους και περιορισμούς ακεραιότητας στις σχέσεις, καθώς

επίσης και στις ιδιότητες που έχουν αυτά τα είδη.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι έννοιες του *ονόματος* και της *ταυτότητας* ενός αντικειμένου και ο ρόλος τους στη φυσική γλώσσα και στα συστήματα παράστασης γνώσης και τις οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων εστιάζοντας στην Telos.

Στο έκτο κεφάλαιο εισάγεται ένας μηχανισμός εμβέλειας ονόματος και συγκρίνεται με τον υπάρχοντα μηχανισμό ονοματοδοσίας της Telos.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνονται προτάσεις για την υλοποίηση του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος στην Telos.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που αποκομίσαμε κατά τη διάρκεια της παρούσας εργασίας και προτείνονται επεκτάσεις και τροποποιήσεις του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος.

Κεφάλαιο 2

Ανασκόπηση της εμβέλειας ονόματος

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια ανασκόπηση της εμβέλειας ονόματος στις βασικότερες, από τις περιοχές που απαντάται. Αυτές είναι η *φυσική γλώσσα*, οι *γλώσσες προγραμματισμού* και οι *βάσεις δεδομένων*.

2.2 Η σημασία του ονόματος στη φυσική γλώσσα

Η επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων γίνεται συνήθως σε κάποια *γλώσσα* (τη *φυσική γλώσσα*). Κάθε γλώσσα αποτελείται από ένα πεπερασμένο σύνολο λέξεων[1]. Η *φυσική γλώσσα* μπορεί να μελετηθεί κάτω από τρεις διαφορετικές σκοπιές [61]:

1. **Συντακτικό** (syntax). Κάθε γλώσσα αποτελείται από ένα πεπερασμένο σύνολο λέξεων, με απεριόριστη δυνατότητα συνδυασμών. Οι λέξεις χρησιμεύουν σαν μονάδες και διαρθρώνονται δομικά (συντακτικά) σε σύνολα (προτάσεις) βάσει κανόνων. Τους κανόνες αυτούς καθορίζει το *συντακτικό*.
2. **Σημασιολογία** (semantics). Κάθε λέξη μεταφέρει και μια σημασία. Οι σχέσεις μεταξύ λέξης (ή πρότασης) και σημασίας είναι το αντικείμενο της *σημασιολογίας*. Η σημασιολογική προσέγγιση εστιάζει στο γεγονός ότι η σημασία μιας λέξης παραμένει σταθερή στις διάφορες καταστάσεις (εξωτερικοί παράγοντες). Αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι μια λέξη αποδίδει ένα νόημα [38].
3. **Πραγματολογία** (pragmatics). Η *πραγματολογία* για να βρει τη σημασία μιας πρότασης, συσχετίζει την πρόταση με το περιβάλλον (context) μέσα στο οποίο

[1] «Λέξη» είναι μια «φωνολογική παράσταση» (ή μια «ακουστική εικόνα»), οι έννοιες αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στην παράγραφο 5.2 και απαντώνται στη βιβλιογραφία στα [35, 58].

> ειπώθηκε. Το περιβάλλον μπορεί να είναι η ταυτότητα των συνομιλούντων, τα ενδιαφέροντα και οι στόχοι τους, ο συγκεκριμένος τόπος και οι συνθήκες που διεξάγεται η συνομιλία, σε ποιόν αναφέρεται κ.ο.κ. Η *πραγματολογία*, για να αποδώσει σημασία σε μια πρόταση, λαμβάνει υπ' όψη όλα τα πραγματικά αντικείμενα του κόσμου, τα οποίο εμπλέκονται έμμεσα ή άμεσα. Υπάρχουν πολλές έννοιες (concepts), για τις οποίες δεν μπορεί να δοθεί περιγραφή με τη βοήθεια κάποιας γλώσσας (ή δίνεται με μεγάλη δυσκολία), χωρίς τη βοήθεια της *πραγματολογίας*. Για παράδειγμα, ας φανταστούμε κάποιον, ο οποίος προσπαθεί να εξηγήσει από το τηλέφωνο σε κάποιον άλλον, τί σημαίνει το «αριστερά» ή το «δεξιά», χωρίς να αναφερθεί σε κάποιο συνηθισμένο παράδειγμα. Ο συνομιλητής του είναι αδύνατο να καταλάβει.

Στη φυσική γλώσσα, ως **όνομα** ορίζεται μια λέξη ή ένα σύνολο από λέξεις με συγκεκριμένο συντακτικό, οι οποίες αποδίδουν τη σημασία μιας έννοιας. Από τον ορισμό αυτό είναι φανερό ότι ένα όνομα μπορεί να εμπεριέχει άλλα ονόματα. Επιπλέον, το περιβάλλον μέσα στο οποίο χρησιμοποιείται το όνομα μπορεί να αποτελέσει έναν ακόμα παράγοντα για τον καθορισμό της σημασίας του. Το περιβάλλον αυτό ονομάζεται εμβέλεια για το συγκεκριμένο όνομα.

Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά της φυσικής γλώσσας είναι η *ασάφεια* [56, 57]. Ο άνθρωπος, στον καθημερινό λόγο, συχνά χρησιμοποιεί την ίδια πρόταση ή λέξη για να αποδώσει διαφορετικά νοήματα («οικονομία της γλώσσας»). Αυτό συμβαίνει γιατί οι λέξεις είναι *πολύσημες* δηλαδή έχουν πολλές σημασίες (π.χ. η λέξη «γλώσσα» μπορεί να σημαίνει 1) το ανατομικό όργανο της γλώσσας, 2) την ομιλία, την επικοινωνία, 3) την προεξοχή (γλώσσα) του παπουτσιού, 4) τη φλόγα (γλώσσα) της φωτιάς), ή γιατί είναι *ομόηχες/ομώνυμες*, δηλαδή λέξεις που έχουν την ίδια φωνολογική παράσταση[2], αποδίδουν διαφορετικά νοήματα (π.χ. /lipi/[3] για τις έννοιες «λύπη», «λείπει», «λίπη» ή /éforos/ για τις έννοιες «έφορος», «εύφορος»), ή γιατί είναι *συνώνυμες*[4], δηλαδή χρησιμοποιούνται διαφορετικές λέξεις για την απόδοση του ίδιου περίπου νοήματος (π.χ. οι λέξεις «έδρα», «θρανίο», «κάθισμα», «εδώλιο» αποδίδουν το ίδιο περίπου νόημα) [35].

Στη γλώσσα επομένως, οι δύο τελευταίες από τις τρεις προσεγγίσεις, που αναφέρθηκαν πιο πάνω, ασχολούνται με την σημασία μιας λέξης ή πρότασης. Η σημασιολογική προσέγγιση υποστηρίζει ότι η σημασία ενός ονόματος παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από τους εξωτερικούς παράγοντες. Αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι ένα όνομα έχει

[2] *Φωνολογική παράσταση* είναι ένα σύνολο φθόγγων, όπως ορίζεται στα [35, 58].

[3] Έτσι δηλώνεται μια φωνολογική παράσταση.

[4] Η διάκριση αυτή των ονομάτων ήταν γνωστή από την αρχαιότητα. Ο Διονύσιος ο Θράκας διακρίνει στη «γραμματική» του πολλά είδη ονομάτων όπως: *ομώνυμα*, *συνώνυμα*, *κύρια*, *προσηγορικά*, *γενικά* και *ειδικά*. Επίσης, για τη χρήση των ομωνύμων και των συνωνύμων ο Αριστοτέλης ισχυρίζεται ότι: «τῶν δ' ὀνομάτων τῶν μέν σοφιστῇ ὁμωνυμίας χρήσιμος, παρά ταῦτας γάρ κακουργεῖ, τῷ δέ ποιητῇ συνωνυμίας».

ένα νόημα. Η πραγματολογική προσέγγιση λαμβάνει υπ' όψη το περιβάλλον. Θεωρεί ότι η προηγούμενη υπόθεση (ένα όνομα έχει μια σημασία) διατηρείται, αλλά μέσα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Η ίδια σημασία μπορεί να αποδίδεται από διαφορετικά ονόματα σε διαφορετικές γλωσσικές διαλέκτους ή σε διαφορετικές επαγγελματικές ομάδες, για παράδειγμα. Αντίθετα, το ίδιο όνομα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικές ομάδες για την απόδοση διαφορετικής σημασίας, ή ακόμα μέσα στην ίδια ομάδα για την απόδοση διαφορετικής σημασίας σε διαφορετικές καταστάσεις. Στις τεχνητές γλώσσες η προηγούμενη υπόθεση, της μοναδικής σημασίας για κάθε όνομα είναι συχνά επιθυμητή.

Οι άνθρωποι συχνά λειτουργούν μέσα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, έχουν δηλαδή ένα συγκεκριμένο περιβάλλον στο μυαλό τους, όταν προσπαθούν να εκφράσουν κάποιο νόημα. Όπως γράφει ο Saussure [35]:

> «Ο λόγος είναι σύστημα αλληλοεξαρτωμένων όρων, μέσα στο οποίο η αξία του κάθε όρου προκύπτει μόνο από τη σύγχρονη παρουσία άλλων όρων».

Οι προτάσεις, δηλαδή, που σχηματίζουν οι άνθρωποι, υπάρχουν και μπορούν να γίνουν κατανοητές μόνο μέσα στο συγκεκριμένο περιβάλλον του ομιλητή. Αυτός είναι και ο λόγος που πολλές φορές γίνονται παρερμηνείες στα λεγόμενα κάποιου (ο ομιλητής έχει διαφορετικό περιβάλλον στο μυαλό του από τον ακροατή με αποτέλεσμα, άλλα να λέει ο ένας και άλλα να καταλαβαίνει ο άλλος)[5].

Αυτό που αξίζει να μελετηθεί είναι: *με ποιον τρόπο μπορεί να επεκταθεί ένα όνομα, προσθέτοντάς του προθήματα ή επιθήματα, έτσι ώστε να αποκτάει μοναδική σημασία μέσα σε ένα συγκεκριμένο, σταθερό περιβάλλον, ή για ένα συγκεκριμένο όνομα, πώς μπορεί να περιοριστεί το περιβάλλον έτσι ώστε αυτό το όνομα να έχει μια συγκεκριμένη και μοναδική σημασία.*

2.3 Εμβέλεια στις γλώσσες προγραμματισμού

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται ο τρόπος, με τον οποίο οι γλώσσες προγραμματισμού χειρίζονται την έννοια της εμβέλειας.

Στις γλώσσες προγραμματισμού Pascal, C, C++, η εμβέλεια ενός αναγνωριστικού (object, function, class, member) είναι η περιοχή του κειμένου του προγράμματος, μέσα στην οποία αυτό το αναγνωριστικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επίσης, οποιοδήποτε άλλο στοιχείο της περιοχής αυτής μπορεί να χρησιμοποιήσει συγκεκριμένο αναγνωριστικό προκειμένου να αναφερθεί στην έννοια που χαρακτηρίζεται από αυτό [2, 62, 22, 21].

Αυτό το είδος εμβέλειας ονομάζεται *λεξικογραφική* ή *στατική εμβέλεια* (*lexical* ή *static*

[5] Πολλά ανέκδοτα στηρίζονται πάνω σε τέτοιου είδους παρερμηνείες και ασάφειες που έχει η γλώσσα.

```
(1)  program dynamic(input, output);
(2)          var i : integer;

(3)          procedure show;
(4)              begin
(5)                  write( i);
(6)              end;

(7)          procedure small;
(8)              var i : integer;
(9)              begin
(10)                 i := 5;
(11)                 show;
(12)             end;

(13)         begin
(14)             i := 1;
(15)             show; small;
(16)             show; small;
(17)         end.
```

Σχήμα 2.1: Στατική και δυναμική εμβέλεια

Ένα πρόγραμμα σε γλώσσα Pascal. Το αποτέλεσμα εξαρτάται από το αν χρησιμοποιείται λεξικογραφική ή δυναμική εμβέλεια. Στην περίπτωση της λεξικογραφικής εμβέλειας το πρόγραμμα εμφανίζει '1 1 1 1', ενώ στην περίπτωση της δυναμικής '1 5 1 5'.

scope) [2, 60], επειδή η εμβέλεια ενός αναγνωριστικού καθορίζεται από τη θέση του μέσα στο κείμενο. Γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούν λεξικογραφική εμβέλεια είναι η Pascal, η C, η C++ και η Ada. Παραδείγματα *λεξικογραφικής εμβέλειας* φαίνονται στα σχήματα 2.1 (στη γλώσσα Pascal) και 2.2 (στις γλώσσες C και C++). Ένα άλλο είδος εμβέλειας είναι η *δυναμική εμβέλεια* (*dynamic scope*), σύμφωνα με την οποία η εμβέλεια ενός αναγνωριστικού καθορίζεται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος. Γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούν δυναμική εμβέλεια είναι η Lisp, η APL και η Snobol [2]. Ένα παράδειγμα *δυναμικής εμβέλειας* φαίνεται στο σχήμα 2.1.

Η δήλωση ενός αναγνωριστικού είναι μια πρόταση (διαφορετική σε κάθε γλώσσα), η οποία συσχετίζει το αναγνωριστικό με ένα όνομα. Είναι δυνατόν να υπάρχουν ανεξάρτητες δηλώσεις του ίδιου ονόματος σε διαφορετικά μέρη του προγράμματος. Οι *κανόνες εμβέλειας* (*scoping rules*) μιας γλώσσας καθορίζουν ποια δήλωση ενός ονόματος χρησιμοποιείται όταν εμφανίζεται το όνομα αυτό στο κείμενο του προγράμματος. Το τμήμα του προγράμματος στο οποίο μια δήλωση ενός ονόματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ονομάζεται *εμβέλεια* της δήλωσης αυτής [2]. Σε πολλές γλώσσες υπάρχουν ορισμένοι τελεστές οι οποίοι

```
main()
{
.     int a = 0;
.     int b = 0;
.     {
.     .     int b = 1;
B0    .     {
.     B1    .     int a = 2;
.     .     B2
.     .     .
.     .     }
.     }
}
```

Σχήμα 2.2: Εμβέλεια σε πρόγραμμα της γλώσσας C

Στο σχήμα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα *εμβέλειας* για τη γλώσσα προγραμματισμού C. Η εμβέλεια της μεταβλητής *a* που είναι δηλωμένη στο B_0 δεν περιλαμβάνει το B_2 ενώ της *b* δεν περιλαμβάνει το B_1. Η εμβέλεια των μεταβλητών *b* και *a* που είναι δηλωμένες στο B_1 και B_2 αντίστοιχα είναι τα ίδια τα blocks που είναι δηλωμένες.

καθορίζουν την εμβέλεια ενός αναγνωριστικού, όπως ο τελεστής «::» στη C++. Τέτοιοι τελεστές ονομάζονται *τελεστές καθορισμού εμβέλειας* (scope resolution operators).

Ένα παράδειγμα εμβέλειας στη γλώσσα προγραμματισμού C φαίνεται στο σχήμα 2.2. Στη γλώσσα C εφαρμόζεται λεξικογραφική εμβέλεια. Στο παράδειγμα παρουσιάζεται η εμβέλεια της δήλωσης ενός ονόματος σε φωλιασμένα τμήματα (blocks) του προγράμματος, για τα οποία ισχύει ο παρακάτω κανόνας εμβέλειας, επονομαζόμενος και «κανόνας του πιο φωλιασμένου τμήματος»:

1. Η εμβέλεια ενός ονόματος που είναι δηλωμένο στο τμήμα B περιλαμβάνει το B.
2. Αν ένα όνομα **x** δεν είναι δηλωμένο στο τμήμα B, τότε μια εμφάνιση του **x** στο B είναι στην εμβέλεια της δήλωσης του **x** σε ένα εξωτερικό τμήμα B′ τέτοιο ώστε
   (a) το B′ να έχει μια δήλωση του **x**, και
   (b) το B′ είναι το πιο κοντινό εξωτερικό τμήμα του B το οποίο περιέχει μια δήλωση του **x**

Εφαρμόζοντας αυτόν τον κανόνα εμβέλειας στο παράδειγμα του σχήματος 2.2 παρατηρούμε ότι η εμβέλεια της μεταβλητής *a* που είναι δηλωμένη στο τμήμα B_0 δεν περιλαμβάνει το B_2, ενώ της μεταβλητής *b* που είναι επίσης δηλωμένη στο B_0 δεν περιλαμβάνει το B_1. Επίσης, η εμβέλεια των μεταβλητών *b* και *a* που είναι δηλωμένες στα B_1 και B_2 αντίστοιχα είναι τα ίδια τα τμήματα στα οποία είναι δηλωμένες.

2.4 Εμβέλεια ονόματος στις βάσεις δεδομένων

Η *εμβέλεια ονόματος* στις βάσεις δεδομένων εμφανίζεται σε ορισμένες περιπτώσεις σαν γεγονός και σε άλλες σαν πρόβλημα που χρειάζεται λύση.

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσεται το γεγονός ότι στις παραδοσιακές σχεσιακές βάσεις δεδομένων [43] αλλά και στις οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων ένα χαρακτηριστικό/γνώρισμα (attribute) μιας οντότητας μπορεί να έχει το ίδιο όνομα με ένα χαρακτηριστικό μιας άλλης οντότητας. Τα ονόματα αυτά δεν προκαλούν καμμιά ασάφεια, γιατί ένα γνώρισμα, από τον ορισμό του, αποδίδεται σε μια οντότητα. Δηλαδή, ένα γνώρισμα χαρακτηρίζει μια οντότητα και η ύπαρξή του εξαρτάται από την οντότητα στην οποία αποδίδεται. Αυτό σημαίνει ότι τα γνωρίσματα βρίσκονται στην εμβέλεια της οντότητας, στην οποία αποδίδονται. Για παράδειγμα, η οντότητα *ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ* μπορεί να έχει ένα γνώρισμα που λέγεται *ΟΝΟΜΑ* και μια άλλη οντότητα *ΠΟΛΗ* είναι δυνατόν να έχει και αυτή ένα γνώρισμα με το ίδιο όνομα. Είναι όμως φανερό ότι το πρώτο αναφέρεται στον *ΥΠΑΛΛΗΛΟ*, ενώ το δεύτερο στην *ΠΟΛΗ*.

Έτσι, έχουμε μια πρώτη και απλή προσέγγιση του γενικότερου προβλήματος της εμβέλειας ονόματος, στο οποίο όμως δε δίνεται κάποια λύση από τις σημερινές βάσεις δεδομένων. Σύμφωνα με το γενικότερο αυτό πρόβλημα, μια (ή περισσότερες) οντότητες χαρακτηρίζουν μοναδικά μια ή περισσότερες άλλες οντότητες, όπως μια οντότητα χαρακτηρίζει μοναδικά τα γνωρίσματά της. Στις υπάρχουσες όμως βάσεις δεδομένων δεν υπάρχει κάποιος μηχανισμός, ο οποίος να υποστηρίζει την απόδοση εμβέλειας από μια ή περισσότερες οντότητες σε μία ή περισσότερες άλλες οντότητες.

Ένα απλό παράδειγμα οντότητας που χαρακτηρίζει άλλες είναι μια συγκεκριμένη βάση δεδομένων (αν τη θεωρήσουμε οντότητα) και οι οντότητες που έχουν δηλωθεί μέσα σε αυτή. Δηλαδή, αν φανταστούμε μια βάση δεδομένων σαν μια οντότητα τότε μπορούμε να πούμε πως οτιδήποτε είναι δηλωμένο μέσα σε αυτή χαρακτηρίζεται από την ίδια τη βάση (βρίσκεται δηλαδή στην εμβέλειά της). Έτσι, όταν δύο ή περισσότερες βάσεις δεδομένων *συγχωνευτούν* δεν θα εμφανίζεται το πρόβλημα των *ομωνύμων* οντοτήτων (δηλαδή διαφορετικών οντοτήτων με το ίδιο όνομα), γιατί τα ονόματα αυτά βρίσκονται στην εμβέλεια διαφορετικών βάσεων δεδομένων και σε κάθε μια βάση έχουν διαφορετική σημασία.

Το πρόβλημα των *ομωνύμων* είναι ένα από τα προβλήματα[6] στη συγχώνευση βάσεων δεδομένων, όπως περιγράφεται στα [4, 16, 5, 26]. Αυτή είναι η δεύτερη περίπτωση, που αναφέραμε στην αρχή, όπου η εμβέλεια ονόματος παρουσιάζεται σαν πρόβλημα στις

[6] Ένα άλλο είναι εκείνο των συνωνύμων (δηλαδή οντοτήτων που έχουν διαφορετικά ονόματα ενώ περιγράφουν το ίδιο αντικείμενο του πραγματικού κόσμου, πρόκειται δηλαδή για την ίδια οντότητα) στη συγχώνευση βάσεων δεδομένων, αλλά αυτό δεν θα μας απασχολήσει.

βάσεις δεδομένων και χρειάζεται λύση. Μια προσωρινή λύση που προτείνεται από πολλούς, όπως [4, 16], είναι η επέκταση του ονόματος των συγκρουόμενων οντοτήτων με πρόθημα το όνομα της βάσης από την οποία προέρχονται. Στο [67], κάθε βάση δεδομένων θεωρείται σαν μια «τοπική όψη» (local view), δηλαδή μια «περιοχή εμβέλειας» και με βάση αυτό προχωράει στη συγχώνευσή τους.

Κεφάλαιο 3

Στοιχεία της γλώσσας παράστασης γνώσης Telos

3.1 Εισαγωγή

Οι οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων έχουν γίνει ιδιαίτερα ελκυστικές τα τελευταία χρόνια κι αυτό γιατί πετυχαίνουν να περιγράψουν ευκολότερα και με μεγαλύτερη εκφραστικότητα τον πραγματικό κόσμο, από ότι το κλασικό σχεσιακό μοντέλο.

Ήδη έχουν αναπτυχθεί αρκετά ερευνητικά αλλά και εμπορικά οντοκεντρικά συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (ΟΣΒΔ) (object oriented database management systems - OODBMS) [37, 25, 42]. Παρά την ποικιλομορφία που παρουσιάζουν τέτοιου είδους συστήματα, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά, τα οποία απαντώνται στα περισσότερα από αυτά. Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν το αντικείμενο της υποενότητας 3.1.1. Ακολούθως, στην υποενότητα 3.1.2 παρουσιάζεται το Σύστημα Σημασιολογικού Ευρετηριασμού (Semantic Index System — SIS), που έχει αναπτυχθεί από την Ομάδα Πληροφοριακών Συστημάτων και Τεχνολογίας Λογισμικού του Ινστιτούτου Πληροφορικής του ΙΤΕ. Μια εφαρμογή του SIS είναι η Βάση Περιγραφής Λογισμικού (Software Information Base — SIB), που χρησιμοποιείται για την ανάλυση και τεκμηρίωση των στατικών ιδιοτήτων μονάδων λογισμικού. Η γλώσσα παράστασης γνώσης, που χρησιμοποιείται από το SIS, είναι η Telos, το μοντέλο δεδομένων (data model) της οποίας, περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα 3.2.

3.1.1 Οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων

Τα *οντοκεντρικά συστήματα βάσεων δεδομένων* αποτελούν μία νέα γενιά συστημάτων βάσεων δεδομένων. Τα συστήματα αυτά στηρίζονται στο *οντοκεντρικό μοντέλο παράστασης δεδομένων*. Το μοντέλο αυτό διαφοροποιείται στα διάφορα συστήματα. Δεν έχει δηλαδή οριστεί και αναπτυχθεί ένα ενιαίο μοντέλο δεδομένων για όλα τα ΟΣΒΔ. Υπάρχουν όμως κάποια χαρακτηριστικά που υποστηρίζονται από όλα σχεδόν τα ΟΣΒΔ. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι [39]:

- **Οντότητα.** Κάθε αντικείμενο του πραγματικού κόσμου παριστάνεται στη βάση σαν μια ανεξάρτητη οντότητα.

- **Αναγνωριστικό Οντότητας.** Κάθε οντότητα έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό το οποίο ορίζεται από το σύστημα.

- **Γνωρίσματα Οντοτήτων.** Μια οντότητα μπορεί να συνδέεται με μια άλλη μέσω μιας *σχέσης*, που αποτελεί ένα *γνώρισμα* αυτής της οντότητας.

- **Κλάσεις Οντοτήτων.** Οντότητες με κοινά χαρακτηριστικά μπορούν να ομαδοποιηθούν/ταξινομηθούν/κατηγοριοποιηθούν σε μια *κλάση οντοτήτων*, η οποία με τη σειρά της αποτελεί οντότητα. Κάθε οντότητα κατηγοριοποιείται κάτω από τουλάχιστον μία κλάση οντοτήτων.

- **Γενικεύσεις-Εξειδικεύσεις Κλάσεων Οντοτήτων.** Μια οντότητα μπορεί να περιγραφεί ως *εξειδίκευση* μιας άλλης από την οποία κληρονομεί κάποια χαρακτηριστικά (η δεύτερη οντότητα αποτελεί *γενίκευση* της πρώτης). Αυτές οι οντότητες αποτελούν μια *ιεραρχία γενίκευσης-εξειδίκευσης*.

Πέρα από τα κοινά αυτά χαρακτηριστικά, υπάρχουν μοντέλα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες, όπως είναι η δυνατότητα δήλωσης μετακλάσεων (metaclasses), δηλαδή, κλάσεων από κλάσεις, ή η δυνατότητα διατύπωσης περιορισμών στην περιγραφή μιας οντότητας, συνθηκών, δηλαδή, οι οποίες πρέπει να ικανοποιούνται πάντα. Τα μοντέλα αυτά ονομάζονται *δομικά οντοκεντρικά* (structurally object-oriented models). Πολλά συστήματα επιτρέπουν, επίσης, τον ορισμό *μεθόδων* (methods) στην περιγραφή μιας οντότητας, οι οποίες είναι συναρτήσεις που ορίζουν κατά κάποιο τρόπο τη «συμπεριφορά» της οντότητας, και τα οποία είναι είτε λειτουργικά (procedural) είτε συμπεριφοράς (behavioral) [30].

3.1.2 Το Σύστημα Σημασιολογικού Ευρετηριασμού (SIS)

Όπως περιγράφεται στο [9] το Σύστημα Σημασιολογικού Ευρετηριασμού (Semantic Index System — SIS) είναι ένα σύστημα περιγραφής και τεκμηρίωσης μεγάλων, εξελισσόμενων και πολλαπλά διασυνδεόμενων δεδομένων, εννοιών και πολύπλοκων σχέσεων. Έτσι, είναι κατάλληλο για παράσταση επιστημονικής γνώσης. Αναπτύχθηκε από την Ομάδα Πληροφοριακών Συστημάτων και Τεχνολογίας Λογισμικού του Ινστιτούτου Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και έρευνας.

Το SIS βασίζεται στο οντοκεντρικό μοντέλο δεδομένων για σημασιολογικά δίκτυα και χρησιμοποιεί ως γλώσσα παράστασης δεδομένων τη γλώσσα Telos, η οποία χαρακτηρίζεται από τους ισχυρούς εκφραστικούς μηχανισμούς και την υψηλή απόδοση που παρέχει.

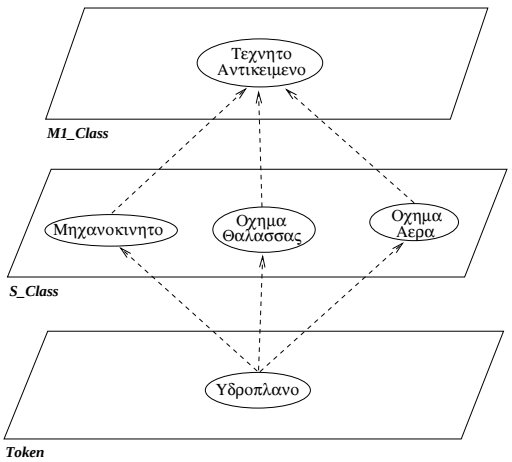
Το SIS συνοδεύεται από ένα μηχανισμό που δίνει τη δυνατότητα διατύπωσης ερωτήσεων και πλοήγησης στη βάση [14, 31]. Η πλοήγηση στη βάση μπορεί επίσης να γίνει γραφικά, ενώ υποστηρίζονται παρουσιάσεις πολύμορφων αντικειμένων εξωτερικώς αποθηκευμένων. Το SIS περιγράφεται αναλυτικότερα στα [7, 9, 14].

3.2 Μοντέλο παράστασης γνώσης Telos

Η Telos είναι μια *δομικά οντοκεντρική γλώσσα παράστασης γνώσης*. Η αρχική σχεδίαση της Telos, όπως περιγράφεται στα [49, 44], παρέχει δυνατότητες χρονικής λογικής (time reasoning), εισαγωγής και ελέγχου περιορισμών και μηχανισμούς εννοιολογικής σχεδίασης, όπως μηχανισμούς ταξινόμησης και γενίκευσης-εξειδίκευσης. Στην υλοποίηση της Telos που χρησιμοποιείται στο SIS δεν υπάρχουν οι μηχανισμοί χρονικής λογικής, εισαγωγής και επαλήθευσης περιορισμών και εξαγωγής συμπερασμάτων (για λόγους απόδοσης, αλλά και διότι δεν χρησιμοποιούνται στις τρέχουσες εφαρμογές).

Το μοντέλο παράστασης δεδομένων στη γλώσσα Telos ακολουθεί τις βασικές αρχές του οντοκεντρικού μοντέλου παράστασης δεδομένων, που περιγράφηκε στην υποενότητα 3.1.1.

Έτσι, κάθε αντικείμενο του πραγματικού κόσμου αποτελεί μια ξεχωριστή *οντότητα* (*Object*), η οποία έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό, που παρέχεται από το σύστημα. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να ονομάσει ο ίδιος μια οντότητα με ένα *λογικό όνομα*. Οι οντότητες ταξινομούνται σε *κλάσεις οντοτήτων*. Κάθε οντότητα ταξινομείται κάτω από τουλάχιστον μια κλάση. Όλες οι οντότητες που μπορούν να υπάρξουν σε μια βάση δεδομένων ταξινομούνται στην κλάση του συστήματος *Object*. Τόσο οι οντότητες-κόμβοι όσο και τα γνωρίσματα αποτελούν *οντότητες* και τυγχάνουν ομοιόμορφης διαχείρισης. Τα γνωρίσματα ταξινομούνται σε κλάσεις γνωρισμάτων που ονομάζονται και *κατηγορίες*



Σχήμα 3.1: Η ιεραρχία ταξινόμησης

Στο σχήμα αυτό φαίνονται τρία επίπεδα της ιεραρχίας ταξινόμησης. Οι οντότητες ενός επιπέδου κληρονομούν όλα τα χαρακτηριστικά των οντοτήτων στις οποίες ταξινομούνται στο αμέσως ανώτερο επίπεδο. Για παράδειγμα, η κλάση οντοτήτων «Υδροπλάνο» αποτελεί περίπτωση των κλάσεων «Μηχανοκίνητο», «Όχημα Θάλασσας» και «Όχημα Αέρα» και κληρονομεί όλα τα χαρακτηριστικά τους.

γνωρισμάτων (*categories*).

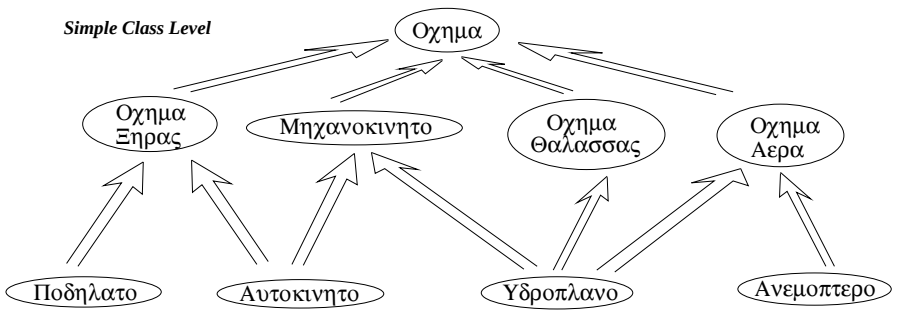
Για τις τιμές ακεραίων, πραγματικών αριθμών και ορμαθών χαρακτήρων χρησιμοποιούνται αντίστοιχα οι κλάσεις του συστήματος *Telos_Integer*, *Telos_Real* και *Telos_String*. Οι κλάσεις αυτές δεν έχουν γνωρίσματα και οι τιμές τους δεν μπορούν να δημιουργηθούν παρά μόνο να γίνει αναφορά σ' αυτές.

Οι βασικοί μηχανισμοί της γλώσσας είναι οι σχέσεις **ταξινόμησης**, **απόδοσης γνωρίσματος** και **γενίκευσης/εξειδίκευσης**, οι οποίοι είναι συνήθεις στα οντοκεντρικά μοντέλα και σημασιολογικά δίκτυα. Οι τρεις αυτοί μηχανισμοί περιγράφονται αναλυτικότερα παρακάτω.

3.2.1 Ταξινόμηση

Στα οντοκεντρικά μοντέλα παράστασης δεδομένων οι κλάσεις οντοτήτων χρησιμοποιούνται για την ομαδοποίηση όλων των οντοτήτων με κοινά χαρακτηριστικά. Έτσι, οι κλάσεις αποτελούν αφηρημένους τύπους δεδομένων και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία της *σχέσης ταξινόμησης*.

Μια κλάση οντοτήτων αποτελεί με τη σειρά της μια χωριστή οντότητα. Έτσι, μπορεί και αυτή να ταξινομηθεί σε μια άλλη γενικότερη κλάση οντοτήτων (σ' αυτή



Σχήμα 3.2: Η ιεραρχία γενίκευσης-εξειδίκευσης

Στο σχήμα παρουσιάζεται μια ιεραρχία γενίκευσης-εξειδίκευσης σε επίπεδο *απλών κλάσεων*. Στο παράδειγμα αυτό φαίνεται ότι το «Ποδήλατο» είναι *υποκλάση* του «Όχημα Ξηράς» και κληρονομεί όλες τις ιδιότητες που μπορεί να έχει το δεύτερο, ενώ το «Μηχανοκίνητο» είναι *υπερκλάση* των «Αυτοκίνητο» και «Υδροπλάνο». Στο σχήμα επίσης φαίνεται και η δυνατότητα της *πολλαπλής κληρονόμησης*, στις οντότητες «Αυτοκίνητο» και «Υδροπλάνο», οι οποίες κληρονομούν ιδιότητες από παραπάνω από μια υπερκλάσεις.

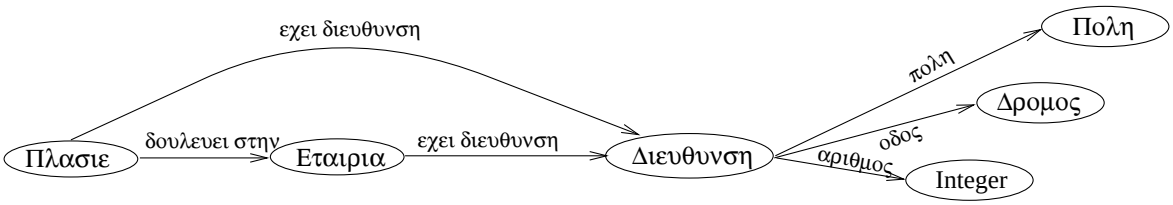
την περίπτωση η πρώτη οντότητα αποτελεί *μέλος* ή *περίπτωση* της δεύτερης). Έτσι, δημιουργείται μια μη φραγμένη ιεραρχία από κλάσεις. Το πρώτο επίπεδο αυτής της ιεραρχίας αποτελούν οι *ατομικές οντότητες* (*Tokens*), το επόμενο επίπεδο οι *απλές κλάσεις* οντοτήτων, που περιλαμβάνουν ατομικές οντότητες, το επόμενο επίπεδο οι *μετακλάσεις*, που περιλαμβάνουν κλάσεις οντοτήτων, το επόμενο οι *μετα-μετακλάσεις* κ.ο.κ. Οι κλάσεις στην Telos χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση *ανεξάρτητων οντοτήτων* (*Individuals*), αλλά και *σχέσεων* μεταξύ οντοτήτων ή *γνωρισμάτων* (*Attributes*).

Οι οντότητες που ορίζονται από κάποιο χρήστη ανήκουν σε ένα από τα επίπεδα ταξινόμησης που υπάρχουν στην Telos. Μπορούν όμως να ανήκουν σε περισσότερες από μια κλάσεις, οι οποίες έχουν οριστεί από το χρήστη. Ένα παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 3.1, όπου η οντότητα «Υδροπλάνο» ανήκει στις κλάσεις «Μηχανοκίνητο», «Όχημα Θάλασσας» και «Όχημα Αέρα».

3.2.2 Γενίκευση-εξειδίκευση

Ο μηχανισμός της γενίκευσης (εξειδίκευσης) ορίζει μια σχέση υπερσυνόλου (υποσυνόλου) μεταξύ κλάσεων οντοτήτων. Έτσι, κλάσεις οντοτήτων μπορούν να ομαδοποιηθούν σε μια νέα κλάση, η οποία αποτελεί τη *γενίκευση* των κλάσεων αυτών, ενώ κάθε μια από αυτές τις κλάσεις αποτελεί *εξειδίκευση* της νέας αυτής κλάσης. Η σχέση *γενίκευσης* είναι η γνωστή σχέση *isA*. Στα οντοκεντρικά μοντέλα παράστασης δεδομένων η γενικότερη κλάση αναφέρεται ως *υπερκλάση* (superclass) των ειδικότερων κλάσεων που ομαδοποιεί,

Simple Class Level



Σχήμα 3.3: Η ιεραρχιών απόδοσης γνωρίσματος

Στο παράδειγμα αυτό φαίνεται μια ιεραρχία απόδοσης γνωρίσματος.

ενώ οι ειδικότερες κλάσεις ονομάζονται *υποκλάσεις* (subclasses) της γενικότερης κλάσης.

Η σχέση γενίκευσης μπορεί να εφαρμοστεί μονάχα σε κλάσεις οντοτήτων, οι οποίες βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο ταξινόμησης. Μια υποκλάση Β κάποιας κλάσης Α στη γλώσσα Telos κληρονομεί όλα τα γνωρίσματα της κλάσης Α, των οποίων μπορεί να περιορίζει τα πεδία τιμών, ενώ μπορεί να περιέχει επιπλέον και δικά της γνωρίσματα. Επίσης, μια υποκλάση μπορεί να έχει περισσότερες από μία υπερκλάσεις κληρονομώντας έτσι γνωρίσματα από όλες τις υπερκλάσεις της σύμφωνα με την αρχή πολλαπλής κληρονόμησης. Η σχέση γενίκευσης/εξειδίκευσης επιτρέπει την οργάνωση των κλάσεων σε *ιεραρχίες γενίκευσης/εξειδίκευσης*. Η ιεραρχία γενίκευσης επιφέρει οικονομία στο εννοιολογικό σχήμα μιας βάσης δεδομένων, αφού οι ορισμοί γνωρισμάτων για υποκλάσεις κληρονομούνται από τις υπερκλάσεις τους χωρίς να χρειάζεται να επαναληφθούν. Η ιεραρχία γενίκευσης-εξειδίκευσης είναι ορθογώνια προς την ιεραρχία ταξινόμησης, παρέχοντας έτσι μεγαλύτερη εκφραστικότητα στη γλώσσα Telos.

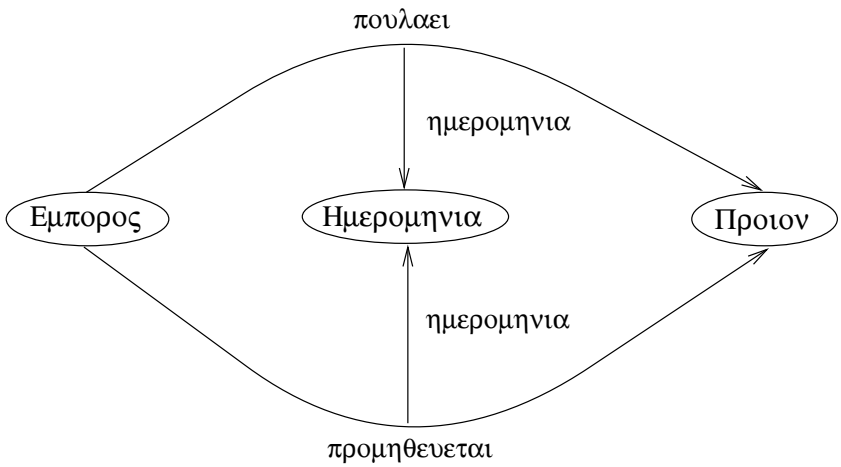
Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα χρήσης του μηχανισμού γενίκευσης-εξειδίκευσης.

3.2.3 Απόδοση γνωρίσματος

Με το μηχανισμό αυτό αποδίδονται γνωρίσματα στις οντότητες. Τα γνωρίσματα στην Telos θεωρούνται διμελείς σχέσεις μεταξύ οντοτήτων, αφού ορίζονται μεταξύ δύο οντοτήτων και έχουν ένα *σύνολο αφετηρίας* (την οντότητα στην οποία αποδίδονται — *οντότητα-αφετηρία*) και ένα *σύνολο αφίξεως* (την οντότητα στην οποία «καταλήγουν» — *οντότητα-προορισμού*). Κάθε γνώρισμα μπορεί να έχει παραπάνω από μία ή και καμία τιμή (περιπτώσεις—instances). Επίσης, μπορεί να έχει και αυτό γνωρίσματα (πράγμα που απορρέει από την ισότιμη μεταχείριση οντοτήτων και γνωρισμάτων από την Telos).

Τα γνωρίσματα ομαδοποιούνται σε κλάσεις (ή κατηγορίες) γνωρισμάτων, των οποίων οι περιπτώσεις βρίσκονται ένα επίπεδο πιο κάτω στην ιεραρχία ταξινόμησης. Ένα γνώρισμα μπορεί να ανήκει σε μία ή περισσότερες κατηγορίες γνωρισμάτων. Αναδρομικά σε μια οντότητα στην οποία καταλήγει ένα γνώρισμα μπορεί να αποδίδονται άλλα γνωρίσματα κ.ο.κ. Έτσι δημιουργείται μια *ιεραρχία απόδοσης γνωρίσματος*, η οποία είναι ορθογώνια προς τις ιεραρχίες ταξινόμησης και γενίκευσης-εξειδίκευσης.

Ένα παράδειγμα *ιεραρχίας απόδοσης γνωρίσματος* φαίνεται στο σχήμα 3.3.



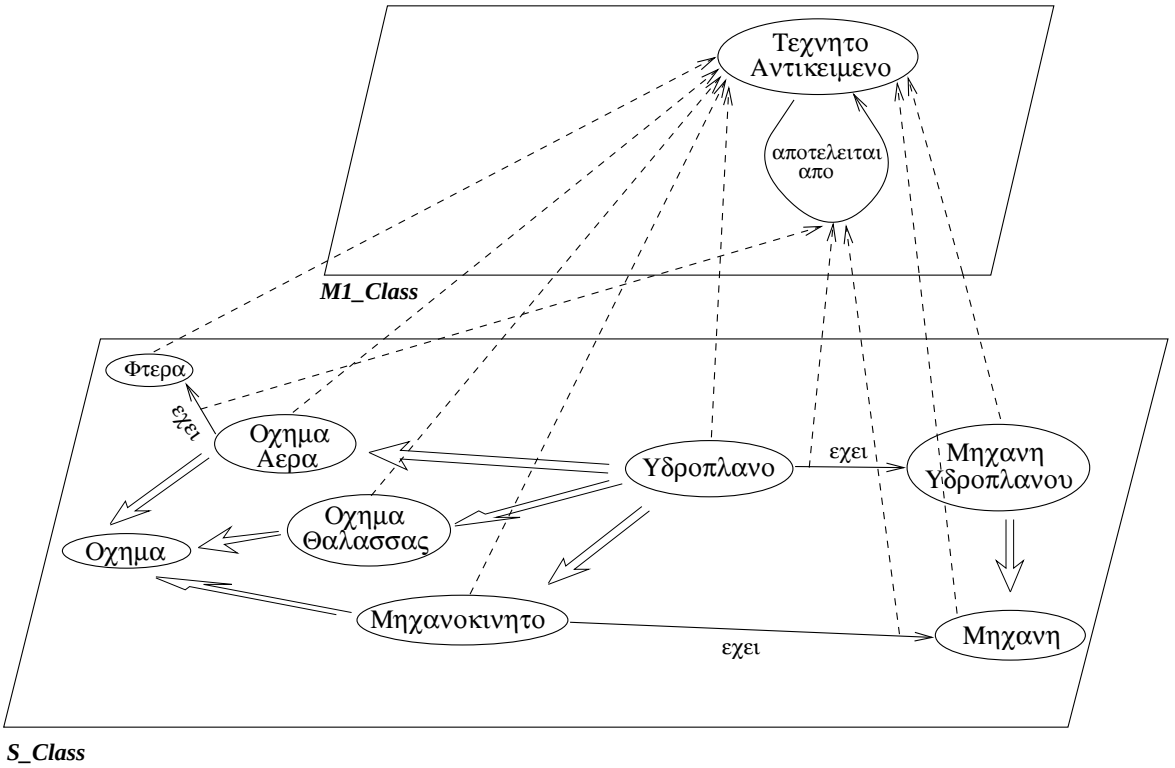
Σχήμα 3.4: Εμβέλεια λογικών ονομάτων

Οι οντότητες «πουλάει» και «προμηθεύεται» έχουν γνωρίσματα με το ίδιο λογικό όνομα («ημερομηνία»). Παρ' όλ' αυτά, τα γνωρίσματα αυτά αποτελούν χωριστές οντότητες, γιατί αποδίδονται σε διαφορετικές οντότητες. Στο σχήμα, επίσης, φαίνεται ότι γνωρίσματα μπορούν να αποδοθούν σε άλλα γνωρίσματα (το γνώρισμα «ημερομηνία» αποδίδεται στο γνώρισμα «πουλάει»).

Ο μηχανισμός αυτός, στην υπάρχουσα υλοποίηση της Telos, παρουσιάζει κάποιες ιδιαιτερότητες, οι βασικότερες από τις οποίες είναι:

- *Απόδοση γνωρίσματος σε γνώρισμα.*
  Για κάθε γνώρισμα, *οντότητα-αφετηρία* μπορεί να είναι οποιαδήποτε οντότητα (κόμβος ή γνώρισμα), ενώ *οντότητα-προορισμού* μπορεί να είναι μόνο οντότητα-κόμβος.

- *Εμβέλεια λογικών ονομάτων.*
  Το λογικό όνομα ενός γνωρίσματος, το οποίο αποδίδεται σε μια οντότητα, είναι διαφορετικό από τα λογικά ονόματα όλων των άλλων γνωρισμάτων που αποδίδονται στην οντότητα αυτή. Έτσι, τα λογικά ονόματα των γνωρισμάτων μπορούν να επαναλαμβάνονται, αρκεί να αποδίδονται σε διαφορετικές οντότητες. Στην περίπτωση αυτή, τα λογικά ονόματα του γνωρίσματος και της οντότητας δημιουργούν ένα



Σχήμα 3.5: Ένα παράδειγμα συνδυασμού ιεραρχιών

Στο παράδειγμα αυτό φαίνεται πως συνδυάζονται τα τρία είδη ιεραρχιών που υποστηρίζει η Telos καθώς και κάποιες ιδιαιτερότητες στην κληρονόμηση γνωρισμάτων. Στην *isA* ιεραρχία του παραδείγματος το γνώρισμα «`έχει φτερά`» κληρονομείται από το «`Όχημα Αέρα`» στο «`Υδροπλάνο`». Στην περίπτωση όμως του «`Μηχανοκίνητου`» το γνώρισμα «`έχει μηχανή`» εξειδικεύεται στο γνώρισμα «`έχει μηχανή Υδροπλάνου`».

μηχανισμό εμβέλειας λογικών ονομάτων. Έτσι, η εμβέλεια στην οποία το λογικό όνομα ενός γνωρίσματος είναι μοναδικό, είναι το σύνολο των λογικών ονομάτων των γνωρισμάτων της οντότητας, στην οποία αποδίδεται.

Οι ιδιαιτερότητες αυτές φαίνονται πιο καθαρά στο παράδειγμα του σχήματος 3.4. Το γνώρισμα «`ημερομηνία`» αποδίδεται στο γνώρισμα «`πουλάει`» (απόδοση γνωρίσματος σε γνώρισμα). Επίσης, οι οντότητες «`πουλάει`» και «`προμηθεύεται`» (οι οποίες είναι γνωρίσματα) έχουν γνωρίσματα με το ίδιο λογικό όνομα («`ημερομηνία`»), αλλά τα γνωρίσματα αυτά αποτελούν χωριστές οντότητες.

Οι εφαρμογές που γράφονται στη γλώσσα Telos χρησιμοποιούν και τους τρεις μηχανισμούς που παρέχει η γλώσσα. Ένα παράδειγμα συνδυασμού των μηχανισμών αυτών φαίνεται στο σχήμα 3.5.

Κεφάλαιο 4

Είδη γνωρισμάτων

4.1 Εισαγωγή

Αυτό το κεφάλαιο ασχολείται με τον τρόπο χαρακτηρισμού μιας σχέσης (relation) μεταξύ δύο οντοτήτων, δίνοντάς της επιπρόσθετη σημασία θέτοντας επιπλέον περιορισμούς. Στην ενότητα 4.2 παρουσιάζονται και αναλύονται διμελείς σχέσεις συνόλων. Ανάλογα με αυτές ορίζονται και οι διμελείς σχέσεις στα σημασιολογικά δίκτυα, οι οποίες αναλύονται στην ενότητα 4.3. Τα είδη των σχέσεων που προκύπτουν από την ανάλυση αυτή αποτελούν τις *είδη γνωρισμάτων* ή *γενικές κατηγορίες γνωρισμάτων*. Ορισμένες από αυτές έχουν συναρτησιακές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται στο κεφάλαιο 6 για τις ανάγκες του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος. Στο τέλος αυτής της ενότητας γίνεται μια προσπάθεια τυπικής περιγραφής των βασικών αρχών, που διέπουν τα *είδη γνωρισμάτων*, καθώς και των περιορισμών που συνεπάγονται. Τέλος, στην ενότητα 4.4 περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να οριστούν τα *είδη γνωρισμάτων* στα οντοκεντρικά μοντέλα παράστασης γνώσης εστιάζοντας στη γλώσσα Telos.

4.2 Διμελείς σχέσεις μεταξύ συνόλων

Θεωρούμε σκόπιμο να υπενθυμίσουμε μερικές έννοιες γνωστές από τη θεωρία συνόλων [17].

Ορισμός: Διμελή σχέση από ένα σύνολο A σε ένα σύνολο B ονομάζουμε κάθε υποσύνολο (R) του καρτεσιανού γινομένου $A \times B$, δηλαδή

$$R \subseteq A \times B.$$

Το ζεύγος $(\alpha, \beta) \in R$ θα το διαβάζουμε «το α βρίσκεται σε σχέση R με το β» ή «το (α, β) πληροί τη σχέση R» ή «το α σχετίζεται με το β με τη σχέση R».

Το σύνολο A λέγεται σύνολο **αφετηρίας** και το σύνολο B σύνολο *αφίξεως*. Το *πεδίο ορισμού* ($\Delta(R)$) και το *πεδίο τιμών* ($V(R)$) μιας σχέσης R ορίζονται ως εξής:

$$\begin{aligned} \Delta(R) &= \{\alpha \in A : \exists \beta \in B \ \wedge \ (\alpha, \beta) \in R\} \subseteq A \\ V(R) &= \{\beta \in B : \exists \alpha \in A \ \wedge \ (\alpha, \beta) \in R\} \subseteq B \end{aligned}$$

Αντίστροφη σχέση της R (R^{-1}) ονομάζεται το υποσύνολο του καρτεσιανού γινομένου $B \times A$ στο οποίο ισχύει:

$$(\beta, \alpha) \in R^{-1} \quad \Leftrightarrow \ (\alpha, \beta) \in R \quad .$$

Από τώρα και στο εξής όταν λέμε σχέση θα εννοούμε διμελή σχέση.

4.2.1 Είδη σχέσεων

Υπάρχουν διάφορα είδη διμελών σχέσεων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα παρακάτω είδη:

1. **Μονοσήμαντη σχέση** (partial function).
   Λέμε ότι η σχέση $R \subseteq A \times B$ είναι *μονοσήμαντη* ανν[1] κάθε στοιχείο του πεδίου ορισμού της R σχετίζεται με ένα ακριβώς στοιχείο του συνόλου αφίξεως B. Δηλαδή:
   $$\forall (\alpha_1, \beta_1), (\alpha_2, \beta_2) \in R : \quad \beta_1 \neq \beta_2 \quad \Rightarrow \ \alpha_1 \neq \alpha_2.$$
2. **Αμφιμονοσήμαντη σχέση** (one-to-one relation).
   Λέμε ότι η σχέση $R \subseteq A \times B$ είναι *αμφιμονοσήμαντη* από το A στο B ανν
   $$\forall (\alpha_1, \beta_1), (\alpha_2, \beta_2) \in R : \quad (\alpha_1 = \alpha_2 \quad \Leftrightarrow \ \beta_1 = \beta_2).$$
3. **Ολική σχέση** (total relation).
   Λέμε ότι η σχέση $R \subseteq A \times B$ είναι *ολική* από το A στο B ανν
   $$\begin{gathered} \forall \alpha \in A \ \exists \beta \in B : \quad (\alpha, \beta) \in R \\ \text{ή} \\ \Delta(R) = A. \end{gathered}$$
4. **Σχέση επί του** B (surjective relation).
   Λέμε ότι η σχέση $R \subseteq A \times B$ είναι σχέση *επί* του B ανν
   $$\begin{gathered} \forall \beta \in B \ \exists \alpha \in A : \quad (\alpha, \beta) \in R \\ \text{ή} \\ V(R) = B. \end{gathered}$$

Ανάλογα ορίζονται τα ίδια είδη και για την αντίστροφη σχέση.

[1] αν και μόνο αν

4.2.2 Συναρτήσεις

Ορισμός: Μια σχέση R από το σύνολο A στο σύνολο B λέγεται **συνάρτηση** (function) ή διαφορετικά **απεικόνιση** ανν είναι *μονοσήμαντη* και *ολική* σχέση A στο B , δηλαδή, ανν κάθε στοιχείο του A σχετίζεται με ένα και μόνο ένα στοιχείο του B. Συμβολικά γράφουμε $R{:}A \longrightarrow B$. Ισοδύναμος ορισμός συνάρτησης είναι και ο παρακάτω:

Η R είναι **συνάρτηση** ανν

$$\forall \alpha_1, \alpha_2 \in A \ \exists \beta_1, \beta_2 \in B : \quad (\alpha_1, \beta_1) \in R \ \wedge \ (\alpha_2, \beta_2) \in R \ \wedge \\ \beta_1 \neq \beta_2 \ \Rightarrow \ \alpha_1 \neq \alpha_2.$$

Η αντίστροφη σχέση R^{-1} ορίζεται από το σύνολο B στο σύνολο A. Όμοια μπορούμε να ορίσουμε ότι:

Η R^{-1} είναι **συνάρτηση** ανν

$$\forall \beta_1, \beta_2 \in B \ \exists \alpha_1, \alpha_2 \in A : \quad (\alpha_1, \beta_1) \in R \ \wedge \ (\alpha_2, \beta_2) \in R \ \wedge \\ \alpha_1 \neq \alpha_2 \ \Rightarrow \ \beta_1 \neq \beta_2.$$

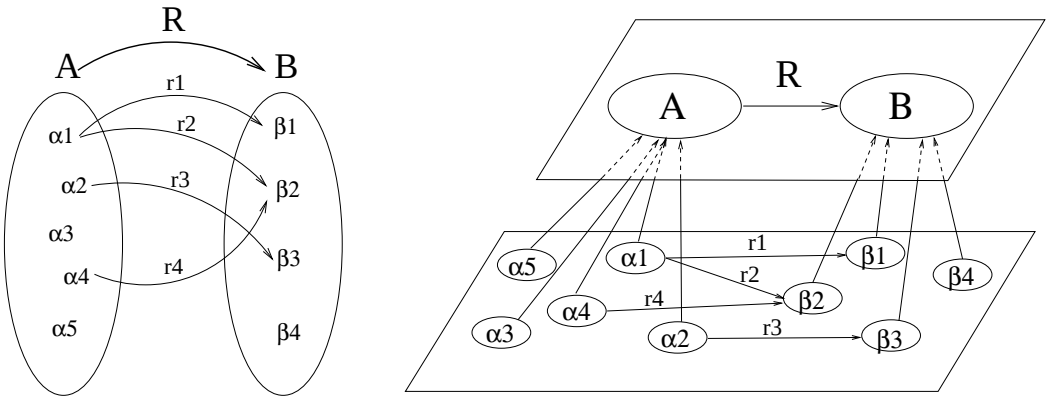
Διακρίνουμε τρία είδη συναρτήσεων:

1. **Συνάρτηση επί** (surjective function).
   Μια σχέση είναι *επί συνάρτηση* ανν είναι συνάρτηση και σχέση επί.
2. **Αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση** (injective function).
   Μια σχέση είναι *αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση* ανν είναι συνάρτηση και η αντίστροφή της είναι μονοσήμαντη σχέση. Δηλαδή:
   $$\forall \alpha_1, \alpha_2 \in A \ \exists \beta_1, \beta_2 \in B : \quad (\alpha_1, \beta_1) \in R \ \wedge \ (\alpha_2, \beta_2) \in R \ \wedge \\ (\beta_1 = \beta_2 \ \Leftrightarrow \ \alpha_1 = \alpha_2).$$
3. **Αμφιμονοσήμαντη και επί συνάρτηση** (bijective function)
   Μια σχέση R από το σύνολο A στο σύνολο B είναι *αμφιμονοσήμαντη και επί συνάρτηση* ανν είναι αμφιμονοσήμαντη και $V(A) = B$.

Αντίστοιχα είδη διακρίνουμε και για την αντίστροφη σχέση.

4.3 Σχέσεις σε σημασιολογικά δίκτυα

Σε οντοκεντρικά και σημασιολογικά μοντέλα δεδομένων επιτρέπεται να οριστούν οντότητες, γνωρίσματα/χαρακτηριστικά/σχέσεις μεταξύ οντοτήτων, κλάσεις οντοτήτων



Σχήμα 4.1: Σχέσεις

Στο σχήμα φαίνεται η αντιστοιχία μεταξύ των σχέσεων όπως ορίζονται γενικά σε σύνολα και των σχέσεων στα σημασιολογικά δίκτυα. Στο σχήμα (α) φαίνεται ένα παράδειγμα σχέσης R που ορίζεται από ένα σύνολο A σε ένα σύνολο B. Στο σχήμα (β) φαίνεται η ίδια σχέση R που ορίζεται από μια κλάση οντοτήτων A σε μια κλάση οντοτήτων B. Τα r_1, r_2, r_3, r_4 είναι τα ονόματα των σχέσεων.

και κλάσεις/κατηγορίες γνωρισμάτων. Μια οντότητα μπορεί να ανήκει σε μια ή περισσότερες κλάσεις (ή τύπους) οντοτήτων[2]. Μια οντότητα μπορεί να είναι είτε πρωτογενής (primitive) (π.χ. ακέραιος ή συμβολοσειρά), χωρίς καθόλου γνωρίσματα, είτε μπορεί να έχει οποιοδήποτε αριθμό γνωρισμάτων. Οι κλάσεις συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις. Όταν υπάρχει μια σχέση R από την κλάση μιας οντότητας α στην κλάση μιας οντότητας β λέμε ότι «η οντότητα α *αναφέρει* την οντότητα β μέσω της σχέσης R», ενώ «η β *αναφέρεται* από την οντότητα α μέσω της σχέσης R» ή «η οντότητα α σχετίζεται (ή συνδέεται) με την οντότητα β με σχέση τύπου R»[3]. Τα γνωρίσματα ομαδοποιούνται σε κλάσεις γνωρισμάτων, που λέγονται κατηγορίες γνωρισμάτων. Ένα γνώρισμα μπορεί να ανήκει σε μία ή περισσότερες κατηγορίες γνωρισμάτων.

Είδη γνωρισμάτων είναι είδη σχέσεων, τα οποία θέτουν περιορισμούς στον αρχικό ορισμό της σχέσης. Οι περιορισμοί αυτοί αναφέρονται στο πλήθος των οντοτήτων που συμμετέχουν στη σχέση, καθώς επίσης και στον τρόπο, με τον οποίο οι οντότητες αυτές συνδέονται μεταξύ τους και πιο συγκεκριμένα στις αλληλοεξαρτήσεις αυτών.

Οι σχέσεις μεταξύ οντοτήτων στα σημασιολογικά δίκτυα και στα οντοκεντρικά μοντέλα δεδομένων, είναι **διμελείς** και υπάρχει αντιστοιχία με τις σχέσεις μεταξύ συνόλων. Έτσι, μια κλάση οντοτήτων αντιστοιχεί σε ένα σύνολο. Οι οντότητες αντιστοιχούν στα

[2]Για συντομία θα λέμε *κλάση* αντί κλάση οντοτήτων και *τύπος* αντί τύπος οντοτήτων

[3]Για συντομία θα λέμε ότι «μια οντότητα α σχετίζεται (ή συνδέεται) με μια οντότητα β» και θα εννοούμε ότι η σύνδεση γίνεται «με μια σχέση τύπου R»

στοιχεία ενός συνόλου και όπως ένα στοιχείο μπορεί να ανήκει σε πολλά σύνολα, έτσι και μια οντότητα μπορεί να ανήκει σε πολλές κλάσεις. Επίσης, μια σχέση μεταξύ συνόλων αντιστοιχεί σε μια σχέση μεταξύ κλάσεων. Κατ' αντιστοιχία, ο συμβολισμός $\alpha \in A$ σημαίνει ότι η οντότητα α ανήκει στην κλάση A. Ας θεωρήσουμε μια διμελή σχέση R μεταξύ μιας κλάσης A και μιας άλλης B. Τα σύνολα **αφετηρίας** και **αφίξεως** της R είναι όλες οι οντότητες τύπου A και B αντίστοιχα. Η αντιστοιχία αυτή φαίνεται καθαρά στο σχήμα 4.1. Τα γνωρίσματα-περιπτώσεις της R συνδέουν οντότητες τύπου A με οντότητες τύπου B. *Πεδίο ορισμού* της R είναι όλες οι οντότητες τύπου A, οι οποίες έχουν ένα γνώρισμα τύπου R. Τα γνωρίσματα αυτά συνδέουν τις οντότητες τύπου A με οντότητες τύπου B. Το σύνολο των οντοτήτων αυτών (τύπου B) αποτελούν το *πεδίο τιμών* της R. Όμοια με τον ορισμό της προηγούμενης ενότητας ορίζεται η αντίστροφη σχέση από τις οντότητες τύπου B στις οντότητες τύπου A.

Στις συνέχεια μελετώνται ορισμένα συγκεκριμένα είδη σχέσεων, που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

4.3.1 Είδη σχέσεων σημασιολογικών δικτύων

Οι σχέσεις, όπως έχουν οριστεί, δεν μεταφέρουν κανένα περιορισμό και για το λόγο αυτό ονομάζονται και *απλές σχέσεις*. Θέτοντας περιορισμούς στις απλές σχέσεις προκύπτουν διάφορα είδη σχέσεων. Δύο από τα είδη περιορισμών, με τα οποία μπορούν να περιοριστούν οι απλές σχέσεις, είναι τα εξής:

1. **Περιορισμοί πλήθους**: περιορισμοί στον αριθμό των οντοτήτων, με τις οποίες μπορεί να σχετίζεται μια οντότητα.
2. **Περιορισμοί ακεραιότητας**: περιορισμοί στις εξαρτήσεις των συσχετιζόμενων οντοτήτων μεταξύ τους.

Τα είδη των σχέσεων που προκύπτουν από τους παραπάνω περιορισμούς παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αναλύονται παρακάτω.

Ας θεωρήσουμε μια σχέση R από μια κλάση A σε μια κλάση B και την αντίστροφή της R^{-1} από τη B στην A.

Θέτοντας *περιορισμούς πλήθους* στις απλές σχέσεις προκύπτουν τα παρακάτω είδη σχέσεων:

- **Μονοσήμαντη**.
  Συμβολισμός: **partial function**.
  Μια οντότητα τύπου A συνδέεται με το πολύ μία οντότητα τύπου B.

- **Η R^{-1} είναι μονοσήμαντη**.
  Συμβολισμός: **injection**.
  Μια οντότητα τύπου B συνδέεται με το πολύ μία οντότητα τύπου A.

- **Αμφιμονοσήμαντη**.
  Συμβολισμός: **one-to-one**.
  Μια οντότητα τύπου A συνδέεται με το πολύ μία οντότητα τύπου B και το αντίστροφο. Αυτό σημαίνει ότι οι σχέσεις R και R^{-1} είναι *μονοσήμαντες*.

Ας θεωρήσουμε, για παράδειγμα, τη σχέση «είναι εξάρτημα», η οποία συνδέει τις οντότητες «Modem» και «Υπολογιστής». Η σχέση αυτή είναι *μονοσήμαντη*, γιατί κάθε modem μπορεί να είναι εξάρτημα το πολύ ενός υπολογιστή, ενώ κάθε υπολογιστής μπορεί να έχει πολλά modem (σχήμα 4.2.α). Από την άλλη μεριά, η σχέση «έχει», που συνδέει την οντότητα «Υπάλληλος» και την οντότητα «Μετοχή», μπορεί να θεωρηθεί *injection*, γιατί ένας συγκεκριμένος υπάλληλος μπορεί να έχει πολλές μετοχές ή να μην έχει μετοχές, και μια συγκεκριμένη μετοχή ανήκει το πολύ σε έναν υπάλληλο (σχήμα 4.2.β). Άλλο παράδειγμα μπορεί να θεωρηθεί η σχέση που εκφράζεται στην πρόταση «το αυτοκίνητο έχει μηχανή». Η σχέση «έχει», μεταξύ του αυτοκινήτου και της μηχανής είναι *αμφιμονοσήμαντη*, γιατί ένα συγκεκριμένο αυτοκίνητο μπορεί να έχει το πολύ μία μηχανή και μία μηχανή μπορεί να ανήκει το πολύ σε ένα αυτοκίνητο (σχήμα 4.2.γ).

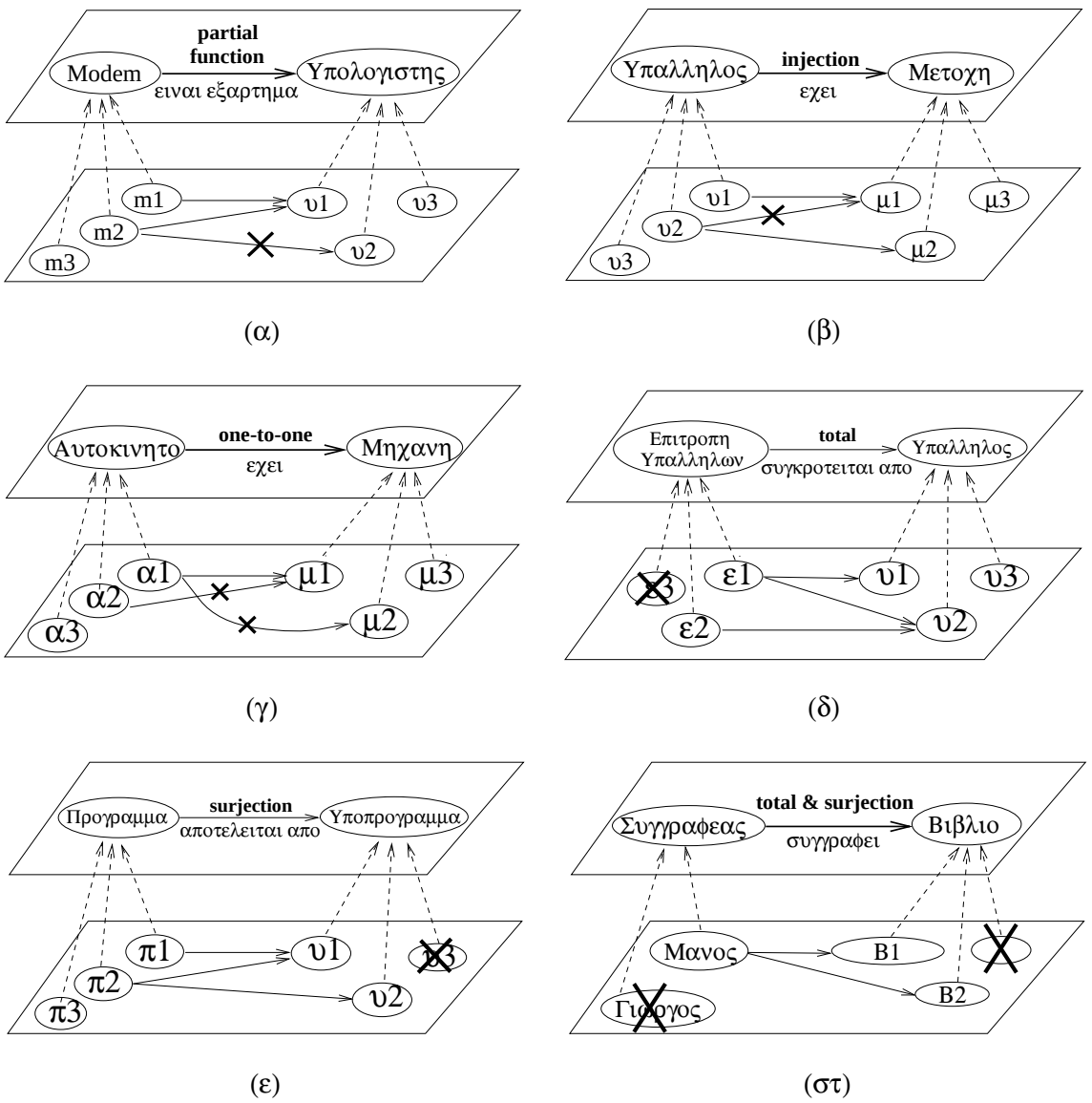
Θέτοντας *περιορισμούς ακεραιότητας* στις απλές σχέσεις προκύπτουν τα παρακάτω είδη σχέσεων:

- **Ολική σχέση**.
  Συμβολισμός: **total**.
  Κάθε οντότητα τύπου A συνδέεται με τουλάχιστον μία οντότητα τύπου B.

- **Σχέση επί**.
  Συμβολισμός: **surjection**.
  Κάθε οντότητα τύπου B συνδέεται με τουλάχιστον μία οντότητα τύπου A.

- **Σχέση ολική και επί**.
  Συμβολισμός: **total & surjection**.
  Κάθε οντότητα τύπου A συνδέεται με τουλάχιστον μία οντότητα τύπου B και το αντίστροφο.

Για παράδειγμα, η σχέση μεταξύ των οντοτήτων «Επιτροπή Υπαλλήλων» και «Υπάλληλος» μπορεί να χαρακτηριστεί *total*, γιατί μία επιτροπή υπαλλήλων συγκροτείται από τουλάχιστον ένα υπάλληλο και κάποιος υπάλληλος δεν είναι απαραίτητο να



Σχήμα 4.2: Είδη σχέσεων από περιορισμούς πλήθους και ακεραιότητας

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται παραδείγματα ειδών σχέσεων. Τα σχήματα (α), (β), (γ) αναφέρονται στα είδη σχέσεων που προκύπτουν θέτοντας *περιορισμούς πλήθους* στις απλές σχέσεις. Τα σχήματα (ε), (στ), (ζ) αναφέρονται στα είδη σχέσεων που προκύπτουν θέτοντας *περιορισμούς ακεραιότητας* στις απλές σχέσεις.

ΕΙΔΟΣ ΣΧΕΣΗΣ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
partial function	Modem *προσαρμόζεται σε* Υπολογιστή Υπολογιστής *είναι μέρος* Γραφείου
injection	Υπάλληλος *έχει* Μετοχές
	Άνθρωπος *είναι πατέρας του* Άνθρωπος
one-to-one	Αυτοκίνητο *έχει* Μηχανή
total	Επιτροπή Υπαλλήλων *συγκροτείται από* Υπάλληλος Υποπρόγραμμα *είναι μέρος* Προγράμματος
surjection	Υπάλληλος *έχει* Συμβόλαιο Πρόγραμμα *αποτελείται από* Υποπρόγραμμα Εταιρία *έχει* Υπαλλήλους Υπάλληλος *έχει* Επίδομα Έμπορος *κάνει* Διανομή Προϊόν *έχει* Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα
total & surjection	Ειδικευμένος Υπάλληλος *κατέχει* Ειδικότητα Σύλλογος *αποτελείται από* Μέλη Συγγραφέας *συγγράφει* Βιβλίο

Πίνακας 4.1: Είδη σχέσεων: παραδείγματα

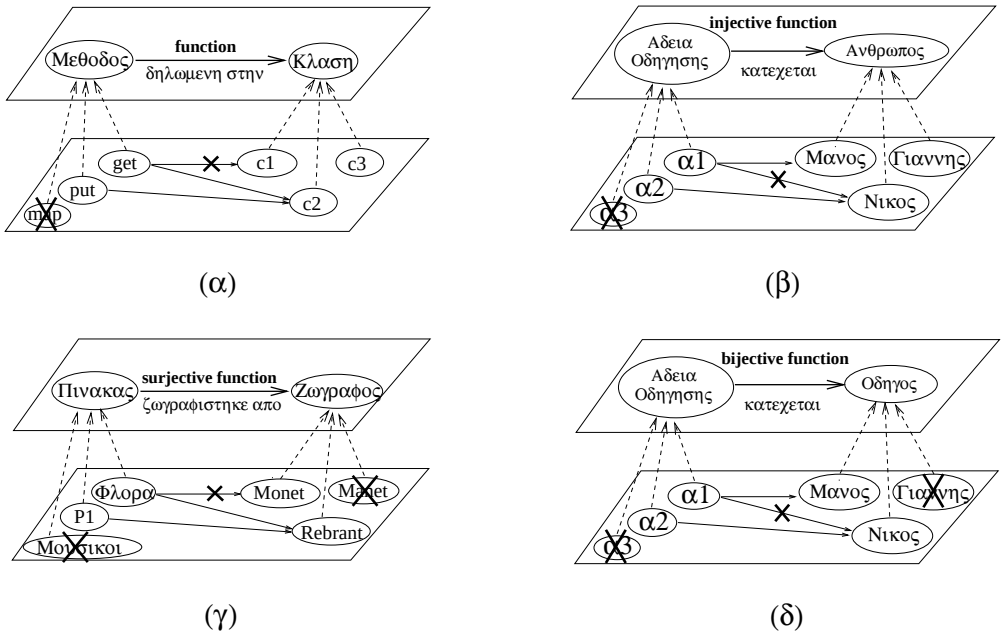
Στην πρώτη στήλη του παραπάνω πίνακα δηλώνεται τον τύπο μιας σχέσης, σύμφωνα με τους συμβολισμούς της παραγράφου 4.3.1, και στη δεύτερη δίνονται παραδείγματα της σχέσης αυτής. Το ζεύγος <*partial function*, *injection*> όπως επίσης και το <*total*, *surjection*> αποτελούνται από σχέσεις αντίστροφες, δηλαδή η μία είναι η αντίστροφη της άλλης. Αυτό φαίνεται και στα παραδείγματα, όπου οι αντίστροφες σχέσεις του ενός είδους (*partial function* ή *total*) αποτελούν σχέσεις του άλλου είδους (*injection* ή *surjection*).

ανήκει σε κάποια επιτροπή, αλλά μπορεί και ν' ανήκει σε μία ή περισσότερες.

Στον πίνακα Α.1 και στο σχήμα Α.1 του παραρτήματος Α δίνονται οι ορισμοί όλων των παραπάνω ειδών και οι περιορισμοί που συνεπάγονται. Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται παραδείγματα από όλα τα είδη, μερικά από τα οποία εμφανίζονται γραφικά — σε μορφή σημασιολογικού δικτύου — στο σχήμα 4.2.

Στη βιβλιογραφία οι σχέσεις *μονοσήμαντη* και *ολική* απαντώνται κυρίως σε *PART OF* ιεραρχίες ως *exclusive* και *dependent* [48, 40, 41] αντίστοιχα. Σε βιβλία βάσεων δεδομένων οι σχέσεις που προκύπτουν από περιορισμούς πλήθους ονομάζονται κυρίως περιγραφικά (*one-to-one*, *one-to-many*, κ.ο.κ) [63, 3, 43], ενώ οι σχέσεις *ολική* και *ολική και επί* ονομάζονται στο [63] *contingent* και *mandatory* αντίστοιχα.

Ο συνδυασμός των παραπάνω ειδών σχέσεων παράγει άλλα είδη σχέσεων. Από αυτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει μια συγκεκριμένη ομάδα σχέσεων που ονομάζονται *συναρτήσεις*, οι ιδιότητες των οποίων είναι το αντικείμενο της επόμενης παραγράφου.



Σχήμα 4.3: Είδη συναρτήσεων: παραδείγματα

Στα σχήματα φαίνονται παραδείγματα συναρτήσεων. Στο (α) απεικονίζεται ένα παράδειγμα *συνάρτησης*, στο (β) *αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης*, στο (γ) *συνάρτησης επί* και στο (δ) *αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης*.

4.3.2 Συναρτήσεις

Μια σχέση R από μια κλάση A σε μια κλάση B λέγεται **συνάρτηση** (*function*) ανν είναι *μονοσήμαντη* και *ολική* (βλέπε και υποενότητα 4.2.2).

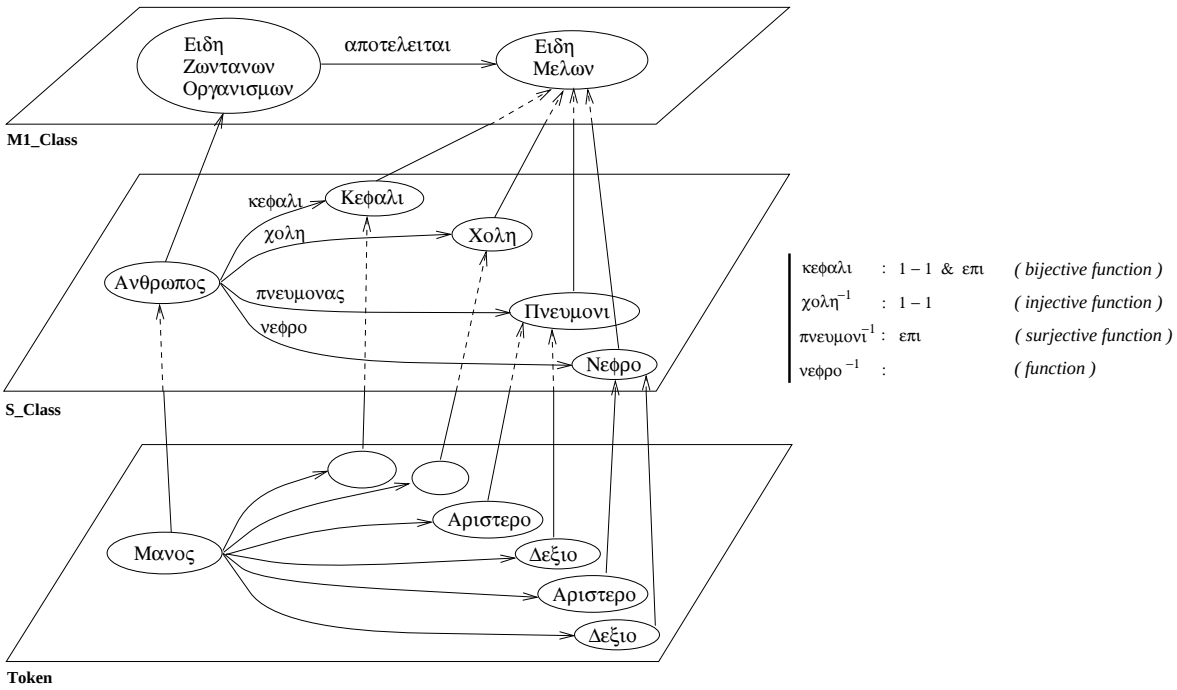
Αν η R είναι *επί* σχέση και η R^{-1} είναι *μονοσήμαντη*, τότε η αντίστροφη σχέση R^{-1} είναι **συνάρτηση**.

Κατ' αντιστοιχία με τα σύνολα, διακρίνουμε τρία είδη συναρτήσεων:

1. **Επί** (onto ή surjective function).
   Συμβολισμός: **surjective function**.

2. **Αμφιμονοσήμαντη** ή **1—1** (one-to-one ή injective function).
   Συμβολισμός: **injective function**.

3. **Αμφιμονοσήμαντη και επί** ή **1—1 και επί**.
   Συμβολισμός: **bijective function**.



Σχήμα 4.4: Είδη συναρτήσεων: ένα παράδειγμα

Στο σχήμα παριστάνεται η συγκρότηση του σώματος ζωντανού ανθρώπου χρησιμοποιώντας όλα τα είδη συναρτήσεων.

Οι συναρτήσεις, τα είδη των συναρτήσεων και οι ιδιότητες τους, φαίνονται στον πίνακα Α.2 του παραρτήματος Α και στο σχήμα 4.3. Στο σχήμα 4.4 παρουσιάζονται τα μέλη του ανθρώπινου σώματος χρησιμοποιώντας τα είδη των συναρτήσεων που ορίστηκαν παραπάνω, ενώ στον πίνακα 4.2 δίνονται περισσότερα παραδείγματα.

Ένα παράδειγμα *συνάρτησης* φαίνεται στο σχήμα 4.3.α.: μια *μέθοδος* μπορεί να δηλωθεί μόνο μέσα σε μια *κλάση* και μια *κλάση* μπορεί να έχει οποιοδήποτε αριθμό *μεθόδων*. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η σχέση κατοχής που συνδέει τις οντότητες «Άδεια Οδήγησης» και «Άνθρωπο». Η σχέση αυτή είναι *αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση*, γιατί μια άδεια οδήγησης ανήκει σίγουρα σε κάποιον και δεν μπορεί να ανήκει σε κανέναν άλλο. Επίσης, ένας άνθρωπος μπορεί να έχει το πολύ μία άδεια οδήγησης (βλέπε σχήμα 4.3.β). Απεναντίας, αν αντί της οντότητας «Άνθρωπος» είχαμε την οντότητα «Οδηγός», τότε η σχέση «κατέχεται» είναι *αμφιμονοσήμαντη και επί συνάρτηση*, γιατί επιπλέον ένας *οδηγός* πρέπει να έχει *άδεια οδήγησης*. Από την άλλη μεριά, η σχέση «ζωγραφίστηκε από» μεταξύ των οντοτήτων «Πίνακας» και «Ζωγράφος» είναι συνήθως *επί συνάρτηση*.

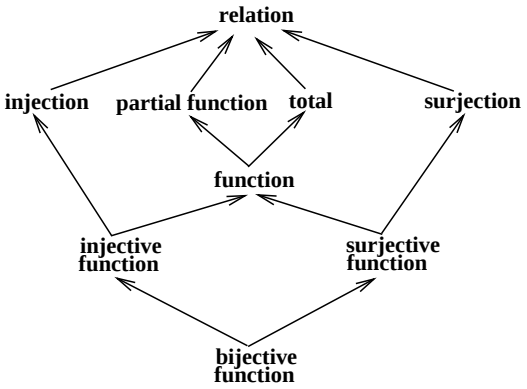
ΕΙΔΟΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ
function	Μέθοδος *δηλωμένη στην* Κλάση Βαθμός *μπαίνει σε* Μαθητή Δίσκος *γράφεται από* Δισκογραφική Εταιρία Αυτοκίνητο *παράγεται από* Αυτοκινητοβιομηχανία Άνθρωπος *γεννήθηκε* Τοποθεσία Άνθρωπος *γεννήθηκε* Ημερομηνία
injective function	Άδεια Οδήγησης *κατέχεται από* Άνθρωπο Παραγγελία *γίνεται από* Πελάτη Ασθενής *νοσηλεύεται σε* Κλινική Ανάληψη *γίνεται από* Πελάτη Τράπεζας
surjective function	Πίνακας *ζωγραφίστηκε από* Ζωγράφο Βουλευτής *εκπροσωπεί* Εκλογική Περιφέρεια Υπάλληλος *διευθύνεται από* Διευθυντή
bijective function	Ενήλικας *έχει* Ταυτότητα Φορολογούμενος *έχει* Α.Φ.Μ. Οδηγός *έχει* Άδεια Οδήγησης Ασθενής *έχει* Ιατρικό Ιστορικό Ασθενής *ακολουθεί* Θεραπεία

Πίνακας 4.2: Είδη συναρτήσεων: παραδείγματα

Στον πίνακα παρουσιάζονται παραδείγματα συναρτήσεων όλων των ειδών. Στην πρώτη στήλη αναγράφεται συμβολικά το είδος της συνάρτησης και στη δεύτερη δίνονται παραδείγματα για το είδος αυτό.

Κάθε πίνακας ζωγραφίστηκε από έναν ζωγράφο και δεν υπάρχει ζωγράφος που να μην έχει ζωγραφίσει τουλάχιστον ένα πίνακα (βλέπε σχήμα 4.3.γ).

Στο σχήμα 4.5 φαίνεται η κατηγοριοποίηση των σχέσεων εκφρασμένη σε μια ιεραρχία γενίκευσης-εξειδίκευσης. Στην ιεραρχία αυτή παρατηρούμε ότι η πιο γενική κλάση είναι η *relation*, η οποία αντιπροσωπεύει την *απλή σχέση*. Εξειδικεύσεις αυτής της κλάσης αποτελούν οι κλάσεις *injection*, *partial function*, *total*, και *surjection*, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τα είδη σχέσεων που συμβολίζουν οι παραπάνω ονομασίες και προκύπτουν περιορίζοντας κατάλληλα την *απλή σχέση*. Στο επόμενο επίπεδο εξειδίκευσης βρίσκεται η *function*, η οποία αποτελεί συνδυασμό των σχέσεων *partial function* και *total*. Ανάλογα ορίζονται και οι υπόλοιπες κλάσεις της ιεραρχίας.



Σχήμα 4.5: Είδη σχέσεων

Στο σχήμα παρουσιάζεται μια ιεραρχία εξειδίκευσης με τα είδη των σχέσεων. Τα είδη που βρίσκονται χαμηλότερα στην ιεραρχία συνεπάγονται περισσότερους περιορισμούς πληθικότητας και/ή ακεραιότητας.

4.3.3 Περιορισμοί (πλήθους και ακεραιότητας)

Ο ορισμός της *σχέσης* στα σημασιολογικά δίκτυα και τα είδη σχέσεων που ορίστηκαν προηγουμένως, διέπονται από περιορισμούς πλήθους και ακεραιότητας. Οι *περιορισμοί πλήθους* (ΠΠ) έχουν να κάνουν με το πλήθος των διασυνδεόμενων οντοτήτων. Οι *περιορισμοί ακεραιότητας* (ΠΑ)είναι κάποιοι έλεγχοι που γίνονται ώστε να μην παραβιάζονται οι ιδιότητες μιας σχέσης, έπειτα από μια πράξη που εκτελείται (εισαγωγή ή διαγραφή οντότητας και εισαγωγή ή διαγραφή σχέσης).

Για να περιγραφούν και να μελετηθούν συστηματικά αυτοί οι περιορισμοί, θα ήταν χρήσιμο να δοθούν πρώτα κάποιοι ορισμοί.

4.3.3.1 Ορισμοί

Ας θεωρήσουμε μια σχέση R από την κλάση A στην κλάση B. Μια οντότητα κάποιου τύπου θα παριστάνεται με το αντίστοιχο μικρό γράμμα (π.χ. μια οντότητα τύπου A θα παριστάνεται με το γράμμα α). Επίσης, το είδος της R θα παριστάνεται με τη συνάρτηση ΕΓ(R). Η συνάρτηση αυτή παίρνει παράμετρο μια σχέση (R) και επιστρέφει το είδος της σχέσης αυτής. Οι δυνατές επιστρεφόμενες τιμές της ΕΓ, δίνονται στον πίνακα 4.3.

Το σύνολο όλων των οντοτήτων τύπου B (ή A) που μπορούν να σχετίζονται με μια συγκεκριμένη οντότητα α (ή β) τύπου A (ή B) με μια σχέση τύπου R, θα το συμβολίζουμε

ΕΓ(R)	**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**
I	αν η R είναι injection
PF	αν η R είναι partial function
T	αν η R είναι total
S	αν η R είναι surjection
F ≡ PF ∧ T	αν η R είναι function
IF ≡ F ∧ I	αν η R είναι injective function
SF ≡ F ∧ S	αν η R είναι surjective function
BF ≡ F ∧ I ∧ S	αν η R είναι bijective function

Πίνακας 4.3: Επιστρεφόμενες τιμές της συνάρτησης ΕΓ.

Η πρώτη στήλη του πίνακα περιγράφει τις τιμές που επιστρέφει η συνάρτηση ΕΓ και η δεύτερη στήλη περιγράφει πότε επιστρέφεται κάθε τιμή. Η συνάρτηση ΕΓ παίρνει παράμετρο μια σχέση (R) και επιστρέφει το είδος της σχέσης αυτής (σε κωδικοποιημένη μορφή).

$R(\alpha)$ (ή $R^{-1}(\beta)$ αντίστοιχα). Δηλαδή

$$R(\alpha) = \{\beta \in B \mid (\alpha, \beta) \in R\}$$
$$R^{-1}(\beta) = \{\alpha \in A \mid (\alpha, \beta) \in R\}$$

Η διαγραφή μιας οντότητας α συμβολίζεται $del(\alpha)$. Επίσης, με το $card(S)$ συμβολίζουμε το πλήθος των στοιχείων του συνόλου S.

4.3.3.2 Τυπική περιγραφή περιορισμών

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα σύνολο από κανόνες, οι οποίοι παριστάνουν περιορισμούς στο πλήθος των διασυνδεόμενων οντοτήτων, βασιζόμενοι στον ορισμό της ΕΓ, και στα είδη των σχέσεων, όπως αυτά ορίστηκαν σε προηγούμενες ενότητες.

Κανόνας 1:

$$\text{ΕΓ}(R) = PF \implies card(R(\alpha)) \leq 1$$
$$\text{ΕΓ}(R) = T \implies card(R(\alpha)) \geq 1$$
$$\text{ΕΓ}(R) = I \implies card(R^{-1}(\beta)) \leq 1$$
$$\text{ΕΓ}(R) = S \implies card(R^{-1}(\beta)) \geq 1$$

Κανόνας 2:

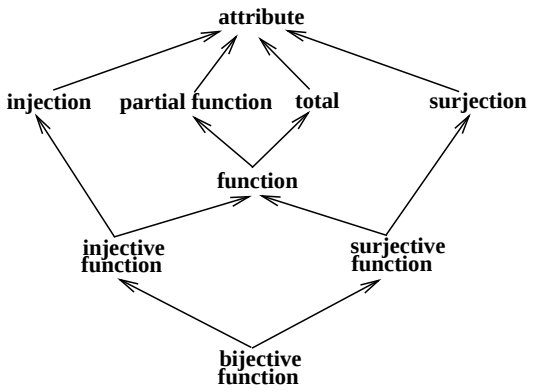
$$\text{ΕΓ}(R) = T \wedge R(\alpha) = \{\beta\} \wedge del(\beta) \implies del(\alpha)$$
$$\text{ΕΓ}(R) = S \wedge R^{-1}(\beta) = \{\alpha\} \wedge del(\alpha) \implies del(\beta)$$

Κανόνας 3:
Σε οποιοδήποτε άλλο είδος σχέσης, που προέρχεται από συνδυασμό των παραπάνω τεσσάρων ειδών, ισχύουν ταυτόχρονα οι περιορισμοί του κάθε είδους. Δηλαδή:

$$
\begin{aligned}
\text{ΕΓ}(R) = F &\implies card(R(\alpha)) = 1 \\
\text{ΕΓ}(R) = \text{I}F &\implies card(R(\alpha)) = 1 \quad \& \quad card(R^{-1}(\beta)) \leq 1 \\
\text{ΕΓ}(R) = SF &\implies card(R(\alpha)) = 1 \quad \& \quad card(R^{-1}(\beta)) \geq 1 \\
\text{ΕΓ}(R) = BF &\implies card(R(\alpha)) = 1 \quad \& \quad card(R^{-1}(\beta)) = 1
\end{aligned}
$$

4.4 Προβολή σε μοντέλα παράστασης γνώσης

Γενικά, οι οντοκεντρικές γλώσσες παράστασης γνώσης δεν υποστηρίζουν τα είδη των σχέσεων, που περιγράψαμε, παρά το γεγονός ότι έχουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη μοντέλων. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού γίνεται μια προσπάθεια επέκτασης του ορισμού του γνωρίσματος (attribute), έτσι ώστε να συμπεριλάβει τα είδη αυτά. Για την περιγραφή της επέκτασης αυτής έχει επιλεγεί η γλώσσα Telos, η οποία παρουσιάστηκε λεπτομερώς στο κεφάλαιο 3.



Σχήμα 4.6: Η ιεραρχία των ειδικών κατηγοριών γνωρισμάτων

Για να υποστηριχθούν τα είδη των σχέσεων από την Telos, ορίζουμε τα είδη των σχέσεων στο *Ωμέγα* επίπεδο (οι οντότητες του επιπέδου αυτού μπορούν να αναφερθούν από οποιοδήποτε άλλο επίπεδο παράστασης δεδομένων), σαν εξειδικεύσεις της κλάσης συστήματος *attribute*, περίπτωση της οποίας είναι υποχρεωτικά κάθε σχέση ή γνώρισμα. Η ιεραρχία εξειδίκευσης για τα είδη των σχέσεων φαίνεται καθαρά στο σχήμα 4.6. Οι σχέσεις

τύπου *attribute* δεν μεταφέρουν κανένα περιορισμό, πλήθους ή ακεραιότητας. Όταν όμως μια σχέση δηλώνεται ότι ανήκει σε συγκεκριμένο είδος, τότε μεταφέρει συγκεκριμένους περιορισμούς. Ο έλεγχος της τήρησης των περιορισμών αυτών ώστε να διατηρείται η συνέπεια της βάσης, πραγματοποιείται από το *σύστημα σημασιολογικού ελέγχου της Telos*, όπως περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 7 και στα [20].

Η Telos υποστηρίζει τους ακόλουθους τρεις μηχανισμούς παράστασης δεδομένων [49, 44]:

ταξινόμηση	μέσω	του keyword IN ακολουθούμενου από λίστα κλάσεων
γενίκευση	μέσω	του keyword ISA ακολουθούμενου από λίστα υπερκλάσεων
σύνθεση	μέσω	του keyword WITH ακολουθούμενου από λίστα γνωρισμάτων ομαδοποιημένα κάτω από κατηγορίες γνωρισμάτων.

Η δήλωση, σύμφωνα με το συντακτικό της Telos (περισσότερες λεπτομέρειες για το συντακτικό της Telos υπάρχουν στα [49, 44]), ότι μια σχέση είναι περιορισμένη σε ένα είδος, γίνεται βάζοντας το όνομα του είδους στη λίστα των κατηγοριών γνωρισμάτων (attribute categories) της σχέσης αυτής.

Ένα παράδειγμα δήλωσης της σχέσης «ζωγραφίστηκε από» τύπου συνάρτησης, μεταξύ των οντοτήτων «*Πίνακας*» και «*Ζωγράφος*», ως *συνάρτηση επί*, φαίνεται παρακάτω:

Tell Individual Πίνακας **in** *S_Class*
with *surjective function*
(ζωγραφίστηκε από) : Ζωγράφος
end

Παρόμοια δηλώνονται και τα άλλα είδη σχέσεων.

Κεφάλαιο 5

Όνομα και ταυτότητα αντικειμένου

5.1 Εισαγωγή

Το όνομα και η ταυτότητα ενός αντικειμένου είναι δύο έννοιες που εμφανίζονται κατ' αρχήν στην προσπάθεια του ανθρώπου να αναγνωρίσει τα αντικείμενα (συγκεκριμένα ή αφηρημένα) που υπάρχουν στο περιβάλλον του και να βρει τρόπους να αναφέρεται σ' αυτά. Η προσπάθεια αυτή άρχισε από αρχής του ανθρώπινου γένους και αποτελεί ένα μεγάλο μέρος του συστήματος επικοινωνίας των ανθρώπων. Οι έννοιες αυτές, οι σχέσεις μεταξύ και οι ιδιότητες τους μελετήθηκαν από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους αλλά και από σύγχρονους και εξακολουθούν να μελετώνται ακόμα. Στην ενότητα 5.2 γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση αυτών των εννοιών όπως εμφανίζονται στον ανθρώπινο λόγο.

Οι ίδιες έννοιες εμφανίζονται και στις τεχνητές γλώσσες (οι οποίες αποτελούν υποσύνολα των φυσικών και προσπαθούν να τις μιμηθούν όσο το δυνατό καλύτερα), όπως είναι οι οντοκεντρικές γλώσσες προγραμματισμού και παράστασης γνώσης. Το ενδιαφέρον μας εστιάζεται στις τελευταίες και γι' αυτό οι έννοιες ονόματος και ταυτότητας μελετώνται λεπτομερώς αναφορικά με αυτές στην ενότητα 5.3.

Ακολούθως, στην ενότητα 5.4 παρουσιάζονται ο τρόπος που λειτουργούν οι έννοιες ονόματος και ταυτότητας στην οντοκεντρική γλώσσα παράστασης γνώσης Telos, καθώς και οι αλλαγές που πρόκειται αυτές να υποστούν, με τη χρήση της *εμβέλειας ονόματος* ως νέου μηχανισμού αυτής της γλώσσας.

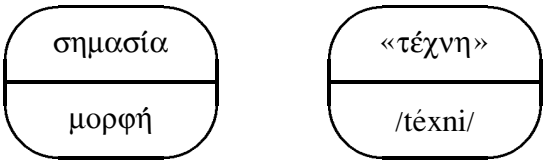
Τέλος, στην ενότητα 5.5 παρουσιάζονται οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι χρήστες μιας βάσης δεδομένων στη χρήση ονομάτων σε σχέση με την ταυτότητα των αντικειμένων που αυτά περιγράφουν, καθώς επίσης και οι αιτίες που τις προκαλούν.

5.2 Όνομα στη φυσική γλώσσα

Είναι βέβαιο ότι το πιο τέλειο γλωσσικό σύστημα είναι εκείνο που έχει αναπτύξει ο άνθρωπος για να επικοινωνεί με τους συνανθρώπους του. Αυτό το σύστημα προσπαθούν να μιμηθούν όσο το δυνατόν καλύτερα οι τεχνητές γλώσσες, από τη μια λόγω της πληρότητάς του, και από την άλλη επειδή είναι περισσότερο οικείο στον άνθρωπο. Μέσα σ' αυτό το γλωσσικό σύστημα υπάρχουν πολλές αρχές, τις οποίες έχουν δανειστεί οι τεχνητές γλώσσες. Μια από αυτές είναι η έννοια του *ονόματος* (όχι με τη στενή έννοια του «ουσιαστικού»), που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για να αναφερθεί σε έννοιες (συγκεκριμένες ή αφηρημένες). Υποστηρίζεται ότι ο άνθρωπος έχει την ανάγκη να δίνει ονόματα στα αντικείμενα γύρω του για να μπορεί να τα αναγνωρίζει αργότερα όταν θελήσει να αναφερθεί σε αυτά [35].

Παρακάτω ορίζεται η έννοια του ονόματος και γίνεται σύντομη αναδρομή στους τρόπους με τους οποίους δίνονται ονόματα και στις ιδιότητές τους, σύμφωνα με τα [35, 58].

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η γλώσσα (το κύριο μέσο επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων) είναι ένα σύστημα. Η έννοια του συστήματος ήταν επόμενο να οδηγήσει στην έρευνα των συστατικών που συνθέτουν το γλωσσικό σύστημα, τα λεγόμενα *γλωσσικά σημεία*, και των σχέσεων τόσο μεταξύ τους όσο και με το ίδιο το σύστημα. Τα απαραίτητα συστατικά κάθε γλώσσας είναι οι *φθόγγοι* (μορφή) και οι *σημασίες* (περιεχόμενο). Κάθε μορφή είναι φορέας κάποιου περιεχομένου. **Γλωσσικό σημείο** (ΓΣ) ορίζεται ο *συνδυασμός*, *μοναδικός* και *συμβατικός* δύο εσωτερικών στοιχείων, ορισμένης *σημασίας* (περιεχομένου) (λέγεται και σημαινόμενο) και ορισμένης *μορφής* (λέγεται και σημαίνον) [35]. Χονδρικά το γλωσσικό σημείο είναι η *λέξη*. Παρακάτω φαίνεται πώς θα μπορούσε να απεικονιστεί σχηματικά ένα ΓΣ (λέξη), όπως επίσης και ένα παράδειγμα με τη λέξη *τέχνη*:



λέξη *τέχνη*

Η σημασία «τέχνη» υπάρχει όσο εκφράζεται (ή δηλώνεται) από μια ορισμένη μορφή, στη συγκεκριμένη περίπτωση από τη μορφή (φωνολογικό συνδυασμό) /téxni/[1].

Οι λέξεις συνδυάζονται μεταξύ τους και συγκροτούν μια δομή βάσει κάποιων κανόνων. Οι κανόνες που καθορίζουν πώς πρέπει να συνδυαστούν οι μορφές των λέξεων, αποτελούν

[1]Ο φωνολογικός συνδυασμός παριστάνεται με λατινικούς χαρακτήρες (που αντιπροσωπεύουν φθόγγους) μεταξύ δύο «/». Αυτός ο συμβολισμός ακολουθείται στο [35].

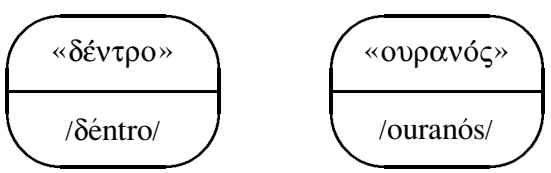
αντικείμενο του *συντακτικού*, ενώ οι κανόνες που καθορίζουν πώς πρέπει να συνδυαστούν οι σημασίες των λέξεων, μελετώνται από τη *σημασιολογία*.

Τώρα μπορούμε να πούμε τί είναι όνομα. **Όνομα** είναι μια λέξη ή ένα σύνολο λέξεων, οι οποίες βρίσκονται σε μια συγκεκριμένη σειρά. Κάθε όνομα αντιστοιχεί (δηλώνει ή αναφέρεται ή προσδιορίζει) σε μία έννοια (συγκεκριμένη ή αφηρημένη).

Οι σχέσεις σημασίας και μορφής λέγονται *εσωτερικές* σχέσεις της γλώσσας, ενώ οι σχέσεις ονόματος και αντικειμένου *εξωτερικές*. Μια ιδιότητα των εσωτερικών σχέσεων είναι η *συμβατικότητα*. Δεν υπάρχει δηλαδή κανείς εσωτερικός, αιτιώδης σύνδεσμος μεταξύ της σημασίας «τέχνη» και της ακουστικής μορφής /téxni/. Η σημασία «τέχνη» θα μπορούσε κάλλιστα να εκφράζεται από κάποιον άλλο φωνολογικό συνδυασμό (στα αγγλικά για παράδειγμα η ίδια σημασία έχει την ακουστική μορφή /art/). Αντίθετα, μεταξύ του ονόματος και του εκάστοτε δηλούμενου αντικειμένου πρέπει να υπάρχει κάποιο ποσοστό αιτιότητας, γιατί όταν δίνεται ένα όνομα σ' ένα αντικείμενο, το όνομα κανονικά δίνεται βάσει κάποιου (-ων) ουσιώδους (-ων) χαρακτηριστικού (-ών) (χρώματος, σχήματος, ιδιότητας, χρήσεως κλπ.) του αντικειμένου. Αλλά και σ' αυτήν την περίπτωση το μεγαλύτερο ποσοστό των χαρακτηριστικών είναι συμβατικό, γιατί το όνομα δεν μπορεί παρά να καλύψει ένα μέρος μόνο από τα πολλά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του αντικειμένου. Σε κάθε περίπτωση η επιλογή κατάλληλου ονόματος εξαρτάται από το ποιά θεωρούμε βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα γι' αυτό. Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι υπάρχουν πολλοί τρόποι να αναφερθούμε σε ένα αντικείμενο χρησιμοποιώντας διαφορετικά ονόματα κάθε φορά. Με τα ονόματα αυτά, στην ουσία βλέπουμε από διαφορετικές «γωνίες» το ίδιο αντικείμενο, δηλαδή μπορούμε να περιγράψουμε νοηματικά το ίδιο αντικείμενο χρησιμοποιώντας διαφορετικούς συνδυασμούς τόσο μορφών όσο και σημασιών.

Εκτός από την συμβατικότητα, μια άλλη βασική ιδιότητα του ΓΣ είναι η *μοναδικότητά* του. Κάθε γλωσσικό σημείο, σ' όλες τις φυσικές γλώσσες, είναι στο σύνολό του μοναδικό. Δεν υπάρχουν δηλαδή στη γλώσσα δύο λέξεις που να συμπίπτουν απολύτως και στα δύο στοιχεία του ΓΣ, γιατί τότε θα είχαμε πλήρη ταύτιση. Οι μεταξύ των σημείων δυνατές σχέσεις, που συνήθως απαντώνται στις γλώσσες, αναφέρονται τόσο στη σημασία όσο και στη μορφή. Γενικά θα μπορούσαν να επισημανθούν οι εξής σχέσεις [35]:

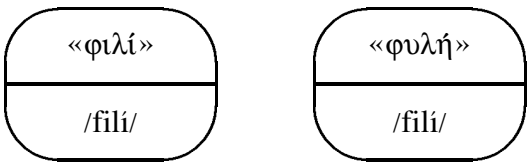
1. *Ετερωνυμίας - Ετεροηχίας*



δέντρο *ουρανός*

Πρόκειται για σχέση *ετερωνυμίας* (ή *ετεροσημίας*) ως προς τη σημασία και *ετεροηχίας* (ή *ετερομορφίας*) ως προς τη φωνολογική αντιπροσώπευση της σημασίας. Η σχέση εμφανίζει το μεγαλύτερο δυνατό βαθμό διαφοροποίησης μεταξύ των σημείων.

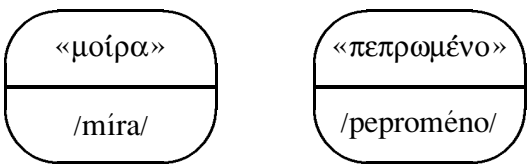
2. *Ετερωνυμίας - Ομοηχίας*



φιλί *φυλή*

Στην περίπτωση αυτή τα δύο σημεία χαρακτηρίζονται μεν από *ετερωνυμία* ως προς τη σημασία, συμπίπτουν όμως στη φωνολογική τους παράσταση (είναι *ομόηχα* ή *ομώνυμα*). Διακρίνουμε δύο είδη ομοηχίας: τη «συμπτωματική ομοηχία» (/kritikós/ = κρητικός - κριτικός, /kenós/ = καινός - κενός, /líra/ = λύρα - λίρα) και την «ετυμολογική ομοηχία». Το δεύτερο είδος είναι η λεγόμενη *πολυσημία*, όπου περισσότερες της μιας σημασίες, ετυμολογικά συνδεόμενες, δηλώνονται με την ίδια μορφή (π.χ. η *γλώσσα* μπορεί να έχει τις σημασίες: 1. ανατομικό όργανο γεύσης, 2. ομιλία, 3. τμήμα του παπουτσιού, 4. φλόγα της φωτιάς κ.ο.κ.).

3. *Συνωνυμίας - Ετεροηχίας*



μοίρα *πεπρωμένο*

Τα σημεία αυτά είναι μεν ετερόηχα ως προς τη μορφή, αλλά *συνώνυμα* ως προς τη σημασία.

Από την εξέταση αυτή των σχέσεων των γλωσσικών σημείων (ή χοντρικά των λέξεων) μεταξύ τους, φαίνεται ότι η ίδια η σύσταση της λέξης, αλλά και η ανάγκη αυξημένης λειτουργικότητας των λέξεων, επιβάλλει την ύπαρξη μιας αυξομειούμενης *διαφοροποιητικής αξίας* μεταξύ των λέξεων που, και όταν ακόμα δε φτάνει στο μέγιστο βαθμό διαφοροποίησης (ετερώνυμα, ετερόηχα, ετερόγραφα[2]), είναι απολύτως επαρκής — με τη βοήθεια άλλων στοιχείων της γλώσσας (γειτονικών λέξεων, περιβάλλοντος) — ώστε να οδηγήσει

[2]λέξεις με την ίδια ακουστική μορφή αλλά με διαφορετική ορθογραφία

στην κατανόηση του νοήματος και τη σωστή λειτουργία της επικοινωνίας [35]. Δηλαδή συχνά, για να καθοριστεί η σημασία μιας μορφής, καταλυτικό ρόλο παίζει το περιβάλλον μέσα στο οποίο αναφέρεται.

Μια άλλη ιδιότητα του ΓΣ είναι η *μεταβλητότητά* του στο χρόνο. Είναι δυνατόν δηλαδή με την πάροδο του χρόνου να μεταβληθούν οι σχέσεις του ΓΣ (η έκφραση μιας σημασίας με νέα μορφή ή η χρησιμοποίηση της ίδιας μορφής για να δηλωθούν μία ή περισσότερες νέες σημασίες).

Όλες οι παραπάνω ιδιότητες των λέξεων (μεταβλητότητα και μοναδικότητα) ισχύουν ανάλογα και για ονόματα.

Είναι φανερό ότι ο ανθρώπινος λόγος, για να προσδιορίσει ένα αντικείμενο καθορίζει ένα περιβάλλον (παραθέτοντας σε σειρά ονόματα — συμφραζόμενα), όπου το αντικείμενο είναι είτε σημασιολογικά είτε πραγματολογικά μοναδικό. Επομένως, το όνομα αυτό είναι *σχετικό* με το περιβάλλον που έχει καθοριστεί (όλα τα ονόματα είναι σχετικά με ένα περιβάλλον αναφοράς). Τότε λέμε ότι το όνομα *ταυτίζεται* με ένα αντικείμενο (συγκεκριμένο ή αφηρημένο), αλλά μέσα σε προκαθορισμένο περιβάλλον. Έτσι συνήθως με ένα περιορισμένο αριθμό λέξεων μπορεί να περιγραφούν (συνδυάζοντάς τις διαφοροτρόπως) άπειρα σε αριθμό αντικείμενα («οικονομία της γλώσσας») [35].

5.3 Όνομα και ταυτότητα αντικειμένου σε οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων

Οι έννοιες του *ονόματος* και της *ταυτότητας* ενός αντικειμένου είναι θεμελιώδεις στα οντοκεντρικά συστήματα παράστασης γνώσης και τα σημασιολογικά δίκτυα.

Σ' αυτά τα συστήματα ένα αντικείμενο του φυσικού κόσμου παριστάνεται με μία οντότητα του συστήματος. Δημιουργείται έτσι μια *εξωτερική σχέση* που συνδέει ένα αντικείμενο του πραγματικού κόσμου με ένα αντικείμενο (οντότητα) του συστήματος. Αυτό είναι ανάλογο με την *εξωτερική* σχέση, όπως αυτή ορίστηκε κατά τη μελέτη της φυσικής γλώσσας, η οποία συνδέει μια λέξη με το αντικείμενο του πραγματικού κόσμου που περιγράφεται απ' αυτή. Μία οντότητα αντιστοιχεί με μία *λέξη* της φυσικής γλώσσας. Και όπως μια λέξη αποτελείται από δύο συστατικά στοιχεία, έτσι και μια οντότητα αποτελείται από ένα μοναδικό *αναγνωριστικό* (αντίστοιχο της *σημασίας*), το οποίο παρέχεται από το σύστημα, και από ένα *ατομικό όνομα* (αντίστοιχο της *μορφής*), με το οποίο το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. χρήστες) αναγνωρίζει την οντότητα. Όπως και στη λέξη, έτσι και στην οντότητα, η σχέση που συνδέει τα συστατικά της στοιχεία είναι *συμβατική*, δηλαδή, αυθαίρετα μπορούμε να αντιστοιχίσουμε ένα αναγνωριστικό

με ένα ατομικό όνομα. Αντίθετα, η αιτιότητα αυτή του ατομικού ονόματος περιορίζεται σημαντικά από το αντικείμενο του πραγματικού κόσμου που περιγράφεται από την οντότητα αυτή. Συνεπώς, το ατομικό όνομα μιας οντότητας πρέπει να έχει κάποια σχέση με το αντικείμενο, το οποίο περιγράφεται από την οντότητα αυτή (π.χ. σχέση με το πραγματικό όνομα του αντικειμένου ή με κάποιο χαρακτηριστικό του γνώρισμα κλπ).

Μια οντότητα (συμπεριλαμβανομένων και των γνωρισμάτων, που είναι οντότητες και αυτές σε πολλά συστήματα) είναι στο σύνολό της *μοναδική*. Τα συστατικά όμως στοιχεία μιας οντότητας έχουν ορισμένες ιδιότητες. Αρχικά, το αναγνωριστικό που παρέχεται από το σύστημα είναι *μοναδικό* σε μια συγκεκριμένη βάση. Το ατομικό όνομα είναι επίσης *μοναδικό*, για οντότητες-κόμβους[3]. Για οντότητες-γνωρίσματα, το ατομικό όνομα είναι μοναδικό μεταξύ των γνωρισμάτων μιας οντότητας. Είναι, δηλαδή, μοναδικό στην περιοχή μιας οντότητας. Μια άλλη ιδιότητα που χαρακτηρίζει τα ατομικά ονόματα είναι η *μεταβλητότητα*. Είναι δυνατόν, δηλαδή, να αλλάξουν, καθώς η βάση εξελίσσεται (πράξη rename).

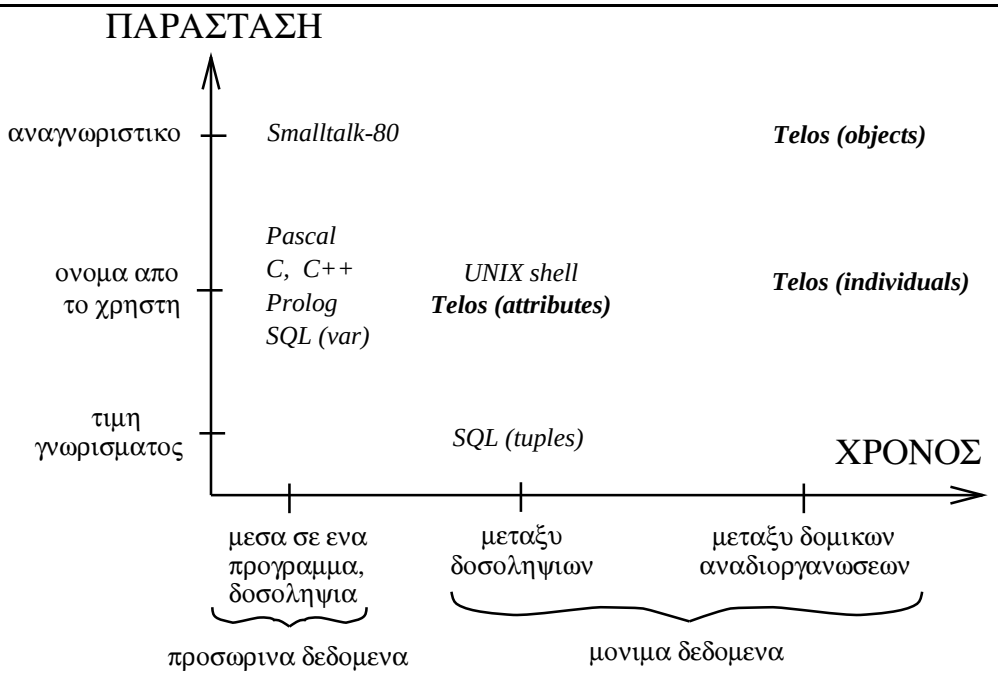
Μέχρι τώρα έχει οριστεί η έννοια της *οντότητας* στα ΟΣΒΔ και στα ΣΔ, τα συστατικά της στοιχεία και τις ιδιότητες που ισχύουν σ' αυτά. Αναφορικά με αυτά μπορεί να οριστεί το *όνομα* και η *ταυτότητα* ενός αντικειμένου στα ΟΣΒΔ και στα ΣΔ.

Όνομα (name) είναι μια *συντακτική οντότητα*, η οποία καθορίζει/προσδιορίζει μοναδικά (identifies) ένα αντικείμενο [6]. *Συντακτική οντότητα* είναι ένα ατομικό όνομα ή ένα σύνολο ονομάτων (τα οποία προσδιορίζουν άλλα αντικείμενα) με μια συγκεκριμένη σειρά.

Τα *ονόματα*, όσον αφορά το περιβάλλον στο οποίο αναφέρονται, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. **Απόλυτα**: είναι τα ονόματα τα οποία μπορούν να προσδιορίσουν μοναδικά ένα αντικείμενο, ανεξάρτητα από τις αλλαγές που συντελούνται στο περιβάλλον του. Το περιβάλλον αναφοράς τους είναι ολόκληρη η βάση δεδομένων. Έτσι, τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων-κόμβων είναι *απόλυτα* ονόματα.
2. **Σχετικά**: είναι τα ονόματα τα οποία μπορούν να προσδιορίσουν μοναδικά ένα αντικείμενο, αλλά μέσα σε ένα καθορισμένο περιβάλλον. Σε διαφορετικό περιβάλλον, είναι δυνατόν ένα συγκεκριμένο όνομα να **μην** προσδιορίζει μοναδικά το ίδιο αντικείμενο ή να προσδιορίζει μοναδικά ένα άλλο αντικείμενο (αντίστοιχο με τις πολύσημες λέξεις ή ονόματα). Σχετικά είναι τα ονόματα των οντοτήτων-γνωρισμάτων, γιατί, για να προσδιοριστεί πλήρως το αντικείμενο στο οποίο αναφέρονται, είναι απαραίτητο να αναφερθεί, εκτός απ' το ατομικό

[3]Οι έννοιες οντότητα-κόμβος και οντότητα-γνώρισμα έχουν οριστεί στο κεφάλαιο 3.



Σχήμα 5.1: Οι δύο διαστάσεις της ταυτότητας και γλώσσες μέσα στο χώρο αυτό

Στο σχήμα παρουσιάζονται οι δύο διαστάσεις της ταυτότητας και πως υποστηρίζεται η ταυτότητα από μερικές γλώσσες προγραμματισμού. Στη διάσταση της *ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ* όσο προχωράμε προς τα πάνω υποστηρίζεται (από το αντίστοιχο σύστημα) όλο και πιο *ισχυρή* ταυτότητα. Το ίδιο συμβαίνει και στη *ΧΡΟΝΙΚΗ* διάσταση όσο προχωράμε προς τα δεξιά.

τους όνομα και το όνομα της οντότητας, στην οποία αποδίδονται.

Ταυτότητα (identity) ενός αντικειμένου είναι η ιδιότητα εκείνη που το περιγράφει/χαρακτηρίζει μοναδικά και το κάνει να ξεχωρίζει από όλα τα άλλα αντικείμενα [12, 13].

Η *ταυτότητα* ενός αντικειμένου μπορεί να μελετηθεί ως προς δύο διαφορετικές διαστάσεις [12, 13]:

- **Παράσταση**, η οποία ασχολείται με το πώς μπορεί να παρασταθεί (ή να εκφραστεί) η ταυτότητα. Έτσι, η ταυτότητα ενός αντικειμένου μπορεί να παρασταθεί είτε με την *τιμή* ενός γνωρίσματός του (π.χ. αριθμός ταυτότητας), είτε με ένα *όνομα* το οποίο παρέχεται από το χρήστη (π.χ. ονόματα μεταβλητών, ατομικά ονόματα), είτε με ένα *σταθερό* και *μοναδικό αναγνωριστικό*, το οποίο παρέχεται συνήθως από το σύστημα [12, 43, 23].

- **Χρονική**, η οποία μελετά την ταυτότητα χρονικά (με την εξέλιξη της βάσης). Έτσι, εξετάζεται αν διατηρείται η παράσταση της ταυτότητας ενός αντικειμένου

μέσα σε ένα απλό πρόγραμμα ή δοσοληψία (transaction), μεταξύ δοσοληψιών ή μεταξύ δομικών αναδιοργανώσεων (structural reorganizations) (π.χ. αναδιοργάνωση σχήματος στις βάσεις δεδομένων).

Οι δύο αυτές διαστάσεις της ταυτότητας φαίνονται στο σχήμα 5.1. Σε κάθε διάσταση υπάρχει η έννοια της *ισχυρής* (strong) και της *ασθενούς* (weak) ταυτότητας [12]. Όπως φαίνεται στο σχήμα, υπάρχουν δύο άξονες που αντιστοιχούν στις δύο διαφορετικές διαστάσεις της ταυτότητας. Όσο προχωράμε προς τα πάνω στον άξονα της *ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ*, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η ταυτότητα. Το ίδιο συμβαίνει και στον άξονα της *ΧΡΟΝΙΚΗΣ* διάστασης όσο προχωράμε προς τα δεξιά. Μια γλώσσα, η οποία παρέχει *ισχυρή* ταυτότητα (*strong notion of identity*) στη διάσταση της *ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ*, πρέπει να διατηρεί την ταυτότητα παράστασης κατά τη διάρκεια των ενημερώσεων της βάσης (updates), να χρησιμοποιεί την ταυτότητα στη σημασιολογία των τελεστών της, και να παρέχει τελεστές χειρισμού ταυτότητας. Από την άλλη, μια γλώσσα, που παρέχει *ισχυρή ταυτότητα* στη χρονική διάσταση, πρέπει να χρησιμοποιεί καλύτερες τεχνικές υλοποίησης για τη διατήρηση της ταυτότητας παράστασης.

Όσον αφορά την ταυτότητας παράστασης διακρίνουμε δύο είδη [23]:

- **Καθολική ταυτότητα** (global identity): είναι η ιδιότητα του αντικειμένου η οποία το διαφοροποιεί από όλα τα άλλα, για ένα συγκεκριμένο σύστημα. Έτσι, καθολική ταυτότητα για όλα τα αντικείμενα μιας βάσης είναι το μοναδικό *αναγνωριστικό* τους. καθώς επίσης και το *απόλυτο όνομά* τους. Για παράδειγμα, η καθολική ταυτότητα για τις οντότητες-κόμβους είναι το ατομικό τους όνομα.

- **Τοπική ταυτότητα** (local identity): είναι η ιδιότητα του αντικειμένου που το διαφοροποιεί από όλα τα άλλα που βρίσκονται μέσα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον (context). Τέτοιου είδους ταυτότητα είναι τα *σχετικά* ονόματα των οντοτήτων. Για παράδειγμα, το ατομικό όνομα των οντοτήτων-γνωρισμάτων, το οποίο διαφοροποιεί ένα γνώρισμα από όλα τα άλλα γνωρίσματα της οντότητας στην οποία αποδίδονται (η οντότητα αυτή αποτελεί το περιβάλλον).

Η *καθολική ταυτότητα* μπορεί να θεωρηθεί ένα είδος τοπικής ταυτότητας, όπου το περιβάλλον διαφοροποίησης είναι ολόκληρη η βάση δεδομένων.

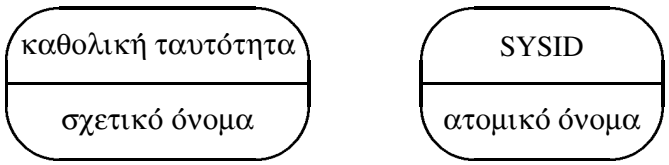
Η έννοια της *ισχυρής ταυτότητας* επιτυγχάνεται πιο εύκολα με τη χρήση αναγνωριστικών, τα οποία παράγονται από το σύστημα (system identifiers). Τέτοιου είδους αναγνωριστικά είναι *ανεξάρτητα δεδομένων* (data independent) και *ανεξάρτητα τοποθεσίας* (location independent) και λέγονται *εκπρόσωποι* ή *αναπληρωτές* (surrogates), όπως αναφέρεται στα [23, 12, 13].

5.4 Όνομα και ταυτότητα αντικειμένου στην Telos

Στην ενότητα αυτή μελετώνται το όνομα και η ταυτότητα ενός αντικειμένου στη δομικά οντοκεντρική γλώσσα παράστασης γνώσης Telos, η οποία παρουσιάστηκε λεπτομερώς στο κεφάλαιο 3. Η μελέτη χωρίζεται σε δύο στάδια: αρχικά, μελέτη των δύο αυτών εννοιών χωρίς να ληφθεί υπ' όψη η *εμβέλεια ονόματος*, και στη συνέχεια μελέτη για το πώς θα επηρεαστούν οι έννοιες αυτές με την εισαγωγή της *εμβέλειας ονόματος*.

Στην Telos ισχύουν όλα όσα ειπώθηκαν για τις οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων. Συνοπτικά ισχύουν τα εξής:

1. Κάθε αντικείμενο του φυσικού κόσμου παριστάνεται με μία *οντότητα* (*εξωτερική* σχέση).
2. Κάθε οντότητα αποτελείται από δύο συστατικά στοιχεία, το *αναγνωριστικό του συστήματος* (SYSID[4]) και το *ατομικό όνομα*, και η σχέση που τα συνδέει είναι *συμβατική* (ανάλογο του *γλωσσικού σημείου* της φυσικής γλώσσας). Συνεπώς, μια οντότητα μπορεί να παρασταθεί ως εξής:



απόλυτο όνομα *οντότητα*

3. Κάθε οντότητα στο σύνολό της είναι *μοναδική*.
4. Οι έννοιες του *ονόματος* και της *ταυτότητας* ορίζονται ανάλογα με αυτές των οντοκεντρικών βάσεων δεδομένων.
5. Οι *οντότητες-κόμβοι* έχουν *πάντα* ένα ατομικό όνομα, το οποίο είναι μοναδικό για κάθε οντότητα. Οι οντότητες-γνωρίσματα, έχουν ένα ατομικό όνομα, μοναδικό σε όλα τα γνωρίσματα της οντότητας, στην οποία κάθε ένα από αυτά αποδίδεται.
6. Όταν η ταυτότητα εκφράζεται με το *αναγνωριστικό του συστήματος*, είναι *ισχυρή* στη διάσταση της *παράστασης*, γιατί το αναγνωριστικό παρέχεται από το σύστημα και είναι μοναδικό. Στην περίπτωση αυτή, η ταυτότητα είναι *ισχυρή* και στη χρονική διάσταση, γιατί παραμένει αμετάβλητη μεταξύ των δοσοληψιών ανεξάρτητα αν γίνονται αλλαγές στα δεδομένα ή στο σχήμα (βλέπε

[4] *System Identifier*: είναι ανεξάρτητο δεδομένων (data independent) και ανεξάρτητο της διεύθυνσης του αντικειμένου στο δίσκο ή στη μνήμη (location independent). Τέτοιου είδους αναγνωριστικά είναι γνωστά στη βιβλιογραφία ως *surrogates* [23, 12, 13].

σχήμα 5.1). Συνεπώς, το *αναγνωριστικό του συστήματος* είναι μια παράσταση της *καθολικής ταυτότητας* του αντικειμένου.
Ισχυρή, επίσης, είναι η ταυτότητα, όταν εκφράζεται με το ατομικό όνομα της οντότητας, για οντότητες-κόμβους.

7. Για οντότητες--γνωρίσματα, η ταυτότητα, όταν εκφράζεται με το απόλυτο όνομα της οντότητας, είναι λιγότερο ισχυρή από την ταυτότητα, όταν αυτή εκφράζεται με το αναγνωριστικό του συστήματος. Αυτό συμβαίνει επειδή το απόλυτο όνομα ενός γνωρίσματος αλλάζει κατά τη διάρκεια δομικών αναδιοργανώσεων, και πιο συγκεκριμένα σε περίπτωση αλλαγής της οντότητας στην οποία αποδίδεται.

Στην Telos ισχύει επιπλέον το εξής:

> Τα γνωρίσματα είναι δυνατό να μην έχουν ατομικό όνομα. Τα γνωρίσματα αυτά διαφοροποιούνται μεταξύ τους, από το περιβάλλον μέσα στο οποίο βρίσκονται. Για κάθε τέτοιο γνώρισμα, το περιβάλλον αυτό περιλαμβάνει την οντότητα-αφετηρία, την οντότητα-προορισμού (δηλαδή τις οντότητες τις οποίες συνδέει) και τις κατηγορίες γνωρισμάτων στις οποίες ανήκει. Το πλήρες όνομα αυτών των οντοτήτων είναι ο συνδυασμός των ονομάτων των οντοτήτων που αποτελούν το περιβάλλον τους.

Με την εισαγωγή *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* στην Telos, επηρεάζεται τόσο το *όνομα* όσο και η *ταυτότητα* ενός αντικειμένου. Οι αλλαγές που προκαλεί ο μηχανισμός αυτός περιγράφονται στην επόμενη υποενότητα.

5.4.1 Εμβέλεια ονόματος — όνομα και ταυτότητα αντικειμένου

Ο *μηχανισμός εμβέλειας ονόματος* αλλάζει την έννοια της ταυτότητας για μια οντότητα-κόμβο, όταν αυτή εκφράζεται με το ατομικό όνομα της οντότητας, κάνοντάς την λιγότερο ισχυρή μεν, αλλά περισσότερο λειτουργική. Με το μηχανισμό αυτό, δύο ή περισσότερες οντότητες-κόμβοι, μπορούν να έχουν μεν το ίδιο ατομικό όνομα, πρέπει όμως να έχουν διαφορετικό απόλυτο όνομα. Το απόλυτο όνομα είναι μοναδικό για κάθε τέτοια οντότητα και παράγεται από τα ονόματα των οντοτήτων που συγκροτούν την εμβέλεια της οντότητας αυτής. Η παραγωγή αυτή γίνεται ακολουθώντας ένα μονοπάτι του σημασιολογικού δικτύου, αποτελούμενο από οντότητες και σχέσεις (ταξινόμησης, γενίκευσης, και απόδοσης γνωρίσματος) και το οποίο καταλήγει στην οντότητα,το όνομα της οποίας παράγεται. Στο επόμενο κεφάλαιο μελετάται λεπτομερώς ο τρόπος παραγωγής του ονόματος μιας οντότητας καθώς επίσης και πώς μία οντότητα τοποθετείται στην εμβέλεια άλλων οντοτήτων.

Υπάρχουν πολλά σχετικά ονόματα με τα οποία μπορούμε να αναφερθούμε σε μια οντότητα (τοπική ταυτότητα). Αυτά τα ονόματα αντιπροσωπεύουν ισάριθμες διαφορετικές «όψεις», με τις οποίες μπορούμε να «δούμε» ένα αντικείμενο. Είναι, δηλαδή, διαφορετικά ονόματα με τα οποία μπορούμε να περιγράψουμε (ή να αναφερθούμε σε) ένα αντικείμενο. Αντιθέτως, *σε κάθε οντότητα αντιστοιχεί πάντα* **ένα** *απόλυτο όνομα, το οποίο είναι* **μοναδικό** σε ολόκληρη τη βάση. Έτσι, ικανοποιείται μία από τις δύο βασικές απαιτήσεις που υπάρχουν στην Telos και αφορούν τα ονόματα: η **μοναδικότητα**. Σύμφωνα με αυτήν, *κάθε οντότητα έχει ένα τουλάχιστον όνομα το οποίο είναι μοναδικό, σε μια συγκεκριμένη βάση δεδομένων.*

Η άλλη βασική απαίτηση είναι η **σταθερότητα** του ονόματος. Η διατήρηση, δηλαδή, του ονόματος καθώς η βάση εξελίσσεται. Αυτή η απαίτηση δεν ικανοποιείται πλήρως, γιατί το απόλυτο όνομα μιας οντότητας μεταβάλλεται μεν με την εξέλιξη της βάσης, αλλά αυτό συμβαίνει μόνο σε περίπτωση αλλαγής του ατομικού ονόματος της οντότητας ή αλλαγής της εμβέλειάς της.

Ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος δίνει μεγαλύτερη λειτουργικότητα στο όνομα μιας οντότητας, γιατί:

1. Το όνομα μιας οντότητας έχει άμεση σχέση με το περιβάλλον από το οποίο εξαρτάται και έτσι αλλάζει *δυναμικά* όταν αλλάζει αυτό. Το όνομα (απόλυτο ή σχετικό) της οντότητας αλλάζει αυτόματα όταν αλλάζει το όνομα οντοτήτων που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με αυτήν. Έτσι, το όνομα «ακολουθεί» τις αλλαγές που γίνονται στο περιβάλλον της οντότητας.

2. Σε περίπτωση δομικών αναδιοργανώσεων, αν αλλάξουν οι διασυνδέσεις μιας οντότητας με το περιβάλλον, το οποίο την προσδιορίζει μοναδικά (π.χ. μεταφορά της οντότητας σε άλλο περιβάλλον — αλλαγή διεύθυνσης κατοικίας ενός προσώπου), αλλάζει αυτόματα και το πλήρες όνομα της οντότητας αυτής και προσαρμόζεται στο καινούργιο περιβάλλον, το οποίο είναι εκείνο που την προσδιορίζει μοναδικά από τώρα και στο εξής.

3. Ο χρήστης μπορεί να εκφράσει καταστάσεις με ανάλογο τρόπο όπως κάνει με τη φυσική του γλώσσα. Δηλαδή, μπορεί, με περιορισμένο αριθμό ατομικών ονομάτων, να περιγράψει πολύ περισσότερα αντικείμενα από όσα μπορούσε μέχρι τώρα. Έτσι, μπορεί να μιμηθεί φαινόμενα πολυσημίας, που παρουσιάζονται πολύ συχνά στη φυσική γλώσσα.

4. Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να χειρίζεται αυτόματους μηχανισμούς απόδοσης εμβέλειας σε επίπεδο εννοιολογικού σχήματος. Δηλαδή, κατά τη σχεδίαση ενός μοντέλου μπορεί να ορίζει (στο σχήμα) περιοχές εμβέλειας, οι

οποίες λαμβάνονται υπ' όψη κατά την εισαγωγή των δεδομένων, ώστε να γίνεται αυτόματα η απόδοση ονόματος σε μια οντότητα.

5. Υποστηρίζεται η δημιουργία οντοτήτων-κόμβων χωρίς όνομα. Αυτή η δυνατότητα αυξάνει γενικά τη λειτουργικότητα ολόκληρου του συστήματος, γιατί ο χρήστης πλέον δεν είναι υποχρεωμένος να παράγει ονόματα — πολλές φορές πολύ μεγάλα — για αντικείμενα τα οποία είναι πλήρως ορισμένα από το περιβάλλον τους. Υπολογίζεται ότι τα αντικείμενα αυτά αποτελούν το 60% των αντικειμένων των πραγματικών εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας το SIS (άρα την Telos) στο Ινστιτούτο Πληροφορικής του ΙΤΕ. Ένας τέτοιος μηχανισμός απλοποιεί κατά πολύ τον τρόπο εισαγωγής των δεδομένων, όπως θα φανεί στο επόμενο κεφάλαιο.

5.5 Ονοματοδοσία και εμβέλεια: δυσκολίες χρήσης

Μια από τις βασικότερες ιδιότητες των οντοκεντρικών βάσεων δεδομένων είναι ο *δυναμικός τρόπος* αλλαγής του περιβάλλοντος (εμβέλειας), σε αντίθεση με τον *στατικό*, ο οποίος υποστηρίζεται από τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων (όπως π.χ. οι σχεσιακές) και γλώσσες προγραμματισμού. Στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων, το περιβάλλον εξαρτάται από το tuple, ενώ στις γλώσσες προγραμματισμού από τον πηγαίο κώδικα (source code). Οι οντοκεντρικές βάσεις δεδομένων όμως, με τους μηχανισμούς πολλαπλής ταξινόμησης και κληρονόμησης που υποστηρίζουν οι περισσότερες, επιτρέπουν την αλλαγή του περιβάλλοντος μιας οντότητας δυναμικά όσο μεταβάλλεται η βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλές δυσκολίες στην ονοματοδοσία.

Η εύρεση ονόματος για ένα αντικείμενο δεν είναι μια εύκολη διαδικασία. Πολλές φορές είναι δύσκολο για το χρήστη να επιλέξει ένα συγκεκριμένο όνομα για ένα αντικείμενο που θέλει να περιγράψει ή να βρει το όνομα ενός αντικειμένου που ήδη έχει περιγραφεί στη βάση και θέλει να αναφερθεί σ' αυτό. Ας μην ξεχνάμε ότι και η ίδια η βάση έχει μια εμβέλεια, είναι ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, μέσα στο οποίο εντάσσονται τα αντικείμενα που θέλουμε να περιγράψουμε. Η δυσκολία έγκειται στην εύρεση κατάλληλου ονόματος για ένα αντικείμενο, γιατί το «κατάλληλο όνομα» είναι υποκειμενικό. Η επιλογή του βασίζεται στην εύρεση των χαρακτηριστικών εκείνων του αντικειμένου, τα οποία το περιγράφουν καλύτερα. Αυτό όμως εξαρτάται από τις γνώσεις που έχει ο χρήστης για το αντικείμενο ή από ποια όψη το μελετάει. Για παράδειγμα, ένας μηχανολόγος βλέπει τη μηχανή ενός αυτοκινήτου σαν μια ανεξάρτητη οντότητα, ενώ ένας κοινός οδηγός σαν ένα μέρος του αυτοκινήτου που οδηγεί. Έτσι, ο μηχανολόγος θα αναφερθεί στη μηχανή με τον μοναδικό αριθμό που της παρέχεται όταν κατασκευάζεται, ενώ ο οδηγός θα αναφερθεί

σ' αυτήν μέσω της ταυτότητας του αυτοκινήτου στο οποίο ανήκει.

Συνεπώς, υπάρχουν δύο είδη εμβέλειας που έρχονται πολλές φορές σε σύγκρουση και είναι η βασικότερη αιτία της δυσκολίας δημιουργίας αλλά και χρήσης μιας βάσης δεδομένων. Το ένα είναι η εμβέλεια της ΒΔ, και το άλλο είναι η εμβέλεια του εκάστοτε χρήστη, που συχνά είναι διαφορετική για κάθε χρήστη. Δηλαδή, κάθε χρήστης έχει διαφορετική άποψη (ανάλογα με τα ενδιαφέροντά του ή το περιβάλλον χρήσης) για το πώς έχουν περιγραφεί (ή πως θα έπρεπε να έχουν περιγραφεί) τα αντικείμενα της βάσης. Έτσι, του είναι πολλές φορές δύσκολο να βρει ένα αντικείμενο που είναι καταχωρημένο στη βάση, γιατί το ίδιο αντικείμενο είναι γνωστό σ' αυτόν με διαφορετικά χαρακτηριστικά ή το έχει εντάξει σε ένα τελείως διαφορετικό περιβάλλον, από εκείνο της βάσης. Υπάρχουν, δηλαδή, δυσκολίες στην επικοινωνία ανθρώπου-βάσης. Το γεγονός αυτό δε θα έπρεπε να μας εκπλήσσει, γιατί παρόμοια προβλήματα παρουσιάζονται και στην επικοινωνία των ανθρώπων μεταξύ τους. Μάλιστα, η ανθρώπινη επικοινωνία γίνεται διαλογικά και διαθέτει πολλαπλούς τρόπους έκφρασης για τον καθορισμό του περιβάλλοντος αναφοράς, σε αντίθεση με τη βάση δεδομένων, όπου το περιβάλλον είναι σταθερό και οι τρόποι επικοινωνίας περιορισμένοι.

Για τη λύση των προβλημάτων αυτών, το μόνο που μπορούμε να κάνουμε είναι η παροχή κατάλληλων μηχανισμών ονοματοδοσίας που να διευκολύνουν το χρήστη όσο το δυνατό περισσότερο. Έτσι, βασικό μέλημα μας είναι η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου παραγωγής ονομάτων, ο οποίος θα είναι ξεκάθαρος στο χρήστη. Ο τρόπος, δηλαδή, με τον οποίο χρησιμοποιείται η εμβέλεια για την παραγωγή του ονόματος να δίνεται με κανόνες, οι οποίοι είναι εμφανείς στο χρήστη, ώστε εκείνος να μπορεί να τους χρησιμοποιήσει και να αναφέρεται με μεγαλύτερη ευκολία και ακρίβεια στο αντικείμενο που επιθυμεί.

Στο επόμενο κεφάλαιο μελετάται η εμβέλεια ονόματος στην Telos και ορίζονται οι κανόνες ορισμού εμβέλειας και αυτόματης παραγωγής ονομάτων από αυτούς. Μάλιστα, όπως θα δούμε, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να ορίζει αυτός κανόνες εμβέλειας για το μοντέλο που αναπτύσσει, οι οποίοι θα είναι εμφανείς στους χρήστες του μοντέλου αυτού.

Κεφάλαιο 6

Ένας μηχανισμός εμβέλειας ονόματος για τη γλώσσα Telos

6.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο μελετήσαμε το όνομα και την ταυτότητα ενός αντικειμένου σε οντοκεντρικά συστήματα βάσεων δεδομένων και σε σημασιολογικά δίκτυα, καθώς και τη σχέση που υπάρχει μεταξύ τους. Είδαμε επίσης πως επηρεάζονται αυτές οι δύο έννοιες με την εισαγωγή του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* (ΜΕΟ), εστιάζοντας την προσοχή μας στη γλώσσα Telos.

Σ' αυτό το κεφάλαιο μελετάται λεπτομερώς ο *μηχανισμός εμβέλειας ονόματος* στη γλώσσα Telos. Αρχικά, στην ενότητα 6.2, δίνεται ένας γενικός ορισμός της *εμβέλειας ονόματος* και κατόπιν περιγράφεται η περιορισμένη μορφή της, η οποία ορίζεται τυπικά και είναι υλοποιήσιμη. Ο περιορισμός είναι αναγκαίος τόσο για λόγους απόδοσης του συστήματος όσο και για λόγους αρχών (*μοναδικότητα* και *σταθερότητα*[1]), που πρέπει να υποστηρίζονται από την Telos, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στην ενότητα 6.4 παρουσιάζονται και μελετώνται τρεις μηχανισμοί εμβέλειας, αντίστοιχα με τους μηχανισμούς οργάνωσης της γνώσης στην Telos: *ταξινόμησης*, *γενίκευσης* και *απόδοσης γνωρίσματος*. Επίσης, μελετάται ο μηχανισμός παραγωγής του ονόματος ενός αντικειμένου βάσει της εμβέλεια αυτού, αναλύεται η συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια ενημερώσεων (updates) στη βάση γνώσης και προτείνονται αυτοματισμοί για τη διευκόλυνση του χρήστη στην ανάπτυξη εφαρμογών. Τέλος, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* σε σχέση με τον υπάρχοντα μηχανισμό ονοματοδοσίας στη γλώσσα Telos.

[1] Βλέπε ενότητα 5.4.

6.2 Ορισμός εμβέλειας ονόματος

Στην ενότητα αυτή, δίνεται αρχικά ένας γενικός ορισμός του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* στην Telos και στη συνέχεια ορίζεται (περιγραφικά και τυπικά) μια εξειδικευμένη μορφή του, η οποία είναι υλοποιήσιμη και μελετάται λεπτομερώς στο υπόλοιπο του κεφαλαίου.

6.2.1 Γενικός ορισμός

Εμβέλεια μιας οντότητας είναι μια *περιοχή*, μέσα στην οποία η οντότητα προσδιορίζεται μοναδικά. Με τον όρο *περιοχή* ορίζουμε ένα σύνολο οντοτήτων που συνδέονται άμεσα (μέσω μιας σχέσης) ή έμμεσα με την οντότητα και τη χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Οι συνεχείς ενημερώσεις που συντελούνται σε μια βάση δεδομένων προκαλούν τη μεταβολή της περιοχής, η οποία προσδιορίζει μοναδικά ένα συγκεκριμένο αντικείμενο της βάσης (η αύξηση της γνώσης στη βάση προκαλεί τη «συρρίκνωση» της περιοχής αυτής, ενώ η μείωση της γνώσης προκαλεί την «επέκτασή» της). Παρ' όλ' αυτά, πιστεύεται ότι για κάθε αντικείμενο μιας συγκεκριμένης εφαρμογής, υπάρχει μια περιοχή, η οποία το χαρακτηρίζει μοναδικά, οποιεσδήποτε και αν είναι οι μεταβολές που συντελούνται στη βάση και φυσικά δεν αφορούν άμεσα την περιοχή αυτή. Η περιοχή αυτή είναι η μικρότερη δυνατή που προσδιορίζει μοναδικά το αντικείμενο.

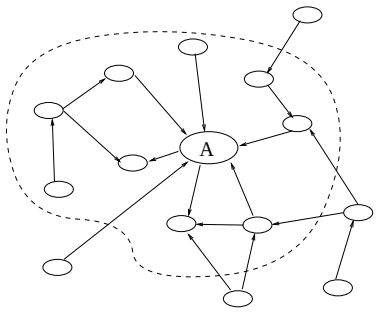
Η έννοια της *εμβέλειας* περικλείει μία έννοια *εξάρτησης*, αφού η ύπαρξη μιας οντότητας εξαρτάται άμεσα από την ύπαρξη της περιοχής, η οποία την προσδιορίζει μοναδικά.

Εμβέλεια ονόματος μιας οντότητας είναι το σύνολο των ονομάτων των οντοτήτων, στην εμβέλεια των οποίων βρίσκεται το όνομα της οντότητας αυτής. Υπάρχουν κάποιες οντότητες οι οποίες δεν βρίσκονται στην εμβέλεια καμίας οντότητας. Οι οντότητες αυτές ονομάζονται *ανεξάρτητες οντότητες*.

Μηχανισμός εμβέλειας ονόματος είναι ο μηχανισμός, με τον οποίο αποδίδεται εμβέλεια σε μια οντότητα, παράγεται το όνομα που την προσδιορίζει μοναδικά λαμβάνοντας υπ' όψη την εμβέλεια αυτής.

Στο σχήμα 6.1 φαίνεται σχηματικά ο ορισμός της *εμβέλειας ονόματος*. Η εμβέλεια της οντότητας «A» είναι η περιοχή του σημασιολογικού δικτύου που περικλείεται από τη διακεκομμένη γραμμή. Οι οντότητες που αποτελούν την περιοχή αυτή προσδιορίζουν μοναδικά την οντότητα «A».

Αφού η οντότητα είναι μοναδική στην εμβέλειά της (μπορεί δηλαδή μέσα σ' αυτή την περιοχή να προσδιοριστεί μοναδικά), τότε όταν θέλουμε να αναφερθούμε στην οντότητα



Σχήμα 6.1: Γενικός ορισμός εμβέλειας ονόματος

Η εμβέλεια της οντότητας «A» είναι η περιοχή του σημασιολογικού δικτύου που περικλείεται από τη διακεκομμένη γραμμή. Οι οντότητες που αποτελούν την εμβέλεια μιας οντότητας την προσδιορίζουν μοναδικά. Έτσι, η οντότητα είναι είναι μοναδική μέσα στην εμβέλειά της.

αυτή από ένα άλλο περιβάλλον, δηλώνουμε το περιβάλλον στο οποίο είναι μοναδική (την εμβέλειά της), και την αναφέρουμε με το όνομά της. Έτσι, μια οντότητα είναι αναγνωρίσιμη μέσα στο σημασιολογικό δίκτυο από το περιβάλλον, που την προσδιορίζει μοναδικά. Συνεπώς, το περιβάλλον μιας οντότητας έχει άμεση σχέση με τον τρόπο απόδοσης ονόματος σε αυτήν. Έτσι, το όνομά της παράγεται από τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων, που βρίσκονται στην περιοχή εμβέλειας της οντότητας, συνδυαζόμενα κατάλληλα.

Είναι προφανές ότι καθώς αλλάζει η πληροφορία που απεικονίζεται στο σημασιολογικό δίκτυο, μεταβάλλονται και τα όρια της εμβέλειας ενός ονόματος (επεκτείνονται ή συρρικνώνονται). Δηλαδή, η εμβέλεια ενός αντικειμένου αλλάζει *δυναμικά*. Αυτό δεν είναι μια επιθυμητή κατάσταση, γιατί έρχεται σε σύγκρουση με την αρχή της *σταθερότητας*[2] που θέλουμε να ισχύει στην Telos. Επίσης, η υλοποίηση ενός τέτοιου μηχανισμού απαιτεί πολύπλοκες δομές και κάνει το σύστημα πολύ αργό. Για τους λόγους αυτούς έγινε μια προσπάθεια περιορισμού του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος, έτσι ώστε να είναι απλούστερος, να ικανοποιούνται οι βασικές αρχές που έχουν οριστεί στην Telos και να καλύπτεται το μεγαλύτερο ποσοστό των αναγκών, που παρουσιάζονται στις εφαρμογές. Ο περιορισμός αυτός παρουσιάζεται παρακάτω.

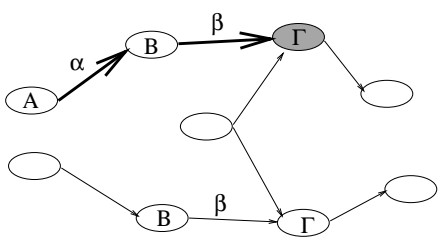
[2]Βλέπε ενότητα 5.4.

6.2.2 Εξειδικευμένος ορισμός

6.2.2.1 Περιγραφικός ορισμός

Αρχικά, πρέπει να ορίσουμε την έννοια του μονοπατιού στα σημασιολογικά δίκτυα. *Μονοπάτι* είναι ένα σύνολο για το οποίο ισχύουν τα εξής:

1. αποτελείται από σχέσεις (ταξινόμησης, γενίκευσης, γνωρίσματος) και οντότητες
2. υπάρχει μόνο μία οντότητα η οποία αποτελεί αφετηρία για κάποια σχέση του συνόλου, ενώ δεν υπάρχει σχέση του συνόλου που να καταλήγει σ' αυτή, και λέγεται *ρίζα* ή *αρχή* του μονοπατιού
3. υπάρχει μόνο μία οντότητα στην οποία καταλήγει κάποια σχέση του συνόλου, ενώ δεν υπάρχει σχέση της οποίας να είναι αφετηρία, και λέγεται *τέλος* του μονοπατιού
4. οι υπόλοιπες οντότητες συμμετέχουν σε δύο ακριβώς σχέσεις, και αποτελούν αφετηρία της μιας και κατάληξη της άλλης.



Σχήμα 6.2: Απλό μονοπάτι και μονοπάτι εμβέλειας

Με έντονη γραμμή παριστάνεται το μονοπάτι εμβέλειας. Δηλαδή, το μονοπάτι `Α.α.Β.β.Γ` είναι ένα μονοπάτι εμβέλειας με αρχή «`Α`» και τέλος «`Γ`», διότι προσδιορίζει τη σκιασμένη οντότητα «`Γ`» μοναδικά. Απεναντίας, το μονοπάτι `Β.β.Γ` δεν αντιστοιχεί σε κάποιο μονοπάτι εμβέλειας, διότι δεν προσδιορίζει μοναδικά μία οντότητα (αναφέρεται στις οντότητες που έχουν ατομικό όνομα «`Γ`»).

Ο περιορισμός που προτείνεται, αναφέρεται στις οντότητες που συγκροτούν την εμβέλεια ενός αντικειμένου, και πώς αυτές διατάσσονται. Συγκεκριμένα, οι οντότητες αυτές πρέπει να σχηματίζουν ένα μονοπάτι στο σημασιολογικά δίκτυο, με ρίζα μια οντότητα-κόμβο, η οποία προσδιορίζεται πλήρως με το ατομικό της όνομα (δεν βρίσκεται στην εμβέλεια άλλων οντοτήτων), και κατάληξη την οντότητα, την εμβέλεια της οποίας ορίζει το μονοπάτι αυτό. Ένα τέτοιο μονοπάτι λέγεται *μονοπάτι εμβέλειας* (ΜΕ).

Σε κάθε μονοπάτι αντιστοιχεί ένα *όνομα* που παράγεται από τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων οι οποίες συγκροτούν το μονοπάτι, ξεκινώντας από τη *ρίζα* και καταλήγοντας

στο *τέλος*. Τα ονόματα αυτά διαχωρίζονται μεταξύ τους με μια τελεία «.». Το αντίστροφο δεν ικανοποιείται. Δηλαδή ένα όνομα μονοπατιού, μπορεί να αντιστοιχεί σε πολλά μονοπάτια (βλέπε σχήμα 6.2). Το αντίστροφο ικανοποιείται μόνο όταν πρόκειται για μονοπάτι εμβέλειας. Δηλαδή, σε κάθε ΜΕ αντιστοιχεί ένα συγκεκριμένο και μοναδικό όνομα. Γενικά, ένα μονοπάτι προσδιορίζει την οντότητα στην οποία καταλήγει. Τα ΜΕ προσδιορίζουν *μοναδικά* αυτή την οντότητα. Έτσι, το όνομα ενός ΜΕ αντιπροσωπεύει το *απόλυτο όνομα* της οντότητας, την οποία προσδιορίζει. Είναι, δηλαδή, μια παράσταση της *καθολικής ταυτότητας*[3] της οντότητας αυτής.

6.2.2.2 Τυπικός ορισμός

Εδώ γίνεται μια προσπάθεια τυπικής διατύπωσης, του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* στην Telos. Αρχικά, θεωρούμε ένα σημασιολογικό δίκτυο, το οποίο αποτελείται από οντότητες και σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων.

Έστω $\mathcal{O}$ το σύνολο όλων των οντοτήτων (κόμβων του σημασιολογικού δικτύου)[4], $\mathcal{R}$ το σύνολο όλων των σχέσεων ($\mathcal{R} \subseteq 2^{\mathcal{O}\times\mathcal{O}}$) και $\mathcal{L}$ το σύνολο όλων των διαφορετικών ατομικών ονομάτων και $\mathcal{CHAR}$ το σύνολο των χαρακτήρων. Επίσης, με $\mathbb{N}$ συμβολίζουμε το σύνολο των θετικών ακεραίων και με $\mathbb{N}_0$ το σύνολο των θετικών ακεραίων με το μηδέν. Το σύνολο $\mathcal{L}$ ορίζεται ως εξής:

$$\mathcal{L} = \{c^* \mid c \in \mathcal{CHAR}\}.$$

Μηχανισμός εμβέλειας ονόματος είναι η τριάδα $(\mathcal{R}, L, S)$, όπου $\mathcal{R}$ είναι ένα σύνολο σχέσεων, L (Label) είναι η εσωτερική σχέση μεταξύ των στοιχείων μιας οντότητας (βλέπε κεφάλαιο 5), η οποία αντιστοιχεί ένα αναγνωριστικό του συστήματος με ένα ατομικό όνομα, και S (Scope) είναι μια εξωτερική σχέση, η οποία αντιστοιχεί το αναγνωριστικό μιας οντότητας με το αναγνωριστικό μιας άλλης και δηλώνει ότι η πρώτη βρίσκεται στην εμβέλεια της δεύτερης. Οι σχέσεις L και S είναι συναρτήσεις και ονομάζονται *συνάρτηση ατομικών ονομάτων* και *συνάρτηση εμβέλειας* αντίστοιχα. Οι συναρτήσεις αυτές ορίζονται ως εξής:

$$\begin{aligned} L &: \mathcal{O} \longrightarrow \mathcal{L} \\ S &: \mathcal{O} \longrightarrow \mathcal{O} \end{aligned}$$

Για κάθε οντότητα X και κάθε ακέραιο i, ορίζω:

$$S^i(X) = \begin{cases} X & \text{αν } i = 0 \\ S(S^{i-1}(X)) & \text{αν } i > 0 \end{cases}$$

[3] Βλέπε ενότητα 5.3.

[4] Το σύνολο αυτό μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αποτελείται από SYSIDs αφού υπάρχει 1—1 αντιστοιχία μεταξύ μιας οντότητας και του αναγνωριστικού της.

Η συνάρτηση S είναι *συνάρτηση εμβέλειας* αν ικανοποιούνται τα παρακάτω αξιώματα:

(I) $\forall X, Y \in \mathcal{O},\ R \in \mathcal{R}: \quad X \neq Y \ \wedge \ S(X) = Y \Longrightarrow (X, Y) \in R$

Υπάρχει ένας σύνδεσμος μεταξύ των συσχετιζόμενων — με τη συνάρτηση εμβέλειας — οντοτήτων.

(II) $\forall X \in \mathcal{O}\ \ \exists k \in I\!N_0: \quad S^{k+1}(X) = S^k(X)$

(III) Ας θεωρήσουμε το σύνολο $\mathcal{I} \subseteq \mathcal{O}$:

$$\mathcal{I} = \{X \in \mathcal{O} \mid \ S(X) = X\}$$

$$\forall X, Y \in \mathcal{I}: \quad L(X) = L(Y) \Longrightarrow X = Y$$

(IV) $\forall X, Y, Z \in \mathcal{O}: \quad S(X) = Z \ \wedge \ S(Y) = Z \ \wedge \ L(X) = L(Y) \Longrightarrow X = Y$

Τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων είναι μοναδικά στην άμεση εμβέλειά τους (ο ορισμός της «άμεσης εμβέλειας» δίνεται παρακάτω).

Το σύνολο $\mathcal{I}$ ονομάζεται *σύνολο ανεξάρτητων οντοτήτων* και κάθε στοιχείο του είναι μία *ανεξάρτητη οντότητα*[5] (*individual*). Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό το αξίωμα (III) υποδηλώνει ότι: *το ατομικό όνομα κάθε ανεξάρτητης οντότητας είναι μοναδικό.*

Παρακάτω ορίζεται πότε μια οντότητα βρίσκεται *άμεσα* ή *έμμεσα* στην εμβέλεια μιας άλλης οντότητας. Έτσι, $\forall X \in (\mathcal{O} - \mathcal{I}), Y \in \mathcal{O}:$

$$S^i(X) = Y \overset{\text{ορ.}}{\Longrightarrow} \begin{cases} \text{αν } i = 1 & \text{το } X \text{ βρίσκεται } \textit{άμεσα} \text{ στην εμβέλεια της } Y \\ \text{αν } i > 1 & \text{το } X \text{ βρίσκεται } \textit{έμμεσα} \text{ στην εμβέλεια της } Y \end{cases}$$

Αντίστοιχα ορίζεται η *άμεση εμβέλεια* (ΑΕ) και η *έμμεσης εμβέλειας* (ΕΕ).

Ορισμός: *Άμεση ή έμμεση εμβέλεια* μιας οντότητας Y είναι το σύνολο των οντοτήτων, οι οποίες βρίσκονται *άμεσα* ή *έμμεσα* στην εμβέλεια της Y. Δηλαδή:

$$\forall Y \in \mathcal{O}: \quad AE(\mathrm{Y}) = \{X \in (\mathcal{O} - \mathcal{I}) \mid \ S(X) = Y\}$$

$$\forall Y \in \mathcal{O}: \quad EE(\mathrm{Y}) = \{X \in (\mathcal{O} - \mathcal{I}) \mid \ S^i(X) = Y,\ i > 1\}$$

Λήμμα 6.1 *Κάθε συνάρτηση εμβέλειας ορίζει μια πεπερασμένη ακολουθία οντοτήτων, στην εμβέλεια των οποίων βρίσκεται δοθείσα οντότητα. Δηλαδή:*

$$\forall X \in \mathcal{O}\ \ \exists k \in I\!N_0: \quad \forall i \geq k \quad S^i(X) = S^k(X)$$

[5] Ο όρος *ανεξάρτητη οντότητα* δεν περιλαμβάνει τις primitive values, οι οποίες θεωρούνται και αυτές οντότητες.

Θεώρημα 6.1 *Μία οντότητα δεν μπορεί να βρίσκεται έμμεσα στην εμβέλεια του εαυτού της. Δηλαδή:*

$$\forall X \in (\mathcal{O} - \mathcal{I}) \Longrightarrow \quad \nexists i \in I\!N : \quad S^i(X) = S^0(X)$$

Θεώρημα 6.2 *Ο περιορισμός της συνάρτησης ατομικών ονομάτων στην άμεση εμβέλεια μιας οντότητας, είναι αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση.*

Η αποδείξεις του παραπάνω λήμματος και των θεωρημάτων δίνονται στο παράρτημα Β.

Ορισμός: *Μονοπάτι* είναι μία πεπερασμένη ακολουθία οντοτήτων, οι οποίες διαχωρίζονται μεταξύ τους με ένα ειδικό σύμβολο, μία «τελεία». Το σύνολο όλων των μονοπατιών συμβολίζεται $\mathcal{P}$ και ορίζεται ως εξής:

$$\mathcal{P} = \{X_1. \cdots .X_n \mid \ n \in I\!N_0 \ \wedge \ X_i \in \mathcal{O} \ \wedge \ \forall 1 \leq i < n \quad \exists R_i \in \mathcal{R} : \quad (X_i, X_{i+1}) \in R_i\}$$

Το στοιχείο που προκύπτει για $n = 0$ είναι το κενό μονοπάτι και συμβολίζεται ϵ.

Αν $p_1, p_2 \in \mathcal{P}$, τότε η *σύνθεσή* τους, η οποία γράφεται $p_1 \circ p_2$, ορίζεται ως εξής:

$$p_1 \circ p_2 \equiv p_1.p_2$$

Η *ισότητα* μεταξύ μονοπατιών ορίζεται ως εξής:

$$\forall p_1, p_2 \in \mathcal{P} : \quad p_1 = p_2 \Longleftrightarrow \begin{cases} p_1 = p_2 & \text{αν } p_1, p_2 \in \mathcal{O} \\ p_1 = X \circ p_1' \ \wedge & \\ p_1 = X \circ p_2' \ \wedge & \\ p_1' = p_2' & \text{αν } X \in \mathcal{O},\ p_1', p_2' \in \mathcal{P} \end{cases}$$

Για κάθε μονοπάτι ορίζεται η συνάρτηση $Root$, η οποία αντιστοιχίζει σε ένα μονοπάτι την πρώτη οντότητα της ακολουθίας που το περιγράφει, και η συνάρτηση $Leaf$, η οποία αντιστοιχίζει σε ένα μονοπάτι την τελευταία οντότητα της ακολουθίας που το περιγράφει. Οι συναρτήσεις $Root : \mathcal{P} \longrightarrow \mathcal{O}$ και $Leaf : \mathcal{P} \longrightarrow \mathcal{O}$ ορίζονται ως εξής: $\forall p \in \mathcal{P}, X \in \mathcal{O}$:

$$\begin{aligned} Root(p) = X \quad &\Longleftrightarrow \quad p = X \quad \vee \quad p = X \circ p_1 \\ Leaf(p) = X \quad &\Longleftrightarrow \quad p = X \quad \vee \quad p = p_1 \circ X \end{aligned}$$

Το μήκος ενός μονοπατιού είναι μία συνάρτηση $len : \mathcal{P} \longrightarrow I\!N_0$, που ορίζεται ως εξής:

$$\forall p \in \mathcal{P} : \quad len(p) \equiv \begin{cases} 0 & \text{αν } p \in \mathcal{O} \\ 1 + len(p_1) & \text{αν } p = X \circ p_1, \text{ όπου } X \in \mathcal{O}, p_1 \in \mathcal{P} \end{cases}$$

Είναι φανερό ότι στη σύνθεση μονοπατιών ισχύει η *προσεταιριστική* ιδιότητα. Δηλαδή:

$$p_1 \circ (p_2 \circ p_3) = (p_1 \circ p_2) \circ p_3.$$

Το σύνολο των μονοπατιών που καταλήγουν σε μια συγκεκριμένη οντότητα X, συμβολίζεται $\mathcal{P}(X)$, και ορίζεται ως εξής:

$$\forall X \in \mathcal{O}: \quad \mathcal{P}(X) = \{p \in \mathcal{P} \mid \ Leaf(p) = X\}$$

Ορισμός: *Όνομα* ορίζεται μια ακολουθία ατομικών ονομάτων, τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους με ένα ειδικό σύμβολο, μια «τελεία». Το σύνολο όλων των ονομάτων συμβολίζεται $\mathcal{N}$ και ορίζεται ως εξής:

$$\mathcal{N} = \{l_1.l_2.\ \cdots .l_i \mid \ l_1, l_2, \ \cdots, l_i \in \mathcal{L} \ \wedge \ i \in I\!N_0\}$$

Το στοιχείο που προκύπτει για $i = 0$ είναι το κενό όνομα και συμβολίζεται ϵ.

Όμοια με τα μονοπάτια, ορίζεται και στα ονόματα η *σύνθεση* ονομάτων, η οποία είναι επίσης *προσεταιριστική* και το το *μήκος* (len) ενός ονόματος.

Η *ισότητα* μεταξύ ονομάτων ορίζεται ως εξής:

$$\forall l_1, l_2 \in \mathcal{N}: \quad l_1 = l_2 \Longleftrightarrow \begin{cases} l_1 = l_2 & \text{αν } l_1, l_2 \in \mathcal{L} \\ & \\ l_1 = X \circ l_1' \ \wedge & \\ l_1 = X \circ l_2' \ \wedge & \\ l_1' = l_2' & \text{αν } X \in \mathcal{L},\ l_1', l_2' \in \mathcal{N} \end{cases}$$

Ορισμός: Μια συνάρτηση από το σύνολο $\mathcal{P}$ στο σύνολο $\mathcal{N}$, η οποία αντιστοιχίζει σε κάθε μονοπάτι ένα όνομα, λέγεται *συνάρτηση ονόματος*, και συμβολίζεται N, ανν

$$\forall p \in \mathcal{P}: \quad N(p) = \begin{cases} \epsilon & \text{αν } \ p = \epsilon \\ L(X) & \text{αν } \ p = X \\ L(X).N(p_1) & \text{αν } \ p = X \circ p_1 \end{cases}$$

Ορισμός: Για κάθε μηχανισμό εμβέλειας και κάθε οντότητα X, ορίζεται το σύνολο των μονοπατιών, τα οποία καταλήγουν στην οντότητα αυτή, και ονομάζεται *σύνολο μονοπατιών εμβέλειας* της οντότητας X. Αν συμβολίσουμε $\mathcal{SP}(X)$ το σύνολο αυτό, τότε:

$$\forall X \in \mathcal{O}: \quad \mathcal{SP}(X) = \{p \in \mathcal{P}(X) \mid \ p = S^n(X).\ \cdots .S^0(X),\ \forall n \in I\!N_0\}$$

Το σύνολο όλων των μονοπατιών εμβέλειας συμβολίζεται $\mathcal{SP}$ και ορίζεται ως εξής:

$$\mathcal{SP} = \bigcup_{\forall X \in \mathcal{O}} \mathcal{SP}(X)$$

Είναι φανερό ότι: $\mathcal{SP} \subseteq \mathcal{P}$.

Σε κάθε μονοπάτι εμβέλειας αντιστοιχεί ένα όνομα. Το σύνολο των ονομάτων εμβέλειας μιας συγκεκριμένης οντότητας X $(\mathcal{SN}(X))$ και το σύνολο των ονομάτων εμβέλειας $(\mathcal{SN})$, ορίζονται αντίστοιχα ως εξής:

$$\begin{aligned} \mathcal{SN}(X) &= \{N(sp) \mid sp \in \mathcal{SP}(X)\} \\ \mathcal{SN} &= \bigcup_{\forall X \in \mathcal{O}} \mathcal{SN}(X) \end{aligned}$$

Ορισμός: Η συνάρτηση $GlobalPath$, η οποία αντιστοιχίζει σε κάθε οντότητα ένα μονοπάτι εμβέλειας, που έχει *ρίζα* μία ανεξάρτητη οντότητα, ονομάζεται *συνάρτηση απόλυτου μονοπατιού* και ορίζεται ως εξής: $\forall X \in \mathcal{O}$:

$$GlobalPath(X) = gp \overset{\text{ορ.}}{\iff} gp \in \mathcal{SP}(X) \ \wedge \ Root(gp) \in \mathcal{I} \ \wedge \ \forall Y \in \mathcal{O} : \ gp = Y \circ gp', gp' \notin \mathcal{I}$$

Ορισμός: *Απόλυτο όνομα* (GlobalName) μιας οντότητας, ονομάζεται το όνομα του απόλυτου μονοπατιού της οντότητας αυτής. Δηλαδή:

$$\forall X \in \mathcal{O} : \quad GlobalName(X) = N(GlobalPath(X))$$

Το σύνολο: $\mathcal{GN} = \{gn \mid \forall X \in \mathcal{O}, \ gn = GlobalName(X)\}$ είναι το *σύνολο των απόλυτων ονομάτων.*

Θεώρημα 6.3 *Το απόλυτο όνομα μιας οντότητας είναι μοναδικό. Δηλαδή:*

$$\forall X, Y \in \mathcal{O} : \quad X \neq Y \Longrightarrow GlobalName(X) \neq GlobalName(Y)$$

Ορισμός: *Σχετικό όνομα* μιας οντότητας X ως προς την περιοχή εμβέλειας μιας οντότητας Y, συμβολίζεται $RelName(X, Y)$, και ορίζεται ως εξής: $\forall X, Y \in \mathcal{O}$:

$$RelName(X, Y) = rn \overset{\text{ορ.}}{\iff} rn \in \mathcal{SN}(X) \ \wedge \ Y = S^{len(rn)+1}(X)$$

Θεώρημα 6.4 *Το σχετικό όνομα μιας οντότητας ως προς την περιοχή εμβέλειας μιας άλλης οντότητας, είναι μοναδικό στην περιοχή αυτή. Δηλαδή:*

$$\forall X, \mathrm{X}', Y \in \mathcal{O} : \quad X \neq X' \Longrightarrow RelName(X, Y) \neq RelName(X', Y)$$

Συνεπώς, μία οντότητα προσδιορίζεται μοναδικά σε μια περιοχή εμβέλειας, με το σχετικό της όνομα σ' αυτήν.

Ενδεχομένως, σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή κάποιο από τα σχετικά ονόματα μιας οντότητας να είναι μοναδικό. Δεν εξασφαλίζεται, όμως,η διατήρηση της μοναδικότητας αυτής με την αύξηση της πληροφορίας στο σημασιολογικό δίκτυο.

6.3 Εμβέλεια ονόματος στη γλώσσα Telos

6.3.1 Ορισμοί

Η γλώσσα Telos, υποστηρίζει τρία διαφορετικά επίπεδα παράστασης δεδομένων: το επίπεδο *ταξινόμησης*, το επίπεδο *γενίκευσης* και το επίπεδο *σύνθεσης* ή *απόδοσης γνωρίσματος*. Οι σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων που ορίζονται στο κάθε επίπεδο είναι αντίστοιχα: σχέσεις *ταξινόμησης*, *γενίκευσης* και *απόδοσης γνωρίσματος* (περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3). Από αυτές, οι δύο πρώτες δεν αποτελούν οντότητες από μόνες τους και καθορίζονται πλήρως από ένα διατεταγμένο ζεύγος οντοτήτων[6]. Τα σύμβολα $\mathcal{INR}$ και $\mathcal{ISAR}$ αντιπροσωπεύουν τα σύνολα των σχέσεων *ταξινόμησης* και *γενίκευσης* αντίστοιχα.

Οι σχέσεις *απόδοσης γνωρίσματος* (ή για συντομία *γνωρίσματα*) αποτελούν από μόνες τους χωριστές οντότητες. Επομένως, έχουν ένα μοναδικό αναγνωριστικό συστήματος, μπορούν να έχουν ατομικό όνομα, να ταξινομηθούν σε κατηγορίες/κλάσεις γνωρισμάτων, που είναι και αυτές γνωρίσματα, να γενικευθούν και να εξειδικευθούν. Αν συμβολίσουμε $\mathcal{A}$ το σύνολο όλων των γνωρισμάτων[7] και $\mathcal{O}$ το σύνολο όλων των οντοτήτων, τότε:

$$\mathcal{A} \subseteq \mathcal{O}$$

Το σύνολο $\mathcal{ON}$, όπου: $\mathcal{ON} = \mathcal{O} - \mathcal{A}$ είναι το σύνολο όλων των οντοτήτων-κόμβων. Το σύνολο όλων των κατηγοριών/κλάσεων γνωρισμάτων παριστάνεται με $\mathcal{C}$. Ο συμβολισμός $X \in Y$, όπου $X, Y \in \mathcal{O}$ σημαίνει ότι η οντότητα X ταξινομείται στην κλάση Y.

Επίσης, δίνονται οι παρακάτω ορισμοί:

- $\boldsymbol{From}$: είναι μια συνάρτηση από το σύνολο των γνωρισμάτων ($\mathcal{A}$) στο σύνολο των οντοτήτων ($\mathcal{O}$) και αντιστοιχίζει σε ένα γνώρισμα την οντότητα, στην οποία αποδίδεται.

- $\boldsymbol{To}$: είναι μια συνάρτηση από το σύνολο των γνωρισμάτων ($\mathcal{A}$) στο σύνολο των οντοτήτων-κόμβων ($\mathcal{ON}$) και αντιστοιχίζει σε ένα γνώρισμα την οντότητα, στην οποία καταλήγει.

- $\boldsymbol{A_c(X,Y)}$: είναι το σύνολο των γνωρισμάτων, τα οποία αποδίδονται στην οντότητα X και καταλήγουν στην οντότητα Y και είναι τύπου c. Δηλαδή:

$$\forall X, Y \in \mathcal{O}, c \in \mathcal{C}: \quad A_c(X,Y) = \{\alpha \in \mathcal{A} \mid \ From(\alpha) = X \ \wedge \ To(\alpha) = Y \ \wedge \ \alpha \in c\}$$

[6] Ο μηχανισμός που παρουσιάζεται παρακάτω καλύπτει τυχόν επέκταση της Telos έτσι ώστε οι σχέσεις *ταξινόμησης* και *γενίκευσης* να αποτελούν οντότητες.

[7] Το σύνολο αυτό μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αποτελείται από SYSIDs αφού υπάρχει 1—1 αντιστοιχία μεταξύ μιας οντότητας και του αναγνωριστικού της.

6.3.2 Ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος στην Telos

Αντίστοιχα με τα τρία επίπεδα παράστασης δεδομένων στην Telos, υπάρχουν τρεις μηχανισμοί εμβέλειας: *ταξινόμησης*, *γενίκευσης* και *απόδοσης γνωρίσματος*.

Έτσι, ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος $(\mathcal{R}, L, S)$ είναι:

1. **Ταξινόμησης** ανν: $\mathcal{R} \equiv \{\mathcal{INR}\}$
   και η συνάρτηση εμβέλειας θα συμβολίζεται S_{clSc}.
2. **Γενίκευσης** ανν: $\mathcal{R} \equiv \{\mathcal{ISAR}\}$
   και η συνάρτηση εμβέλειας θα συμβολίζεται S_{isaSc}.
3. **Γνωρίσματος** ανν: $\mathcal{R} \equiv \mathcal{C}$
   και η συνάρτηση εμβέλειας θα συμβολίζεται $S_{attSc:cat}$, όπου $cat \in \mathcal{C}$, και είναι η κατηγορία γνωρίσματος μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια.
   Η δήλωση: $Y = S_{attSc:cat}(X)$ διαβάζεται ως εξής: «η οντότητα X βρίσκεται στην εμβέλεια της Y μέσω της κατηγορίας γνωρίσματος cat».

Στη συνέχεια η συνάρτηση εμβέλειας θα συμβολίζεται $S_{t:k}$, όπου στους δύο πρώτους μηχανισμούς το k δεν λαμβάνεται υπ' όψην, ενώ το t είναι ένα από τα $\mathcal{INR}$, $\mathcal{ISAR}$.

Για καθένα από τους παραπάνω μηχανισμούς εμβέλειας ισχύουν τα αξιώματα (I), (II), (III), (IV), όπως διατυπώθηκαν στη σελίδα 56. Τα αξιώματα αυτά ισχύουν πάνω στο σύνολο των οντοτήτων-κόμβων $\mathcal{ON}$, και όχι πάνω στο σύνολο όλων των οντοτήτων $\mathcal{O}$.

Επιπρόσθετα για το *μηχανισμό εμβέλειας γνωρίσματος* ισχύει το παρακάτω αξίωμα:

(V) $\forall X, Y \in \mathcal{ON}, c \in \mathcal{C}: \quad X \neq Y \ \wedge \ S_{attSc:c}(X) = Y \Longrightarrow |A_c(X, Y)| = 1$

Λαμβάνοντας υπ' όψη τους τρεις μηχανισμούς εμβέλειας, διατυπώνεται ξανά ο ορισμός των μονοπατιών εμβέλειας μιας οντότητας ως εξής: $\forall X \in \mathcal{ON}:$

$$\mathcal{SP}(X) = \{p \in \mathcal{P}(X) \mid \ p = S^n_{t_n:k_n}(X).[t_n : k_n]. \cdots S^1_{t_1:k_1}(X).[t_n : k_n].S^0(X), n \in I\!N_0\}$$

Η *σύνθεση* μονοπατιών εμβέλειας ορίζεται ως εξής:

$$\forall p_1, p_2 \in \mathcal{SP}: \quad p_1 \circ p_2 = p_1.[t : k].p_2 \iff S_{t:k}(Root(p_2)) = Leaf(p_1)$$

Επίσης, ορίζεται διαφορετικά το όνομα ενός μονοπατιού εμβέλειας ώστε να φαίνεται το είδος της εμβέλειας από το οποίο προέκυψε το όνομα:

$$\forall p \in \mathcal{SP}: \quad N(p) = \begin{cases} L(p) & p \in \mathcal{ON} \\ N(p_1).[t : k].N(p_2) & p = p_1 \circ p_2 = p_1.[t : k].p_2 \end{cases}$$

Ως εκ τούτου, οι ορισμοί του *απόλυτου* και του *σχετικού ονόματος* ισχύουν όπως διατυπώθηκαν, όπως επίσης και τα θεωρήματα 6.3 και 6.4.

Κανόνες εμβέλειας είναι κανόνες, οι οποίοι καθορίζουν πότε μια οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια μιας άλλης. Δύο τέτοιους κανόνες αποτελούν το παρακάτω θεώρημα και το πόρισμά του.

Θεώρημα 6.5 *Δεδομένης κατηγορίας γνωρίσματος cat, μια οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια μιας άλλης μέσω της cat, αν και μόνο αν η cat είναι συνάρτηση.*

Η απόδειξη του παραπάνω θεωρήματος δίδεται στο παράρτημα Β.

Πόρισμα 6.1 *Μια οντότητα μπορεί να αποδώσει εμβέλεια μέσω μιας κατηγορίας γνωρίσματος cat αν και μόνο αν η αντίστροφη σχέση cat^{-1} είναι* συνάρτηση.

6.4 Μηχανισμοί εμβέλειας στην Telos

Ένας μηχανισμός εμβέλειας *έχει σαν σκοπό την παροχή ταυτότητας σ' ένα αντικείμενο με βάση τις διασυνδέσεις του στο σημασιολογικό δίκτυο.* Να μπορεί, δηλαδή, ένα αντικείμενο να πάρει ταυτότητα η οποία είναι αναγνωρίσιμη στην περιοχή *δράσης* του αντικειμένου. Τις *περιοχές δράσης* στην Telos μπορούμε να τις κατατάξουμε σε τρία βασικά επίπεδα (όψεις) :

- *Ταξινόμησης* (classification)
- *Γενίκευσης/εξειδίκευσης* (generalization/specialization)
- *Απόδοσης γνωρίσματος* (attribution)

Αντίστοιχα, ορίζονται τρεις βασικοί μηχανισμοί εμβέλειας:

- *Μηχανισμός εμβέλειας ταξινόμησης*
- *Μηχανισμός εμβέλειας γενίκευσης*
- *Μηχανισμός εμβέλειας γνωρίσματος*

Οι μηχανισμοί αυτοί ορίστηκαν τυπικά στην ενότητα 6.2.2.2 και μελετώνται λεπτομερώς παρακάτω.

6.4.1 Μηχανισμός εμβέλειας ταξινόμησης

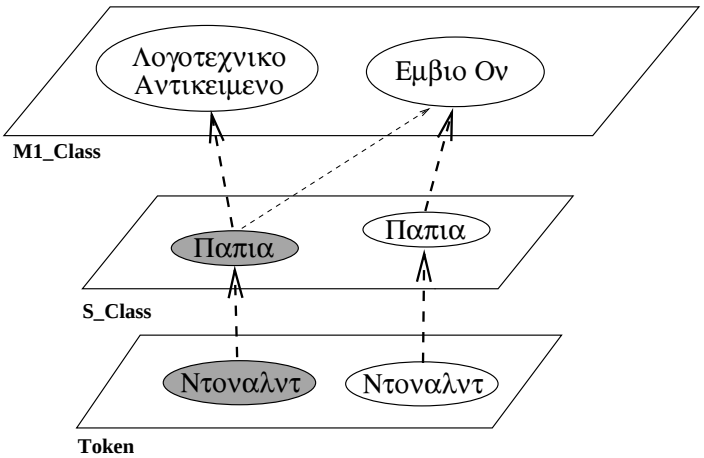
Μηχανισμός εμβέλειας ταξινόμησης είναι ο μηχανισμός εμβέλειας στο επίπεδο ταξινόμησης. Σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό, μια οντότητα μπορεί να βρίσκεται στην εμβέλεια μίας και μόνο κλάση της. Σε μια τέτοια περίπτωση, η κλάση προσδιορίζει μοναδικά την οντότητα. Επίσης, τίθεται ο περιορισμός ότι: *όλες οι οντότητες οι οποίες βρίσκονται στην άμεση εμβέλεια της ίδιας κλάσης έχουν διαφορετικά ατομικά ονόματα.*

Αναδρομικά, αυτή η κλάση μπορεί να βρίσκεται στην εμβέλεια μιας κλάσης της κ.ο.κ. Έτσι, δημιουργούνται μονοπάτια εμβέλειας σε επίπεδο ταξινόμησης τα οποία λέγονται *μονοπάτια εμβέλειας ταξινόμησης* (ΜΕΤ). Ο ορισμός τους είναι ανάλογος εκείνου που δόθηκε στην υποενότητα 6.2.2 και αφορούσε τα μονοπάτια εμβέλειας, με τον επιπρόσθετο περιορισμό ότι: οι σχέσεις που συγκροτούν το μονοπάτι είναι σχέσεις *ταξινόμησης*. Τα ΜΕΤ, όπως όλα τα μονοπάτια, έχουν μια *οντότητα-ρίζα* και μια *οντότητα-τέλος*. Κάθε ένα προσδιορίζει μοναδικά την οντότητα στην οποία καταλήγει. Επίσης, σε κάθε ΜΕΤ αντιστοιχεί ένα όνομα. Το όνομα αυτό είναι μοναδικό, αποτελεί το *απόλυτο όνομα* και εκφράζει την *καθολική ταυτότητα* της οντότητας, η οποία προσδιορίζεται μοναδικά από το μονοπάτι αυτό.

Η παραγωγή του *απόλυτου ονόματος* μιας οντότητας, η οποία βρίσκεται σε εμβέλεια ταξινόμησης, γίνεται παραθέτοντας στη σειρά το ατομικό όνομα της οντότητας και το απόλυτο όνομα της οντότητας, στην εμβέλεια της οποίας βρίσκεται. Τα ονόματα αυτά διαχωρίζονται μεταξύ τους με το αναγνωριστικό «**. [clSc] .**», το οποίο δηλώνει ότι η οντότητα με ατομικό όνομα το όνομα στα δεξιά του αναγνωριστικού βρίσκεται στην εμβέλεια της κλάσης της με ατομικό όνομα το όνομα στα αριστερά του αναγνωριστικού. Οποιοδήποτε τμήμα του απόλυτου ονόματος μιας οντότητας με τέλος το ατομικό της όνομα, αποτελεί ένα σχετικό όνομα της οντότητας αυτής.

Σε μια συγκεκριμένη βάση, δεν είναι απαραίτητο να προσδιορίζεται μια οντότητα με το απόλυτο όνομά της. Μπορεί να προσδιορίζεται από οποιοδήποτε άλλο όνομα, αρκεί να είναι μοναδικό στη βάση. Έτσι, το ατομικό όνομα της οντότητας μπορεί να επεκτείνεται δυναμικά, προσθέτοντάς του σαν προθήματα τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων που συγκροτούν το ΜΕΤ της οντότητας αυτής, με τη σειρά που εμφανίζονται στο μονοπάτι, έως ότου το όνομα αυτό γίνει μοναδικό στη βάση.

Ένα παράδειγμα του μηχανισμού εμβέλειας ταξινόμησης φαίνεται στο σχήμα 6.3. Δύο ΜΕΤ είναι εκείνα με αρχή τις σκιασμένες οντότητες «Πάπια» και «Ντόναλντ» και τέλος την οντότητα «Λογοτεχνικό Αντικείμενο». Τα μονοπάτια αυτά προσδιορίζουν μοναδικά τις οντότητες από τις οποίες αρχίζουν. Τα απόλυτα ονόματα των οντοτήτων αυτών παράγονται λαμβάνοντας υπ' όψη την εμβέλεια στην οποία βρίσκονται και είναι



Σχήμα 6.3: Εμβέλεια ταξινόμησης

Στο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα εμβέλειας ταξινόμησης. Τα μονοπάτια εμβέλειας παριστάνονται με έντονες γραμμές. Παρατηρούμε ότι οι οντότητες στο *Token* επίπεδο έχουν το ίδιο ατομικό όνομα. Αυτό είναι επιτρεπτό επειδή οι οντότητες αυτές προσδιορίζονται μοναδικά από διαφορετικά μονοπάτια εμβέλειας: η σκιασμένη από το ΜΕΤ με τέλος το «Λογοτεχνικό Αντικείμενο» και η άλλη από το ΜΕΤ με τέλος το «Έμβιο Ον». Έτσι, μπορεί μεν να έχουν το ίδιο ατομικό όνομα, όμως πρόκειται για δύο διαφορετικές οντότητες, αφού έχουν διαφορετικό απόλυτο όνομα (το οποίο καθορίζεται από το ΜΕ τους):

Λογοτεχνικό Αντικείμενο **. [clSc] .** Πάπια **. [clSc] .** Ντόναλντ

Έμβιο Ον **. [clSc] .** Πάπια **. [clSc] .** Ντόναλντ

αντίστοιχα. Το ίδιο ισχύει και για τις οντότητες του *S_Class* επιπέδου, οι οποίες έχουν και αυτές το ίδιο ατομικό όνομα, αλλά διαφορετικό απόλυτο.

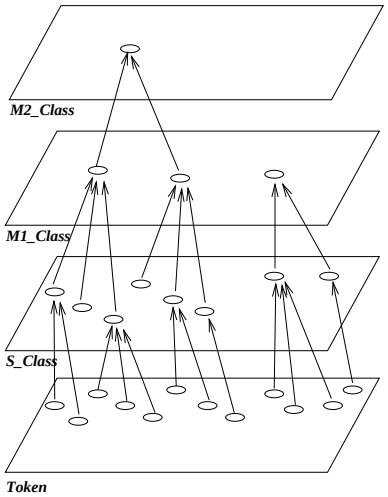
αντίστοιχα:

Λογοτεχνικό Αντικείμενο **. [clSc] .** Πάπια

Λογοτεχνικό Αντικείμενο **. [clSc] .** Πάπια **. [clSc] .** Ντόναλντ

Οι οντότητες «Λογοτεχνικό Αντικείμενο» και «Έμβιο Ον» δεν βρίσκονται σε καμιά εμβέλεια, οπότε προσδιορίζονται μοναδικά από το ατομικό τους όνομα και λέγονται *ανεξάρτητες οντότητες*.

Παρατηρούμε ότι στο επίπεδο *απλών κλάσεων* (*S_Class*) υπάρχουν δύο διαφορετικές οντότητες με το ίδιο ατομικό όνομα («Πάπια»). Παρά το ότι έχουν το ίδιο ατομικό όνομα, είναι διαφορετικές γιατί βρίσκονται σε διαφορετική εμβέλεια (στην εμβέλεια της οντότητας «Λογοτεχνικό Αντικείμενο» και στην εμβέλεια της οντότητας «Έμβιο Ον» αντίστοιχα). Στο επίπεδο *ατομικών οντοτήτων* (*Token*) υπάρχουν, επίσης, δύο διαφορετικές οντότητες με το ίδιο ατομικό όνομα («Ντόναλντ»), αλλά διαφορετικό απόλυτο όνομα, γιατί προσδιορίζονται μοναδικά από διαφορετικά ΜΕΤ. Η σκιασμένη οντότητα έχει απόλυτο όνομα:



Σχήμα 6.4: Δενδρικές δομές μονοπατιών εμβέλειας ταξινόμησης

Στο σχήμα φαίνονται μονοπάτια εμβέλειας σε επίπεδο ταξινόμησης. Τα μονοπάτια αυτού του είδους καλύπτουν δενδριτικές δομές, που συνιστούν δάσος, με ανάπτυξη από επίπεδα μετακλάσεων σε επίπεδα ατομικών οντοτήτων.

Λογοτεχνικό Αντικείμενο **. [clSc] .** Πάπια **. [clSc] .** Ντόναλντ

ενώ η μη σκιασμένη:

Έμβιο Ον **. [clSc] .** Πάπια **. [clSc] .** Ντόναλντ

Το σχετικό όνομα της σκιασμένης οντότητας «Ντόναλντ» ως προς την οντότητα «Λογοτεχνικό Αντικείμενο» είναι το:

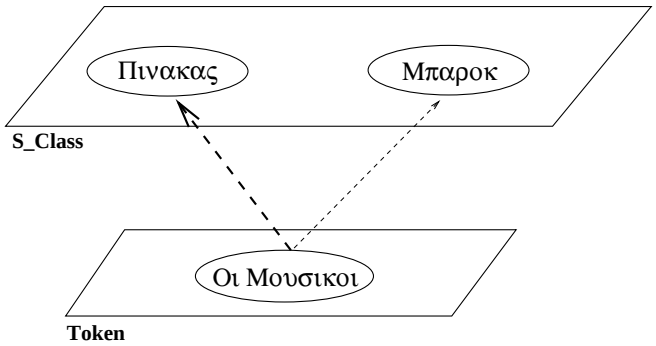
Πάπια **. [clSc] .** Ντόναλντ

το οποίο είναι μοναδικό στην εμβέλεια της τελευταίας.

Είναι σαφές ότι ενώ μια οντότητα μπορεί να ταξινομηθεί κάτω από πολλές κλάσεις, το πολύ μία από αυτές της δίνει εμβέλεια. Συνεπώς, *τα μονοπάτια εμβέλειας σε επίπεδο ταξινόμησης καλύπτουν δενδριτικές δομές που συνιστούν δάσος, με ανάπτυξη από επίπεδα μετακλάσεων σε επίπεδα ατομικών οντοτήτων* (δενδριτικές δομές και δάση αναλύονται στα [52] και [1]). Στο σχήμα 6.4 φαίνεται πιο καθαρά η ανάπτυξη των ΜΕΤ.

6.4.1.1 Δήλωση εμβέλειας ταξινόμησης με το συντακτικό της Telos

Η εισαγωγή οντοτήτων στη βάση δεδομένων της Telos πραγματοποιείται εκτελώντας μία πρόταση **Tell** [49]. Οι κλάσεις, στις οποίες ταξινομείται η οντότητα που εισάγεται, δηλώνονται μετά το δεσμευμένο από την Telos αναγνωριστικό **in**, μέσα σε μια πρόταση **Tell**. Κατά την εισαγωγή προβάλλει η ανάγκη δήλωσης της εμβέλειας, στην οποία βρίσκεται η



Σχήμα 6.5: Πολλαπλή ταξινόμηση

Στο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα πολλαπλής ταξινόμησης όπου και οι δύο κλάσεις («Πίνακας» και «Μπαρόκ») έχουν οριστεί σαν *ισχυρές*. Η οντότητα «Οι Μουσικοί» είναι περίπτωση και των δύο κλάσεων, οπότε, σύμφωνα με τον ορισμό της ισχυρής κλάσης, βρίσκεται στην εμβέλεια και των δύο κλάσεων. Αυτό όμως παραβιάζει τις αρχές λειτουργίας του μηχανισμού εμβέλειας ταξινόμησης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο χρήστης υποχρεούται να δηλώνει ποιά από τις κλάσεις ταξινόμησης μιας οντότητας αποδίδει εμβέλεια στην οντότητα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα έχει οριστεί η κλάση «Πίνακας» (τα έντονα βέλη δηλώνουν εμβέλεια), γιατί θεωρήθηκε από τον χρήστη, ότι στην στην συγκεκριμένη εφαρμογή, χαρακτηρίζει καλύτερα την οντότητα «Οι Μουσικοί». Σε αντίθετη περίπτωση το σύστημα αποφασίζει αυτόματα ποιά από τις κλάσεις αποδίδει εμβέλεια ενημερώνοντας κατάλληλα το χρήστη.

εισαγόμενη οντότητα. Για να υποστηριχθεί η δυνατότητα αυτή, εισάγεται ένα καινούργιο, δεσμευμένο από την Telos, αναγνωριστικό, το **clSc**, το οποίο χρησιμοποιείται μετά το αναγνωριστικό **in** και τη λίστα των κλάσεων που ακολουθούν, και ακολουθείται από το όνομα της κλάσης, στην εμβέλεια της οποίας βρίσκεται η εισαγόμενη στη βάση οντότητα.

Στο παραπάνω παράδειγμα για την εισαγωγή της οντότητας «Πάπια» στην εμβέλεια της οντότητας «Λογοτεχνικό Αντικείμενο» γράφουμε:

Tell Individual Πάπια **in** *M1_Class* , Έμβιο Ον
clSc Λογοτεχνικό Αντικείμενο
end

Στην ενότητα Γ.1 του παραρτήματος Γ δίδεται ολόκληρος ο κώδικας, με τον οποίο δημιουργείται το μοντέλο του σχήματος 6.3.

6.4.1.2 Αυτοματισμοί

Για λόγους αυτοματισμού και ευκολίας στη μοντελοποίηση, μια κλάση μπορεί να χαρακτηριστεί ως *ισχυρή*, όταν αποδίδει εμβέλεια σε κάθε περίπτωσή της. Δηλαδή, κάθε περίπτωση μιας ισχυρής κλάσης αυτόματα βρίσκεται στην εμβέλεια της κλάσης αυτής. Ενδέχεται μια οντότητα να ανήκει σε παραπάνω από μια ισχυρές κλάσεις. Σε μία τέτοια

περίπτωση παραβιάζονται οι αρχές λειτουργίας του μηχανισμού εμβέλειας ταξινόμησης, γιατί δεν επιτρέπεται μια οντότητα να βρίσκεται στην εμβέλεια δύο ή περισσοτέρων κλάσεων. Το πρόβλημα αυτό λύνεται δίνοντας την ελευθερία στο χρήστη να δηλώσει άμεσα την ισχυρή κλάση, στην εμβέλεια της οποίας επιθυμεί να βρίσκεται η οντότητα που προκαλεί το πρόβλημα. Αν δεν δηλωθεί καμία, τότε επιλέγεται αυτόματα η πρώτη δηλωθείσα από τις ισχυρές κλάσεις, και ο χρήστης ενημερώνεται κατάλληλα για την απόφαση αυτή του συστήματος[8].

Ένα τέτοιο παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 6.5. Οι κλάσεις «Πίνακας» και «Μπαρόκ» έχουν δηλωθεί ως *ισχυρές* και μπορούν να αποδώσουν εμβέλεια στις περιπτώσεις τους. Όπως φαίνεται στο σχήμα, η οντότητα «Οι Μουσικοί» είναι περίπτωση και των δύο αυτών κλάσεων ταυτόχρονα (πολλαπλή ταξινόμηση). Αυτό όμως παραβαίνει τις αρχές λειτουργίας του μηχανισμού εμβέλειας ταξινόμησης. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, για να ξεπεραστεί αυτή η παραβίαση έχει δηλωθεί άμεσα (από το χρήστη) ή έχει επιλεχθεί από το σύστημα ότι υπεύθυνη για την απόδοση εμβέλειας είναι η κλάση «Πίνακας» (τα έντονα βέλη δηλώνουν εμβέλεια).

Για τη δήλωση *ισχυρών* κλάσεων εισάγεται στο συντακτικό της Telos το αναγνωριστικό **strongClass**. Η δήλωση της κλάσης «Πίνακας» ως *ισχυρής* γίνεται ως εξής:

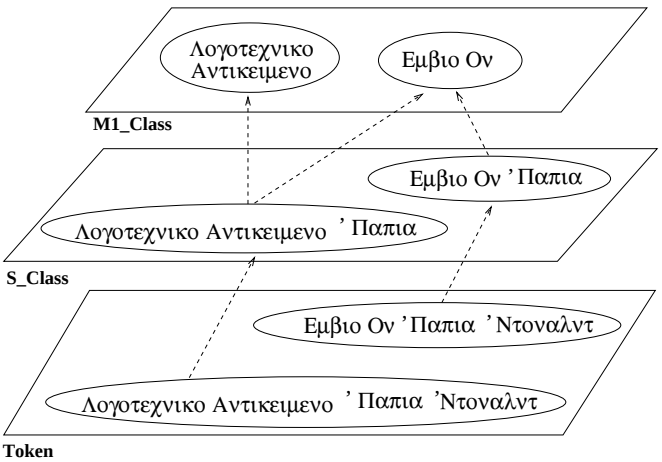
Tell Individual strongClass Πίνακας **in** *S_Class* **end**

6.4.1.3 Πλεονεκτήματα

Τα βασικά πλεονεκτήματα του μηχανισμού εμβέλειας ταξινόμησης, είναι τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο στην υποενότητα 5.4.1 και αφορούσαν την εμβέλεια ονόματος γενικότερα. Συνοψίζοντας μπορούμε να αναφέρουμε τα παρακάτω:

1. *Αύξηση λειτουργικότητας*: δυνατότητα ορισμού μονοπατιών εμβέλειας σε επίπεδο ταξινόμησης και αυτόματη παραγωγή ονομάτων. Επίσης, με τους μηχανισμούς αυτοματισμού παρέχεται η δυνατότητα αυτόματης δήλωσης ονομάτων και μεγαλύτερης ευελιξίας στη δήλωση της εμβέλειας μιας οντότητας.
2. *Ευκολία χρήσης ονομάτων*: χρήση μικρότερων ατομικών ονομάτων και χρήση των ίδιων ατομικών ονομάτων σε διαφορετικά μονοπάτια εμβέλειας.

[8]Κάλλιστα θα μπορούσε να επιλέγεται αυτόματα η πιο πρόσφατα δηλωθείσα από τις ισχυρές κλάσεις. Γενικά, ο αλγόριθμος αυτόματης επιλογής μπορεί να ποικίλει και να καθορίζεται από τις ανάγκες τις εφαρμογής. Μία καλή λύση είναι να παρέχει το σύστημα τους βασικότερους αλγορίθμους αυτόματης επιλογής, και να δηλώνεται παραμετρικά, από τον υπεύθυνο ανάπτυξης μιας εφαρμογής, ο καταλληλότερος αλγόριθμος για την εφαρμογή αυτή.



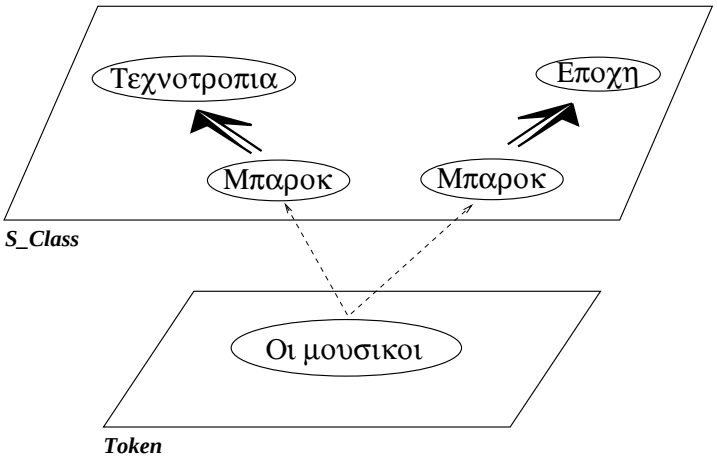
Σχήμα 6.6: Μοντέλο χωρίς το μηχανισμό εμβέλειας ταξινόμησης

Στο σχήμα φαίνεται ένα μοντέλο, στο οποίο δεν υποστηρίζεται ο μηχανισμός εμβέλειας ταξινόμησης. Στο μοντέλο αυτό, για να αποφευχθούν συγκρούσεις ονομάτων (οντότητες-κόμβοι με το ίδιο όνομα), το ατομικό όνομα κάθε οντότητας «επιβαρύνεται» (προστίθεται σαν πρόθημα) με το όνομα της οντότητας, η οποία την χαρακτηρίζει μοναδικά.

Χωρίς το μηχανισμό εμβέλειας ταξινόμησης είμαστε αναγκασμένοι να ανακαλύπτουμε ή και να παράγουμε μόνοι μας, μοναδικά σε όλη τη βάση, ατομικά ονόματα για κάθε οντότητα. Στην προσπάθεια μας αυτή μιμούμαστε το μηχανισμό εμβέλειας ταξινόμησης. Θεωρούμε ότι κάποιες οντότητες είναι υπεύθυνες για την απόδοση ονομάτων στις περιπτώσεις τους (όπως γίνεται με τον αυτοματισμό που ορίσαμε πιο πάνω). Έτσι, για να πετύχουμε τη μοναδικότητα βάζουμε το όνομα αυτών των κλάσεων σαν πρόθημα, ή σαν επίθημα, στο ατομικό όνομα της οντότητας. Στο σχήμα 6.6 φαίνεται πως θα ήταν το μοντέλο του σχήματος 6.3 χωρίς το μηχανισμό εμβέλειας ταξινόμησης. Όπως παρατηρούμε, το ατομικό όνομα κάθε οντότητας επεκτείνεται με πρόθημα τα ονόματα των οντοτήτων τα οποία τη χαρακτηρίζουν μοναδικά (τα ονόματα αυτά, στο σχήμα 6.3, αντιστοιχούν στα ατομικά ονόματα των οντοτήτων, που αποδίδουν εμβέλεια στην οντότητα αυτή).

6.4.2 Μηχανισμός εμβέλειας γενίκευσης

Μηχανισμός εμβέλειας γενίκευσης είναι ο μηχανισμός εμβέλειας στο επίπεδο γενίκευσης. Σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό, μια οντότητα μπορεί να βρίσκεται στην εμβέλεια μίας και μόνο υπερκλάσης (γενίκευσής) της. Σε μια τέτοια περίπτωση, η υπερκλάση προσδιορίζει μοναδικά την οντότητα. Επίσης, τίθεται ο περιορισμός ότι: *όλες οι οντότητες οι οποίες βρίσκονται στην άμεση εμβέλεια της ίδιας γενικότερης κλάσης έχουν διαφορετικά*



Σχήμα 6.7: Εμβέλεια γενίκευσης

Στο σχήμα παρουσιάζεται ένα μοντέλο στο οποίο χρησιμοποιείται ο μηχανισμός εμβέλειας γενίκευσης. Όπως παρατηρούμε, στο επίπεδο των *απλών κλάσεων* (*S_Class*) υπάρχουν δύο οντότητες, οι οποίες αν και έχουν το ίδιο ατομικό όνομα («Μπαρόκ») είναι διαφορετικές, γιατί βρίσκονται στην εμβέλεια δύο διαφορετικών υπερκλάσεών τους («Τεχνοτροπία» και «Εποχή» αντίστοιχα).

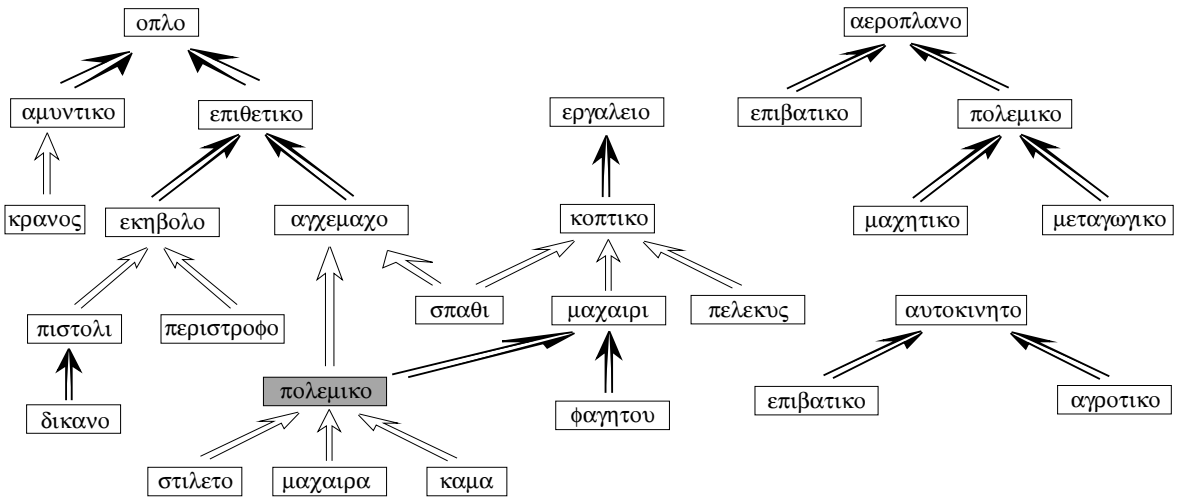
ατομικά ονόματα.

Αναδρομικά, αυτή η υπερκλάση μπορεί να βρίσκεται στην εμβέλεια μιας υπερκλάσης της κ.ο.κ. Έτσι, δημιουργούνται μονοπάτια εμβέλειας σε επίπεδο γενίκευσης τα οποία λέγονται *μονοπάτια εμβέλειας γενίκευσης* (ΜΕΓ). Η πιο ειδική κλάση αποτελεί τη *ρίζα* του μονοπατιού, η οποία προσδιορίζεται μοναδικά από το μονοπάτι αυτό.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σε κάθε μονοπάτι εμβέλειας αντιστοιχεί ένα όνομα. Αυτό είναι το *απόλυτο όνομα* της οντότητας στην οποία καταλήγει το μονοπάτι. Για την παραγωγή ακολουθείται η ίδια μέθοδος με εκείνη του μηχανισμού εμβέλειας ταξινόμησης, με τη διαφορά ότι η οντότητα, της οποίας το απόλυτο όνομα παράγεται, βρίσκεται σε εμβέλεια γενίκευσης και αντί του αναγνωριστικού «**. [clSc] .**» χρησιμοποιείται το αναγνωριστικό «**. [isaSc] .**».

Τα ΜΕΓ, όπως και τα ΜΕΤ, καλύπτουν δενδριτικές δομές που συνιστούν δάσος, με ανάπτυξη από γενικότερες κλάσεις προς ειδικότερες.

Ένα παράδειγμα μηχανισμού εμβέλειας γενίκευσης φαίνεται στο σχήμα 6.7. Η έννοια «Μπαρόκ», στην ιστορία της τέχνης, εκφράζει είτε μια τεχνοτροπία, είτε μία εποχή. Το μοντέλο του παραπάνω σχήματος περιγράφει τις έννοιες αυτές χρησιμοποιώντας το μηχανισμό εμβέλειας γενίκευσης. Παρατηρούμε ότι στο επίπεδο *απλών κλάσεων* (*S_Class*) υπάρχουν δύο διαφορετικές οντότητες με το ίδιο ατομικό όνομα



Σχήμα 6.8: Εμβέλεια γενίκευσης: ένα παράδειγμα

Στο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα του μηχανισμού εμβέλειας γενίκευσης. Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς τις εμβέλειες που έχουν δηλωθεί στο μοντέλο (τα έντονα βέλη δηλώνουν εμβέλεια) και το όνομα κάθε οντότητας. Για παράδειγμα η σκιασμένη οντότητα «πολεμικό» βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας «μαχαίρι» και παριστάνει την κλάση των *πολεμικών μαχαιριών*, ενώ οι άλλες δύο οντότητες με το ίδιο ατομικό όνομα, παριστάνουν τις κλάσεις των *πολεμικών αεροπλάνων* και των *πολεμικών αυτοκινήτων*. Επίσης, είναι εύκολο να καταλάβει κανείς ότι η οντότητα με ατομικό όνομα «αγχέμαχο» παριστάνει την κλάση των *αγχέμαχων επιθετικών όπλων*, κοιτάζοντας το μονοπάτι εμβέλειάς της. Τέλος, υπάρχουν οντότητες, οι οποίες δεν βρίσκονται στην εμβέλεια άλλων οντοτήτων, γιατί παριστάνουν τόσο «ισχυρές» έννοιες ώστε μπορούν να αυτοπροσδιοριστούν μοναδικά (με τα ατομικά τους ονόματα) και λέγονται *ανεξάρτητες οντότητες*.

(«Μπαρόκ»). Αν και έχουν το ίδιο ατομικό όνομα είναι διαφορετικές, γιατί κάθε μία βρίσκεται σε διαφορετική εμβέλεια (στην εμβέλεια της οντότητας «Τεχνοτροπία» και «Εποχή» αντίστοιχα). Τα απόλυτα ονόματα των δύο αυτών οντοτήτων είναι αντίστοιχα:

Τεχνοτροπία **. [isaSc] .** Μπαρόκ

Εποχή **. [isaSc] .** Μπαρόκ

Ένα μεγαλύτερο παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 6.8, όπου απεικονίζονται τέσσερεις ιεραρχίες γενίκευσης/εξειδίκευσης, με κορυφές τις οντότητες «όπλο», «εργαλείο», «αεροπλάνο» και «αυτοκίνητο». Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς τις εμβέλειες που έχουν δηλωθεί στο σχήμα (τα έντονα βέλη δηλώνουν εμβέλεια) και το παραγόμενο όνομα κάθε οντότητας λαμβάνοντας υπ' όψη την εμβέλειά της. Η οντότητα «αμυντικό» βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας «όπλο» και παριστάνει την κλάση των *αμυντικών όπλων*. Επειδή έχει μοναδικό ατομικό όνομα σε ολόκληρη τη βάση μπορεί να προσδιοριστεί πλήρως με το όνομα αυτό. Απεναντίας, η σκιασμένη οντότητα «πολεμικό» βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας «μαχαίρι» και για να προσδιοριστεί πλήρως

πρέπει το ατομικό της όνομα να επεκταθεί με το ατομικό όνομα της οντότητας αυτής (το όνομά της είναι: «μαχαίρι **. [isaSc] .** πολεμικό») και παριστάνει την κλάση των *πολεμικών μαχαιριών*. Η επέκταση είναι αναγκαία γιατί υπάρχει άλλη μία οντότητα με το ίδιο ατομικό όνομα. Η οντότητα αυτή βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας «αεροπλάνο» και παριστάνει την κλάση των *πολεμικών αεροπλάνων*.

Επίσης, η σκιασμένη οντότητα «πολεμικό» αν και είναι εξειδίκευση των οντοτήτων «αγχέμαχο» και «μαχαίρι», βρίσκεται στην εμβέλεια της δεύτερης, γιατί η κλάση των *μαχαιριών* την χαρακτηρίζει καλύτερα από ότι η κλάση των *αγχέμαχων επιθετικών όπλων*. Ακόμη παρατηρούμε ότι υπάρχουν οντότητες, οι οποίες δεν βρίσκονται στην εμβέλεια άλλων οντοτήτων, γιατί οι έννοιες που παριστάνουν είναι τόσο «ισχυρές» στο περιβάλλον που περιγράφει η βάση ώστε μπορούν να αυτοπροσδιοριστούν μοναδικά. Τέτοιες οντότητες προσδιορίζονται πλήρως από το ατομικό τους όνομα και λέγονται *ανεξάρτητες οντότητες*.

Όπως βλέπουμε, το όνομα που παράγεται για κάθε οντότητα είναι πολύ κοντά στο όνομα που δίνει ο άνθρωπος στο αντικείμενο που παριστάνει η οντότητα αυτή. Αυτό αποτελεί ένα μεγάλο πλεονέκτημα του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος έναντι του υπάρχοντος μηχανισμού ονοματοδοσίας.

6.4.2.1 Δήλωση εμβέλειας γενίκευσης με το συντακτικό της Telos

Στην γλώσσα Telos, οι υπερκλάσεις μιας οντότητας δηλώνονται μέσα σε μια πρόταση **Tell**, αμέσως μετά το δεσμευμένο, από την Telos, αναγνωριστικό **isA**. Για την δήλωση της εμβέλειας γενίκευσης εισάγεται ένα καινούργιο αναγνωριστικό, το **isaSc**, το οποίο χρησιμοποιείται (μέσα σε μια πρόταση **Tell**) μετά τη λίστα δήλωσης των υπερκλάσεων, και ακολουθείται από το όνομα της υπερκλάσης, στην εμβέλεια της οποίας βρίσκεται η εισαγόμενη στη βάση οντότητα.

Για τη δήλωση της οντότητας με ατομικό όνομα «Μπαρόκ» στην εμβέλεια της γενικότερης κλάσης «Τεχνοτροπία», διατυπώνεται η πρόταση:

Tell Individual Μπαρόκ **in** *S_Class*
  isaSc Τεχνοτροπία
end

Στην ενότητα Γ.2 του παραρτήματος Γ δίδεται ολόκληρος ο κώδικας, με τον οποίο δηλώνονται στην Telos τα μοντέλα των σχημάτων 6.7 και 6.8.

6.4.2.2 Αυτοματισμοί

Για λόγους αυτοματισμού εισάγεται στην Telos η έννοια της *ισχυρής* κλάσης στην ιεραρχία γενίκευσης-εξειδίκευσης. Μία κλάση λέγεται *ισχυρή* όταν αποδίδει εμβέλεια σε όλες τις εξειδικεύσεις της. Ο αυτοματισμός αυτός δημιουργεί πρόβλημα στην περίπτωση της πολλαπλής κληρονόμησης, όταν μια κλάση είναι εξειδίκευση δύο ή περισσοτέρων *ισχυρών* υπερκλάσεων. Τότε, εξ ορισμού, μια από τις δύο πρέπει να αποδίδει εμβέλεια. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα στο σχεδιαστή της βάσης να ορίσει άμεσα ποια από τις υπερκλάσεις είναι υπεύθυνη για την απόδοση εμβέλειας. Στην αντίθετη περίπτωση, αυτόματα επιλέγεται η πρώτη δηλωθείσα *ισχυρή* υπερκλάση, και ενημερώνεται ο χρήστης κατάλληλα, για την απόφαση αυτή του συστήματος.

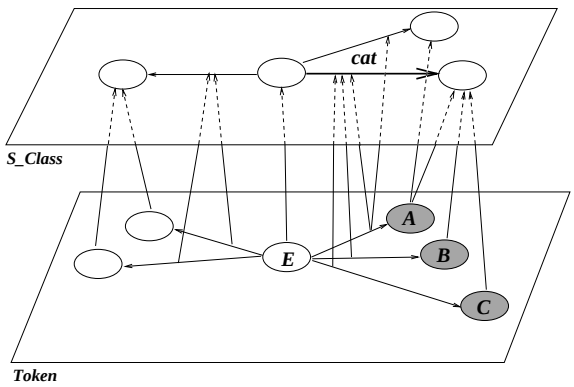
6.4.3 Μηχανισμός εμβέλειας γνωρίσματος

Μηχανισμός εμβέλειας γνωρίσματος είναι ο μηχανισμός εμβέλειας στο επίπεδο απόδοσης γνωρίσματος. Σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό, μια οντότητα «`B`» βρίσκεται στην εμβέλεια μιας οντότητας «`A`» μέσω κάποιας κατηγορίας γνωρισμάτων «`cat`», αν και μόνο αν η «`A`» σχετίζεται μοναδικά με τη «`B`» με μια σχέση τύπου «`cat`». Σε μια τέτοια περίπτωση, η «`B`» προσδιορίζεται μοναδικά από την «`A`» μέσω της κατηγορίας «`cat`». Κάθε οντότητα προσδιορίζεται μοναδικά από μία και μόνον οντότητα μέσω μίας και μόνον κατηγορίας γνωρισμάτων.

Αναδρομικά, η οντότητα αυτή μπορεί να προσδιοριστεί μοναδικά από μια άλλη οντότητα, μέσω κάποιας κατηγορίας κ.ο.κ. Έτσι, δημιουργούνται μονοπάτια εμβέλειας σε επίπεδο γνωρίσματος, τα οποία λέγονται *μονοπάτια εμβέλειας γνωρίσματος* (ΜΕΓΝ). Κάθε ΜΕΓΝ προσδιορίζει μοναδικά την οντότητα στην οποία καταλήγει.

Παρατηρούμε ότι στο μηχανισμό εμβέλειας γνωρίσματος, εκτός από τις δύο οντότητες που συμμετέχουν στην εμβέλεια και η μία από αυτές προσδιορίζει μοναδικά την άλλη, συμμετέχει και μία από τις κατηγορίες του γνωρίσματος, με το οποίο συσχετίζονται οι οντότητες αυτές. Αυτό συμβαίνει γιατί η Telos έχει την ιδιομορφία ότι τα γνωρίσματα αποτελούν οντότητες από μόνα τους και επομένως έχουν αναγνωριστικό, μπορούν να έχουν ατομικό όνομα και μπορούν να ταξινομηθούν κάτω από κλάσεις/κατηγορίες γνωρισμάτων, σε αντίθεση με τις άλλες δύο σχέσεις (ταξινόμησης και γενίκευσης) οι οποίες δεν αποτελούν οντότητες.

Ο ορισμός της *άμεσης εμβέλειας* (ΑΕ) δίνεται στην υποενότητα 6.2.2.2. Στην περίπτωση του μηχανισμού εμβέλειας γνωρίσματος η εμβέλεια μιας οντότητας καθορίζεται από την ίδια την οντότητα και την κατηγορία γνωρισμάτων μέσω της οποίας η οντότητα αυτή αποδίδει εμβέλεια. Στο σχήμα 6.9 φαίνεται πιο καθαρά η παραπάνω έννοια. Η ΑΕ της



Σχήμα 6.9: Άμεση εμβέλεια στο μηχανισμό εμβέλειας γνωρίσματος

Την *άμεση εμβέλεια* της οντότητας «E», μέσω της κατηγορίας «cat», αποτελούν οι οντότητες «A», «B» και «C».

οντότητας «E», μέσω της κατηγορίας «cat», αποτελείται από τις οντότητες «A», «B» και «C».

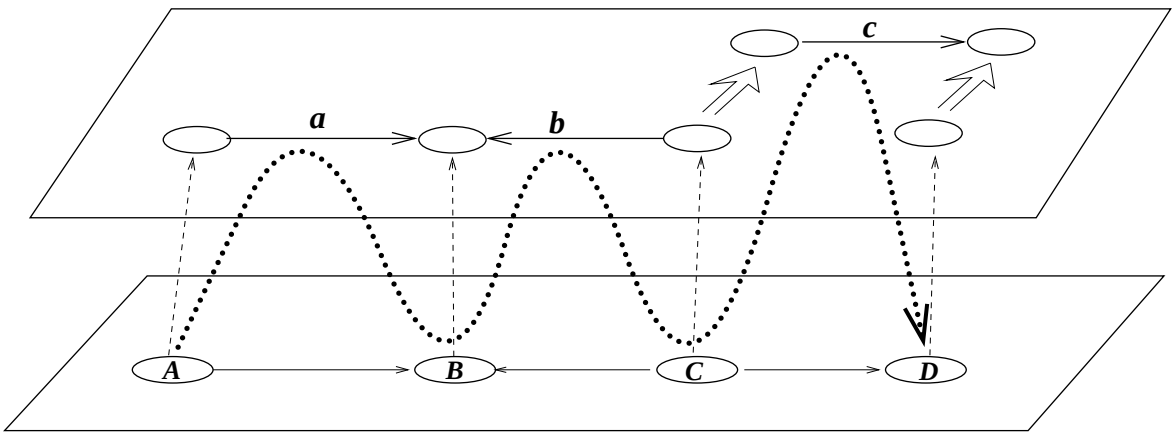
Το απόλυτο όνομα μιας οντότητας παράγεται παραθέτοντας στη σειρά τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων και των κατηγοριών (διαχωριζόμενα μεταξύ τους με κατάλληλα σημεία στίξης και αναγνωριστικά), που αποτελούν το μονοπάτι εμβέλειας της οντότητας αυτής, ξεκινώντας από τη ρίζα. Το όνομα οποιουδήποτε άλλου μονοπατιού, το οποίο ξεκινάει από την προσδιοριζόμενη οντότητα, αποτελεί ένα σχετικό όνομα για την οντότητα αυτή, ως προς κάποιο, μικρότερο από ολόκληρη τη βάση περιβάλλον.

Για την παραγωγή του απόλυτου ονόματος μιας οντότητας, η οποία βρίσκεται σε εμβέλεια γνωρίσματος, ορίζεται το αναγνωριστικό «**. [attSc:] .**» το οποίο διαχωρίζει τα ατομικά ονόματα που αποτελούν το απόλυτο όνομα της οντότητας (μετά το «**:**» δηλώνεται το όνομα της κατηγορίας μέσω της οποία αποδίδεται εμβέλεια). Διαισθητικά, ο μηχανισμός παραγωγής του απόλυτου ονόματος μιας οντότητας, φαίνεται στο σχήμα 6.10. Η οντότητα «D» βρίσκεται στην εμβέλεια της «C» μέσω της κατηγορίας «c», η «C» στην εμβέλεια της «B» μέσω της κατηγορίας «b» και η «B» της «A» μέσω της «a». Το απόλυτο όνομα της «D» παράγεται παραθέτοντας ονόματα στη σειρά ακολουθώντας την έντονη διακεκομμένη γραμμή του σχήματος και σαν διαχωριστικά μεταξύ των ονομάτων το αναγνωριστικό που ορίστηκε προηγουμένως. Έτσι, το απόλυτο όνομα της οντότητας «D» είναι:

A **. [attSc:**a**] .** B **. [attSc:**b**] .** C **. [attSc:**c**] .** D

το οποίο είναι ένα είδος *καθολικής ταυτότητας* για την οντότητα αυτή.

Πρέπει να επισημανθεί ότι στην παραγωγή του ονόματος δεν παίζει ρόλο η φορά



Σχήμα 6.10: Διαισθητικά η μέθοδος παραγωγής ονομάτων στην εμβέλεια γνωρίσματος

Η οντότητα «D» βρίσκεται στην εμβέλεια της «C» μέσω της κατηγορίας «c». Όμοια η «C» στην εμβέλεια της «B» μέσω της κατηγορίας «b» και η «B» της «A» μέσω της «a». Το απόλυτο όνομα της «D» παράγεται παραθέτοντας ονόματα στη σειρά ακολουθώντας την έντονη διακεκομμένη γραμμή του σχήματος και χρησιμοποιώντας κατάλληλα διαχωριστικά μεταξύ των ονομάτων. Έτσι, το απόλυτο όνομα της οντότητας «D» είναι:

A **. [attSc:**a**] .** B **. [attSc:**b**] .** C **. [attSc:**c**] .** D

Η φορά του συνδέσμου δεν παίζει κανένα ρόλο στην παραγωγή του ονόματος. Στην παραγωγή λαμβάνεται υπ' όψη η εμβέλεια (ποια οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια της άλλης). Επίσης, η κατηγορία μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια μπορεί να κληρονομείται από γενικότερες κλάσεις, όπως για παράδειγμα η κατηγορία «c».

του γνωρίσματος (σε ποια οντότητα αποδίδεται και που καταλήγει). Κυρίαρχο ρόλο παίζει η εμβέλεια, στην οποία βρίσκεται η οντότητα. Αυτό καθορίζεται από το κατά πόσο η κατηγορία γνωρίσματος μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια, ή η αντίστροφή της είναι *συνάρτηση.* Στο σχήμα 6.10 φαίνεται καθαρά η επισήμανση αυτή. Επίσης, η κατηγορία μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια μπορεί να κληρονομείται από γενικότερες κλάσεις, όπως για παράδειγμα η κατηγορία «c» του παραδείγματος που μελετάμε. Μία κλάση μπορεί να έχει περισσότερες της ενός αντίστροφες συναρτήσεις. Αν δεν δηλωθεί άμεσα από τον χρήστη ποια από αυτές αποδίδει εμβέλεια, το σύστημα επιλέγει την πρώτη δηλωθείσα και ενημερώνει το χρήστη με κατάλληλο μήνυμα. Κάτι τέτοιο όμως χρειάζεται ειδική μελέτη και δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Όπως διατυπώνεται με το θεώρημα 6.5 της σελίδας 62, μια οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια κάποιας άλλης μέσω μιας κατηγορίας γνωρίσματος, αν και μόνο αν η κατηγορία αυτή είναι *συνάρτηση.* Η απαίτηση της *συνάρτησης* είναι αναγκαία, γιατί από τον ορισμό της εξασφαλίζεται όχι μόνο η *μοναδικότητα* στη διασύνδεση των στοιχείων του πεδίου

ορισμού της με τα στοιχεία του πεδίου τιμών της, αλλά και η *εξάρτηση* των πρώτων από τα δεύτερα, ιδιότητες που είναι θεμελιώδεις στον ορισμό της *εμβέλειας*.

Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 4 υπάρχουν τέσσερα είδη συναρτήσεων: 1. *απλή*, 2. *αμφιμονοσήμαντη*, 3. *επί* και 4. *αμφιμονοσήμαντη και επί*. Για κάθε ένα από αυτά εξειδικεύεται και ο μηχανισμός εμβέλειας γνωρίσματος:

1. *Μηχανισμός εμβέλειας απλής συνάρτησης* (function scope)
2. *Μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης* (injective function scope)
3. *Μηχανισμός εμβέλειας επί συνάρτησης* (surjective function scope)
4. *Μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης* (bijective function scope)

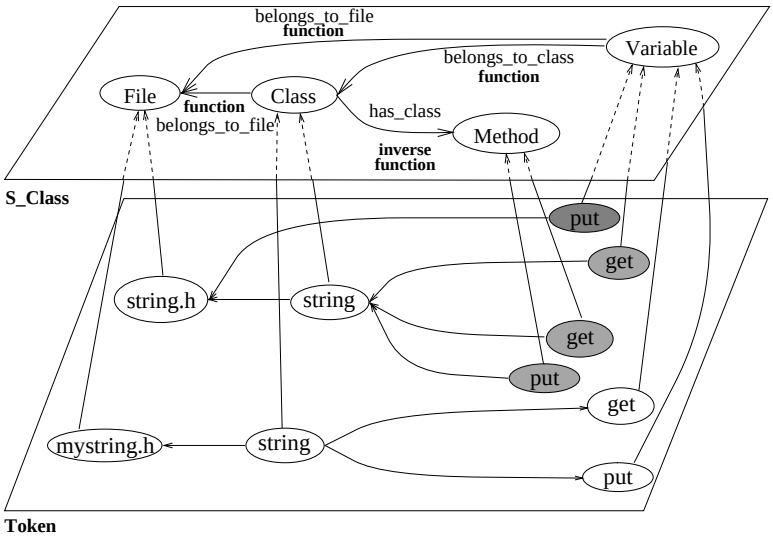
Κάθε μηχανισμός εξετάζεται λεπτομερώς στις επόμενες υποενότητες. Πριν από αυτό όμως, θεωρείται σκόπιμο να δοθούν ορισμοί, οι οποίοι είναι κοινοί σε όλους αυτούς τους μηχανισμούς και χρησιμοποιούνται ευρέως παρακάτω.

6.4.3.1 Κανόνες εμβέλειας και μονοπάτια κανόνων εμβέλειας

Οι *κανόνες εμβέλειας* (ΚΕ) καθορίζουν πότε μία οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια μιας άλλης. Στο μηχανισμό εμβέλειας γνωρίσματος οι *κανόνες εμβέλειας* ορίζονται σε κάποιο από τα επίπεδα παράστασης δεδομένων εκτός του *Token*, από σχέσεις περιορισμένες σε συναρτήσεις και εφαρμόζονται στο αμέσως κατώτερο επίπεδο. Παρακάτω ορίζεται ένας τέτοιος ΚΕ:

> **Κανόνας εμβέλειας:** Εάν η σχέση «`cat`», από την κλάση «`A`» στην κλάση «`B`» είναι *συνάρτηση*, τότε οι οντότητες-περιπτώσεις της «`B`» αποδίδουν εμβέλεια στις οντότητες-περιπτώσεις της «`A`», μέσω της σχέσης «`cat`».

Μονοπάτι κανόνων εμβέλειας (ΜΚΕ) είναι ένα ειδικό μονοπάτι που αποτελείται από σχέσεις, οι οποίες ορίζουν ΚΕ. Κάθε ΜΚΕ αποτελείται από σχέσεις της ίδιας φοράς, οι οποίες είτε είναι όλες συναρτήσεις (*μονοπάτια συναρτήσεων* — ΜΣ) (βλέπε σχήμα 6.11), είτε οι αντίστροφες των οποίων είναι συναρτήσεις (*μονοπάτια αντίστροφων συναρτήσεων* — ΜΑΣ). (βλέπε σχήμα 6.12). Όπως όλα τα μονοπάτια, έτσι και τα ΜΚΕ, έχουν *αρχή* (ρίζα) και *τέλος*. Η αρχή και το τέλος των ΜΑΣ συμπίπτουν με την αρχή και το τέλος του αντίστοιχου μονοπατιού στο σημασιολογικό δίκτυο. Αντιθέτως, η αρχή και το τέλος των ΜΣ συμπίπτουν με το τέλος και την αρχή του αντίστοιχου μονοπατιού στο σημασιολογικό δίκτυο. Υπάρχει περίπτωση ένα ΜΚΕ να αποτελείται από σχέσεις διαφορετικής φοράς. Στην περίπτωση αυτή πρέπει όλες οι σχέσεις της ίδιας φοράς είτε να είναι συναρτήσεις



Σχήμα 6.11: Μονοπάτια συναρτήσεων

Στο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα με *μονοπάτια συναρτήσεων*. Οι σχέσεις που συνδέουν τις οντότητες είναι *συναρτήσεις*. Συνεπώς, το μονοπάτι του σημασιολογικού δικτύου:

< Variable . belongs_to_class . Class . belongs_to_file . File >

αντιστοιχεί στο μονοπάτι κανόνων εμβέλειας:

< File . belongs_to_file . Class . belongs_to_class . Variable >

είτε οι αντίστροφές τους να είναι συναρτήσεις (βλέπε σχήμα 6.11). Αρχή ενός τέτοιου ΜΚΕ είναι η ακραία οντότητα, η οποία αποτελεί είτε αφετηρία μιας σχέσης η αντίστροφη της οποίας είναι συνάρτηση, είτε κατάληξη μιας σχέσης η οποία είναι συνάρτηση.

Αν, για παράδειγμα, η σχέση «cat», από την κλάση «A» στην κλάση «B», είναι *συνάρτηση*, τότε *ρίζα* του τετριμένου αυτού ΜΚΕ, ορίζεται η κλάση «A», και *τέλος* η «B». Αντιθέτως, αν η *αντίστροφη* της «cat» είναι *συνάρτηση*, τότε ρίζα είναι η κλάση «B» και τέλος η «A». Αναδρομικά, αυτά ισχύουν για το σχηματισμό μεγαλύτερων ΜΚΕ. Στο σχήμα 6.11 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ΜΣ, ενώ στο σχήμα 6.12 ΜΑΣ. Στα σχήματα αυτά η ίδια εφαρμογή (ένα μοντέλο παράστασης αρχείων, κλάσεων, μεταβλητών και μεθόδων στις οντοκεντρικές γλώσσες προγραμματισμού), παριστάνεται με ΜΣ (στο πρώτο σχήμα) και με ΜΑΣ (στο δεύτερο σχήμα). Παρατηρούμε ότι ενώ οι οντότητες-κόμβοι είναι οι ίδιοι και στα δύο μοντέλα, οι σχέσεις μεταξύ αυτών έχουν αντιστραφεί (εκτός από την «has_class») και επομένως έχουν αντιστραφεί και τα μονοπάτια του σημασιολογικού δικτύου. Παρ' ολ' αυτά, τα ΜΚΕ και στα δύο σχήματα παραμένουν σταθερά (έχουν την ίδια αρχή και το ίδιο τέλος). Αυτό είναι αναμενόμενο, γιατί ανεξαρτήτως της οντότητας-αφετηρίας και της οντότητας-προορισμού μιας σχέσης, οι εξαρτήσεις των αντικειμένων, που παριστάνουν οι οντότητες αυτές, παραμένουν σταθερές. Και στα δύο

σχήματα παριστάνεται η ίδια ιδέα, ότι δηλαδή, μία συγκεκριμένη *μέθοδος* βρίσκεται στην εμβέλεια της *κλάσης*, μέσα στην οποία δηλώνεται και μία συγκεκριμένη *κλάση* βρίσκεται στην εμβέλεια του *αρχείου*, μέσα στο οποίο δηλώνεται.

Τα ΜΚΕ σχηματίζουν ένα γράφο. Έτσι, περισσότερα του ενός διαφορετικά ΜΚΕ μπορεί να έχουν κοινή αρχή και κοινό τέλος. Για παράδειγμα, στο σχήμα 6.12 φαίνονται δύο τέτοια μονοπάτια, τα οποία έχουν την ίδια αρχή (την οντότητα «File») και το ίδιο τέλος (την οντότητα «Variable»). Μπορεί, επίσης, να σχηματίζουν κύκλους, όπως για παράδειγμα στο σχήμα 6.13 όπου η συνάρτηση «έχει πατέρα» αποδίδεται και καταλήγει στην ίδια οντότητα («Άνθρωπος»), οπότε και το αντίστοιχο ΜΚΕ.

Τα ΜΚΕ, όταν εφαρμοστούν στο αμέσως κατώτερο επίπεδο παράστασης δεδομένων, σχηματίζουν ΜΕ, τα οποία παράγουν *δενδριτικές δομές*, που συνιστούν δάσος, με ανάπτυξη από οντότητες τύπου *ρίζας ΜΚΕ* προς οντότητες τύπου *τέλους ΜΚΕ*. Έτσι, για παράδειγμα, κάθε οντότητα τύπου «Variable» θα βρίσκεται στην εμβέλεια μιας οντότητας είτε τύπου «Class», είτε τύπου «File», σε καμία όμως περίπτωση και των δύο μαζί.

6.4.3.2 Μηχανισμός εμβέλειας συνάρτησης

Ο *μηχανισμός εμβέλειας συνάρτησης* είναι ένας *μηχανισμός εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος*, στον οποίο οι κανόνες εμβέλειας ορίζονται με σχέσεις τύπου *συνάρτησης* ή *αντίστροφης συνάρτησης*.

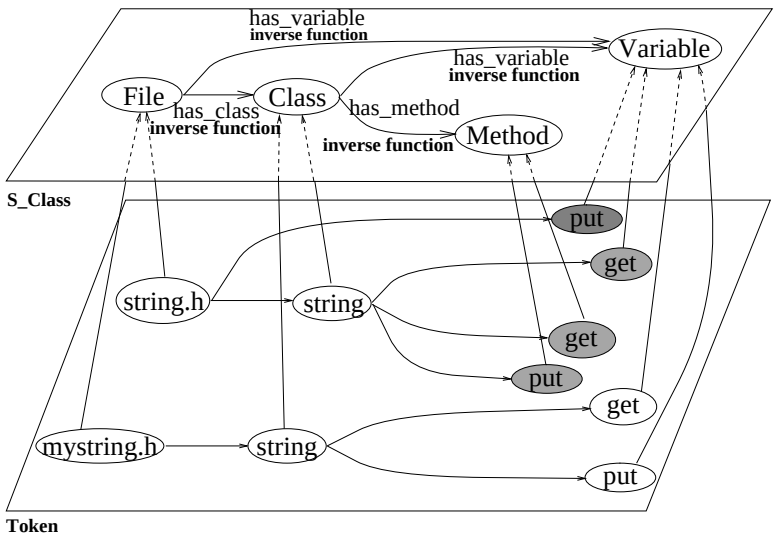
> **Κανόνας εμβέλειας:** Εάν η σχέση «cat», από την κλάση «A» στην κλάση «B», είναι *συνάρτηση* (*αντίστροφη συνάρτηση*), τότε οι οντότητες-περιπτώσεις της «A» («B») βρίσκονται στην εμβέλεια των οντοτήτων-περιπτώσεων της «B» («A») μέσω της σχέσης «cat».

Στο σχήμα 6.12 φαίνονται τρεις σχέσεις οι αντίστροφες των οποίων είναι συναρτήσεις. Οι σχέσεις αυτές ορίζουν τρεις κανόνες εμβέλειας στο επίπεδο *απλών κλάσεων* (*S_Class*). Σύμφωνα μ' αυτούς, μια οντότητα τύπου «Method» ή «Variable» βρίσκεται στην εμβέλεια μιας οντότητας τύπου «Class» μέσω της κατηγορίας «has_method» ή «has_variable», αντίστοιχα. Επίσης, μια οντότητα τύπου «Class» βρίσκεται στην εμβέλεια μιας οντότητας τύπου «File» μέσω της κατηγορίας «has_class». Οι ΚΕ, συνδυαζόμενοι μεταξύ τους, βλέπουμε ότι σχηματίζουν δύο ΜΚΕ (εκτός των τετριμένων μονοπατιών). Αυτά είναι τα:

< File . has_class . Class . has_method . Method >

< File . has_class . Class . has_variable . Variable >

Από την εφαρμογή αυτών των κανόνων στο επίπεδο των *ατομικών οντοτήτων* (*Token*)



Σχήμα 6.12: Εμβέλειας συνάρτησης (μονοπάτια αντίστροφων συναρτήσεων)

Στο σχήμα φαίνονται οι κανόνες εμβέλειας, που ορίζονται στο επίπεδο των *απλών κλάσεων* (*S_Class*) περιορίζοντας τις σχέσεις σε *αντίστροφες συναρτήσεις* (*inverse function*). Επίσης, φαίνεται η εφαρμογή των κανόνων αυτών στο επίπεδο των *ατομικών οντοτήτων* (*Token*). Οι κανόνες εκφράζουν τον περιορισμό ότι: μια οντότητα τύπου «`Method`» ή «`Class`» βρίσκεται στην εμβέλεια μιας οντότητας τύπου «`Class`» μέσω της κατηγορίας «`has_method`», ή στην εμβέλεια μιας οντότητας τύπου «`File`» μέσω της κατηγορίας «`has_class`», αντίστοιχα. Επίσης, μια οντότητα τύπου «`Variable`» βρίσκεται στην εμβέλεια είτε μιας οντότητας τύπου «`Class`» μέσω της κατηγορίας «`has_variable`», είτε μιας οντότητας τύπου «`File`» μέσω της κατηγορίας «`has_variable`». Στο παράδειγμα αυτό παρουσιάζονται *μονοπάτια αντίστροφων συναρτήσεων*, τα οποία ταυτίζονται με τα μονοπάτια του σημασιολογικού δικτύου. Για παράδειγμα το ΜΑΣ:

< `File . has_class . Class . has_method . Method` >

αντιστοιχεί στο μονοπάτι του σημασιολογικού δικτύου:

< `File . has_class . Class . has_method . Method` >

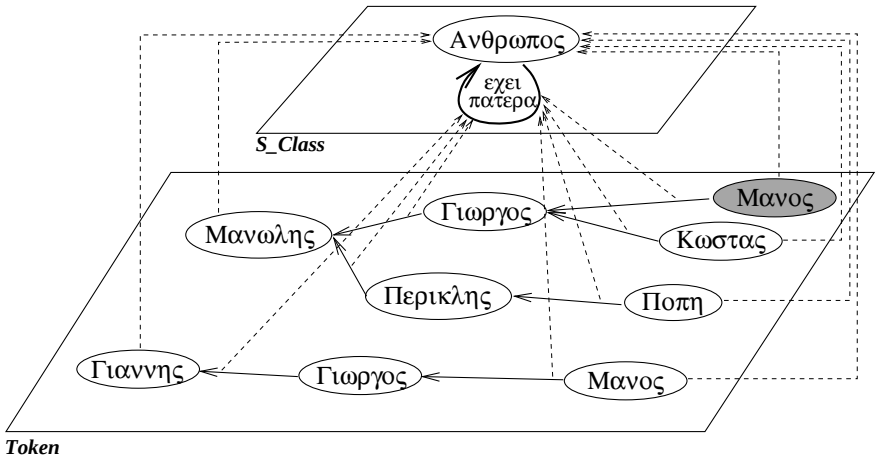
σχηματίζονται μονοπάτια εμβέλειας μεταξύ των οντοτήτων του επιπέδου αυτού. Τα μονοπάτια αυτά καταλήγουν στην οντότητα την οποία προσδιορίζουν μοναδικά. Ο τρόπος με τον οποίο παράγονται τα ονόματα τέτοιων μονοπατιών περιγράφηκε στην αρχή της υποενότητας αυτής. Τα απόλυτα ονόματα των οντοτήτων του σχήματος 6.12 με ατομικό όνομα «`put`» είναι (παραθέτεται πρώτα το όνομα της πιο σκιασμένης οντότητας και τέλος της μη σκιασμένης):

`string.h` **. [attSc:**`has_variable`**] .** `put`

`string.h` **. [attSc:**`has_class`**] .** `string` **. [attSc:**`has_method`**] .** `put`

`mystring.h` **. [attSc:**`has_class`**] .** `string` **. [attSc:**`has_method`**] .** `put`

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 6.12, υπάρχουν δύο ΜΚΕ τα οποία καταλήγουν στην κλάση «`Variable`». Σύμφωνα με το μηχανισμό εμβέλειας γνωρίσματος κάθε οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια μίας και μόνον οντότητας μέσω μίας και μόνον κατηγορίας.



Σχήμα 6.13: Εμβέλειας συνάρτησης

Στο σχήμα περιγράφεται ένα παράδειγμα εμβέλειας συνάρτησης. Η σχέση «έχει πατέρα» είναι ορισμένη από την οντότητα «Άνθρωπο» στον εαυτό της και είναι συνάρτηση. Αυτή ορίζει ένα *Μονοπάτι Συναρτήσεων*, το οποίο σχηματίζει κύκλο. Στο αμέσως κατώτερο επίπεδο φαίνεται η εφαρμογή ενός τέτοιου ΜΚΕ, κατά την οποία σχηματίζονται δενδριτικές δομές που συνιστούν δάσος.

Συνεπώς, οι οντότητες τύπου «Variable» μπορούν να βρίσκονται είτε στην εμβέλεια των οντοτήτων τύπου «Class» μέσω της κατηγορίας «has_variable», είτε στην εμβέλεια των οντοτήτων τύπου «File» μέσω της κατηγορίας «has_variable» που αποδίδεται στην κλάση «File».

Ένα άλλο παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 6.13, το οποίο περιγράφει ότι κάποιος *άνθρωπος* έχει κάποιον άλλον για πατέρα. Φυσικά, ένας συγκεκριμένος άνθρωπος έχει έναν πατέρα και δεν υπάρχει άνθρωπος χωρίς κάποιον πατέρα. Έτσι, ένας συγκεκριμένος άνθρωπος προσδιορίζεται μοναδικά από τον πατέρα του (βρίσκεται στην εμβέλεια του πατέρα του) και αυτός από τον δικό του πατέρα κ.ο.κ. Για παράδειγμα, η σκιασμένη οντότητα «Μάνος» βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας «Γιώργος» και αυτή στην εμβέλεια της οντότητας «Μανώλης», μέσω της συνάρτησης «έχει πατέρα».

Δήλωση εμβέλειας συνάρτησης με το συντακτικό της Telos

Ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος διευκολύνει πολύ τη διαχείριση της πληροφορίας στη βάση, ειδικά στις περιπτώσεις της εμβέλειας συνάρτησης, παρέχοντας τη δυνατότητα φωλιασμένων δηλώσεων, έτσι ώστε να δηλώνονται ολόκληρα μονοπάτια εμβέλειας σε μία πρόταση **Tell**. Ένα παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 6.14, όπου δηλώνονται οι *αντίστροφες συναρτήσεις* και οι σκιασμένες οντότητες του μοντέλου του σχήματος 6.12,

```
Tell Individual File in S_Class
    with inverse function
        has_variable    : Variable;
        has_class       : Class
end

Tell Individual Class in S_Class
    with inverse function
        has_variable    : Variable;
        has_method      : Method
end
```

```
Tell Individual string.h in Token , File
    with has_variable
        : put
    with has_class
        : string
        <
            with has_method
                : get;
                : put
            with has_variable
                : get
        >
end
```

Σχήμα 6.14: Δήλωση συνάρτησης

Στο σχήμα παρουσιάζονται οι προτάσεις στο συντακτικό της Telos, με τις οποίες δηλώνονται οι *αντίστροφες συναρτήσεις* και οι σκιασμένες οντότητες (με φωλιασμένες δηλώσεις) του μοντέλου του σχήματος 6.12.

με το συντακτικό της Telos, επεκταμένο με τη δυνατότητα φωλιασμένων δηλώσεων (μια φωλιασμένη δήλωση βρίσκεται μεταξύ των τελεστών «<» και «>»).

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας φωλιασμένης δήλωσης, βρισκόμαστε σε μια συγκεκριμένη εμβέλεια, που καθορίζεται από το μονοπάτι εμβέλειας, που μέχρι εκείνη τη στιγμή έχει οριστεί. Οι οντότητες της εμβέλειας προσδιορίζονται με ονόματα *σχετικά* ως προς την εμβέλεια αυτή. Αν όμως θελήσουμε να αναφερθούμε σε μια οντότητα έξω από την εμβέλεια, στην οποία βρισκόμαστε, τότε πρέπει να αναφερθούμε σ' αυτή με το απόλυτο όνομά της.

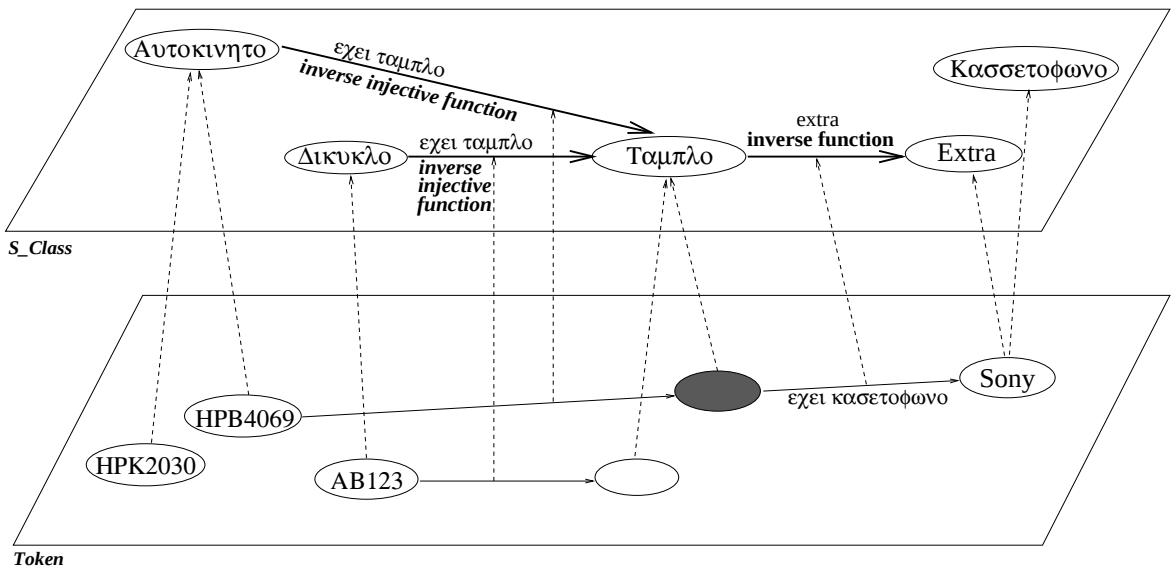
Στην ενότητα Γ.3 του παραρτήματος Γ δίδεται ολόκληρος ο κώδικας, με τον οποίο δηλώνεται το μοντέλο του σχήματος 6.12.

6.4.3.3 Μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης

Ο *μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης* είναι ένας *μηχανισμός εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος*, με τον οποίο οι κανόνες εμβέλειας ορίζονται με σχέσεις τύπου *αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης* ή *αντίστροφης αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης*.

> **Κανόνας εμβέλειας:** Εάν η σχέση «`cat`», από την κλάση «`A`» στην κλάση «`B`», είναι *αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση* (*αντίστροφη αμφιμονοσήμαντη συνάρτησης*), τότε οι οντότητες τύπου «`A`» («`B`») βρίσκονται στην εμβέλεια των οντοτήτων τύπου «`B`» («`A`»), μέσω της σχέσης «`cat`».

Οι ΚΕ και τα ΜΚΕ γι' αυτό το μηχανισμό εμβέλειας ορίζονται όμοια με τα αντίστοιχα



Σχήμα 6.15: Εμβέλεια αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης

Στο μοντέλο του σχήματος παρουσιάζεται ένα παράδειγμα χρήσης του *μηχανισμού εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης*. Όπως περιγράφεται στο μοντέλο αυτό κάθε ταμπλό βρίσκεται στην εμβέλεια του αυτοκινήτου ή του δικύκλου, στο οποίο ανήκει. Επίσης, κάθε αυτοκίνητο ή δίκυκλο μπορεί να έχει το πολύ ένα ταμπλό. Συνεπώς, ένα συγκεκριμένο ταμπλό δεν χρειάζεται να έχει ατομικό όνομα, αφού προσδιορίζεται αποκλειστικά από το αυτοκίνητο ή το δίκυκλο στο οποίο ανήκει. Για παράδειγμα, το ταμπλό του «HPB4069», παριστάνεται με τη σκιασμένη οντότητα του σχήματος, της οποίας το απόλυτο όνομα είναι:

HPB4069 **. [attSc:**έχει ταμπλό**] .**

του *μηχανισμού εμβέλειας συνάρτησης*. Η μόνη διαφορά είναι στην εφαρμογή αυτών των μονοπατιών στο αμέσως κατώτερο επίπεδο, όπου τα ΜΕ αντί να σχηματίζουν δενδριτικές δομές οι οποίες συνιστούν δάσος, σχηματίζουν *γραμμικές δομές* οι οποίες συνιστούν δάσος.

Στο σχήμα 6.15 φαίνονται δύο σχέσεις, που ορίζουν δύο ΚΕ. Η πρώτη είναι μεταξύ των οντότητων «Αυτοκίνητο» και «Ταμπλό» και η δεύτερη μεταξύ των οντοτήτων «Δίκυκλο» και «Ταμπλό». Αυτό σημαίνει ότι ένα συγκεκριμένο αυτοκίνητο (ή ένα δίκυκλο) έχει αποκλειστικά ένα ταμπλό. Επίσης, ένα ταμπλό δεν μπορεί να υπάρξει (ή δεν μας ενδιαφέρει αν μπορεί να υπάρξει) αν δεν είναι μέρος αυτοκινήτου (ή δικύκλου). Άρα, ένα συγκεκριμένο ταμπλό βρίσκεται στην εμβέλεια του αυτοκινήτου (ή δικύκλου), στο οποίο ανήκει. Λόγω των περιορισμών που μεταφέρει η *αντίστροφη αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση*, κάθε συγκεκριμένο *ταμπλό* συνδέεται με ένα ακριβώς αυτοκίνητο. Συνεπώς, το όνομα ενός συγκεκριμένου ταμπλό προσδιορίζεται πλήρως από το αυτοκίνητο (ή το δίκυκλο), στο οποίο ανήκει. Σε τέτοιες περιπτώσεις οντότητες τύπου «Ταμπλό», οι

```
Tell Individual Αυτοκίνητο in S_Class
    with inverse injective function
        (έχει ταμπλό) : Ταμπλό
end
Tell Individual Δίκυκλο in S_Class
    with inverse injective function
        (έχει ταμπλό) : Ταμπλό
end
```

```
Tell Individual HPB4069 in Token , Αυτοκίνητο
    with (έχει ταμπλό)
        : <
            with extra
                (έχει κασσετόφωνο) : Sony
        >
end
```

Σχήμα 6.16: Δήλωση αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης

Στο σχήμα παρουσιάζονται οι προτάσεις στο συντακτικό της Telos, με τις οποίες δηλώνεται το μοντέλο του σχήματος 6.15. Στη δήλωση της οντότητας «HPB4069» δηλώνεται η σκιασμένη οντότητα χωρίς όνομα του σχήματος 6.15 και με φωλιασμένη δήλωση το γνώρισμα που αποδίδεται σε αυτήν («έχει κασσετόφωνο»).

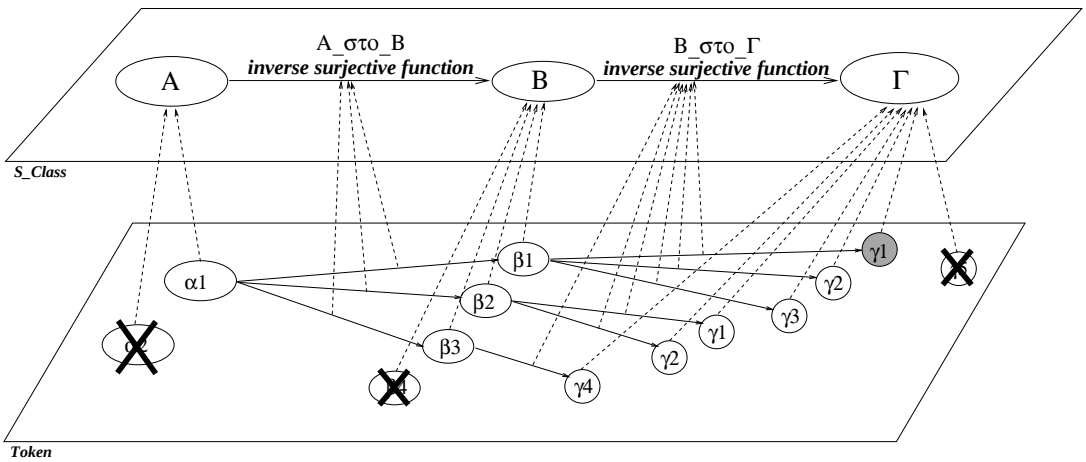
οποίες συνδέονται με οντότητες τύπου «Αυτοκίνητο» (ή «Δίκυκλο») μέσω της σχέσης «έχει ταμπλό», δεν είναι απαραίτητο να έχουν ατομικό όνομα. Τέτοιες είναι οι χωρίς όνομα οντότητες του σχήματος, που παριστάνουν το ταμπλό του αυτοκινήτου «HPB4069» (σκιασμένη οντότητα) και του δικύκλου «AB123». Τα απόλυτα ονόματα των δύο αυτών οντοτήτων παράγονται σύμφωνα με τη γενική μέθοδο παραγωγής ονομάτων σε επίπεδο γνωρίσματος, που περιγράφηκε στην αρχή της υποενότητας αυτής και είναι αντίστοιχα:

HPB4069 **. [attSc:**έχει ταμπλό**] .**

AB123 **. [attSc:**έχει ταμπλό**] .**

Δήλωση εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης με το συντακτικό της Telos

Και σ' αυτό το είδος εμβέλειας ισχύουν οι φωλιασμένες δηλώσεις για την εισαγωγή και επεξεργασία μονοπατιών εμβέλειας. Το καινούργιο σε αυτό το είδος είναι η εύρεση μηχανισμού για δήλωση οντοτήτων χωρίς ατομικό όνομα. Ο μηχανισμός είναι πολύ απλός: απλά δεν δηλώνεται το ατομικό όνομα της οντότητας. Μπορεί, βέβαια, στη συνέχεια με φωλιασμένες ή μη δηλώσεις να δηλωθεί η χωρίς-όνομα οντότητα (οι κλάσεις της, τα γνωρίσματά της κ.ο.κ). Στο σχήμα 6.16 φαίνεται πως δηλώνονται οι *αντίστροφες αμφιμονοσήμαντες συναρτήσεις* και η οντότητα «HPB4069» και η σκιασμένη οντότητα χωρίς όνομα (με τη χρήση φωλιασμένων δηλώσεων) του μοντέλου του σχήματος 6.15 στο συντακτικό της Telos. Ο κώδικας για τη δήλωση ολόκληρου του μοντέλου δίδεται στην ενότητα Γ.4 του παραρτήματος Γ.



Σχήμα 6.17: Εμβέλεια επί συνάρτησης

Στο μοντέλο του σχήματος παρουσιάζεται ένα παράδειγμα χρήσης του *μηχανισμού εμβέλειας επί συνάρτησης*. Ο μηχανισμός αυτός είναι παρόμοιος με το μηχανισμό εμβέλειας συνάρτησης λαμβάνοντας υπ' όψη τους περιορισμούς που μεταφέρει η επί σχέση. Το απόλυτο όνομα της σκιασμένης οντότητας «γ1» είναι:

α1 . **[attSc:**A_στο_B**]** . β1 . **[attSc:**B_στο_Γ**]** . γ1

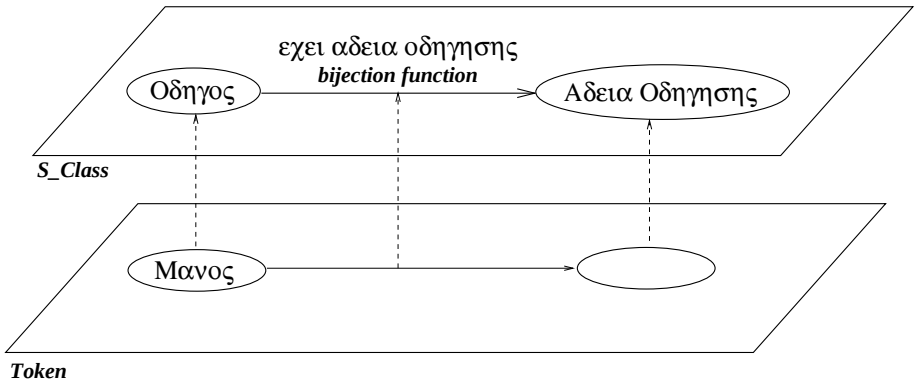
6.4.3.4 Μηχανισμός εμβέλειας επί συνάρτησης

Ο *μηχανισμός εμβέλειας επί συνάρτησης* είναι ένας *μηχανισμός εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος*, με τον οποίο οι κανόνες εμβέλειας ορίζονται με σχέσεις τύπου *επί συνάρτησης* ή *αντίστροφης επί συνάρτησης*.

> **Κανόνας εμβέλειας:** Εάν η σχέση «cat», από την κλάση «A» στην κλάση «B», είναι *επί συνάρτηση* (*αντίστροφη επί συνάρτηση*), τότε οι οντότητες-περιπτώσεις της «A» («B») βρίσκονται στην εμβέλεια των οντοτήτων-περιπτώσεων της «B» («A»), μέσω της σχέσης «cat».

Μια *επί συνάρτηση* είναι μια συνάρτηση περιορισμένη στις ιδιότητες της *επί* σχέσης. Άρα στο *μηχανισμό εμβέλειας επί συνάρτησης* ισχύουν όλα όσα έχουν μελετηθεί στο μηχανισμό εμβέλειας συνάρτησης. Οι ΚΕ και τα ΜΚΕ, ορίζονται όμοια με τα αντίστοιχα του μηχανισμού εμβέλειας συνάρτησης. Η ανάπτυξη τέτοιων μονοπατιών φαίνεται στο παράδειγμα του σχήματος 6.17.

Η δήλωση μιας τέτοιας σχέσης γίνεται όπως ακριβώς και η δήλωση της συνάρτησης, μόνο αντί της *function* χρησιμοποιείται η *surjective function* και αντί της *inverse function* χρησιμοποιείται η *inverse surjective function*.



Σχήμα 6.18: Εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης

Στο μοντέλο του σχήματος παρουσιάζεται ένα παράδειγμα χρήσης του *μηχανισμού εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης*. Όπως περιγράφεται στο μοντέλο αυτό κάθε *άδεια οδήγησης* βρίσκεται στην εμβέλεια του *οδηγού* που την κατέχει σε μια δεδομένη χώρα. Κάθε οδηγός έχει μία και μόνον άδεια οδήγησης, ενώ δεν μπορεί να υπάρξει οδηγός χωρίς αυτήν. Επίσης, κάθε άδεια οδήγησης ανήκει σε έναν και μόνον οδηγό και δεν μπορεί να υπάρξει αν δεν αναφέρεται σε κάποιον οδηγό. Ως εκ τούτου, κάθε άδεια οδήγησης βρίσκεται στην εμβέλεια του οδηγού που την κατέχει.

6.4.3.5 Μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης

Ο *μηχανισμός εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης* είναι ακόμα ένας *μηχανισμός εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος*, με τον οποίο οι κανόνες εμβέλειας ορίζονται με σχέσεις τύπου *αμφιμονοσήμαντης και επί συνάρτησης*.

> **Κανόνας εμβέλειας:** Εάν η σχέση «`cat`», από την κλάση «`A`» στην κλάση «`B`», είναι *αμφιμονοσήμαντη και επί συνάρτηση*, τότε οι οντότητες-περιπτώσεις της «`B`» βρίσκονται στην εμβέλεια των οντοτήτων-περιπτώσεων της «`A`» μέσω της σχέσης «`cat`».

Επειδή η σχέση «`cat`» είναι *αμφιμονοσήμαντη και επί συνάρτηση* (οπότε και η αντίστροφή της είναι το ίδιο), τότε θα μπορούσαμε να πούμε ότι: τόσο οι οντότητες τύπου «`A`» όσο και οι οντότητες τύπου «`B`» μπορούν να αποδώσουν εμβέλεια μέσω της «`cat`». Αυτό δημιουργεί πρόβλημα ονοματοδοσίας, γιατί το όνομα μιας οντότητας τύπου «`A`» βρίσκεται στην εμβέλεια του ονόματος μιας οντότητας τύπου «`B`», το οποίο επίσης βρίσκεται στην εμβέλεια του πρώτου ονόματος κ.ο.κ, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να καθοριστεί το όνομα των οντοτήτων αυτών. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με τον παραπάνω ΚΕ, ο οποίος καθορίζει ότι οι οντότητες τύπου «`A`» (η οντότητα «`A`» είναι η αφετηρία της σχέσης «`cat`») αποδίδουν εμβέλεια στις οντότητες τύπου «`B`».

Αν διαγραφεί μία από οντότητες που συμμετέχουν στην εμβέλεια αυτομάτως διαγράφεται και η άλλη. Επίσης, δεν μπορεί να υπάρξει μία από τις δύο οντότητες χωρίς να

συνδέεται με την άλλη, μέσω αυτής της σχέσης.

Στο παράδειγμα του σχήματος 6.18, απεικονίζεται μια *αμφιμονοσήμαντη και επί συνάρτηση* από την κλάση «Οδηγός» στην «Άδεια Οδήγησης» και εκφράζει τη σχέση κατοχής, που σχετίζει έναν οδηγό με την άδεια οδήγησης (δεδομένης κατηγορίας), που του παρέχεται σε μια δεδομένη χώρα. Από τον ορισμό της αμφιμονοσήμαντης και επί σχέσης (κεφάλαιο 4), προκύπτει ότι κάθε οντότητα τύπου «Οδηγός» συσχετίζεται με μία ακριβώς οντότητα τύπου «Άδεια Οδήγησης» και αντίστροφα, καθώς επίσης και ότι η ύπαρξη της μίας εξαρτάται από την ύπαρξη της άλλης. Δηλαδή, η σχέση αυτή εκφράζει ότι: «για να είναι κάποιος οδηγός, πρέπει να έχει μία μόνο άδεια οδήγησης και κάθε άδεια οδήγησης πρέπει να ανήκει σε έναν και μόνο οδηγό».

Σε τέτοιου είδους συναρτήσεις ορίζουμε ότι: η οντότητα που αποτελεί το πεδίο αφετηρίας της σχέσης είναι η *ρίζα* του αντίστοιχου ΜΚΕ. Η εφαρμογή αυτών των ΜΚΕ στο αμέσως κατώτερο επίπεδο σχηματίζει μονοπάτια εμβέλειας διαφορετικά μεταξύ τους. Στο παράδειγμα που μελετάμε, ρίζα είναι η κλάση «Οδηγός». Έτσι, κάθε οντότητα τύπου «Άδεια Οδήγησης» βρίσκεται στην εμβέλεια μίας οντότητας τύπου «Οδηγός» (αυτό προκύπτει από τον ορισμό της *ρίζας* στο ΜΚΕ).

Έτσι, όπως γίνεται στην εμβέλεια αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης, οι οντότητες που βρίσκονται στην εμβέλεια άλλων μέσω τέτοιου είδους σχέσεων, δεν είναι απαραίτητο να έχουν ατομικό όνομα, γιατί προσδιορίζονται πλήρως από την άλλη οντότητα και τη σχέση. Για παράδειγμα, η οντότητα τύπου «Άδεια Οδήγησης» δεν έχει όνομα γιατί προσδιορίζεται πλήρως από την οντότητα «Μάνος» και την κατηγορία «έχει άδεια οδήγησης» (η οντότητα που δεν έχει ατομικό όνομα αντιπροσωπεύει την «άδεια οδήγησης του Μάνου»). Έτσι, το απόλυτο όνομα αυτής της οντότητας είναι:

Μάνος **. [attSc:**έχει άδεια οδήγησης**] .**

Η δήλωση γίνεται παρόμοια με εκείνη του μηχανισμού εμβέλειας αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης.

6.4.4 Συνδυασμός όλων των μηχανισμών εμβέλειας

Ο *γενικός μηχανισμός εμβέλειας*, που προτείνεται, είναι ένας συνδυασμός των τριών μηχανισμών εμβέλειας, που μελετήσαμε στις προηγούμενες υποενότητες. Φυσικά, σύμφωνα με τον ορισμό της εμβέλειας, κάθε οντότητα μπορεί να βρίσκεται στην άμεση εμβέλεια μιας και μόνον οντότητας, χρησιμοποιώντας έναν από τους τρεις μηχανισμούς εμβέλειας. Έτσι, συνδυάζοντας και τους τρεις μηχανισμούς, δημιουργούνται *μικτά μονοπάτια εμβέλειας*.

Η παραγωγή του ονόματος που προσδιορίζει μοναδικά μια οντότητα γίνεται παραθέτοντας στη σειρά ατομικά ονόματα οντοτήτων και ονόματα κατηγοριών, ξεκινώντας με το ατομικό όνομα της οντότητας και ακολουθώντας το μονοπάτι εμβέλειας με ρίζα την οντότητα αυτή. Τα ονόματα προστίθενται ως επιθήματα, ενώ χωρίζονται μεταξύ τους με κατάλληλα διαχωριστικά που καθορίζει ο ανάλογος μηχανισμός εμβέλειας.

Ένα παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 6.19 (τα έντονα βέλη δηλώνουν μηχανισμούς εμβέλειας). Οι αντίστροφες όλων των σχέσεων, που απεικονίζονται στο μεταεπίπεδο (*M1_Class*), είναι *συναρτήσεις*. Λαμβάνοντας υπ' όψη τους κανόνες *κληρονόμησης γνωρισμάτων* (βλέπε κεφάλαιο 3), το γνώρισμα «έχει εξαρτήματα» κληρονομείται στις εξειδικεύσεις της οντότητας «Σύνθετο Αντικείμενο». Μπορούμε, λοιπόν, να διακρίνουμε τα παρακάτω μονοπάτια του σημασιολογικού δικτύου, τα οποία αποτελούν και ΜΚΕ, στο μηχανισμό εμβέλειας γνωρίσματος:

<Μηχάνημα . έχει ομάδα . Ομάδα . έχει συγκρότημα . Συγκρότημα .
έχει υποσυγκρότημα . Υποσυγκρότημα . έχει εξαρτήματα . Εξάρτημα>

<Μηχάνημα . έχει ομάδα . Ομάδα . έχει συγκρότημα . Συγκρότημα .
έχει εξαρτήματα . Εξάρτημα>

<Μηχάνημα . έχει ομάδα . Ομάδα . έχει εξαρτήματα . Εξάρτημα>

Η οντότητα «Αυτοκίνητο» είναι εξειδίκευση της οντότητας «Μηχάνημα» και επομένως κληρονομεί όλα τα γνωρίσματά της. Επομένως, στα ΜΚΕ μπορούν να προστεθούν και εκείνα, τα οποία έχουν ρίζα την οντότητα «Αυτοκίνητο» (αντί την οντότητα «Μηχάνημα»). Φυσικά, ΜΚΕ είναι και οποιοδήποτε άλλο μονοπάτι με ρίζα το «Μηχάνημα» ή το «Αυτοκίνητο» και το οποίο αποτελεί υποσύνολο των παραπάνω ΜΚΕ, όπως για παράδειγμα το:

<Μηχάνημα . έχει ομάδα . Ομάδα>

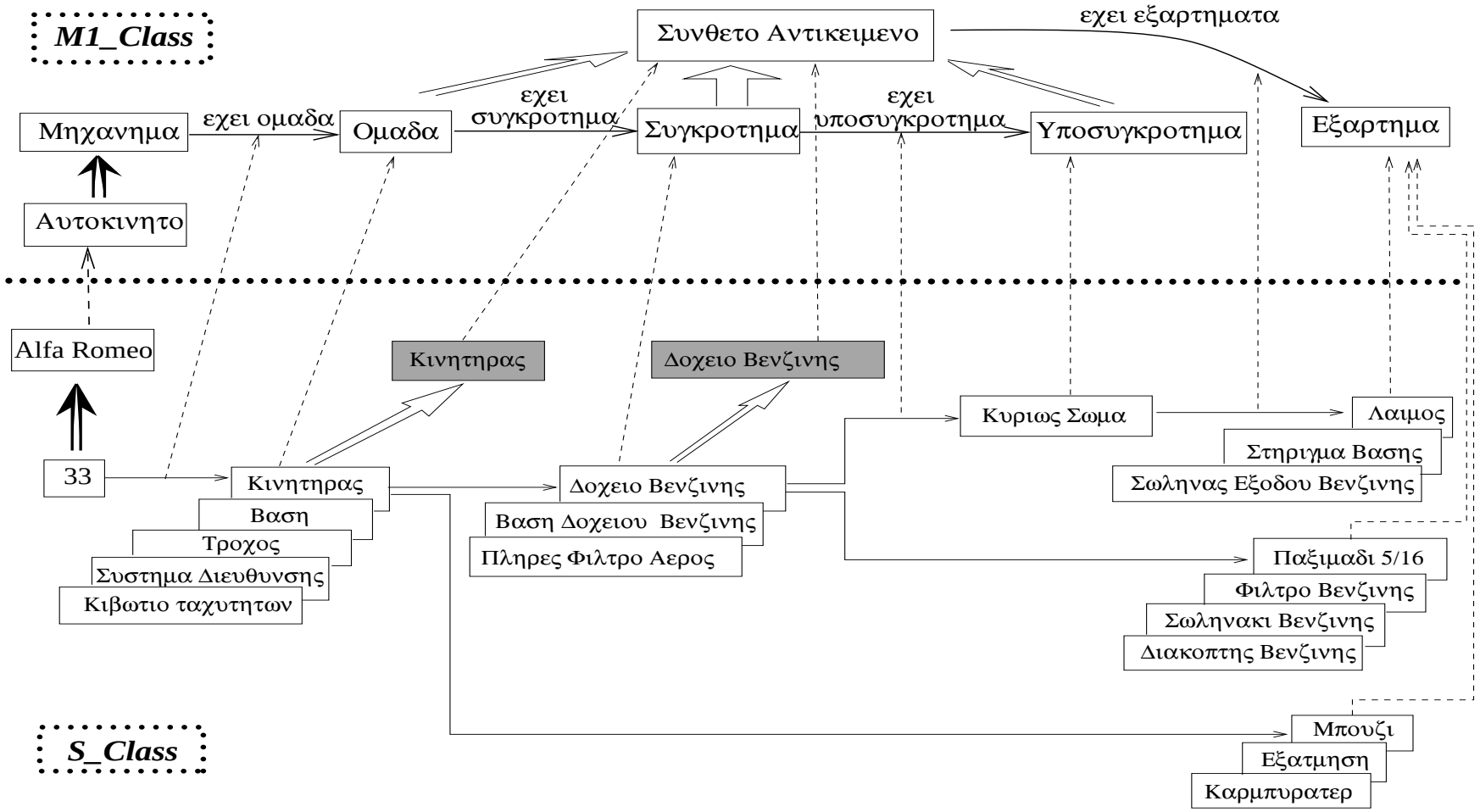
Επίσης, διακρίνουμε δύο ΜΕΓ, ένα στο επίπεδο μετακλάσεων (*M1_Class*) και ένα στο επίπεδο απλών οντοτήτων, που είναι αντίστοιχα τα:

Μηχάνημα **. [isaSc] .** Αυτοκίνητο

Alfa Romeo **. [isaSc] .** 33

Τέλος, διακρίνουμε ένα ΜΕΤ, που είναι το:

Αυτοκίνητο **. [clSc] .** Alfa Romeo



Σχήμα 6.19: Συνδυασμός μηχανισμών εμβέλειας

Τα τρία τελευταία μονοπάτια εμβέλειας συνδυάζονται και δημιουργούν το *μικτό μονοπάτι εμβέλειας*:

Μηχάνημα **. [isaSc] .** Αυτοκίνητο **. [clSc] .** Alfa Romeo **. [isaSc] .** 33

Αυτό είναι και το *απόλυτο* όνομα της οντότητας με ατομικό όνομα «33».

Στο επίπεδο των απλών κλάσεων (*S_Class*) γίνεται η εφαρμογή των ΚΕ που ορίστηκαν στο μεταεπίπεδο (*M1_Class*). Όπως φαίνεται και από το σχήμα, η μη σκιασμένη οντότητα «Κινητήρας» βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας «33» μέσω της κατηγορίας «έχει ομάδα». Έτσι, δημιουργείται το *μικτό μονοπάτι εμβέλειας*:

Μηχάνημα **. [isaSc] .** Αυτοκίνητο **. [clSc] .** Alfa Romeo **. [isaSc] .** 33 **. [attSc:**έχει ομάδα**] .** Κινητήρας

το οποίο αντιστοιχεί και στο απόλυτο όνομα της οντότητας αυτής.

Απεναντίας, η σκιασμένη οντότητα «Κινητήρας» δεν βρίσκεται στην εμβέλεια καμίας οντότητας, και επομένως το ατομικό της όνομα αποτελεί και απόλυτο όνομα γι' αυτήν. Παρόμοια, παράγεται το απόλυτο όνομα και των άλλων οντοτήτων, όπως εκείνων με ατομικό όνομα «Δοχείο Βενζίνης», «Κυρίως Σώμα», κ.ο.κ.

Στη συγκεκριμένη βάση, υπάρχουν οντότητες που το ατομικό τους όνομα είναι μοναδικό. Σε μια τέτοια περίπτωση, οι οντότητες αυτές προσδιορίζονται μοναδικά με το ατομικό τους όνομα. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η οντότητα «33». Αν το ατομικό όνομα μιας οντότητας δεν είναι μοναδικό επεκτείνεται (με τους μηχανισμούς εμβέλειας ονόματος), τόσο ώστε να είναι μοναδικό στην εμβέλεια ολόκληρης της βάσης. Έτσι, η μη σκιασμένη οντότητα με ατομικό όνομα «Κινητήρας», στη συγκεκριμένη βάση προσδιορίζεται πλήρως με το όνομα:

33 **. [attSc:**έχει ομάδα**] .** Κινητήρας

το οποίο είναι μικρότερο από το απόλυτο όνομα της οντότητας αυτής. Η δήλωση, δηλαδή, των ονομάτων γίνεται δυναμικά, με σκοπό τη μοναδικότητα του ονόματος, σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον (στη συγκεκριμένη περίπτωση το περιβάλλον είναι ολόκληρη η βάση).

6.4.5 Ενημερώσεις στη βάση

Ενημερώσεις στη βάση, γίνονται για την εισαγωγή, διαγραφή ή μεταβολή της πληροφορίας που υπάρχει σ' αυτή. Στο [20] περιγράφονται αναλυτικά οι ενημερώσεις στη γλώσσα Telos, το συντακτικό που ακολουθείται για τη δήλωση των ενημερώσεων αυτών

και οι κανόνες που ισχύουν ώστε να διατηρείται η συνέπεια της βάσης. Το ίδιο συντακτικό και οι ίδιοι κανόνες ακολουθούνται και στο μηχανισμό εμβέλειας ονόματος, εμπλουτισμένα όμως, το μεν συντακτικό με επιπλέον τελεστές (**clSc**, **isaSc**, **attsc**, κ.α.) και μεγαλύτερη εκφραστική δυνατότητα (φωλιασμένες δηλώσεις), οι δε κανόνες με παραπάνω σημασία (ισχυρές κλάσεις/υπερκλάσεις, αυτόματη παραγωγή ονομάτων κλπ). Μετά από κάθε ενημέρωση πρέπει η βάση να διατηρεί την ορθότητα της. Διακρίνουμε τα παρακάτω είδη ενημερώσεων:

1. **Δημιουργία οντότητας μέσα στην εμβέλεια μιας άλλης**

   Κανόνας 1 *Όταν δημιουργείται μια καινούργια οντότητα μπορεί να δηλωθεί στην εμβέλεια το πολύ μιας οντότητας, στην άμεση εμβέλεια της οποίας δεν υπάρχει οντότητα με το ίδιο ατομικό όνομα.*

   Δήλωση: Για το σκοπό αυτό, στην Telos, χρησιμοποιούνται ειδικοί τελεστές και τα είδη γνωρισμάτων αν πρόκειται για εμβέλεια απόδοσης γνωρίσματος. Στις ενότητες που αναλύεται κάθε μηχανισμός εμβέλειας, αναφέρεται και ο τρόπος με τον οποίο δηλώνεται αυτή.

   Συνέπειες: Το απόλυτο όνομα της οντότητας παράγεται από το ατομικό της όνομα και το όνομα της οντότητας, στην εμβέλεια της οποίας δηλώθηκε, με τους γνωστούς μηχανισμούς, της ενότητας 6.2.2.2.

2. **Απόδοση εμβέλειας σε μια υπάρχουσα οντότητα**
   Σ' αυτή την περίπτωση εισάγεται μια οντότητα, η οποία έχει ήδη δημιουργηθεί, στην εμβέλεια μιας άλλης.

   Κανόνας 2 *Η οντότητα δεν πρέπει να βρίσκεται στην εμβέλεια κάποιας άλλης κλάσης. Αν βρίσκεται, τότε παραμένει η υπάρχουσα εμβέλεια*[9]*. Αν δε βρίσκεται, τότε πρέπει να ικανοποιείται ο κανόνας 1.*

   Η μεταφορά μιας οντότητας από μία υπάρχουσα εμβέλεια σε μία άλλη αποτελεί ένα άλλο είδος ενημερώσεων το οποίο περιγράφεται παρακάτω (βλέπε είδος 6).

   Δήλωση: Η δήλωση είναι ανάλογη με αυτήν της προηγούμενης περίπτωσης, μόνο που αντί για δημιουργία καινούργιας οντότητας, αποδίδεται εμβέλεια

[9]Εδώ παρουσιάζεται το εξής δίλημμα: να παραμένει η υπάρχουσα εμβέλεια ή να διαγράφεται η παλιά και να προστίθεται η καινούργια. Στην πρώτη περίπτωση διατηρείται η βάση πιο σταθερή και αποτρέπονται τυχόν λάθη του χρήστη (ο χρήστης μπορεί να μην γνωρίζει ότι είναι ήδη σε μια εμβέλεια και να της αλλάξει εμβέλεια κατά την κρίση του). Στη δεύτερη, το πλεονέκτημα είναι ότι το όνομα είναι μόνιμα ενημερωμένο με τις αλλαγές του περιβάλλοντός του, αλλά έχει το μειονέκτημα ότι μπορεί να αλλάζει ανεξέλεγκτα, κατά την κρίση του εκάστοτε χρήστη (οπότε οι άλλοι χρήστες να μην είναι ενημερωμένοι για την αλλαγή αυτή). Μια λύση είναι να παρέχονται παραμετρικά από το σύστημα και οι δύο τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος και ακολούθως να καθορίζεται από το χρήστη, πριν την ανάπτυξη μιας εφαρμογής, ποιός από τους δύο θα χρησιμοποιηθεί. Μια άλλη είναι αυτή που προτείνεται στη συνέχεια του κειμένου με τον κανόνα 6 (να δηλώνεται άμεσα η αλλαγή της εμβέλειας).

σε μια υπάρχουσα οντότητα[10]. Για τη μεταβολή μιας υπάρχουσας οντότητας χρησιμοποιείται η πρόταση **Retell**, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στο [20]. Έστω ότι στο σχήμα 6.3 η οντότητα «Πάπια» είναι τύπου «Λογοτεχνικό Αντικείμενο», και η πρώτη δεν βρίσκεται στην εμβέλεια της δεύτερης. Για να εισάγουμε την πρώτη στην εμβέλεια της δεύτερης γράφουμε:

Retell Πάπια **clSc** Λογοτεχνικό Αντικείμενο **end**

Συνέπειες: Αλλάζει το απόλυτο όνομα της οντότητας, το οποίο παράγεται σε συνδυασμό με το όνομα της κλάσης (βλέπε υποενότητα 6.2.2.2), στην εμβέλεια της οποίας βρίσκεται.

3. **Αλλαγή του ονόματος μιας οντότητας** (rename)

Κανόνας 3 *Το όνομα μιας οντότητας «Α» μπορεί να αλλάξει με δύο τρόπους:*

(α) Αλλαγή του ατομικού ονόματος της οντότητας

(β) Αλλαγή του ατομικού ονόματος μιας οντότητας, η οποία βρίσκεται στο ΜΕ της «Α».

Και στις δύο περιπτώσεις η αλλαγή πραγματοποιείται αν και μόνον αν δεν προκαλείται σύγκρουση στα ονόματα των οντοτήτων, μετά την αλλαγή. Δηλαδή, αν και μόνον αν δεν υπάρχει οντότητα στην ΠΕ της αλλαχθείσας, με ατομικό όνομα ίδιο με το αλλαγμένο όνομα αυτής.

Δήλωση: Ορίζεται στο [20].

Συνέπειες: Αλλαγή του ονόματος της οντότητας και όλων των οντοτήτων στις οποίες αποδίδει εμβέλεια.

4. **Διαγραφή Οντότητας**

Κανόνας 4.1 *Αν η οντότητα δεν βρίσκεται στην εμβέλεια κάποιας άλλης οντότητας και δεν αποδίδει εμβέλεια σε άλλες οντότητες, τότε η διαγραφή της ακολουθεί τους κανόνες διαγραφής οντοτήτων που ισχύουν στην Telos, όπως περιγράφονται στο [20].*

Κανόνας 4.2 *Αν η οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια κάποιας άλλης οντότητας, τότε διαγράφεται αν αποτελεί τέλος κάποιου ΜΕ (δεν αποδίδει, δηλαδή, εμβέλεια σε άλλες οντότητες) και ικανοποιούνται οι κανόνες διαγραφής οντοτήτων που ισχύουν στην Telos.*

Κανόνας 4.3 *Αν η οντότητα αποδίδει εμβέλεια σε άλλες οντότητες, τότε διαγράφεται μόνο αν δεν προκαλεί σύγκρουση στα ονόματα των οντοτήτων που*

[10] Οι διαδικασίες εισαγωγής, αλλαγής και διαγραφής μιας οντότητας περιγράφονται αναλυτικά στο [20].

βρίσκονται στην εμβέλειά της και ικανοποιούνται οι κανόνες διαγραφής οντοτήτων που ισχύουν στην Telos.

Δήλωση: Ορίζεται στο [20].

Συνέπειες: Προκαλεί τη «συρρίκνωση» των απόλυτων ονομάτων των οντοτήτων, στις οποίες αποδίδει εμβέλεια.

5. **Αποδέσμευση μιας οντότητας από την εμβέλεια μιας άλλης**

   Κανόνας 5 *Μια οντότητα «A» μπορεί να αποδεσμευθεί από την εμβέλεια μιας άλλης οντότητας μόνο αν η αποδεύσμευση δεν προκαλεί σύγκρουση στα ονόματα των οντοτήτων, στις οποίες η «A» αποδίδει εμβέλεια.*

   Δήλωση: Ορίζεται ακριβώς όπως η διαγραφή οντότητας, με τη διαφορά ότι η οντότητα αυτή βρίσκεται μετά τον τελεστή καθορισμού εμβέλειας, μέσα σε μια πρόταση **Retell**.

   Συνέπειες: Προκαλεί τη «συρρίκνωση» των απόλυτων ονομάτων των οντοτήτων, στις οποίες αποδίδει εμβέλεια, αλλά και του δικού της ονόματος.

6. **Μεταφορά της οντότητας σε άλλη εμβέλεια (αλλαγή της εμβέλειας)**

   Κανόνας 6 *Η εμβέλεια μπορεί να αλλάξει μόνο αν δεν προκαλείται καμία σύγκρουση ονομάτων στη νέα κατάσταση της βάσης.*
   Πρέπει να σημειωθεί ότι η αλλαγή δεν ισοδυναμεί με την ακολουθία των βημάτων: 1. διαγραφή από την παλιάς εμβέλεια και 2. εισαγωγή στην καινούργια. Αυτό συμβαίνει γιατί, ενώ αυτόνομες οι πράξεις της διαγραφής και εισαγωγής ενδέχεται να παραβιάζουν την ορθότητα της βάσης, η συνολική πράξη διατηρεί τη βάση σε ορθή κατάσταση.

   Δήλωση: Δηλώνεται όπως ακριβώς η αλλαγή μιας σχέσης (ταξινόμησης, γενίκευσης, απόδοσης γνωρίσματος) στην Telos (περιγράφεται στο [20]), με τη διαφορά ότι η δήλωση αυτή γίνεται στο τμήμα της πρότασης **Retell**, στο οποίο δηλώνεται η εμβέλεια της οντότητας.

   Συνέπειες: Αλλαγή του ονόματος της οντότητας και όλων οντοτήτων, στις οποίες αποδίδει εμβέλεια.

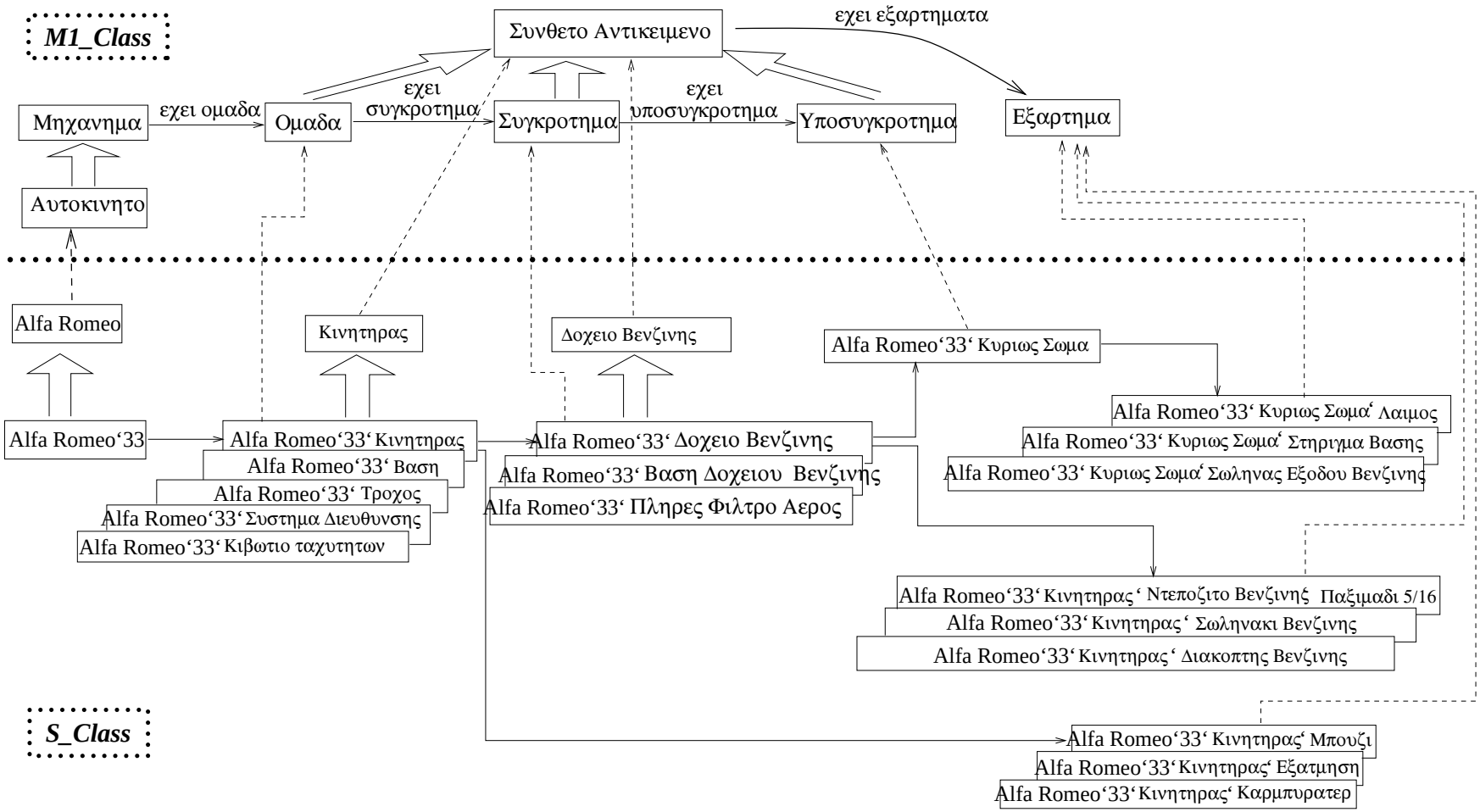
6.5 Σύγκριση μηχανισμών ονοματοδοσίας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* σε σχέση με τον υπάρχοντα μηχανισμό ονοματοδοσίας στην Telos.

Ο *μηχανισμός εμβέλειας ονόματος* υποστηρίζει εμβέλειες (περιβάλλοντα) επιτρέποντας την εισαγωγή μιας οντότητας στην εμβέλεια (περιβάλλον) κάποιας άλλης και την χρήση της εμβέλειας αυτής στην απόδοση ταυτότητας στην οντότητα και την παραγωγή του ονόματός της. Κάθε οντότητα έχει μοναδικό ατομικό όνομα στην *εμβέλεια* στην οποία βρίσκεται. Η ιδιότητα αυτή επιτρέπει δύο ή περισσότερες οντότητες να έχουν το ίδιο ατομικό όνομα, αρκεί να βρίσκονται σε διαφορετικές εμβέλειες. Το όνομα μιας οντότητας παράγεται αυτόματα από το ατομικό της όνομα και το όνομα της οντότητας, στην εμβέλεια της οποίας βρίσκεται. Τα απόλυτα ονόματα των οντοτήτων είναι σύνθετα ονόματα και είναι μοναδικά σε ολόκληρη τη βάση. Ο μηχανισμός αυτός προσεγγίζει το μηχανισμό ονοματοδοσίας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 5. Συνεπώς, ο συγκεκριμένος μηχανισμός ονοματοδοσίας γίνεται πιο οικείος, τόσο στο σχεδιαστή της βάσης, όσο και στο χρήστη, γιατί είναι συμβατός με το δικό του μηχανισμό ονοματοδοσίας. Επιπρόσθετα, ο χρήστης μπορεί να βρει εύκολα το όνομα μιας οντότητας, γιατί είναι εμφανής ο τρόπος με τον οποίο παράγεται το όνομά της (κανόνες εμβέλειας).

Αντιθέτως, ο υπάρχων μηχανισμός ονοματοδοσίας μειονεκτεί σε όλα τα παραπάνω. Πιο συγκεκριμένα, ο υπάρχων μηχανισμός υποστηρίζει ότι κάθε ανεξάρτητη οντότητα έχει απαραίτητα ένα ατομικό όνομα το οποίο είναι μοναδικό σε ολόκληρη τη βάση (είναι και απόλυτο όνομα για την οντότητα αυτή). Αυτό δημιουργεί πολλά προβλήματα στην ονοματοδοσία. Η απαίτηση ενός και μοναδικού ονόματος αναγκάζει το σχεδιαστή της βάσης να ψάχνει ονόματα μοναδικά για κάθε ανεξάρτητη οντότητα. Αυτό είναι μια δύσκολη διαδικασία και γίνεται δυσκολότερη όσο η βάση μεγαλώνει. Για την απόδοση ονόματος ο σχεδιαστής έχει δύο επιλογές: είτε να χρησιμοποιήσει κωδικοποιημένα ονόματα (συνδυάζοντας γράμματα και αριθμούς), είτε να χρησιμοποιήσει συνδυασμό ονομάτων, τα οποία χαρακτηρίζουν μοναδικά το πραγματικό αντικείμενο. Η λογική, αλλά και η εμπειρία από την πράξη, δείχνει ότι χρησιμοποιείται ο δεύτερος τρόπος. Ο πρώτος τρόπος δεν είναι καλός, γιατί δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ του ονόματος της οντότητας και του αντικειμένου, το οποίο η οντότητα αυτή αντιπροσωπεύει. Αν λάβουμε μάλιστα υπ' όψη ότι η επικοινωνία του χρήστη με την βάση γίνεται μέσω των ονομάτων που έχουν οι οντότητες, ο τρόπος αυτός απορρίπτεται. Παρακάτω παρουσιάζονται και αιτιολογούνται τα μειονεκτήματα του δεύτερου τρόπου, ο οποίος χρησιμοποιείται και στην πράξη, έναντι του προτεινόμενου μηχανισμού εμβέλειας ονόματος.

Για τη συγκριτική αυτή μελέτη είναι προτιμότερο να μελετήσουμε μια αντιπροσωπευτική εφαρμογή υλοποιημένη και με τους δύο μηχανισμούς. Για το σκοπό αυτό προσφέρεται η παράσταση των μηχανικών μερών ενός αυτοκινήτου, η οποία παρουσιάστηκε στην ενότητα 6.4.4. Στο σχήμα 6.19 φαίνεται η υλοποίηση αυτή με το *μηχανισμό*



Σχήμα 6.20: Μηχανικά μέρη με τον υπάρχοντα μηχανισμό ονοματοδοσίας

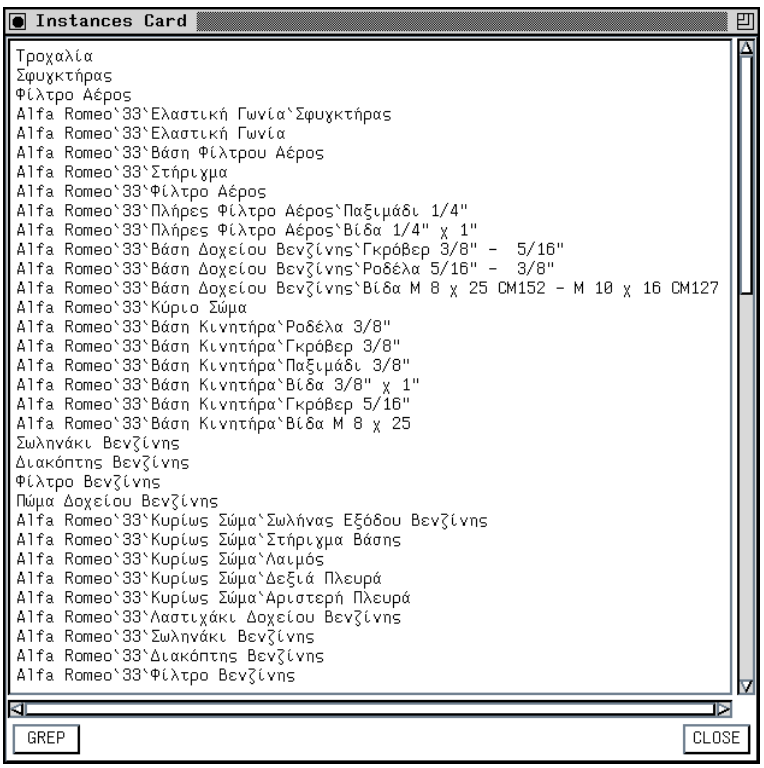
εμβέλειας ονόματος (από τώρα και στο εξής θα την ονομάζουμε «εφαρμογή 1»), ενώ στο σχήμα 6.20 με τον υπάρχοντα μηχανισμό ονοματοδοσίας (από τώρα και στο εξής θα την ονομάζουμε «εφαρμογή 2»).

Το πρώτο πράγμα που παρατηρούμε συγκρίνοντας τις δύο εφαρμογές είναι ότι στην εφαρμογή 1 τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων είναι «λιτά», δηλαδή δεν περιέχουν περιττά στοιχεία και επαναλήψεις, κάτι το οποίο γίνεται πολύ συχνά στην εφαρμογή 2. Για παράδειγμα, ο κινητήρας του αυτοκινήτου τύπου *Alfa Romeo* στην εφαρμογή 1 έχει ατομικό όνομα «Κινητήρας», ενώ στην εφαρμογή 2 «Alfa Romeo`33`Κινητήρας». Στην πρώτη περίπτωση είναι προφανές, από τις διασυνδέσεις της οντότητας «Κινητήρας», ότι πρόκειται για έναν κινητήρα του αυτοκινήτου *Alfa Romeo 33*, γιατί βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας «33» και αυτή στην εμβέλεια της οντότητας «Alfa Romeo». Γενικά μπορούμε να πούμε ότι ακολουθώντας το ΜΕ μιας οντότητας μπορούμε να παραγάγουμε το απόλυτο όνομά της. Έχουμε δηλαδή ένα σαφή, ρητό τρόπο παραγωγής ονομάτων. Αντίθετα στην εφαρμογή 2, ο τρόπος παραγωγής ονομάτων είναι λανθάνων και μπορεί να είναι αυθαίρετος και μη αιτιοκρατικός. Για παράδειγμα, τα *εξαρτήματα* του *ντεποζίτου βενζίνης* άλλοτε έχουν όνομα με πρόθημα «Alfa Romeo`33`Κινητήρας`» και άλλοτε «Alfa Romeo`33`Κινητήρας`Δοχείο Βενζίνης`». Όμως και τα *εξαρτήματα* του *κινητήρα* έχουν πρόθημα «Alfa Romeo`33`Κινητήρας`», με αποτέλεσμα να μην ξέρει ο χρήστης αν ένα εξάρτημα με αυτό το πρόθημα αναφέρεται στο *ντεπόζιτο βενζίνης* ή αν αναφέρεται στον *κινητήρα*. Θα μπορούσαμε βέβαια να βάζαμε σαν πρόθημα στο όνομα μιας οντότητας, η οποία προσδιορίζεται μοναδικά από μία άλλη, το όνομα της δεύτερης. Αυτό δημιουργεί *πολύ μεγάλα ονόματα*, τα οποία *είναι δύσχρηστα, καταλαμβάνουν πολύ αποθηκευτικό χώρο, δεν είναι ευέλικτα σε τυχόν αλλαγές της βάσης και επαναλαμβάνουν την ίδια πληροφορία*. Το πρόβλημα μεγαλώνει όσο μεγαλώνει ο όγκος πληροφορίας στη βάση, όπου χρειάζεται να χρησιμοποιούνται όλο και μεγαλύτερα προθήματα στα ονόματα για να επιτευχθεί η μοναδικότητά τους.

Μια ιδέα για το πόσο δύσχρηστα και μεγάλα είναι τα ατομικά ονόματα που χρησιμοποιούνται, μπορούμε να έχουμε παρατηρώντας το σχήμα 6.21, όπου παρουσιάζονται τα ατομικά ονόματα των περιπτώσεων της οντότητας «Εξάρτημα».

Το μόνο θετικό στοιχείο του υπάρχοντος μηχανισμού είναι ότι τα απόλυτα ονόματα των οντοτήτων είναι σταθερά (αλλάζουν μόνο με αλλαγή του ατομικού ονόματος της οντότητας). Παρ' όλ' αυτά, αν ληφθεί υπ' όψη ότι στο μηχανισμό εμβέλειας ονόματος τα ονόματα είναι λιγότερο σταθερά εξαιτίας του ότι ακολουθούν τις μεταβολές του περιβάλλοντός τους, δεν μπορεί η αστάθεια αυτή να θεωρηθεί μειονέκτημα.

Η συγκριτική μελέτη του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* και του *υπάρχοντος μηχανισμού ονοματοδοσίας* φαίνεται συνοπτικά στους πίνακες 6.1 και 6.2.



Σχήμα 6.21: Περιπτώσεις της οντότητας «Εξάρτημα»

Στην κάρτα αυτή παρουσιάζονται τα ατομικά ονόματα των περιπτώσεων της οντότητας «Εξάρτημα», με τον υπάρχοντα μηχανισμό ονοματοδοσίας. Παρατηρούμε ότι τα ονόματα είναι πολύ μεγάλα, και σε πολλά επαναλαμβάνεται η ίδια πληροφορία. Ο χρήστης είναι δύσκολο όχι μόνο να θυμάται τόσο μεγάλα ονόματα, αλλά και να μαντέψει τον τρόπο με τον οποίο δόθηκαν (ο τρόπος παραγωγής είναι αυθαίρετος).

6.5.1 Αναζητήσεις στη βάση

Ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος έχει μεγαλύτερη λειτουργικότητα σε σχέση με τον υπάρχοντα, όσον αφορά τις αναζητήσεις που γίνονται στη βάση. Ένας από τους κύριους τρόπους αναζήτησης της πληροφορίας που υπάρχει στη βάση είναι η *διερευνητική αναζήτηση* (βηματική προσέγγιση της πληροφορίας — browsing). Ένας άλλος τρόπος είναι η *διατύπωση ερωτήσεων*. Παρακάτω συγκρίνονται ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος και ο υπάρχων μηχανισμός ονοματοδοσίας με βάση τους δύο παραπάνω τρόπους αναζήτησης της πληροφορίας.

1. **Διερευνητική αναζήτηση**

   Διερευνητική αναζήτηση (browsing) είναι η βηματική προσέγγιση της πληροφορίας (αναζήτηση της πληροφορίας με μετακίνηση από οντότητα σε οντότητα).

Η διερευνητική αναζήτηση λειτουργεί ως εξής: σε κάθε βήμα ορίζεται μια οντότητα σαν *τρέχουσα οντότητα*. Ο χρήστης μπορεί να δει πληροφορίες για την τρέχουσα οντότητα καθώς επίσης να συνεχίσει την αναζήτηση της πληροφορίας μετακινούμενος σε μια διπλανή οντότητα (οντότητα που διασυνδέεται άμεσα με την τρέχουσα) και κάνοντάς τη αυτή *τρέχουσα*.

Με τον υπάρχοντα μηχανισμό (όταν δεν χρησιμοποιείται ένα γραφικό περιβάλλον), για να μετακινηθεί ο χρήστης από μια οντότητα σε μια άλλη πρέπει να καθορίσει πλήρως την τελευταία, δίνοντας το απόλυτο όνομά της. Συνήθως αυτό το όνομα είναι μεγάλο και περιέχει πληροφορία για τις οντότητες, οι οποίες ήδη έχουν διερευνηθεί από το χρήστη. Η διαδικασία αυτή είναι κουραστική και χρονοβόρα.

Αντίθετα, με το μηχανισμό εμβέλειας ονόματος, όταν ορίζεται μια *τρέχουσα οντότητα*, ορίζεται ταυτόχρονα και μια *τρέχουσα εμβέλεια* που είναι η εμβέλεια της οντότητας αυτής. Έτσι, για να μετακινηθεί ο χρήστης σε μια διπλανή οντότητα, δίνει το σχετικό όνομα της οντότητας (που είναι το ατομικό της όνομα), αν η οντότητα βρίσκεται στην *περιοχή εμβέλειας* της τρέχουσας οντότητας. Το απόλυτο όνομα χρησιμοποιείται μόνο στη περίπτωση που η διπλανή οντότητα βρίσκεται έξω από την περιοχή αυτή.

Για παράδειγμα, αν τρέχουσα οντότητα έχει οριστεί η οντότητα «`Δοχείο Βενζίνης`», τότε, με το μηχανισμό εμβέλειας ονόματος, όλες οι οντότητες που βρίσκονται στην άμεση εμβέλεια της οντότητας αυτής μπορούν να προσπελαστούν με τα σχετικά (ατομικά) τους ονόματα (π.χ. «`Παξιμάδι 5/16`»). Αντιθέτως, με τον υπάρχοντα μηχανισμό πρέπει να δοθεί το απόλυτο όνομα της προσπελάσιμης οντότητας (π.χ. «`Alfa Romeo`33`Κινητήρας`Δοχείο Βενζίνης`Παξιμάδι 5/6`»).

Επίσης, από την πλευρά εμφάνισης της πληροφορίας, είναι προτιμότερο και λιγότερο κουραστικό, για το χρήστη, οι διπλανές οντότητες της τρέχουσας, να εμφανίζονται με τα σχετικά τους ονόματα. Αυτό είναι προφανές αν γίνει μια σύγκριση των σχημάτων 6.19 και 6.20. Το σχήμα 6.19 είναι πιο καθαρό και πιο κατανοητό.

2. **Ερωτήσεις**

   Ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος δίνει μεγαλύτερη λειτουργικότητα στο σύστημα διαχείρισης ερωτήσεων και κυρίως στον τρόπο παρουσίασης της απάντησης. Συγκεκριμένα, οι οντότητες που αποτελούν την απάντηση μιας ερώτησης, είναι επιθυμητό άλλοτε να εμφανίζονται στο χρήστη με τα ατομικά τους ονόματα και άλλοτε με τα απόλυτα, ανάλογα με την ερώτηση. Για παράδειγμα, στην εφαρμογή των μηχανικών μερών του αυτοκινήτου, μια ερώτηση που

Μηχανισμός ΕΟ	Υπάρχων Μηχανισμός
+ Προσεγγίζει τον ανθρώπινο τρόπο ονοματοδοσίας.	
+ Μικρά ατομικά ονόματα περιορισμένου μήκους.	- Μεγάλα ατομικά ονόματα περιορισμένου μήκους.
+ Ονόματα (απόλυτα ή σχετικά) απείρου μήκους.	- Περιορισμένου μήκους ονόματα (απόλυτο ή σχετικό όνομα ταυτίζεται με το ατομικό).
+ Δυναμική δήλωση ονομάτων. Το όνομα επεκτείνεται τόσο ώστε να είναι μοναδικό σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον.	- Χρήση πάντα απόλυτων-ατομικών ονομάτων.
+ Αυτόματη παραγωγή ονομάτων.	
+ Τα ονόματα ακολουθούν τις μεταβολές του περιβάλλοντός τους.	- Τα ονόματα παραμένουν σταθερά και ανεπηρέαστα από τις μεταβολές του περιβάλλοντός τους.
+ Υποστήριξη φαινομένων πολυσημίας. Χρήση, δηλαδή, του ίδιου ατομικού ονόματος παραπάνω από μία φορές για την περιγραφή διαφορετικών αντικειμένων.	
+ Εισαγωγή και αναζήτηση δεδομένων με ατομικά, σχετικά ή απόλυτα ονόματα.	- Χρήση μόνο απόλυτων ονομάτων.
+ Κατά τη διάρκεια ερωτήσεων δίνεται η δυνατότητα παρουσίασης ενός αντικειμένου με το ατομικό του όνομα και ένα ή περισσότερα ονόματα, τα οποία το διακρίνουν από όλα τα άλλα αντικείμενα της συγκεκριμένης ερώτησης.	- Χρήση μόνο απόλυτων ονομάτων.
+ Υποστήριξη οντοτήτων-κόμβων χωρίς όνομα (οικονομία χώρου, ευκολία εισαγωγής και αναζήτησης δεδομένων και αποφυγή επανάληψης πληροφορίας).	

Πίνακας 6.1: Μηχανισμός εμβέλειας ονόματος και υπάρχων μηχανισμός ονοματοδοσίας

Στον πίνακα αυτό, συγκρίνεται ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος (αριστερή στήλη) με τον υπάρχοντα μηχανισμού ονοματοδοσίας στην Telos (δεξιά στήλη). Ταυτόχρονα παρουσιάζεται και η λειτουργικότητα των δύο αυτών μηχανισμών.

Μηχανισμός ΕΟ	**Υπάρχων Μηχανισμός**
+ Αυτόματη εισαγωγή δεδομένων, τα οποία βρίσκονται στο ίδιο μονοπάτι εμβέλειας.	
+ Είδη σχέσεων (επιτρέπεται ο ορισμός πληθικών περιορισμών και περιορισμών εξάρτησης μεταξύ των συσχετιζόμενων στοιχείων).	-- Υποστήριξη απλών σχέσεων (χωρίς περιορισμούς).
+ Αυτόματος χωρισμός της καθολικής βάσης σε μικρότερες, οι οποίες είναι αυτόνομες (τα ονόματα διατηρούν την ορθότητά τους).	- Δεν υπάρχει κριτήριο για το χωρισμό της καθολικής βάσης σε μικρότερες.
	- Σπατάλη αποθηκευτικού χώρου.
	- Επανάληψη πληροφορίας. Το απόλυτο όνομα μιας οντότητας εμπεριέχει ονόματα άλλων οντοτήτων, οι οποίες σχετίζονται με την πρώτη.
- Αστάθεια ονόματος. Αυτό μπορεί να μην θεωρηθεί μειονέκτημα αν ληφθεί υπ' όψη ότι το όνομα ακολουθεί τις αλλαγές του περιβάλλοντός του.	+ Σταθερότητα ονόματος.
- Υπολογιστικός χρόνος για την παραγωγή του ονόματος.	

Πίνακας 6.2: Μηχανισμός εμβέλειας ονόματος και υπάρχων μηχανισμός ονοματοδοσίας

μπορεί να γίνει είναι: «Εμφάνιση όλων των εργαλείων που χρειάζονται για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου». Η απάντηση στην ερώτηση αυτή είναι το σύνολο όλων των περιπτώσεων της οντότητας «Εργαλείο» και θέλουμε να εμφανιστούν με τα ατομικά τους ονόματα. Αν όμως η ερώτηση ήταν: «Εμφάνιση όλων των εργαλείων που χρειάζονται για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου και που χρησιμοποιούνται», τότε η απάντηση θα ήταν και πάλι το σύνολο όλων των περιπτώσεων της οντότητας «Εργαλείο». Θα θέλαμε όμως να εμφανίζεται στο χρήστη το απόλυτο όνομα των οντοτήτων, γιατί παράγεται σύμφωνα με τη χρήση του κάθε εργαλείου. Κάτι τέτοιο είναι δύσκολο να γίνει με τον υπάρχοντα μηχανισμό, γιατί το όνομα κάθε οντότητας είναι αυθαίρετο.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι: ο μηχανισμός εμβέλειας ονόματος δίνει μεγαλύτερη ευελιξία στη χρήση του ονόματος.

Κεφάλαιο 7

Πρόταση υλοποίησης

7.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό προτείνεται ένας τρόπος υλοποίησης του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* στα πλαίσια της SIS-Telos. Η πρόταση χωρίζεται σε δύο μέρη:

1. Καθορισμός των νέων τμημάτων που απαιτείται να υλοποιηθούν, καθώς και αυτών που απαιτείται να αλλάξουν.
2. Συγκεκριμένες προτάσεις για την υλοποίηση των καινούργιων τμημάτων και των απαιτούμενων αλλαγών στα υπάρχοντα.

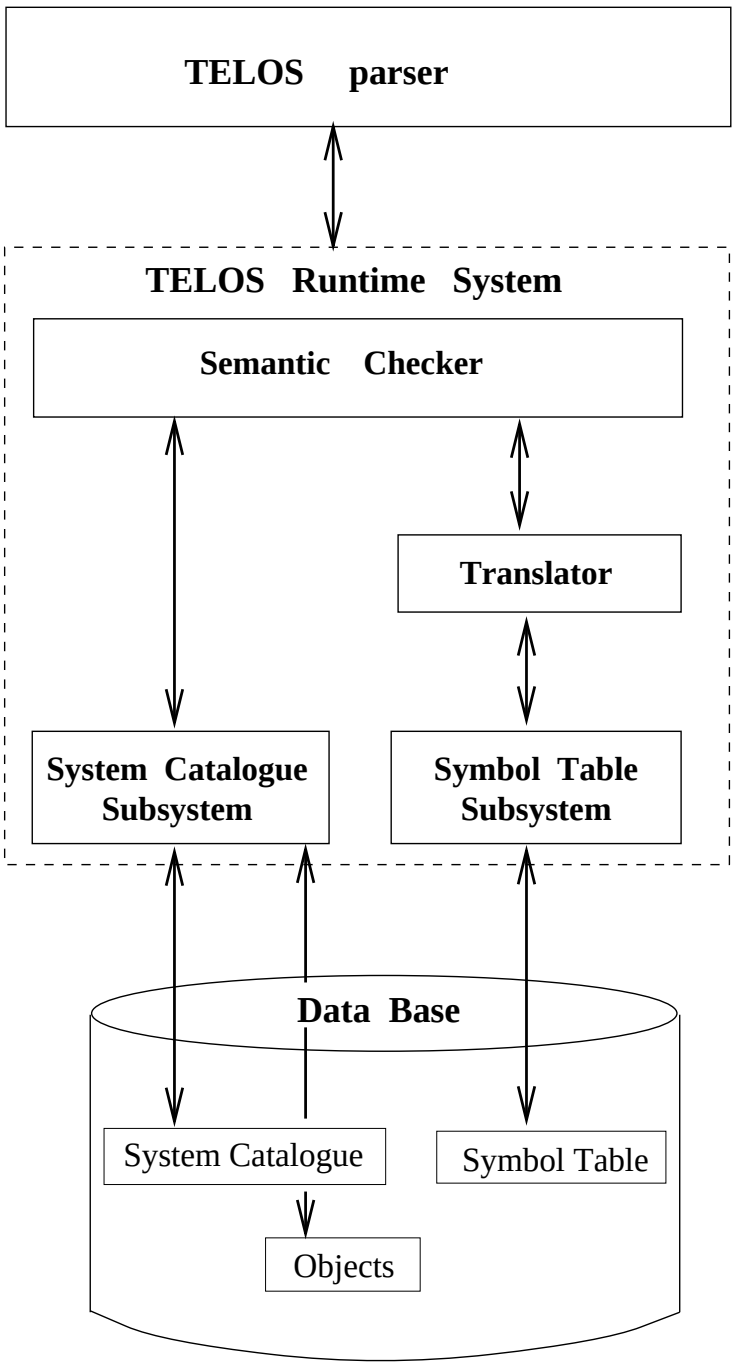
Στην ενότητα 7.2 παρουσιάζεται το πρώτο μέρος της πρότασης και στην ενότητα 7.3 το δεύτερο. Πριν από όλα όμως, είναι αναγκαία μια εισαγωγή στην αρχιτεκτονική της SIS-Telos ώστε να είναι πιο κατανοητά αυτά που θα ακολουθήσουν.

7.1.1 Αρχιτεκτονική της SIS-Telos

Το *σύστημα της SIS-Telos* είναι το σύστημα εκείνο, το οποίο παίρνει είσοδο προγράμματα γραμμένα στη γλώσσα Telos (την περιορισμένη εκδοχή, που χρησιμοποιείται στο SIS), τα επεξεργάζεται και φτιάχνει ή ενημερώνει μια βάση δεδομένων, όπου αποθηκεύεται η πληροφορία των προγραμμάτων αυτών.

Το *σύστημα της SIS-Telos* αποτελείται από τρία βασικά μέρη:

1. *Telos parser*
2. *Telos runtime system*
3. *Βάση δεδομένων*



Σχήμα 7.1: Η αρχιτεκτονική του συστήματος της SIS-Telos

Οι εφαρμογές στο περιβάλλον της Telos προσπελαύνουν την αποθηκευμένη πληροφορία μέσω υποσυστημάτων, που αποτελούν το *Telos Runtime System*. Η επικοινωνία των εφαρμογών και του *Συστήματος Σημασιολογικού Ελέγχου* (Semantic Checker) γίνεται μέσω *λογικών ονομάτων*, καθώς επίσης και η επικοινωνία μεταξύ *Semantic Checker* και *Translator*. Αντίθετα, η επικοινωνία *Translator* και *Symbol Table* γίνεται μέσω *ατομικών ονομάτων*, ενώ η επικοινωνία *Semantic Checker* και *System Catalogue* μέσω αναγνωριστικών του συστήματος (SYSIDs).

Ο *parser της Telos* αναλύει προγράμματα γραμμένα στην γλώσσα Telos (εφαρμογές) και καλεί τις κατάλληλες ρουτίνες για την επεξεργασία της πληροφορίας που περιέχουν. Το *runtime system της Telos* επεξεργάζεται την πληροφορία που του παρέχει ο *parser της Telos* και κάνει σημασιολογικούς ελέγχους για την ορθότητα της βάσης, και πραγματοποιεί τις πράξεις: εισαγωγή, διαγραφή και αλλαγή της πληροφορίας στη βάσης δεδομένων. Στη *Βάση Δεδομένων* αποθηκεύεται η πληροφορία μιας συγκεκριμένης εφαρμογής (οντότητες, γνωρίσματα, σχέσεις μεταξύ τους, αναγνωριστικά του συστήματος) με μια ειδική μορφή.

Το *runtime system της Telos* χωρίζεται στα εξής υποσυστήματα:

- *Σύστημα Σημασιολογικού Ελέγχου* (*Semantic Checker*)
- *Σύστημα Μετάφρασης Λογικών Ονομάτων* (*Translator*)
- *Κατάλογος του Συστήματος* (*System Catalog*)
- *Κατάλογος Λογικών Ονομάτων* (*Symbol Table*)

Η συνολική αρχιτεκτονική του *Telos συστήματος* και η επικοινωνία των υποσυστημάτων του, παρουσιάζεται στο σχήμα 7.1.

Ο χρήστης, έχει τη δυνατότητα της εισαγωγής, διαγραφής, αλλαγής και αναζήτησης της πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη στη βάσης δεδομένων. Βασικά συστατικά της βάσης είναι, όπως έχει ήδη ειπωθεί, οι *οντότητες*, κάθε μία από τις οι οποίες έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό όνομα (SYSID — System Identifier ή OID — Object Identifier), το οποίο παράγεται από το σύστημα και χαρακτηρίζει μοναδικά την οντότητα αυτή. Επιπλέον, κάθε οντότητα στην Telos έχει ένα λογικό όνομα, που ορίζεται από το χρήστη. Όταν κάποιος χρήστης θέλει, μέσω μιας εφαρμογής, να αναφερθεί σε μια οντότητα, χρησιμοποιεί το λογικό της όνομα, ενώ το σύστημα της Telos χρησιμοποιεί το αναγνωριστικό της οντότητας αυτής. Έτσι, η επικοινωνία *Telos parser — Semantic Checker* γίνεται μέσω των *λογικών ονομάτων*. Η επικοινωνία *Semantic Checker — System Catalog*, για την ανάκτηση της αποθηκευμένης πληροφορίας για οντότητες, γίνεται μέσω των αναγνωριστικών του συστήματος (SYSIDs) για τις οντότητες αυτές. Η επικοινωνία *Semantic Checker — Translator*, γίνεται μέσω *λογικών ονομάτων*, για τη μετατροπή των λογικών ονομάτων των οντοτήτων στα αντίστοιχα αναγνωριστικά τους (SYSIDs) και αντίστροφα. Ο *Translator* επικοινωνεί με τον *Symbol Table* μέσω των *ατομικών ονομάτων* των οντοτήτων, για τη μετατροπή του ατομικού ονόματος μιας οντότητας στο αναγνωριστικό της και αντίστροφα.

Πλήρης περιγραφή των υποσυστημάτων *Semantic Checker* και *Translator* υπάρχει στα [20], ενώ των *System Catalog* και *Symbol Table* στα [32].

7.2 Απαιτήσεις υλοποίησης

Για να υλοποιηθεί ο *μηχανισμός εμβέλειας ονόματος* στην Telos, απαιτείται:

- Αλλαγή του συντακτικού της Telos για την υποστήριξη φωλιασμένων δηλώσεων και των τελεστών καθορισμού εμβέλειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του parser για την υποστήριξη του καινούργιου συντακτικού.
- Υλοποίηση των *Ειδών Γνωρισμάτων*, που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4.
- Δομές για την διαχείριση *μονοπατιών εμβέλειας* (δηλαδή των απόλυτων και σχετικών ονομάτων των οντοτήτων) οποιουδήποτε είδους. Για το σκοπό αυτό μπορεί να επεκταθεί η υπάρχουσα δομή των *λογικών ονομάτων* (logical names).
- Αλλαγές στον *Κατάλογο Λογικών Ονομάτων* (*Symbol Table*). **Πρόταση 1**: Η δομή του καταλόγου λογικών ονομάτων δεν αλλάζει, αλλά πρέπει να αλλάξει η σημασία του, έτσι ώστε για κάθε οντότητα να αποθηκεύεται ένα μέρος της πληροφορίας, για την εμβέλεια στην οποία βρίσκεται. **Πρόταση 2**: Αλλαγή της δομής του καταλόγου, ώστε να αποθηκεύεται ολόκληρη η πληροφορία για την εμβέλεια των οντοτήτων.
- Αλλαγή του *Συστήματος Σημασιολογικού Ελέγχου* (*Semantic Checker*), έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι περιορισμοί που μεταφέρουν τα είδη γνωρισμάτων και αυτοί που απαιτούνται για τις ενημερώσεις στη βάση, καθώς επίσης να υποστηρίζονται μονοπάτια εμβέλειας οποιουδήποτε είδους.
- Δημιουργία ενός καινούργιου υποσυστήματος μετατροπής μονοπατιού εμβέλειας μιας οντότητας στο αναγνωριστικό της οντότητας αυτής, και αντίστροφα. Το υποσύστημα αυτό, που θα ονομάζεται *Σύστημα Διαχείρισης Εμβέλειας Ονόματος* (Name Scope Management System), θα επικοινωνεί με το *Σύστημα Σημασιολογικού Ελέγχου*, τον *Translator* και τον *Κατάλογο του Συστήματος*.
- Υποστήριξη οντοτήτων *χωρίς όνομα*, οι οποίες είναι οντότητες-κόμβοι.
- Αλλαγή των συστημάτων διερεύνησης της βάσης.

7.3 Προτάσεις υλοποίησης

7.3.1 Είδη γνωρισμάτων

Τα *είδη γνωρισμάτων* μπορούν να υλοποιηθούν σαν πρωτογενή (built-in) γνωρίσματα στην Telos, όπως είναι το γνώρισμα *attribute* και μάλιστα εξειδικεύσεις του *attribute* έτσι

όπως φαίνεται στο σχήμα 4.6 της σελίδας 34.

7.3.2 Απόλυτα και σχετικά ονόματα

Όπως έχει ήδη ειπωθεί, η επικοινωνία του χρήστη με τις οντότητες της βάσης γίνεται μέσω *λογικών ονομάτων*. Στην υπάρχουσα υλοποίηση της SIS-Telos, τα λογικά ονόματα είναι τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων, αν πρόκειται για οντότητες-κόμβους ή μια ακολουθία ονομάτων (διαχωριζόμενα με κατάλληλα σημεία στίξης), τα οποία αντιστοιχούν στα ατομικά ονόματα των οντοτήτων, τα οποία αποτελούν το *μονοπάτι εμβέλειας* του γνωρίσματος, αν πρόκειται για γνωρίσματα.

Ο μηχανισμό εμβέλειας ονόματος, επιτρέπει και τα ονόματα των οντοτήτων-κόμβων να βρίσκονται στην εμβέλεια άλλων ονομάτων. Μάλιστα, υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη εμβέλειας (ταξινόμησης, γενίκευσης, απόδοσης γνωρίσματος) μέσα στην οποία μπορεί να βρίσκονται τα ονόματα οντοτήτων-κόμβων. Έτσι, τα λογικά ονόματα των οντοτήτων-κόμβων είναι μια ακολουθία ονομάτων (διαχωριζόμενα με κατάλληλα σημεία στίξης), τα οποία αντιστοιχούν στα ατομικά ονόματα των οντοτήτων που αποτελούν το μονοπάτι εμβέλειας της οντότητας. Τα ονόματα αυτά μπορεί να είναι είτε *απόλυτα* (αν αντιστοιχούν στο πλήρες μονοπάτι εμβέλειας για την οντότητα), είτε *σχετικά* (αν αντιστοιχούν σε ένα τμήμα του μονοπατιού εμβέλειας). Είναι, επομένως, απαραίτητο να υλοποιηθούν δομές που να κρατάνε τα λογικά ονόματα των οντοτήτων γενικά.

Στην SIS-Telos, υπάρχει μια δομή για τα ατομικά ονόματα των οντοτήτων, η οποία ονομάζεται *LOGINAM*. Η νέα δομή που πρόκειται να δημιουργηθεί είναι για τα λογικά ονόματα των οντοτήτων (τα οποία αντιστοιχούν στα μονοπάτια εμβέλειάς τους), και λέγεται *SCOPE PATH*. Η δομή αυτή, για μια συγκεκριμένη οντότητα, μπορεί να κρατήσει πληροφορία για το *ατομικό όνομα* της οντότητας, το ατομικό όνομα της οντότητας η οποία της αποδίδει εμβέλεια και το *είδος* της εμβέλειας που της αποδίδει. Σε περίπτωση που η εμβέλεια η οποία της αποδίδεται είναι *εμβέλεια γνωρίσματος* κρατείται επιπλέον πληροφορία για την κατηγορία γνωρίσματος μέσω της οποίας αποδίδεται η εμβέλεια.

Η δομή, δηλαδή, *SCOPE PATH* έχει τη μορφή:

<ατομικό όνομα>	<εμβέλεια>	<είδος εμβέλειας>	<ΚΓ>

όπου <ΚΓ> είναι η κατηγορία γνωρίσματος, μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια.

7.3.3 Κατάλογος λογικών ονομάτων

Κάθε οντότητα στην Telos έχει ένα αναγνωριστικό, το οποίο παράγεται από το σύστημα και είναι μοναδικό για την οντότητα αυτή. Επίσης, κάθε οντότητα μπορεί να έχει ατομικό όνομα ή να μην έχει (στη δεύτερη περίπτωση οι οντότητες τυγχάνουν ιδιαίτερης μεταχείρισης). Επιπλέον, για κάθε οντότητα είναι αναγκαίο να κρατείται ένα αναγνωριστικό του συστήματος (όχι κατ' ανάγκη μοναδικό), το οποίο στην παρούσα έκδοση της Telos, αντιστοιχεί είτε στο αναγνωριστικό της οντότητας, στην εμβέλεια της οποίας βρίσκεται η οντότητα αυτή, αν πρόκειται για γνώρισμα, είτε στο αναγνωριστικό μηδέν (SYSID(0)[1]) αν πρόκειται για ανεξάρτητη οντότητα.

Η πληροφορία αυτή κρατείται στον κατάλογο λογικών ονομάτων. Ο κατάλογος αυτός αποτελείται από *τριάδες* της μορφής:

<ατομικό όνομα>	<scope_id>	<SYSID>

όπου *scope_id* είναι το αναγνωριστικό της οντότητας εμβέλειας, και *SYSID* είναι το αναγνωριστικό του συστήματος για την οντότητα, στην οποία αναφέρεται η τριάδα. Για κάθε οντότητα κρατείται μια τέτοια τριάδα στον κατάλογο λογικών ονομάτων [32].

Σκοπός του καταλόγου λογικών ονομάτων είναι η ανάκληση του ατομικού ονόματος μιας οντότητας γνωρίζοντας το αναγνωριστικό του συστήματος γι' αυτήν ή την ανάκληση του αναγνωριστικού της οντότητας, γνωρίζοντας το ατομικό της όνομα και το αναγνωριστικό της οντότητας, η οποία την προσδιορίζει μοναδικά.

Για τη σχεδίαση του καταλόγου λογικών ονομάτων υπάρχουν δύο εκδοχές. Κατά την πρώτη, διατηρείται η υπάρχουσα δομή του καταλόγου, αλλά αλλάζει η σημασιολογία του. Κατά τη δεύτερη, προτείνεται η αλλαγή της δομής του καταλόγου. Και οι δύο προτάσεις έχουν θετικά αλλά και αρνητικά στοιχεία, τα οποία έχουν να κάνουν με την ταχύτητα και το χώρο αποθήκευσης (συνήθως όταν βελτιώνεται ο ένας τομέας ο άλλος χειροτερεύει). Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι δύο εκδοχές.

Εκδοχή 1

Η δομή του καταλόγου λογικών ονομάτων παραμένει η ίδια. Η αλλαγή που προτείνεται είναι το *scope_id* να μην είναι πάντα μηδέν για οντότητες-κόμβους, αλλά να κρατάει πληροφορία για την εμβέλεια στην οποία βρίσκεται η οντότητα αυτή. Αυτό γίνεται γιατί, με την εισαγωγή του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος στην Telos, όχι μόνο τα γνωρίσματα αλλά και οι οντότητες κόμβοι μπορούν να βρίσκονται στην εμβέλεια κάποιας οντότητας. Συγκεκριμένα, αν η οντότητα βρίσκεται σε εμβέλεια *ταξινόμησης* ή *γενίκευσης*, το *scope_id* αντιστοιχεί στην οντότητα (*κλάση* ή *υπερκλάση*), η οποία την προσδιορίζει

[1] Το αναγνωριστικό αυτό είναι δεσμευμένο από της Telos και δεν αντιστοιχεί σε καμμία οντότητα.

μοναδικά. Στην περίπτωση που η οντότητα βρίσκεται σε εμβέλεια *απόδοσης γνωρίσματος*, το *scope_id* αντιστοιχεί στην *κατηγορία γνωρίσματος* μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια στην οντότητα αυτή. Οι οντότητες, οι οποίες δεν βρίσκονται στην εμβέλεια καμίας άλλης οντότητας συνεχίζουν να έχουν σαν *scope_id* το μηδέν και ονομάζονται όπως και στην τωρινή έκδοση *ανεξάρτητες οντότητες*.

Κατ' αντιστοιχία με τον ορισμό του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος που δόθηκε στην ενότητα 6.2.2.2, η δομή του καταλόγου λογικών ονομάτων διαμορφώνεται ως εξής:

$L(X)$	Y	X

όπου $Y = S_{clSc}(X)$ ή $Y = S_{isaSc}(X)$ ή $S_{attSc:Y}(X)$. Η επιλογή των X και Y έγιναν όπως παραπάνω, γιατί ο συνδυασμός τους είναι μοναδικός.

Στο σχήμα 7.2.(β) φαίνεται ένα τμήμα από την εφαρμογή της παράστασης των μηχανικών μερών ενός αυτοκινήτου, η οποία παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το κομμάτι αυτό είναι αντιπροσωπευτικό, γιατί απεικονίζει όλα τα είδη εμβέλειας (*ταξινόμησης*, *γενίκευσης* και *απόδοσης γνωρίσματος*). Στον πίνακα 7.2.(α) παρουσιάζεται ο κατάλογος λογικών ονομάτων της εφαρμογής αυτής. Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτό η οντότητα με ατομικό όνομα «`Alfa Romeo`» έχει αναγνωριστικό συστήματος SYSID(35) και βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας με αναγνωριστικό συστήματος SYSID(34), η οποία είναι η οντότητα με ατομικό όνομα «`Αυτοκίνητο`». Αυτό είναι ένα παράδειγμα εμβέλειας *ταξινόμησης*. Η οντότητες «`Αυτοκίνητο`» και «`33`» αποτελούν παραδείγματα εμβέλειας *γενίκευσης*. Παράδειγμα εμβέλειας *απόδοσης γνωρίσματος* αποτελεί η μη σκιασμένη οντότητα «`Κινητήρας`». Απεναντίας, η σκιασμένη οντότητα «`Κινητήρας`», δεν βρίσκεται στην εμβέλειας καμίας οντότητας (άρα έχει *scope_id* μηδέν) και είναι *ανεξάρτητη οντότητα*.

Εκδοχή 2

Προτείνεται αλλαγή της δομής του καταλόγου λογικών ονομάτων ως εξής: εισαγωγή ενός ακόμα πεδίου στην τριάδα που περιγράφει μια οντότητα στον κατάλογο λογικών ονομάτων. Έτσι, η νέα δομή αποτελείται από τετράδες της μορφής:

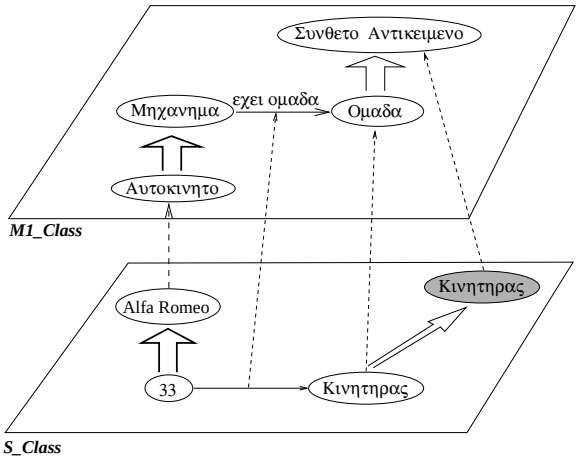
<ατομικό όνομα>	<scope_id>	<category_id>	<SYSID>

όπου *scope_id* είναι το αναγνωριστικό της οντότητας εμβέλειας, και *SYSID* είναι το αναγνωριστικό του συστήματος για την οντότητα αυτή και *category_id* είναι το αναγνωριστικό της κατηγορίας γνωρίσματος, μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια, στην περίπτωση της *εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος*.

Κατ' αντιστοιχία με τον ορισμό του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος που δόθηκε στην ενότητα 6.2.2.2, η δομή του καταλόγου λογικών ονομάτων διαμορφώνεται ως εξής:

Name	id1	id2
Συνθ. Αντικείμενο	0	30
Ομάδα	0	31
Μηχάνημα	0	32
έχει ομάδα	32	33
Αυτοκίνητο	32	34
Alfa Romeo	34	35
33	35	36
Κινητήρας	33	37
Κινητήρας	0	38

(α)



(β)

Σχήμα 7.2: Ο κατάλογος λογικών ονομάτων μιας εφαρμογής

Στο σχήμα (β) φαίνεται ένα μέρος από την εφαρμογή της παράστασης των μηχανικών μερών ενός αυτοκινήτου. Με έντονα βέλη παρουσιάζονται μονοπάτια εμβέλειας και κανόνες εμβέλειας. Στον πίνακα (α) παρουσιάζεται ο *κατάλογος λογικών ονομάτων* αυτής της εφαρμογής, προκύπτει από τις αλλαγές που προτάθηκαν γι' αυτόν. Το πρώτο πεδίο κάθε εγγραφής (*Name*) αντιστοιχεί στο ατομικό όνομα κάθε οντότητας. Το δεύτερο πεδίο (*id1*) αντιστοιχεί στην εμβέλεια στην οποία βρίσκεται και το τρίτο στο αναγνωριστικό του συστήματος (μοναδικό) για την οντότητα αυτή. Οι *ανεξάρτητες οντότητες* (οντότητες οι οποίες δεν βρίσκονται στην εμβέλεια άλλων οντοτήτων) έχουν το δεύτερο πεδίο μηδέν. Έτσι, όπως φαίνεται στον πίνακα η οντότητα με ατομικό όνομα «`Alfa Romeo`» έχει αναγνωριστικό συστήματος SYSID(35) και βρίσκεται στην εμβέλεια της οντότητας με αναγνωριστικό συστήματος SYSID(34), η οποία είναι η οντότητα με ατομικό όνομα «`Αυτοκίνητο`». Στις περιπτώσεις που η οντότητα βρίσκεται σε εμβέλεια *ταξινόμησης* ή *γενίκευσης* το δεύτερο πεδίο είναι το αναγνωριστικό συστήματος της *κλάσης* ή *υπερκλάσης*, η οποία αποδίδει εμβέλεια στην οντότητα. Στην περίπτωση της εμβέλειας *απόδοσης γνωρίσματος*, το δεύτερο πεδίο είναι η *κατηγορία γνωρίσματος* μέσω της οποίας αποδίδεται εμβέλεια στην οντότητα. Παραδείγματα εμβέλειας *γενίκευσης* είναι οι οντότητες «`Αυτοκίνητο`» και «`33`», ενώ παράδειγμα εμβέλειας *απόδοσης γνωρίσματος* είναι η μη σκιασμένη οντότητα «`Κινητήρας`».

$L(X)$	Y	cat	X

όπου $Y = S_{clSc}(X)$ ή $S_{isaSc}(X)$ ή $S_{attSc:cat}(X)$.

Η πρώτη εκδοχή είναι συμβατή με την υπάρχουσα υλοποίηση του καταλόγου λογικών ονομάτων, και η υλοποίησή της απαιτεί λιγότερο προγραμματιστικό κόπο από τη δεύτερη. Η δεύτερη από την άλλη, απαιτεί περισσότερο αποθηκευτικό χώρο (και στη μνήμη και στο δίσκο) από την πρώτη. Είναι πιο γρήγορη από την πρώτη στη μετατροπή λογικών ονομάτων σε αναγνωριστικά και αναγνωριστικών σε λογικά ονόματα. Αυτό συμβαίνει γιατί στην πρώτη εκδοχή απαιτείται επιπρόσθετη επικοινωνία με τον κατάλογο του συστήματος για την ανεύρεση αυτής της πληροφορίας, στην περίπτωση της εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος, κάτι που δεν συμβαίνει στη δεύτερη εκδοχή.

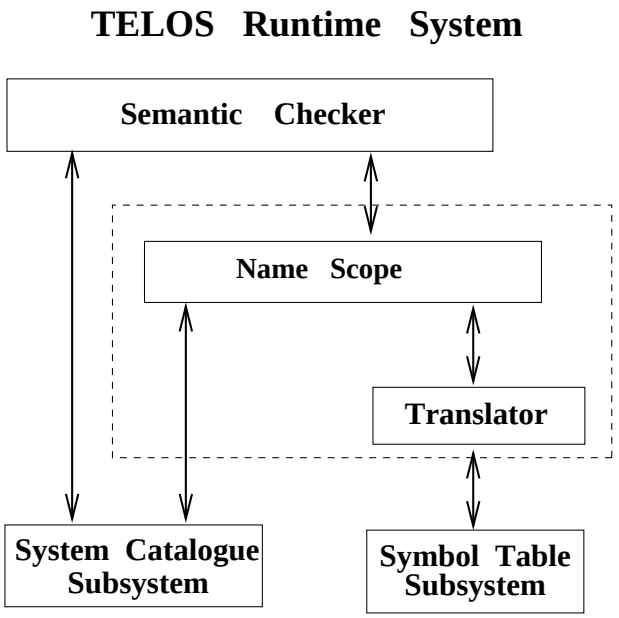
Οι οντότητες (γνωρίσματα ή κόμβοι) χωρίς όνομα αποτελούν ειδικές περιπτώσεις και τυγχάνουν ιδιαίτερης μεταχείρισης, για λόγους ταχύτητας και οικονομίας χώρου. Η πληροφορία για τις οντότητες αυτές κρατείται στον *κατάλογο του συστήματος*. Η διαφορά με τις άλλες οντότητες, οι οποίες έχουν συγκεκριμένο όνομα, είναι ότι δεν κρατείται πληροφορία για το ατομικό τους όνομά (άλλωστε δεν υπάρχει), ενώ κρατείται πληροφορία ίδια με εκείνη των πεδίων *scope_id* και *SYSID* του καταλόγου λογικών ονομάτων. Σε προηγούμενες εκδόσεις, για τις οντότητες αυτές, υπήρχε μια τριάδα στον κατάλογο με ατομικό όνομα, το οποίο παραγόταν αυτόματα από το σύστημα.

7.3.4 Σύστημα σημασιολογικού ελέγχου

Ένα από τα σημαντικότερα τμήματα του συστήματος της Telos είναι το *σύστημα σημασιολογικού ελέγχου* (semantic checker). Το σύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο των *δοσοληψιών* που γίνονται από το χρήστη με μορφή προτάσεων *TELL* ή *RETELL*, έτσι ώστε να ικανοποιείται η σημασιολογία της Telos. Όταν ο έλεγχος περατωθεί επιτυχώς, το σύστημα προχωράει στη δημιουργία μιας βάση δεδομένων Telos ή στην ενημέρωση της υπάρχουσας.

Συνεπώς, το σύστημα σημασιολογικού ελέγχου πρέπει να αλλάξει έτσι ώστε να υποστηρίζει την επιπλέον σημασιολογία που δόθηκε στη γλώσσα με την εισαγωγή του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος*.

Το σύστημα αυτό, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.1, συνδέει το *υποσύστημα διαχείρισης της μνήμης* με τον parser της Telos ή οποιοδήποτε άλλο σύστημα που παρέχει μια υπογλώσσα εισαγωγής δεδομένων (π.χ. δελτία εισαγωγής δεδομένων — data-entry forms). Η επικοινωνία με αυτά τα συστήματα γίνεται με μεθόδους, οι οποίες παρέχονται από το σύστημα σημασιολογικού ελέγχου. Η αναφορά σε οντότητες γίνεται μέσω *λογικών ονομάτων*, δηλαδή με τα *απόλυτα* ή *σχετικά* ονόματα των οντοτήτων. Το σύστημα σημασιολογικού ελέγχου αναφέρεται σε μια οντότητα, αποκλειστικά και μόνον, μέσω του αναγνωριστικού του συστήματος που έχει η οντότητα αυτή. Συνεπώς, είναι αναγκαία κατ' αρχήν μια δομή για την αποθήκευση των λογικών ονομάτων που παρέχονται από το περιβάλλον (είναι η δομή *SCOPE PATH*, η οποία αναλύθηκε στην ενότητα 7.3.2) και κατά κύριο λόγο ένα τρόπο μετάφρασης των *λογικών ονομάτων* στο *αναγνωριστικό του συστήματος*, που αντιστοιχεί σε αυτό. Τη μετάφραση αυτή επιτελεί το *σύστημα μετάφρασης ονομάτων* (*translator*), το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω μαζί με τις αλλαγές που προτείνονται γι' αυτό.



Σχήμα 7.3: Η νέα αρχιτεκτονική του Telos runtime system

Στο σχήμα φαίνεται η αρχιτεκτονική του καινούργιου Telos runtime system για την υποστήριξη του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος*. Παρατηρούμε ότι το *σύστημα μετάφρασης ονομάτων* έχει χωριστεί σε δύο υποσυστήματα: το *name scope* και το *translator*.

7.3.5 Σύστημα μετάφρασης ονομάτων

Το *σύστημα μετάφρασης ονομάτων* (*translator*) είναι υπεύθυνο για μετάφραση των λογικών ονομάτων στα αντίστοιχα αναγνωριστικά του συστήματος και αντίστροφα.

Στην υπάρχουσα έκδοση της Telos το σύστημα μετάφρασης ονομάτων επικοινωνεί με το σύστημα σημασιολογικού ελέγχου και με τον κατάλογο λογικών ονομάτων. Τα λογικά ονόματα μπορεί να είναι είτε ονόματα ανεξάρτητων οντοτήτων (οντότητες-κόμβοι), είτε ονόματα γνωρισμάτων (αποτελούνται από παραπάνω από ένα ατομικά ονόματα).

Με την εισαγωγή του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος, τα λογικά ονόματα μπορεί να είναι ονόματα που αντιστοιχούν είτε σε ανεξάρτητες οντότητες είτε σε γνωρίσματα είτε σε οντότητες εξαρτημένες από άλλες οντότητες. Επίσης, μπορεί να αντιστοιχούν στο απόλυτο ή σχετικό όνομα μιας οντότητας, η οποία δεν έχει ατομικό όνομα. Οι πληροφορίες για τα αναγνωριστικά τέτοιων οντοτήτων (χωρίς όνομα), βρίσκονται αποθηκευμένες στον κατάλογο του συστήματος. Επομένως, το καινούργιο σύστημα μετάφρασης ονομάτων χρειάζεται να επικοινωνεί και με τον κατάλογο του συστήματος.

Αυτό που προτείνεται είναι να δημιουργηθούν δύο υποσυστήματα στο σύστημα μετάφρασης ονομάτων. Το ένα (*name scope*) θα επικοινωνεί με το σύστημα σημασιολογικού ελέγχου και είναι υπεύθυνο για τη μετάφραση λογικών ονομάτων σε αναγνωριστικά του συστήματος και αντίστροφα. Επίσης, επικοινωνεί με τον *κατάλογο του συστήματος* για την ανάκληση του αναγνωριστικού εμβέλειας μιας οντότητας χωρίς όνομα, γνωρίζοντας το αναγνωριστικό του συστήματος γι' αυτήν και αντίστροφα. Επίσης, αν υλοποιηθεί η εκδοχή 1, που διατυπώθηκε προηγουμένως, η επικοινωνία αυτή θα γίνεται και για την ανάκληση της απαραίτητης πληροφορίας, στην περίπτωση της εμβέλειας απόδοσης γνωρίσματος. Για τη μετάφραση ονομάτων που αντιστοιχούν σε οντότητες με συγκεκριμένο ατομικό όνομα, η επικοινωνία γίνεται με το άλλο υποσύστημα (*translator*), το οποίο λειτουργεί όπως το ΣΜΟ στην υπάρχουσα έκδοση της Telos. Ο *translator* είναι το μέσο επικοινωνίας του *name scope* με τον κατάλογο λογικών ονομάτων.

Η καινούργια αρχιτεκτονική του *Telos runtime system*, σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν παραπάνω, διαμορφώνεται όπως δείχνει το σχήμα 7.3.

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα

8.1 Συμπεράσματα

Σαν γενικά συμπεράσματα από τη μελέτη της εισαγωγής *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* σε σημασιολογικά δίκτυα δεδομένων μπορούμε να πούμε ότι:

- τα ονόματα των οντοτήτων γίνονται πιο «ευέλικτα»,
- προσεγγίζεται ο ανθρώπινος τρόπος ονοματοδοσίας,
- αυξάνει η λειτουργικότητα των οντοκεντρικών μοντέλων παράστασης δεδομένων καθώς επίσης και των επερωτήσεων στη βάση δεδομένων.

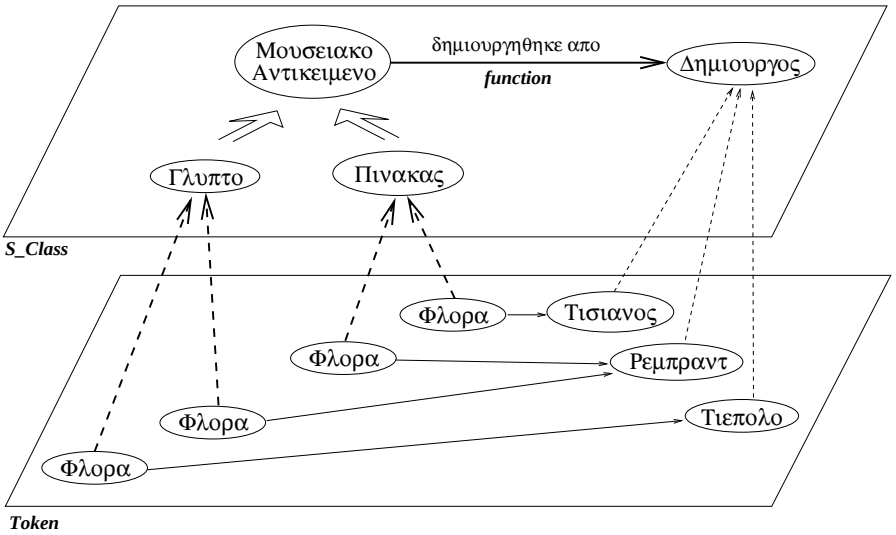
Ο μηχανισμός όπως μελετήθηκε στην εργασία αυτή καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό των απαιτήσεων μοντελοποίησης.

8.2 Βελτιώσεις — Επεκτάσεις

8.2.1 Επέκταση του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος στο γενικό ορισμό του

Μία από τις βασικότερες επεκτάσεις του *μηχανισμού εμβέλειας ονόματος* είναι η δυνατότητα εισαγωγής μιας οντότητας στην εμβέλεια περισσοτέρων της μίας οντοτήτων. Με την επέκταση αυτή καλύπτεται ο γενικός ορισμός της *εμβέλειας ονόματος*, όπως παρουσιάστηκε στην υποενότητα 6.2.1.

Για παράδειγμα ένα μουσειακό αντικείμενο, σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, μπορεί να προσδιορίζεται μοναδικά όχι μόνο από το είδος του μουσειακού αντικειμένου (*πίνακας* ή *γλυπτό*) ή από τον δημιουργό του, αλλά και από τα δύο μαζί. Έτσι, όπως φαίνεται καθαρά



Σχήμα 8.1: Επέκτασης του μηχανισμού εμβέλειας ονόματος

Στο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα επέκτασης του *Μηχανισμού Εμβέλειας Ονόματος*, κατά την οποία δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής μιας οντότητας στην εμβέλεια περισσοτέρων των μία οντοτήτων. Για παράδειγμα, η σκιασμένη οντότητα «Φλόρα» βρίσκεται και στην εμβέλεια της οντότητας «Πίνακας» και στην εμβέλεια της οντότητας «Ρέμπραντ» μέσω της κατηγορίας «δημιουργήθηκε από».

στο σχήμα 8.1, *Φλόρα* μπορεί να ονομάζεται τόσο ένας πίνακας ζωγραφισμένος από τον *Ρέμπραντ*, όσο και ένα γλυπτό δημιούργημα του ιδίου ή κάποιου άλλου δημιουργού.

Η επέκταση αυτή απαιτεί διαφορετική σχεδίαση του συστήματος λογικών ονομάτων της Telos, το οποίο κοστίζει αρκετά όσον αφορά το χρόνο ανάπτυξης. Επίσης, η πολυπλοκότητα των σημασιολογικών ελέγχων και των αναζητήσεων αυξάνει και κάνει το σύστημα πιο αργό.

Μια ειδική περίπτωση είναι η επέκταση του *μηχανισμού εμβέλειας γνωρίσματος*. Σύμφωνα με αυτήν δίνεται η δυνατότητα σε μία οντότητα να βρίσκεται στην εμβέλεια μίας ή περισσοτέρων οντοτήτων μέσω μιας ή περισσοτέρων συναρτήσεων.

Επίσης, μπορούν να τεθούν επιπλέον περιορισμοί στα *μονοπάτια κανόνων εμβέλειας* (ΜΚΕ). Ένα τέτοιο είδος περιορισμών αφορά ΜΚΕ που έχουν κοινή ρίζα. Στο είδος αυτό δηλώνεται επιπλέον αν απαιτείται για μια περίπτωση της ρίζας να βρίσκεται στην εμβέλεια οντοτήτων μέσω όλων, μόνον ενός, ή ορισμένων ΜΚΕ. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη δήλωση δύο *ειδών γνωρισμάτων*: *neccessary* και *exclusive*. Κάθε συνάρτηση ενός ΜΚΕ ανήκει σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες: στην πρώτη αν η συνάρτηση είναι απαραίτητη για την απόδοση εμβέλειας, και στην δεύτερη αν είναι απαραίτητη αυτή ή

κάποια άλλη της ίδιας κατηγορίας.

Για παράδειγμα, στο σχήμα 6.11 της σελίδας 76, οι συναρτήσεις «`belongs_to_file`» και «`belongs_to_class`», οι οποίες ορίζουν δύο ΜΚΕ με τέλος την οντότητα «`Variable`», ανήκουν στην κατηγορία *exclusive*, γιατί κάθε περίπτωση της οντότητας αυτής προσδιορίζεται μοναδικά από μία άλλη οντότητα, η οποία είναι ή «`File`» ή «`Class`», μέσω της πρώτης ή της δεύτερης συνάρτησης αντίστοιχα (μια μεταβλητή ανήκει είτε σε ένα αρχείο είτε σε μια κλάση, δεν μπορεί και στα δύο ταυτόχρονα).

8.2.2 Δήλωση βαρών στις κλάσεις για τον καθορισμό εμβέλειας

Μελλοντικά μπορεί να μελετηθεί και να υλοποιηθεί ένας μηχανισμός απόδοσης βαρών στις κλάσεις και στις κατηγορίες γνωρισμάτων. Τα βάρη θα καθορίζουν ποιά κλάση (από τις κλάσεις πολλαπλής ταξινόμησης ή γενίκευσης) ή ποιά κατηγορία γνωρισμάτων θα δίνει εμβέλεια σε μια συγκεκριμένη οντότητα. Θέματα για μελέτη ίσως αποτελέσουν η δυνατότητα δήλωσης από το χρήστη συνάρτησης καθορισμού βαρών και η αυτόματη παραγωγή ονομάτων με το μικρότερο δυνατό μήκος.

Παράρτημα Α

Είδη γνωρισμάτων

ΕΙΔΟΣ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΠΠ	ΠΑ
partial function	Ένα A σχετίζεται με το πολύ ένα B	$card(R(\alpha)) \leq 1$	
total	Ένα A είναι εξαρτώμενο από κάποιο B. Η ύπαρξη ενός A εξαρτάται από την ύπαρξη κάποιου B.	$card(R(\alpha)) \geq 1$	$del(\beta) \Rightarrow del(\alpha)$ ανν $R(\alpha) = \{\beta\}$
injection	Ένα B σχετίζεται με το πολύ ένα A.	$card(R^{-1}(\beta)) \leq 1$	
surjection	Ένα B είναι εξαρτώμενο από κάποιο A. Η ύπαρξη ενός B εξαρτάται από την ύπαρξη κάποιου A.	$card(R^{-1}(\beta)) \geq 1$	$del(\alpha) \Rightarrow del(\beta)$ ανν $R^{-1}(\beta) = \{\alpha\}$
one-to-one	Ένα A σχετίζεται με το πολύ ένα B και ένα B με το πολύ ένα A.	$card(R(\alpha)) \leq 1$ $card(R^{-1}(\beta)) \leq 1$	$del(\alpha) \not\Rightarrow del(\beta)$ $del(\beta) \not\Rightarrow del(\alpha)$
injection & surjection	Τα A και B είναι αλληλοεξαρτώμενα	$card(R(\alpha)) \geq 1$ και $card(R^{-1}(\beta)) \geq 1$	$del(\alpha) \Leftrightarrow del(\beta)$ ανν $R(\alpha) = \{\beta\} \ \wedge$ $R^{-1}(\beta) = \{\alpha\}$

Πίνακας Α.1: Είδη σχέσεων

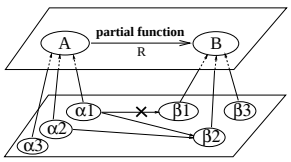
Στον πίνακα περιγράφονται τα είδη των σχέσεων, όπως έχουν οριστεί στα σημασιολογικά δίκτυα, και οι περιορισμοί, πληθικοί (ΠΠ) και ακεραιότητας (ΠΑ), που αντιστοιχούν σε κάθε είδος. Θεωρούμε μια σχέση R από την κλάση A στην κλάση B. Στην πρώτη στήλη δίνεται το όνομα του είδους, στην δεύτερη ένας σύντομος ορισμός του, στην τρίτη οι πληθικοί περιορισμοί και στην τέταρτη οι περιορισμοί ακεραιότητας, που εκφράζει αυτό. Στη στήλη **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**, όταν λέμε «ένα A», εννοούμε «μια περίπτωση της κλάσης A» ή «μια οντότητα τύπου A». Το ίδιο ισχύει και για το B. Επίσης οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στις στήλες **ΠΠ** και **ΠΑ** έχουν οριστεί ακριβώς στην παράγραφο 4.3.3.1.

ΕΙΔΟΣ	ΠΠ	ΠΑ
function	$card(R(\alpha)) = 1$	$del(\beta) \Rightarrow del(\alpha)$
injective function	$card(R(\alpha)) = 1$ $card(R^{-1}(\beta)) \leq 1$	$del(\beta) \Rightarrow del(\alpha)$
surjective function	$card(R(\alpha)) = 1$	$del(\beta) \Rightarrow del(\alpha)$ $del(\alpha) \Rightarrow del(\beta)$ ανν $R^{-1}(\beta) = \{\alpha\}$
bijective function	$card(R(\alpha)) = 1$ $card(R^{-1}(\beta)) = 1$	$del(\beta) \Leftrightarrow del(\alpha)$

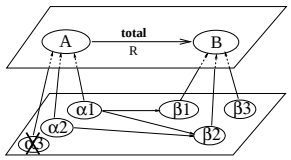
Πίνακας Α.2: Είδη συναρτήσεων

Στον πίνακα περιγράφονται τα είδη των συναρτήσεων, όπως έχουν οριστεί στα σημασιολογικά δίκτυα, και οι περιορισμοί, πληθικοί (ΠΠ) και ακεραιότητας (ΠΑ), που αντιστοιχούν σε κάθε είδος. Θεωρούμε μια σχέση R από την κλάση A στην κλάση B. Στην πρώτη στήλη δίνεται το όνομα του είδους, στην δεύτερη οι πληθικοί περιορισμοί και στην τρίτη οι περιορισμοί ακεραιότητας, που συνεπάγεται αυτό.

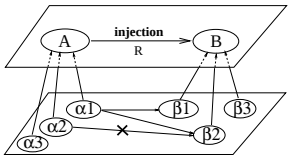
partial function
το A αναφέρει το πολύ ένα B
card($R(\alpha)$) $\leq$1



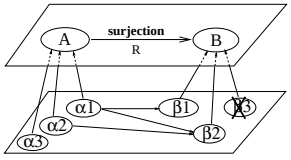
total
το A εξαρτάται από το B
card($R(\alpha)$) $\geq$1, del(β) $\Longrightarrow$del(α) ανν $R(\alpha) = \{\beta\}$



injection
το B αναφέρει το πολύ ένα A
card($R^{-1}(\beta)$) $\leq$1



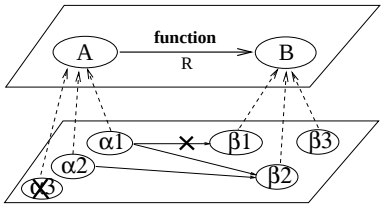
surjection
το B εξαρτάται από το A
card($R^{-1}(\beta)$) $\geq$1, del(α) $\Longrightarrow$del(β) ανν $R^{-1}(\beta) = \{\alpha\}$



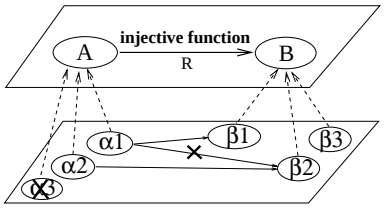
Σχήμα Α.1: Είδη σχέσεων

Περιγράφονται τα είδη των σχέσεων και οι περιορισμοί που αντιστοιχούν σε κάθε είδος.

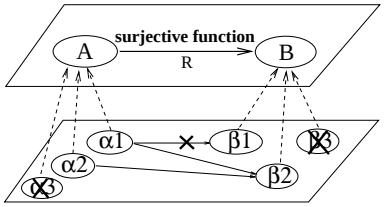
function
$card(R(\alpha)) = 1$
$del(\beta) \Rightarrow del(\alpha)$



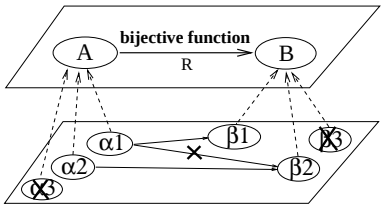
injective function
$card(R(\alpha)) = 1, card(R^{-1}(\beta)) \leq 1$
$del(\beta) \Rightarrow del(\alpha)$



surjective function
$card(R(\alpha)) = 1, card(R^{-1}(\beta)) \geq 1$
$del(\beta) \Rightarrow del(\alpha)$
$(del(\alpha) \Rightarrow del(\beta)) \Longleftrightarrow (R^{-1}(\beta) = \{\alpha\})$



bijective function
$card(R(\alpha)) = 1, card(R^{-1}(\beta)) = 1$
$del(\beta) \Leftrightarrow del(\alpha)$



Σχήμα Α.2: Είδη συναρτήσεων

Περιγράφονται τα είδη των συναρτήσεων και οι περιορισμοί που αντιστοιχούν σε κάθε είδος.

Παράρτημα Β

Αποδείξεις θεωρημάτων

Παρακάτω δίνονται οι αποδείξεις των λημμάτων και των θεωρημάτων που διατυπώθηκαν στο κεφάλαιο 6.

Λήμμα 6.1 *Κάθε συνάρτηση εμβέλειας ορίζει μια πεπερασμένη ακολουθία οντοτήτων, στην εμβέλεια των οποίων βρίσκεται δοθείσα οντότητα. Δηλαδή:*

$$\forall X \in \mathcal{O} \;\; \exists k \in I\!N_0 : \quad \forall i \geq k \quad S^i(X) = S^k(X)$$

Απόδειξη

Από το αξίωμα (II) έχουμε:

$$\forall X \in \mathcal{O} \;\; \exists k \in I\!N_0 : \quad S^{k+1}(X) = S^k(X)$$

δηλαδή ισχύει για $n = k + 1$.

Έστω ότι ισχύει για $n > k$. Δηλαδή:

$$S^{n+1}(X) \;\; = \;\; S^n(X) \tag{B.1}$$

Θα δείξω ότι ισχύει για $n + 1$. Δηλαδή: $S^{n+2}(X) = S^{n=1}(X)$

$$\begin{aligned} S^{n+2}(X) \;\; &= \;\; S(S^{n+1}(X)) \\ &\overset{(B.1)}{=} \;\; S(S^n(X)) \\ &= \;\; S^{n+1}(X) \end{aligned}$$

Συνεπώς, ισχύει για κάθε $i > k$. □

Θεώρημα 6.1 *Μία οντότητα δεν μπορεί να βρίσκεται έμμεσα στην εμβέλεια του εαυτού της. Δηλαδή:*

$$\forall X \in (\mathcal{O} - \mathcal{I}) \Longrightarrow \;\; \nexists i \in I\!N : \quad S^i(X) = S^0(X)$$

Απόδειξη

Έστω ότι: $\exists i \in I\!N : \quad S^i(X) = S^0(X)$ τότε:

$$S^{i+1}(X) = S(S^i(X)) = S(X)$$

Γενικά ισχύει ότι: $\forall j \in I\!N_0 : \;\; 0 \leq j < i \quad S^{i+j}(X) = S^j(X)$

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι:

$$\forall n \in I\!N_0 \qquad S^{n*i+j}(X) = S^j(X) \tag{B.2}$$

$$\begin{aligned} (II) \;\; &\Longrightarrow \;\; \exists k \in I\!N_0 : \quad S^{k*i+j+1}(X) = S^{k*i+j}(X) \\ &\Longrightarrow \;\; S(S^{k*i+j}(X)) = S^{k*i+j}(X) \\ &\overset{(B.2)}{\Longrightarrow} \;\; S(S^j(X)) = S^j(X) \\ &\Longrightarrow \;\; S^{j+1}(X) = S^j(X) \end{aligned}$$

Αυτό ισχύει για $0 \leq j < i$ άρα και για $j = 0$. Δηλαδή:

$$S^{0+1}(X) = S^0(X) \Longrightarrow S(X) = X \Longrightarrow X \in \mathcal{I}$$

Αυτό όμως είναι **ΑΤΟΠΟ**, γιατί υποθέσαμε ότι: $X \in (\mathcal{O} - \mathcal{I})$. □

Θεώρημα 6.2 *Ο περιορισμός της συνάρτησης ατομικών ονομάτων στην άμεση εμβέλεια μιας οντότητας, είναι αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση.*

Απόδειξη

Έστω LS ο περιορισμός της L στην ΑΕ της οντότητας Y.

Εξ' ορισμού, η L είναι *συνάρτηση*. Συνεπώς και η LS, που είναι περιορισμός της L, είναι *συνάρτηση*. Αρκεί, λοιπόν, να αποδείξουμε ότι η αντίστροφη της LS είναι *μονοσήμαντη* σχέση.

Για να αποδείξουμε ότι η αντίστροφη της LS είναι *μονοσήμαντη* σχέση, πρέπει:

$$\forall X_1, X_2 \in \Delta(LS): \quad X_1 \neq X_2 \Longrightarrow LS(X_1) \neq LS(X_2)$$

Έστω:

$$LS(X_1) = LS(X_2) \tag{B.3}$$

Έχουμε:

$$\left.\begin{array}{rcl} X_1 & \in & \Delta(LS) \\ X_1 & \in & \Delta(LS) \end{array}\right\} \overset{\text{ορ.}}{\Longrightarrow} \left\{\begin{array}{rcl} X_1 & \in & AE(\mathrm{Y}) \\ X_2 & \in & AE(\mathrm{Y}) \end{array}\right\}$$

$$\overset{\text{ορ.}}{\Longrightarrow} \left\{\begin{array}{rcl} \mathrm{Y} & = & S(X_1) \\ \mathrm{Y} & = & S(X_2) \end{array}\right\}$$

$$\overset{(IV)\&(\mathrm{B}.3)}{\Longrightarrow} \mathrm{X_1 = X_2}$$

Το οποίο είναι **ΑΤΟΠΟ**, αφού αρχικά υποθέσαμε ότι: $\mathrm{X_1 \neq X_2}$.

Άρα η LS είναι *αμφιμονοσήμαντη συνάρτηση*. □

Θεώρημα 6.3 *Το απόλυτο όνομα μιας οντότητας είναι μοναδικό. Δηλαδή:*

$$\forall X, Y \in \mathcal{O}: \quad X \neq Y \Longrightarrow GlobalName(X) \neq GlobalName(Y)$$

Απόδειξη

Έστω ότι το συμπέρασμα δεν ισχύει, δηλαδή:

$$\exists Y \in \mathcal{O}: \quad X \neq Y \quad \wedge \quad GlobalName(X) = GlobalName(Y)$$

Αφού τα δύο ονόματα είναι ίσα, έχουν το ίδιο μήκος (έστω k), τότε:

$$k = len(GlobalName(X)) = len(GlobalName(Y)).$$

$$\begin{array}{lrcl}
& GlobalName(X) = GlobalName(Y) & & \\
\Longrightarrow & N(GlobalPath(X)) & = & N(GlobalPath(Y)) \\
\Longrightarrow & N(S^k(X).\ \cdots\ .S^0(X)) & = & N(S^k(Y).\ \cdots\ .S^0(Y)) \\
\Longrightarrow & N(S^k(X) \circ\ \cdots\ \circ S^0(X)) & = & N(S^k(Y) \circ\ \cdots\ \circ S^0(Y)) \\
\Longrightarrow & N(S^k(X)) \circ\ \cdots\ \circ N(S^0(X)) & = & N(S^k(Y)) \circ\ \cdots\ \circ N(S^0(Y)) \\
\Longrightarrow & L(S^k(X)) \circ\ \cdots\ \circ L(S^0(X)) & = & L(S^k(Y)) \circ\ \cdots\ \circ L(S^0(Y))
\end{array}$$

Για να ισχύει η τελευταία ισότητα πρέπει κάθε ατομικό όνομα της ακολουθίας ονόματος του πρώτου μέλους της ισότητας να ισούται με το αντίστοιχό του στην ακολουθία του δεύτερου μέλους. Δηλαδή:

$$\forall i \in I\!N_0, 0 \leq i \leq k \quad L(S^i(X)) \quad = \quad L(S^i(Y)) \tag{B.4}$$

Ο ορισμός της συνάρτησης $GlobalPath$ καθορίζει ότι η αρχή κάθε απόλυτου μονοπατιού είναι μία ανεξάρτητη οντότητα. Άρα οι οντότητες $S^k(X)$ και $S^k(Y)$ είναι *ανεξάρτητες* και όπως προκύπτει από την εξίσωση (B.4) έχουν το ίδιο ατομικό όνομα. Συνεπώς:

$$\left.\begin{array}{rcl} S^k(X) & \in & \mathcal{I} \\ S^k(Y) & \in & \mathcal{I} \\ L(S^k(X)) & = & L(S^k(Y)) \end{array}\right\} \stackrel{(III)}{\Longrightarrow} \quad S^k(X) = S^k(Y) = Z_k$$

Από την παραπάνω εξίσωση και την (B.4) έχουμε:

$$\left.\begin{array}{rcl} S^k(X) & = & Z_k \\ S^k(Y) & = & Z_k \\ L(S^{k-1}(X)) & = & L(S^{k-1}(Y)) \end{array}\right\} \quad \Longrightarrow \quad \left\{\begin{array}{rcl} S(S^{k-1}(X)) & = & Z_k \\ S(S^{k-1}(Y)) & = & Z_k \\ L(S^{k-1}(X)) & = & L(S^{k-1}(Y)) \end{array}\right\}$$

$$\stackrel{(IV)}{\Longrightarrow} \quad S^{k-1}(X) = S^{k-1}(Y) = Z_{k-1}$$

Όμοια, εφαρμόζοντας το αξίωμα (IV) για $k-2, k-3, \cdots, 1, 0$ έχουμε:

$$\forall i \in I\!N_0, \ \ 0 \leq i \leq k \quad S^i(X) = S^i(Y)$$

Προφανώς ισχύει για $i = 0$. Δηλαδή: $X = Y$, το οποίο είναι **ΑΤΟΠΟ**. □

Θεώρημα 6.4 *Το σχετικό όνομα μιας οντότητας ως προς την περιοχή εμβέλειας μιας άλλης οντότητας, είναι μοναδικό στην περιοχή αυτή. Δηλαδή:*

$$\forall X, \mathbf{X}', Y \in \mathcal{O}: \quad X \neq X' \Longrightarrow RelName(X,Y) \neq RelName(X',Y)$$

Απόδειξη

Έστω ότι το συμπέρασμα δεν ισχύει, δηλαδή:

$$\exists X' \in \mathcal{O}: \quad X \neq X' \ \wedge \ RelName(X,Y) = RelName(X',Y)$$

Αφού τα δύο ονόματα είναι ίσα, έχουν το ίδιο μήκος:

$$k = len(RelName(X,Y) = RelName(X',Y)$$

Οπότε, έχουμε:

$$\begin{array}{lrcl}
RelName(X,Y) = RelName(X',Y) & \Longrightarrow & & \\
\Longrightarrow \quad N(S^k(X).\ \cdots\ .S^0(X)) & = & N(S^k(X').\ \cdots\ .S^0(X')) & \\
\Longrightarrow \quad N(S^k(X) \circ\ \cdots\ \circ S^0(X)) & = & N(S^k(X') \circ\ \cdots\ \circ S^0(X')) & \\
\Longrightarrow \quad N(S^k(X)) \circ\ \cdots\ \circ N(S^0(X)) & = & N(S^k(X')) \circ\ \cdots\ \circ N(S^0(X')) & \\
\Longrightarrow \quad L(S^k(X)) \circ\ \cdots\ \circ L(S^0(X)) & = & L(S^k(X')) \circ\ \cdots\ \circ L(S^0(X')) &
\end{array}$$

Για να ισχύει η τελευταία ισότητα πρέπει κάθε ατομικό όνομα της ακολουθίας ονόματος του πρώτου μέλους της ισότητας να ισούται με το αντίστοιχό του στην ακολουθία του δεύτερου μέλους. Δηλαδή:

$$\forall i \in \mathbb{N}_0, 0 \leq i \leq k \quad L(S^i(X)) \ = \ L(S^i(X')) \tag{B.5}$$

Από τον ορισμό του σχετικού ονόματος και την εξίσωση (B.5) έχουμε:

$$\left.\begin{array}{rcl} S^{k+1}(X) & = & Y \\ S^{k+1}(X') & = & Y \\ L(S^k(X)) & = & L(S^k(X')) \end{array}\right\} \quad \Longrightarrow \quad \left\{\begin{array}{rcl} S(S^k(X)) & = & Y \\ S(S^k(X')) & = & Y \\ L(S^k(X)) & = & L(S^k(X')) \end{array}\right\}$$

$$\stackrel{(IV)}{\Longrightarrow} \quad S^k(X) = S^k(X')$$

Όμοια, εφαρμόζοντας το αξίωμα (IV) για $k-1, k-2, \cdots, 1, 0$ έχουμε:

$$\forall i \in \mathbb{N}_0, \ \ 0 \leq i \leq k \quad S^i(X) = S^i(X')$$

Προφανώς ισχύει για $i = 0$. Δηλαδή: $X = X'$, το οποίο είναι **ΑΤΟΠΟ**. □

Θεώρημα 6.5 *Δεδομένης κατηγορίας γνωρίσματος cat, μια οντότητα βρίσκεται στην εμβέλεια μιας άλλης μέσω της cat, αν και μόνο αν η cat είναι συνάρτηση.*

Απόδειξη

Πρέπει να αποδείξουμε ότι:

$$\forall X, Y \in \mathcal{O}, cat \in \mathcal{C}: \quad Y = S_{attSc:cat}(X) \Longleftrightarrow cat \in \textit{function}$$

($\Longrightarrow$)

Η cat είναι συνάρτηση γιατί η S, η οποία συσχετίζει το X και το Y μέσω της cat, είναι και αυτή συνάρτηση.

($\Longleftarrow$)

Η cat είναι συνάρτηση, άρα *μονοσήμαντη* και *ολική* σχέση. Δηλαδή, το X σχετίζεται μοναδικά με το Y μέσω της cat, και δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς να συνδέεται με αυτό (σχέση εξάρτησης). Άρα, το X προσδιορίζεται μοναδικά από το Y. Αυτό ικανοποιεί τον ορισμό της συνάρτησης εμβέλειας, δηλαδή, υπάρχει $S_{attSc:cat}$ τέτοια ώστε:

$$Y = S_{attSc:cat}(X)$$

□

Παράρτημα Γ

Προγράμματα στη γλώσσα Telos

Γ.1 Εμβέλεια ταξινόμησης

```
Tell Individual (Λογοτεχνικό Αντικείμενο)
     in M1_Class
end

Tell Individual (Έμβιο Ον) in M1_Class end

Tell Individual Πάπια in S_Class , (Έμβιο Ον)
     clSc (Λογοτεχνικό Αντικείμενο)
end

Tell Individual Πάπια in S_Class
     clSc (Έμβιο Ον)
end

Tell Individual Ντόναλντ in Token
     clSc (Πάπια . [clSc] . Λογοτεχνικό Αντικείμενο)
end

Tell Individual Ντόναλντ in Token
     clSc (Πάπια . [clSc] . Έμβιο Ον)
end
```

Σχήμα Γ.1: Δήλωση εμβέλειας ταξινόμησης

Στο σχήμα φαίνεται η δήλωση, στο συντακτικό της Telos, του μοντέλου που απεικονίζεται στο σχήμα 6.3 και ο τρόπος με τον οποίο δηλώνονται οντότητες σε εμβέλεια ταξινόμησης.

Γ.2 Εμβέλεια γενίκευσης

```
Tell Individual Τεχνοτροπία in S_Class end

Tell Individual Εποχή in S_Class end

Tell Individual Μπαρόκ in S_Class
    isaSc Τεχνοτροπία
end

Tell Individual Μπαρόκ in S_Class
    isaSc Εποχή
end

Tell Individual (Οι μουσικοί) in Token ,
                (Μπαρόκ . [isaSc] . Τεχνοτροπία),
                (Μπαρόκ . [isaSc] . Εποχή)
end
```

Σχήμα Γ.2: Δήλωση εμβέλειας γενίκευσης (I)

Στο σχήμα φαίνεται η δήλωση, στο συντακτικό της Telos, του μοντέλου που απεικονίζεται στο σχήμα 6.7 και ο τρόπος με τον οποίο δηλώνονται οντότητες σε εμβέλεια γενίκευσης.

```
Tell Individual όπλο in S_Class end
Tell Individual αμυντικό in S_Class
    isaSc όπλο end
Tell Individual επιθετικό in S_Class
    isaSc όπλο end
Tell Individual κράνος in S_Class isA αμυντικό
end
Tell Individual εκηβόλο in S_Class
    isaSc επιθετικό end
Tell Individual αγχέμαχο in S_Class
    isaSc επιθετικό end
Tell Individual επιθετικό in S_Class
    isaSc όπλο end
Tell Individual πιστόλι in S_Class isA εκηβόλο
end
Tell Individual δίκανο in S_Class
    isaSc πιστόλι end
Tell Individual περίστροφο in S_Class isA εκηβόλο
end
Tell Individual εργαλείο in S_Class end
Tell Individual κοπτικό in S_Class
    isaSc εργαλείο end
Tell Individual σπαθί in S_Class
    isA αγχέμαχο, κοπτικό end
Tell Individual μαχαίρι in S_Class isA κοπτικό end
Tell Individual πέλεκυς in S_Class isA κοπτικό end
Tell Individual φαγητού in S_Class
    isaSc μαχαίρι end
Tell Individual πολεμικό in S_Class isA αγχέμαχο
    isaSc μαχαίρι end
Tell Individual στιλέτο in S_Class isA πολεμικό end
Tell Individual μαχαίρα in S_Class isA πολεμικό end
Tell Individual κάμα in S_Class isA πολεμικό end
Tell Individual αεροπλάνο in S_Class end
Tell Individual επιβατικό in S_Class
    isaSc αεροπλάνο end
Tell Individual πολεμικό in S_Class
    isaSc αεροπλάνο end
Tell Individual μαχητικό in S_Class
    isaSc (πολεμικό . [isaSc] . αεροπλάνο) end
Tell Individual μεταγωγικό in S_Class
    isaSc (πολεμικό . [isaSc] . αεροπλάνο) end
Tell Individual αυτοκίνητο in S_Class end
Tell Individual επιβατικό in S_Class
    isaSc αυτοκίνητο end
Tell Individual πολεμικό in S_Class
    isaSc αυτοκίνητο end
Tell Individual αγροτικό in S_Class
    isaSc αυτοκίνητο end
```

Σχήμα Γ.3: Δήλωση εμβέλειας γενίκευσης (II)

Στο σχήμα φαίνεται η δήλωση, στο συντακτικό της Telos, του μοντέλου που απεικονίζεται στο σχήμα 6.8.

Γ.3 Εμβέλεια συνάρτησης

```
Tell Individual  Method  in S_Class
end

Tell Individual  Variable  in S_Class
end

Tell Individual  File  in S_Class
      with inverse function
            has_variable    : Variable;
            has_class       : Class
end

Tell Individual  Class  in S_Class
      with inverse function
            has_variable    : Variable;
            has_method      : Method
end
```

```
Tell Individual  string.h  in Token , File
      with has_variable
            : put
      with has_class
            : string
            <
                  with has_method
                        : get;
                        : put
                  with has_variable
                        : get
            >
end

Tell Individual  mystring.h  in Token , File
      with has_class
            : string
            <
                  with has_variable
                        : get;
                        : put
            >
end
```

Σχήμα Γ.4: Δήλωση συνάρτησης

Στο σχήμα παρουσιάζονται οι προτάσεις στο συντακτικό της Telos, με τις οποίες δηλώνεται το μοντέλο του σχήματος 6.12. Στην αριστερή στήλη δηλώνεται το επίπεδο *S_Class* και στη δεξιά το *Token*.

Γ.4 Εμβέλεια αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης

```
Tell Individual Αυτοκίνητο in S_Class
    with inverse injective function
        (έχει ταμπλό) : Ταμπλό
end

Tell Individual Δίκυκλο in S_Class
    with inverse injective function
        (έχει ταμπλό) : Ταμπλό
end

Tell Individual Ταμπλό in S_Class
    with inverse function
        extra : Extra
end

Tell Individual Κασσετόφωνο in S_Class
end

Tell Individual HPK2030 in Token , Αυτοκίνητο
end
Tell Individual HPB4069 in Token , Αυτοκίνητο
    with (έχει ταμπλό)
        : <
            with extra
                (έχει κασσετόφωνο) : Sony
        >
end

Tell Individual AB123 in Token , Δίκυκλο
    with (έχει ταμπλό)
        :
end
```

Σχήμα Γ.5: Δήλωση αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης

Στο σχήμα παρουσιάζονται οι προτάσεις στο συντακτικό της Telos, με τις οποίες δηλώνεται το μοντέλο του σχήματος 6.15. Στη δήλωση της οντότητας «HPB4069» δηλώνεται η σκιασμένη οντότητα χωρίς όνομα του σχήματος 6.15 και με φωλιασμένη δήλωση το γνώρισμα που αποδίδεται σε αυτήν («έχει κασσετόφωνο»), και στη δήλωση της «AB123» δηλώνεται η μη σκιασμένη οντότητα χωρίς όνομα.

Θεματικές Περιοχές Βιβλιογραφίας

- **Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας:** [59], [61], [57], [56], [55], [38],
- **Γλωσσολογία** [35], [58].
- **Ταυτότητα Αντικειμένου:** [43], [12], [13], [23], [53], [51], [27], [46], [19], [24].
- **Συγκρούσεις Ονομάτων (Name Conflicts)**
  - **Στη Συγχόνευση Βάσεων Δεδομένων:** [4], [16], [5], [67], [26]
- **Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων:** [43], [33], [34]
- **Οντοκεντρικές Βάσεις Δεδομένων:** [18], [39], [37], [42], [25], [47], [30], [10], [8], [7]
- **Σημασιολογικά Δίκτυα:** [64], [28], [50] [54], [29]
- **Κατηγορίες Γνωρισμάτων, Σύνθετα Αντικείμενα:** [48], [40], [41], [45]
- **Σχέσεις και Συναρτησιακές Εξαρτήσεις:** [17], [66], [11], [63], [3], [65], [43], [33], [34], [4], [67]
- **Γλώσσες Προγραμματισμού:** [22], [21], [2], [62], [60]
- **Μοντέλα Γνώσης (Knowledge Models):** [28], [50]
- **SIS:** [10], [8], [7] [20], [14], [15], [9], [32], [31], [36].
- **TELOS:** [49], [44]
- **Αλγόριθμοι και Πολυπλοκότητα:** [52], [1]

Βιβλιογραφία

[1] Alfred Aho, John Hopcroft, and Jeffreg Ullman. *The Design and Analysis of Computer Algorithms.* Computer Science and Information Processing. Addison-Wesley Publishing Company, 1974.

[2] Alfred Aho, Ravi Senthi, and Jeffrey Ullman. *Compilers: Principles, Techniques and Tools.* World Student Series. Addison-Wesley Publishing Company, 1986.

[3] D. E. Avison and G. Fitzgerald. *Information Systems Development: Mathodologies, Techniques and Tools*, chapter 4, pages 65--93. Information Systems Series. Alfred Waller, 1993.

[4] Carlo Batini and Maurizio Lenserini. A Methodology for Data Schema Integration in the Entity Relationship Model. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-10(6):650--663, November 1984.

[5] Hemant K. Bhargava, Steven O. Kimbrough, and Ramayya Krishnan. Unique Names Violations, a Problem for Model Integration or You Say Tomato, I Say Tomahto. *ORSA Journal on Computing*, 3(2):107--120, Spring 1991.

[6] Mic Bowman, Saumya K. Debray, and Larry L. Peterson. Reasoning about Naming Systems. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, 15(5):795--825, November 1993.

[7] P. Constantopoulos and M. Dörr. Component Classification in the Software Information Base. In O. Nierstrasz and D. Tsichritzis, editors, *Object-Oriented Software Composition.* Prentice-Hall, 1995.

[8] P. Constantopoulos, M. Jarke, J. Mylopoulos, and Y. Vassiliou. The Software Information Base: A Server for Reuse. *VLDB Journal*, 4(1):1--43, January 1995.

[9] Panos Constantopoulos and Martin Dörr. The Semantic Index System: A brief presentation. Working Paper #6, Information System and Software Technology Group, Institute of Computer Science, Foundation of Research and Technology - Hellas, 1993.

[10] Panos Constantopoulos, Martin Dörr, and Yannis Vassiliou. Repositories for Software Reuse: The Software Information Base. In *Proc. IFIP WG 8.1 Conference on Information System Development Process*, September 1993.

[11] Panos Constantopoulos and George Spanoudakis. Integrating Specifications. In *Dagstuhl Seminar System Requirements: Analysis, Management and Exploitation*. Dagstuhl, Germany, October 1994.

[12] George P. Copeland and Satrag N. Khoshafian. Identity and Versions For Complex Objects. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 63(1):214, October 1986.

[13] George P. Copeland and Satrag N. Khoshafian. Object Identity. In *OOPSLA'86 Proceedings*, pages 406--416. ACM, September 1986.

[14] Costas Dadouris and Martin Dörr. SIS - Programmatic Query Interface: Reference Manual. Working Paper #3, Information System and Software Technology Group, Institute of Computer Science, Foundation of Research and Technology - Hellas, June 1995.

[15] Costas Dadouris, Martin Dörr, and Nikos Prekas. Answerer: An Interactive Program to Use PQI Functions. Working Paper #4, Information System and Software Technology Group, Institute of Computer Science, Foundation of Research and Technology - Hellas, October 1993.

[16] S. M. Deen, R. R. Amin, and M. C. Taylor. Data Integration in Distributed Databases. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-13(7):650--663, July 1987.

[17] Keith Devlin. *Sets, Functions and Logic: An introduction to abstract mathematics*. Chapman & Hall Mathematics, second edition, 1992.

[18] K. R. Dittrich, U. Dalay, and A. P. Buchmann, editors. *On Object-Oriented Database Systems*. Springer-Verlag, 1991.

[19] Klaus R. Dittrich. Object-Oriented Database Systems: The Notion and the Issues. In K.R. Dittrich, U. Dalay, and A.P. Buchmann, editors, *On Object-Oriented Database Systems*, chapter 1, pages 1--10. Springer-Verlag, 1991.

[20] Martin Dörr, Polivios Klimathianakis, and Manos Theodorakis. SIS Data Entry Language User's Manual. Working Paper #2, Information System and Software Technology Group, Institute of Computer Science, Foundation of Research and Technology - Hellas, March 1994.

[21] Jeff Dunteman. *Complete Turbo Pascal*. Scott, Foresman IBM Computer Books, third edition, 1989.

[22] Bruce Eckel. *Using C++*. McGraw-Hill, 1989.

[23] Frank Eliassen and Randi Karlsen. Interoperability and Object Identity. *SIGMOD Record*, 20(4):25--29, December 1991.

[24] G. Eliot and B. Moss. Object Oriented as Catalyst for Language-Database Integration. In Won Kim and Frederic H. Lochovsky, editors, *Object-Oriented Concepts, Databases and Applications*, Frontier Series, chapter 24, pages 583--592. ACM Press, 1989.

[25] O.Deux et al. The Story of O_2. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2(1), March 1990.

[26] Willy Gotthard, Peter C. Lockemann, and Andrea Neufeld. System-Guide View Integration for Object-Oriented Databases. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 4(1):1--22, February 1992.

[27] Miclael Hammer and Dennis McLeod. Database Description with Semantic Data Model: A Semantic Database Model. In Alfonso F.Carderas and Dennis McLeod, editors, *Research Foundation in Object-Oriented and Semantic Database Systems*, pages 34--69. Prentice-Hall, 1990.

[28] Maurice A. W. Houtsma and Peter M. G. Apers. Data and Knowledge Model: a proposal. In Francois Bancilhon and Peter Buneman, editors, *Advances in Database Programming Languages*, Frontier Series, chapter 23, pages 387--402. ACM Press, 1990.

[29] Richard Hull and Roger King. Semantic Database Modeling. *ACM Computing Surveys*, 19(3):202--260, September 1987.

[30] A. R. Hurson, S. H. Pakzad, and J. J. Cheng. Object-Oriented Database Management Systems: Evolution and Performance Issues. *IEEE Computer*, 26(2), February 1993.

[31] Κώστας Νταντουρής. Μηχανισμός Ερωτήσεων στη Γλώσσα Telos. Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ιούλιος 1993.

[32] Γιώργος Γεωργιαννάκης. Ο Μηχανισμός Αποθήκευσης και Διαχείρισης Αντικειμένων στο Περιβάλλον Ithaca για τη Γλώσσα Αναπαράστασης Telos. Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Φεβρουάριος 1994.

[33] Γιάννης Κόλλιας. *Βάσεις Δεδομένων*, κεφάλαιο 4, σελίδες 82--144. Συμμετρία, δεύτερη έκδοση, 1989.

[34] Γιάννης Κόλλιας. *Βάσεις Δεδομένων*, κεφάλαιο 9. Συμμετρία, δεύτερη έκδοση, 1989.

[35] Γεώργιος Μπαμπινιώτης . *Θεωρητική Γλωσσολογία: Εισαγωγή στη Σύγχρονη Γλωσσολογία*. Αθήνα, 1980.

[36] Γιάννης Τζίτζικας. Ενημέρωση Όψεων σε Βάσεις Γνώσης. Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Οκτώβριος 1995.

[37] Wilkinson K., Lyngbaek P., and Hasan W. The Iris Architecture and Implementation. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2(1), March 1990.

[38] Barbara Katzenberg and Peter Piela. Work Language Analysis and the Naming Problem. *Communications of the ACM*, 36(4):86--95, June 1993.

[39] Won Kim. *Introduction to Object-Oriented Databases.* The MIT Press, 1991.

[40] Won Kim, Jay Banerjee, Hong-Tai Chou, Jorge F. Garza, and Darrell Woelk. Composite Object Support in an Object-Oriented Database System. In *OOPSLA'87 Proceedings*, pages 118--125. ACM, October 1987.

[41] Won Kim, Eliza Bertino, and Jorge F. Garza. Composite Object Revisited. In *SIGMOD Proceedings*, pages 337--347. ACM, June 1989.

[42] Won Kim, Jorge F. Garza, Nathaniel Ballou, and Darrell Woelk. Architecture of the ORION Next-Generation Database System. *IEEE Transactins on Knowledge and Data Engineering*, 2(1), March 1990.

[43] Henry F. Korth and Abraham Silberschatz. *Database System Concepts.* Computer Science Series. McGraw-Hill, second edition, 1991.

[44] M. Koubarakis, J. Mylopoulos, M. Stanley, and A. Borgida. Telos: Features and Formalization. Technical Report FORTH/CSI/TR/1989/018, CSI-FORTH, 1989.

[45] M. Lacroix and M. Vanhoedenaghe. Manipulating Complex Objects. In Francois Bancilhon and Peter Buneman, editors, *Advances in Database Programming Languages*, Frontier Series, chapter 26, pages 441--457. ACM Press, 1990.

[46] David Maier, Jacob Stein, Allen Otis, and Allan Purdy. Development of an Object-Oriented dbms. In Alfonso F.Carderas and Dennis McLeod, editors, *Research Foundation in Object-Oriented and Semantic Database Systems*, pages 200--220. Prentice-Hall, 1990.

[47] Elisa Bertino Lorenzo Martino. Object-Oriented Database Management Systems: Concepts and Issues. *IEEE Computer*, 24(4), April 1991.

[48] Renate Motsching-Pitric. The Semantics of Parts Versus Aggregates in Data/Knowledge Modelling. Information systems, University Vienna, Liebiggasse 4, 1010 Wien, Austria, 1991.

[49] John Mylopoulos, Alex Borgida, Matthias Jarke, and Manolis Koubarakis. Telos : Representing Knowledge about Information Systems. *ACM Transactions on Information Systems*, 8(4), October 1990. University of Toronto.

[50] Makoto Nagao. *Knowledge and Inference.* Academic Press, 1988.

[51] S. L. Osborn. Identity Equality and Query Optimization. In K. R. Dittrich, editor, *Advances in Object-Oriented Database Systems*, pages 347--351. 2nd International Workshop on Object-Oriented Database Systems, Springer-Verlag, September 1988.

[52] Christos H. Papadimitriou. *Combinatorial Optimazation: Algorithms and Complexity*. Prentice-Hall, 1982.

[53] Norman N. Paton and Petter M. D. Gray. Identification of Database Objects by key. In K. R. Dittrich, editor, *Advances in Object-Oriented Database Systems*, pages 280--285. 2nd International Workshop on Object-Oriented Database Systems, Springer-Verlag, September 1988.

[54] Joan Peckham and Fred Maryanski. Semantic Data Models. *ACM Computing Surveys*, 20(3):153--189, September 1988.

[55] Fernando C. N. Pereira and Barbara J. Grosz. Introduction. *Artificial Intelligence*, 63(1):1--15, October 1993.

[56] James Pustejovsky and Branimir Pustejovsky. Lexical Knowledge Representation and Natural Language Processing. *Artificial Intelligence*, 63(2):193--223, October 1993.

[57] G. Ritchie. Parsing Natural Language. In Margaret King, editor, *Semantics in Parsing*, chapter 10, pages 197--217. Academic Press, 1983.

[58] F. De Saussure. *Μαθήματα Γενικής Γλωσολογίας*. Παπαζήση, 1979.

[59] Ivan Say. Linguistic Theory and Natural Language Processing. In E. Klein and F. Veltman, editors, *Natural Language and Speech*, pages 69--83. Springer-Verlag, November 1991.

[60] Ravi Sethi. *Programming Languages (Concepts and Constucts).* Addison-Wesley Publishing Company, 1989.

[61] Mike Sharples, David Hogg, Chris Hutchison, Steve Torrance, and David Young. *Computers and Thought: A Practical Indroduction to Artificial Intelligence*, chapter 5, pages 129--175. The MIT Press, 1989.

[62] Bjarne Stroustrup. *The C++ Progrming Language.* Addison-Wesley Publishing Company, second edition, 1991.

[63] Toby J. Teorey and James P. Fry. *Design of Database Structures*, chapter 4, pages 57--75. Prentice-Hall Software Series. Prentice-Hall, 1982.

[64] Dionysios C. Tsichritzis and Frederic H. Lochosky. *Data Models*, chapter 10, pages 210--224. Prentice-Hall, 1982.

[65] Grand E. Weddell. Reasoning about Funcional Dependencies Generalized for Semantic Data Models. *ACM Transactions on Database Systems*, 17(1):32--64, March 1992.

[66] Veda C. Weddell. Understanding Semantic Relationships. *VLDB Journal*, 2(4):455--488, 1993.

[67] S. Bing Yao, V. E. Waddle, and Barron C. Housel. View Modeling and Integration Using the Functional Data Model. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-8(6):544--553, November 1982.

Ευρετήριο

απόδοση γνωρίσματος
    4ος, 18
ασάφεια, 6
βάσεις δεδομένων
    οντοκεντρικές, 10, 14
    σχεσιακές, 10
γενίκευση, 17
γλωσσικό σημείο, 38
    μεταβλητότητα, 41
    μοναδικότητα, 39
    συμβατικότητα, 39
διμελείς σχέσεις
    σημασιολογικών δικτύων
        9κτύων, 23
    σημασιολογικών δ
        είδη, 25
    σημασιολογικών δ
        συναρτήσεις, 29
    συνόλων, 21
        είδη, 22
        είδη συναρτήσεων, 23
        συναρτήσεις, *βλέπε* συναρτήσεις
είδη γνωρισμάτων, 21
    υλοποίηση, 104
εμβέλεια, 52
    άμεση, 56
    έμμεση, 56
    αμφ. & επί συνάρτ., 84
    αμφιμονοσήμαντης συνάρτησης
        συνάρτησης, 80
    γενίκευσης, 61, 68
    γνωρίσματος, 61, 72
    δυναμική, 8
    επί συνάρτησης, 83
    κανόνες, 8, 62, 77, 80, 83, 84, 88
    λεξικογραφική, 7
    μικτά μονοπάτια, 85
    μονοπάτι, 54, 78, 81, 85
    γενίκευσης, 69
    γνωρίσματος, 72, 77
    ταξινόμησης, 63
    μονοπάτι κανόνων, 75
    ονόματος, *βλέπε* εμβέλεια ονόματ.
    στατική, 7
    συνάρτησης, 77
    ταξινόμησης, 61, 63
    τελεστές, 9
εμβέλεια ονόματ.
    βάσεις δεδομένων, 10
    γλώσσες προγραμματισμού
        1τισμού, 7
    ορισμός, 1--3, 52, 52--62
        γενικός, 52
        περιγραφικός, 54
        τυπικός, 55--62
    στην Telos, 46, 51--99
    υλοποίηση, *βλέπε* υλοποίηση
    φυσική γλώσσα, 6
εξειδίκευση, 17
ιεραρχίες
    γενίκευσης, 17
    εξειδίκευσης, 17
    σύνθεσης, 18
    ταξινόμησης, 16
κανόνες
    εμβέλειας, 62, 75, 77, 80, 83, 84
λέξεις
    ομόηχες, 6, 40
    πολύσημες, 6
    συνώνυμες, 6
μηχανισμός
    εμβέλειας
        γενίκευσης, 68
        γνωρίσματος, 72--85
        ονόματος, 51--99
        ταξινόμησης, 63

μονοπάτι, 54
αντίστροφων συναρτήσεων
1τήσεων, 75
εμβέλειας, 54, 77, 78, 81, 85
κανόνων εμβέλειας
2, 75
συναρτήσεων, 75
ομώνυμα, 6, 10, 40
όνομα, 6, 39, 42, 37--49
απόλυτο, 42, 59
βάσεις δεδομένων, 10
οντοκεντρικές ΒΔ, 41--44
σχετικό, 42, 59
φυσική γλώσσα, 5--7, 38--41
ονοματοδοσία, 48
περιβάλλον, 2, 5
πολυσημία, 40
πραγματολογία, 5
σημασιολογία, 5, 39
συγχώνευση βάσεων δεδομένων
d δεδομένων, 10
συναρτήσεις, 29
αμφιμονοσήμαντη, 29
επί, 29
συνόλων, 23
είδη, 23
συντακτικό, 5, 39
συνώνυμα, 40
σχέση
επί, 26
ολική, 26
ταξινόμηση, 16
ταυτότητα, 37, 43
ασθενής, 44
ισχυρή, 44
καθολική, 44
οντοκεντρικές ΒΔ, 41
παράστασης, 43
τοπική, 44
χρονική, 43
υλοποίηση, 101
απαιτήσεις, 104
είδη γνωρισμάτων, 104
κατάλογος λογικών ονομάτων
d ονομάτων, 106
μονοπάτια εμβέλειας
9ας, 105
σύστημα μετάφρασης ονομάτων
7ς ονομάτων, 110
σύστημα σημασιολογικού ελέγχου
fγικού ελέγχου, 109
φυσική γλώσσα, 5, 38--41

binary relation, *βλέπε* relation

context, *βλέπε* περιβάλλον, 5

function, 29
bijective, 29
injective, 29
surjective, 29

identity, 37, 43
global, 44
local, 44
strong, 44
weak, 44

name, 37, 39, 42
natural language, 38--41

path, 54

relation, 23
surjection, 26
total, 26

SIS, 15
surrogates, 44

Telos
γλώσσα, 13
σύστημα, 101
υλοποίηση, *βλέπε* υλοποίηση