ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΜΝ

ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΗ Κ. ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, Σεπτέμβριος 1996

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΜΝ

Εργασία που υποβλήθηκε από την
Καλογεράκη Κ. Βασιλική
ως μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων
για την απόκτηση
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Συγγραφέας:

ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΗ Κ. ΒΑΣΙΛΙΚΗ
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Εισηγητική Επιτροπή:

Κώστας Κουρκουμπέτης
Καθηγητής, Επόπτης

Γεώργιος Σταμούλης
Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Πάνος Τραχανιάς
Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Δεκτή:

Πάνος Κωνσταντόπουλος
Πρόεδρος Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών

Ηράκλειο, Σεπτέμβριος 1996

Στους γονείς μου, Κυριάκο & Ευαγγελία

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους όσους με βοήθησαν στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Πρώτα από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Κώστα Κουρκουμπέτη για τη στήριξη και την επίβλεψη αυτής της εργασίας. Επίσης ευχαριστώ τους καθηγητές μου Γεώργιο Σταμούλη και Πάνο Τραχανιά για τη συμμετοχή τους στην επιτροπή εξέτασης καθώς και για τις πολύτιμες διορθώσεις και συστάσεις τους στη σύνταξη της παρούσας αναφοράς. Θέλω να απευθύνω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στον Στέλιο Σαρτζετάκη όπου η συνεργασία μαζί του καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου υπήρξε καθοριστική για την εξέλιξη αυτής της εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους Κώστα Σταθόπουλο και David Griffin για τις πολύωρες συζητήσεις που είχαμε ιδιαίτερα στην αρχή αυτής της εργασίας. Ευχαριστώ επίσης το Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης για το υψηλό επίπεδο σπουδών που μου προσέφερε καθώς και το Ινστιτούτο Πληροφορικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Ερευνας για την υλικοτεχνική υποδομή που μου παρείχε.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Κυριάκο και Ευαγγελία και τον αδερφό μου Δημήτρη για την κατανόηση και την πίστη τους σε μένα. Η αγάπη τους, η ηθική στήριξη που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια και η συμπαράστασή τους υπήρξαν καθοριστικά για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Μελέτη και Αναβάθμιση της Διαχείρισης Συστημάτων TMN

Καλογεράκη Βασιλική
Μεταπτυχιακή Εργασία

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών (Telecommunications Management Network -- TMN) έχει προταθεί από τη Διεθνή Ενωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union -- ITU) και είναι ένα κατανεμημένο περιβάλλον. Αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό διεργασιών που είναι υπεύθυνες για τη συγκέντρωση και επεξεργασία πολλών ειδών πληροφορίας για τους πόρους και τις υπηρεσίες του διαχειριζόμενου δικτύου, και οι οποίες συνεργάζονται με σκοπό τη διαχείριση ενός δικτύου τηλεπικοινωνιών. Λόγω του μεγάλου αριθμού των διεργασιών διαχείρισης που περιλαμβάνει, κρίνεται απαραίτητη η διαχείριση με σκοπό τη διαμόρφωσή του.

Η εργασία αυτή αντιμετωπίζει το παραπάνω βασικό πρόβλημα και ασχολείται με την αποτελεσματική διαχείριση του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Για το σκοπό αυτό, στο πρώτο μέρος της εργασίας προτείνουμε την αρχιτεκτονική ενός συστήματος διαχείρισης (μετα-διαχείρισης), χρησιμοποιώντας τις τυποποιήσεις που έχουν προταθεί από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO). Για τους σκοπούς της διαχείρισης στηριχθήκαμε στο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου (manager/agent) το οποίο επεκτείναμε με την προσθήκη μηχανισμών αυτόματης ενημέρωσης και απόκτησης πληροφορίας καθώς και αυτόματης μεταφοράς λογισμικών πακέτων διαμόρφωσης. Εισάγαμε το ρόλο ενός αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης (Metamanagement Agent -- MMA) ο οποίος διαχειρίζεται οντότητες που αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης του δικτύου. Επίσης ορίσαμε το ρόλο του διαχειριστή μετα-διαχείρισης (Metamanagement Operations System -- MMOS) ο οποίος πυροδοτεί ενέργειες διαχείρισης στις οντότητες του αντιπροσώπου. Τέλος το σύστημα διαχείρισης το εμπλουτίσαμε με μηχανισμούς αντιμετώπισης ‘‘βλαβών’’ που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του και οι οποίες τις περισσότερες φορές οδηγούν στην επαναδιαμόρφωση του συστήματος.

Για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης κρίθηκε

απαραίτητη η χρησιμοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχουν τα κατανεμημένα περιβάλλοντα ανάπτυξης. Για το σκοπό αυτό, στο δεύτερο μέρος της εργασίας προτείναμε ένα νέο μοντέλο ενός συστήματος για τη διαχείριση της διαμόρφωσης των πόρων του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών χρησιμοποιώντας τις τυποποιήσεις που έχουν προταθεί από την κοινοπραξία TINA-C. Χρησιμοποιήσαμε ένα διαχειριζόμενο σύστημα το οποίο αποτελείται από διαχειριζόμενες οντότητες που αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες του δικτύου και ένα διαχειρίζον σύστημα το οποίο αποτελείται από διαχειρίζοντες οντότητες που αποστέλουν ενέργειες διαχείρισης στις διαχειριζόμενες οντότητες. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας το επεκτείναμε με μηχανισμούς αποθήκευσης πληροφορίας, αυτόματης ενημέρωσης και απόκτησης αυτής και με δυνατότητα αποστολής ειδοποιήσεων. Επίσης ασχοληθήκαμε με την αντιμετώπιση σφαλμάτων και τη δυνατότητα επαναδιαμόρφωσης του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών. Στο τελευταίο μέρος της εργασίας παραθέτουμε μια σύγκριση των δυνατοτήτων των δύο παραπάνω μοντέλων και αναπτύσσουμε τους λόγους που οδήγησαν στην εισαγωγή του δεύτερου μοντέλου για το σύστημα διαχείρισης.

Επόπτης: Κώστας Κουρκουμπέτης,
Καθηγητής,

Designing and Improving the Management of TMN Systems

Πανεπιστήμιο Κρήτης.
Kalogeraki Vasiliki
M.Sc. Thesis

Computer Science Department
University of Crete, Greece

Abstract

The Telecommunications Management Network (TMN) has been recommended by the International Telecommunication Union (ITU) and is a distributed environment. It consists of a large number of processes that are responsible for collecting and processing many kinds of information regarding the resources and services of the managed network, and cooperate in order to manage the underlying telecommunications network. Due to the large number of management processes, we consider their management essential.

This thesis faces the above problem and deals with the efficient configuration management of the TMN. For this purpose, in the first part of the thesis, we propose a management architecture using standards being recommended from ISO. We enhanced the OSI agent/manager model with mechanisms for the automatic update and retrieval of information and the automatic transfer of configuration software packages. We introduce the role of a Metamanagement Agent (MMA) which manages objects representing management processes running on the TMN. Addittionally, we introduce the role of a Metamanagement Operations System (MMOS) which emits management operations to the MMAs. Then, we use mechanisms that ensure that faults in the TMN are properly detected and appropriate actions are taken, which, most of the times lead us to the reconfiguration of the system.

Towards the development of a complete and efficient management system we decided to use the capabilities offered by the distributed environments. In order to achieve this, in the second part of this thesis we propose a resource configuration management system based on standards being recommended from TINA-C. We use a managed system which consists of managed objects representing management processes running on the TMN. We also use a managing system consisting of managing objects which perform operations on the managed objects. We enhance the above model with mechanisms for the automatic reposit, update and retrieve of information and with the ability of emitting notifications. Addittionally, we deal with the detection of failures and the reconfiguration of the system. At the last part of the thesis we compare the two models introduced above and we develop the reasons that lead us

to the resource configuration management system.

Advisor: Costas Courcoubetis,
Professor,
University of Crete.

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή **3**

Μέρος 1ο **7**

2 Σύντομη ανασκόπιση της περιοχής διαχείρισης συστημάτων του ISO **9**

2.1 Το πλαίσιο διαχείρισης συστημάτων του ISO 9

2.1.1 Το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου 10

2.1.2 Το μοντέλο της πληροφορίας διαχείρισης 11

2.1.3 Το πρωτόκολλο CMIP και η υπηρεσία CMIS 12

2.2 Το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών 14

2.2.1 Το ιεραρχικό μοντέλο διαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών 17

2.2.2 Παρατηρήσεις 18

2.3 Η υπηρεσία καταλόγου (X.500) 20

2.3.1 Το μοντέλο της πληροφορίας του X.500 20

2.4 Η υπηρεσία μεταφοράς, προσπέλασης και διαχείρισης αρχείων (FTAM) . 21

3 Το σύστημα διαχείρισης που προτείνουμε και οι βασικές χρήσεις του **23**

3.1 Το νέο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου 24

3.2 Το μοντέλο λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης 26

3.3 Πληροφορία για πόρους και διεργασίες στην υπηρεσία καταλόγου 28

3.3.1 Αντιστοίχιση διαχειρίσιμων οντοτήτων σε πόρους 30

3.4 Το μοντέλο λειτουργίας της υπηρεσίας FTAM 31

3.5 Διαχείριση σφαλμάτων 32

3.6 Επαναδιαμόρφωση του Διαχειριζόμενου Δικτύου Τηλεπικοινωνιών 34

3.7 Παράδειγμα εφαρμογής του νέου μοντέλου 36

4 Η υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης 39

4.1 Το πακέτο λογισμικού OSIMIS 39

4.2 Ορισμός νέων οντοτήτων 41

4.3 Λεπτομέρειες της υλοποίησης 43

4.3.1 Ορισμοί των διαχειριζόμενων οντοτήτων 43

5 Συμπεράσματα 47

Μέρος 2ο 48

6 Σύντομη ανασκόπηση της αρχιτεκτονικής TINA 49

6.1 Βασικά χαρακτηριστικά της TINA αρχιτεκτονικής 49

6.1.1 Ομαδοποίηση και διαχωρισμός των λειτουργιών της TINA αρχιτεκτονικής διαχείρισης 52

6.2 Ανάπτυξη εφαρμογών ακολουθώντας το μοντέλο της TINA αρχιτεκτονικής 53

6.3 Μοντέλο επικοινωνίας διαχειρίζοντος/διαχειριζόμενου 54

6.3.1 Σχέση μεταξύ OSI και TINA αρχιτεκτονικής 56

6.4 Διαχείριση διαμόρφωσης πόρων 57

6.5 Υπηρεσία Εμπορίου (Trading service) 58

6.5.1 Το μοντέλο λειτουργίας της υπηρεσίας εμπορίου 59

6.6 Υπηρεσία ειδοποιήσεων (Notification service) 60

6.7 Υπηρεσία αποθήκευσης (Repository service) 61

7 Το προτεινόμενο μοντέλο του συστήματος διαχείρισης 63

7.1 Διαχείριση της διαμόρφωσης πόρων 63

7.2 Το μοντέλο πληροφορίας της υπηρεσίας εμπορίου 65

7.2.1 Αντιστοίχιση διαχειρίσιμων οντοτήτων σε πόρους 66

7.3 Το μοντέλο της υπηρεσίας ειδοποιήσεων 67

7.4 Το μοντέλο της υπηρεσίας αποθήκευσης 68

7.5 Το βασικό μοντέλο λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης 70

7.5.1 Παρατηρήσεις 72

7.6 Υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης 73
7.6.1 Αρχιτεκτονική CORBA 73
7.6.2 Λεπτομέρειες υλοποίησης 78
7.7 Αξιολόγηση απόδοσης του συστήματος διαχείρισης 79

8 Σύγκριση μεταξύ TMN σε OSIMIS και TINA **81**

9 Συμπεράσματα και Μελλοντικές επεκτάσεις **89**
9.1 Συμπεράσματα 89
9.2 Μελλοντικές επεκτάσεις 90

Βιβλιογραφία **93**

Κατάλογος Σχημάτων

2.1 Το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου του *ISO*. 10
2.2 Μία απλή MIB που αντιστοιχεί σε ένα μεταγωγέα (SwitchX) 12
2.3 Η γενική αρχιτεκτονική του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών της *ITU*. 14
2.4 Το γενικό ιεραρχικό μοντέλο διαχείρισης του ΔΔΤ. 17

3.1 Το νέο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου 25

4.1 Οι ASN.1 ορισμοί της κλάσης *icmSoftPackage* 45
4.2 Οι ορισμοί των οντοτήτων διαχείρισης στην MIB. 46

6.1 Σχέσεις μεταξύ των υποσυνόλων της TINA αρχιτεκτονικής 51
6.2 Το μοντέλο αρχιτεκτονικής δομής των TINA εφαρμογών 53
6.3 Μοντέλο επικοινωνίας μεταξύ πελάτη - εξυπηρετητή 56
6.4 Σχέσεις μεταξύ οντοτήτων της περιοχής διαχείρισης 57
6.5 Μοντέλο λειτουργίας υπηρεσίας εμπορίου 60

7.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος Διαχείρισης 70
7.2 Η αρχιτεκτονική CORBA. 74
7.3 Η δομή του ORB. 75
7.4 Ορισμός της διεπαφής διαχειρίσιμων οντοτήτων. 77
7.5 Ορισμός της διεπαφής του διαχειριζόμενου συστήματος. 78

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η εργασία αυτή ανήκει στην περιοχή των δικτύων τηλεπικοινωνιών και μελετά την αναβάθμιση των συστημάτων διαχείρισής τους. Η διαχείριση των δικτύων τηλεπικοινωνιών είναι ένα πολύ σημαντικό και ενδιαφέρον θέμα δεδομένου ότι περιλαμβάνει ενέργειες και αποφάσεις οι οποίες έχουν σαν σκοπό την εύκολη διαμόρφωση και την όσο το δυνατόν αποδοτικότερη λειτουργία τους. Μερικά από τα τυπικά ερωτήματα που καλείται να απαντήσει ένα σύστημα διαχείρισης είναι τα ακόλουθα: ποιές διεργασίες πρέπει να ενεργοποιηθούν και σε ποιούς κόμβους του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών; ποιά αρχεία διαμόρφωσης απαιτούνται για την υποστήριξη της λειτουργίας των διεργασιών διαχείρισης; με ποιό τρόπο γίνεται η χρήση του κώδικα των διεργασιών και η κατανομή της λειτουργίας των διεργασιών διαχείρισης με σκοπό την αποφυγή υπερφόρτωσης των σταθμών εργασίας του δικτύου; τί είδους προβλήματα δημιουργούνται κατά τη λειτουργία του συστήματος και με ποιό τρόπο αντιμετωπίζονται; ποιοί λόγοι μας οδηγούν και με ποιό τρόπο πετυχαίνουμε την καλύτερη επαναδιαμόρφωση του συστήματος;

Το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών (Telecommunications Management Network -- TMN) είναι ένα ξεχωριστό -- νοητά και όχι απαραίτητα φυσικά -- δίκτυο το οποίο χρησιμοποιείται για τη διαχείριση ενός δικτύου τηλεπικοινωνιών. Αποτελείται από μεγάλο αριθμό από διεργασίες διαχείρισης στις οποίες αποθηκεύεται πληροφορία για τους πόρους και τις υπηρεσίες του διαχειριζόμενου δικτύου. Οι διεργασίες αυτές δεν είναι απαραίτητο να είναι ενεργοποιημένες στον ίδιο κόμβο του δικτύου στον οποίο βρίσκονται οι πόροι που διαχειρίζονται, αλλά μπορούν να λειτουργούν και από απομακρυσμένους σταθμούς εργασίας. Οι διεργασίες ονομάζονται αντιπρόσωποι διαχείρισης (management agents). Το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών ουσιαστικά αποτελεί ένα μεγάλο κατανεμημένο σύστημα και λόγω του μεγάλου αριθμού των διεργασιών διαχείρισης που περιλαμβάνει, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη συστήματος διαχείρισης για τη

διαμόρφωση και τη λειτουργία του.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε δύο κύρια τμήματα. Το πρώτο μέρος προτείνει την αρχιτεκτονική ενός συστήματος διαχείρισης (μετα-διαχείρισης -- metamanagement), ενώ το δεύτερο μέρος προτείνει ένα μοντέλο για τη διαχείριση της διαμόρφωσης πόρων (Resource Configuration Management). Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι και στα δύο τμήματα της εργασίας έχει χρησιμοποιηθεί το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών, όπως ορίζεται από την [Uni93d] όπου στο πρώτο μέρος, το σύστημα διαχείρισης που προτείνουμε, χρησιμοποιείται για τη διαχείριση του ίδιου του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών, ενώ στο δεύτερο μέρος, το μοντέλο που προτείνουμε, διαχειρίζεται τους πόρους του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Επίσης, στο μεν πρώτο μοντέλο χρησιμοποιούνται οι τυποποιήσεις που έχουν προταθεί από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO), ενώ στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούνται οι τυποποιήσεις που έχουν προταθεί από την κοινοπραξία (Telecommunication Information Networking Architecture - Concortium-- TINA-C).

Οπως αναφέρθηκε παραπάνω, το πρώτο μέρος της εργασίας επικεντρώνεται στη δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης (μετα-διαχείρισης) του ίδιου του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Βασικός στόχος του είναι η παροχή αυτόματων μηχανισμών για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των διεργασιών διαχείρισης. Στο σύστημα διαχείρισης κρίνεται απαραίτητη η δυνατότητα αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφορίας που αφορά τις διεργασίες. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η υπηρεσία καταλόγου (X.500) που έχει προταθεί από τοην ITU και τον ISO [Uni93d]. Βασικός σκοπός της υπηρεσίας είναι η παροχή μιας κατανεμημένης βάσης πληροφορίας και ενός συνόλου πρωτοκόλλων μέσω των οποίων θα γίνεται η πρόσβαση στη βάση. Η βάση πληροφορίας αποτελείται από μεγάλο αριθμό από εγγραφές οντοτήτων. Για τους σκοπούς της διαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών, η υπηρεσία X.500 χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφορίας που αφορά πόρους και διεργασίες διαχείρισης [Sta95]. Κατά την ενεργοποίηση των διεργασιών διαχείρισης, απαιτείται η ύπαρξη κατάλληλου λογισμικού πακέτου. Το σύστημα διαχείρισης χρησιμοποιεί την υπηρεσία μεταφοράς, προσπέλασης και διαχείρισης αρχείων (File Transfer Access and Management -- FTAM) για την αυτόματη μεταφορά και κατανομή των αρχείων διαμόρφωσης που απαιτούνται για την ενεργοποίηση των διεργασιών διαχείρισης.

Το σύστημα διαχείρισης που υλοποιήθηκε στα πλαίσια του πρώτου μέρους της εργασίας, στηρίζεται στο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου (manager/agent) και επεκτείνεται με την προσθήκη μηχανισμών αυτόματης ενημέρωσης και ανάκτησης πληροφορίας καθώς και αυτόματης μεταφοράς λογισμικών πακέτων διαμόρφωσης από τις υπηρεσίες καταλόγου και FTAM αντίστοιχα. Για την επικοινωνία

μεταξύ διαχειριστή/αντιπροσώπου χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο επικοινωνίας CMIS/CMIP (Common Management Information Service / Protocol) [Org90a], [Org90b].

Με σκοπό τη διαχείριση του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών, εισάγεται ο ρόλος του διαχειριστή μετα-διαχείρισης (Metamanagement agent -- MMA) ο οποίος περιέχει μια βάση πληροφορίας διαχείρισης (Management Information Base -- MIB). Σε αυτή τη βάση ορίζονται οι διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης του δικτύου. Επίσης, ορίζεται και ο ρόλος του διαχειριστή μετα-διαχείρισης (Metamanagement Operations System -- MMOS) ο οποίος παρέχει τους μηχανισμούς για την πυροδότηση ενεργειών διαχείρισης στις διαχειριζόμενες οντότητες του αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης. Αυτό ουσιαστικά ισοδυναμεί με την ενεργοποίηση της λειτουργίας των διεργασιών διαχείρισης. Ο διαχειριστής είναι επίσης υπεύθυνος για να παρέχει πληροφορία που αφορά το σύστημα διαχείρισης.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας ασχολούμαστε και με την αντιμετώπιση προβλημάτων που προκύπτουν από βλάβες που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης. Ο όρος ‘‘βλάβη’’ αναφέρεται σε σφάλματα που δεν αφορούν μονάχα τις διεργασίες διαχείρισης, αλλά και το ίδιο το Διαχειριζόμενο Δίκτυο Τηλεπικοινωνιών. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης επίσης, συχνά κρίνεται απαραίτητη η επαναδιαμόρφωση του Διαχειριζόμενου Δικτύου Τηλεπικοινωνιών. Στην παρούσα εργασία περιγράφονται τα προβλήματα που συναντώνται κατά τη λειτουργία του συστήματος διαχείρισης (τα οποία συνήθως αφορούν το μη σωστό τερματισμό της λειτουργίας κάποιων διεργασιών διαχείρισης). Οι βλάβες που εμφανίζονται, σε συνδιασμό με πληροφορίες που αφορούν το διαχειριζόμενο δίκτυο, τις περισσότερες φορές επιβάλλουν την επαναδιαμόρφωση του δικτύου, το οποίο πετυχαίνεται μέσω της μετακίνησης των διεργασιών διαχείρισης σε διαφορετικούς κόμβους του Διαχειριζόμενου Δικτύου Τηλεπικοινωνιών.

Για την υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης χρησιμοποιήθηκε το πακέτο λογισμικού OSIMIS [PMBK95], η οποία αποτελεί ευρύτατα διαδεδομένη πλατφόρμα ανάπτυξης συστημάτων που χρησιμοποιούν τα μοντέλα και τα πρωτόκολλα του ISO για τη διαχείριση δικτύων.

Για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου και αξιόλογου συστήματος διαχείριση όμως, κρίνεται απαραίτητη η προσθήκη επιπλέον λειτουργικών δυνατοτήτων. Το πακέτο λογισμικού OSIMIS που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης σύμφωνα με τα παραπάνω, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση πολυπλοκότερων λειτουργιών. Γι’ αυτό το λόγο στο δεύτερο μέρος της εργασίας χρησιμοποιούμε διαφορετική αρχιτεκτονική και προτείνουμε το μοντέλο ενός συστήματος για τη διαχείριση της διαμόρφωσης των πόρων (Resource Configu-

ration Management) του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Το νέο προτεινόμενο μοντέλο στηρίζεται στις αρχές και στις τυποποιήσεις που έχουν προταθεί για την TINA αρχιτεκτονική. Η TINA αποτελεί μια ενιαία και ανοικτή αρχιτεκτονική η οποία έχει προταθεί από την κοινοπραξία TINA-C. Είναι βασισμένη σε κατανεμημένα περιβάλλοντα ανάπτυξης και επιτρέπει την εισαγωγή και διαχειρίση τόσο των υπηρεσιών των δικτύων τηλεπικοινωνιών όσο και της υποδομής τους, με ενιαίο τρόπο.

Το νέο μοντέλο που προτείνουμε σε αυτό το μέρος της εργασίας στηρίζεται στην επικοινωνία μεταξύ διαχειρίζουσας και διαχειριζόμενης οντότητας (managing/managed object). Ορίζεται ένα διαχειριζόμενο σύστημα (managed system) το οποίο αποτελείται από διαχειριζόμενες οντότητες (managed objects) οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Επίσης ορίζεται ένα διαχειρίζον σύστημα (managing system) το οποίο αποτελείται από διαχειρίζον οντότητες (managing objects). Καθεμιά από τις παραπάνω οντότητες αποστέλνει πράξεις διαχείρισης σε διαχειριζόμενες οντότητες.

Για το σκοπό της εργασίας το παραπάνω μοντέλο επεκτείνεται με την προσθήκη μηχανισμών αυτόματης ενημέρωσης και ανάκτησης πληροφορίας που αφορά τις διεργασίες διαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Επίσης εφοδιάζεται με μηχανισμούς αποστολής μηνυμάτων και με δυνατότητα αποθήκευσης πληροφορίας.

Στην εργασία περιγράφεται η υπηρεσία εμπορίου (Trading service) η οποία χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προσφορών υπηρεσιών. Οι προσφορές αυτές αποτελούν μια περιγραφή των υπηρεσιών που προσφέρει κάθε διαχειριζόμενη οντότητα. Η υπηρεσία εμπορίου περιέχει μια κατανεμημένη βάση και κατάλληλους μηχανισμούς για την αναζήτηση και εξαγωγή της αποθηκευμένης πληροφορίας. Επίσης περιγράφεται η υπηρεσία ειδοποιήσεων (Notification service) για την αποστολή μηνυμάτων μεταξύ του διαχειρίζοντος και των διαχειριζόμενων συστημάτων, χωρίς να απαιτείται αποκλειστική επικοινωνία μεταξύ τους. Τέλος περιγράφεται η υπηρεσία αποθήκευσης (Repository service) η οποία παρέχει τους μηχανισμούς για τη μόνιμη αποθήκευση πληροφορίας που αφορά τις διαχειριζόμενες οντότητες. Η πληροφορία αυτή αναφέρεται τόσο στις διεπαφές (interfaces) όσο και στις υλοποιήσεις που αφορούν τις διαχειριζόμενες οντότητες.

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στο δεύτερο μέρος της εργασίας αφορούν βλάβες που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης και τα οποία τις περισσότερες φορές οδηγούν στην επαναδιαμόρφωση του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών.

Για την υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης χρησιμοποιούνται οι μηχανισμοί που παρέχει το κατανεμημένο περιβάλλον της αρχιτεκτονικής CORBA (Common Object Request Broker Architecture).

Στο τελευταίο μέρος της εργασίας γίνεται μια αξιολόγηση της απόδοσης του

προτεινόμενου μοντέλου. Τέλος, παραθέτουμε μια σύγκριση μεταξύ των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν στα δύο τμήματα της εργασίας και αναλύονται οι λόγοι που οδήγησαν στην υλοποίηση του μοντέλου του συστήματος διαχείρισης για τη διαμόρφωση των πόρων του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών.

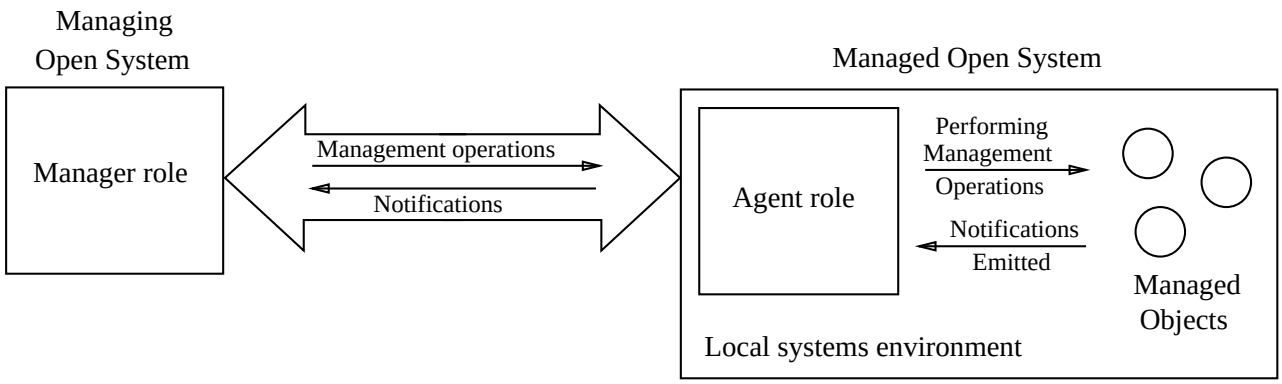
Κεφάλαιο 2

Σύντομη ανασκόπιση της περιοχής διαχείρισης συστημάτων του ISO

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη περιγραφή της πληροφορίας που θα χρησιμοποιηθεί στο πρώτο μέρος της εργασίας. Αρχικά παρουσιάζεται το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου, δίνεται μια σύντομη περιγραφή της πληροφορίας διαχείρισης και παρουσιάζεται συνοπτικά το πρωτόκολλο CMIS. Επειτα ακολουθεί η αρχιτεκτονική του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών (TMN) και το μοντέλο διαχείρισης που χρησιμοποιεί. Στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου περιγράφονται η υπηρεσία καταλόγου (X.500), η υπηρεσία μεταφοράς, προσπέλασης και διαχείρισης αρχείων (FTAM) και τα μοντέλα επικοινωνίας τους.

2.1 Το πλαίσιο διαχείρισης συστημάτων του ISO

Η τυποποίηση ISO/IEC 10040 [Org92a] συνοψίζει το βασικό πλαίσιο διαχείρισης συστημάτων που έχει προταθεί από τον ISO. Περιλαμβάνει τόσο το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου (manager/agent model of interaction) όσο και το μοντέλο της πληροφορίας διαχείρισης (management information model). Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μια σύντομη περιγραφή των παραπάνω και ταυτόχρονα γίνεται μια συνοπτική αναφορά στο πρωτόκολλο (CMIP) και στην υπηρεσία (CMIS) που αυτό παρέχει.



Σχήμα 2.1: Το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου του *ISO*.

2.1.1 Το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου

Στο σχήμα 2.1 απεικονίζεται το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου. Δύο ανοιχτά συστήματα[1], από τα οποία το ένα είναι το διαχειρίζον (**managing**) και το άλλο το διαχειριζόμενο (**managed**), επικοινωνούν όπως περιγράφεται παρακάτω.

Το διαχειρίζον σύστημα περιέχει μία διεργασία σε επίπεδο εφαρμογής (application layer) η οποία λειτουργεί σε ρόλο διαχειριστή (manager role) ενώ το διαχειριζόμενο περιλαμβάνει μια διεργασία η οποία λειτουργεί σε ρόλο αντιπροσώπου διαχείρισης (agent role) και έναν αριθμό από διαχειρίσιμες οντότητες (managed objects). Κάθε διαχειρίσιμη οντότητα περιέχει πληροφορία για κάποιο πόρο (φυσικό ή λογικό) του δικτύου ο οποίος υπόκειται σε διαχείριση. Με άλλα λόγια, αποτελεί μία αφαίρεση κάποιου στοιχείου του δικτύου από τη σκοπιά (και για τους σκοπούς) της διαχείρισης.

Μια σύνδεση μεταξύ των δύο συστημάτων διαχείρισης δημιουργείται με δύο τρόπους: είτε από το διαχειριστή ο οποίος θέλει να εκτελέσει κάποια πράξη διαχείρισης (management operation) σε κάποια διαχειρίσιμη οντότητα, είτε από τον αντιπρόσωπο ο οποίος πρέπει να στείλει μία ειδοποίηση (notification) η οποία περιέχει πληροφορία σχετικά με κάποια διαχειρίσιμη οντότητα. Ετσι, ο ρόλος του διαχειριστή περιλαμβάνει τη δυνατότητα τόσο της πυροδότησης πράξεων διαχείρισης όσο και της παραλαβής

[1]Ο όρος ‘‘ανοιχτά συστήματα’’ αποτελεί μετάφραση του αγγλικού όρου ‘‘*open systems*’’ ο οποίος χρησιμοποιείται από τον *ISO* και αναφέρεται σε συστήματα τα οποία επικοινωνούν με κάποιο πρωτόκολλο το οποίο ακολουθεί το μοντέλο αναφοράς για τη διασύνδεση ανοιχτών συστημάτων (Open Systems Interconnection Reference Model -- OSIRM) του *ISO*.

ειδοποιήσεων. Από την άλλη, ο αντιπρόσωπος[2] εκτελεί τις πράξεις που λαμβάνει από το διαχειριστή για κάποια (ή κάποιες) διαχειρίσιμες οντότητες και προωθεί ειδοποιήσεις προς τους κατάλληλους διαχειριστές.

Μία διαχειρίσιμη οντότητα χαρακτηρίζεται κυρίως από τη συμπεριφορά (behaviour) της. Η συμπεριφορά μίας διαχειρίσιμης οντότητας περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο αντανακλώνται οι διάφορες πράξεις διαχείρισης που εκτελούνται πάνω στην διαχειρίσιμη οντότητα στους πόρους του διαχειριζόμενου δικτύου, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να προσφέρει επιπλέον πληροφορίες που αφορούν τη διαχειρίσιμη οντότητα και οι οποίες δεν μπορούν εύκολα να προσδιοριστούν.

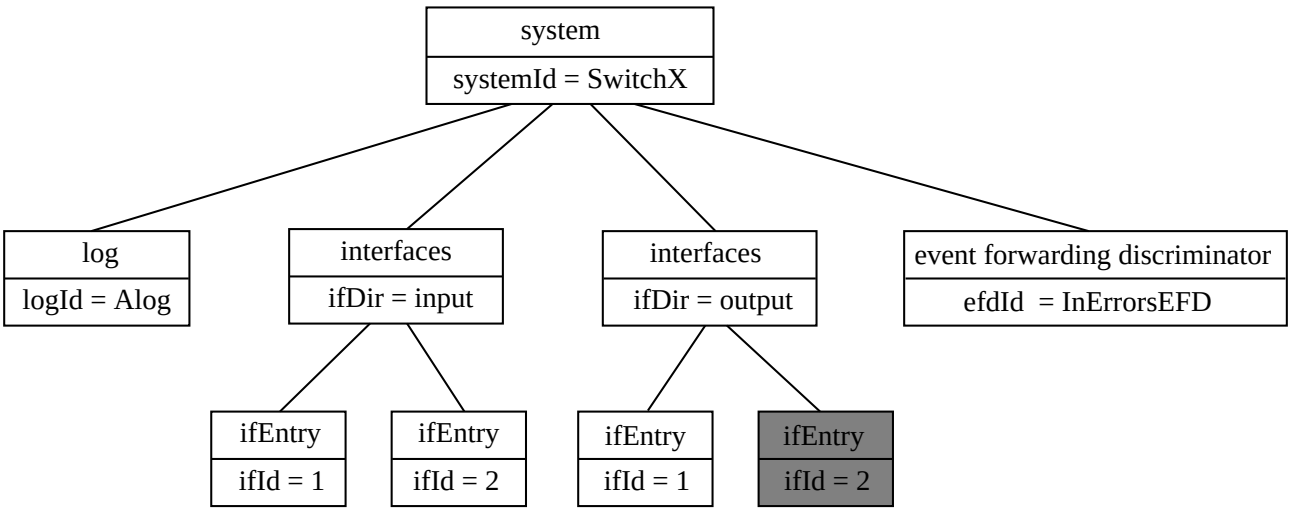
2.1.2 Το μοντέλο της πληροφορίας διαχείρισης

Στην ISO έχει οριστεί η έννοια της κλάσης διαχείρισης (**managed object class**) στην οποία περιλαμβάνονται διαχειρίσιμες οντότητες που έχουν κοινή συμπεριφορά και σχετίζονται με ένα είδος υπηρεσίας ή πόρου. Κάθε κλάση διαχειρίσιμων οντοτήτων κυρίως ορίζει τις πράξεις οι οποίες εκτελούνται στις διαχειρίσιμες οντότητες και τις ειδοποιήσεις που εκδίδουν οι διαχειρίσιμες οντότητες καθώς και τις συνθήκες έκδοσης αυτών. Επίσης ορίζει τις σχέσεις των διαχειρίσιμων οντοτήτων που ανήκουν σε αυτή την κλάση καθώς και τις σχέσεις τους με τις υπόλοιπες διαχειρίσιμες οντότητες. Επιπλέον, κάθε κλάση ορίζει το σύνολο των χαρακτηριστικών (attributes) που έχουν οι διαχειρίσιμες οντότητες που ανήκουν σε αυτή. Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται σε καταστάσεις, παραμέτρους και γνωρίσματα του πόρου (ή της υπηρεσίας) με τον οποίο σχετίζεται η διαχειρίσιμη οντότητα. Κάθε χαρακτηριστικό έχει και μια τιμή (value) με την οποία σχηματίζει ένα ζευγάρι χαρακτηριστικού-τιμής. Το ζευγάρι αυτό συνιστά το ελάχιστο κομμάτι της πληροφορίας διαχείρισης.

Το σύνολο των διαχειρίσιμων οντοτήτων που περιέχονται σε έναν αντιπρόσωπο, αποτελεί τη βάση πληροφορίας διαχείρισης (**management information base** -- **MIB**) του αντιπροσώπου. Η MIB δομείται ιεραρχικά σχηματίζοντας ένα ιδεατό δέντρο (naming tree), όπως αυτό του σχήματος 2.2 στο οποίο φαίνονται τα είδη των οντοτήτων που περιέχει η MIB. Κάθε κόμβος αντιστοιχεί σε μία διαχειρίσιμη οντότητα, ενώ η σχέση των διαχειρίσιμων οντοτήτων υποδηλώνεται από τη σχετική θέση τους στο δέντρο. Στο σχήμα 2.2 η κλάση στην οποία ανήκει κάθε διαχειρίσιμη οντότητα αναγράφεται στην πάνω γραμμή κάθε κόμβου.

Για κάθε διαχειρίσιμη οντότητα ένα χαρακτηριστικό, το οποίο καλείται

[2]Ο όρος ‘‘αντιπρόσωπος’’ χρησιμοποιείται για την απόδοση του αγγλικού όρου ‘‘*agent*’’ επειδή κρίνεται ότι ο ρόλος του είναι να αντιπροσωπεύει τους πόρους του δικτύου μέσω των διαχειρίσιμων οντοτήτων που βρίσκονται υπό τον έλεγχο του.



Σχήμα 2.2: Μία απλή MIB που αντιστοιχεί σε ένα μεταγωγέα (SwitchX)

χαρακτηριστικό ονομασίας (naming attribute), χρησιμοποιείται μαζί με την τιμή του για το σχηματισμό του ονόματος της διαχειρίσιμης οντότητας. Αυτό το ζευγάρι χαρακτηριστικού-τιμής πρέπει να είναι μοναδικό μεταξύ των διαχειρίσιμων οντοτήτων που έχουν τον ίδιο πατέρα στο δέντρο της MIB και ονομάζεται *σχετικά διακεκριμένο όνομα* (relative distinguished name -- RDN) της διαχειρίσιμης οντότητας. Στο σχήμα 2.2 το RDN κάθε διαχειρίσιμης οντότητας αναγράφεται στην κάτω γραμμή κάθε κόμβου. Η συνένωση όλων των RDN των κόμβων στο μονοπάτι από την ρίζα του δέντρου της πληροφορίας διαχείρισης μέχρι τον κόμβο που αντιστοιχεί σε κάποια διαχειρίσιμη οντότητα δίνει σε αυτή τη διαχειρίσιμη οντότητα ένα όνομα μοναδικό μέσα στην MIB. Για παράδειγμα, το σχετικά διακεκριμένο όνομα της γραμμοσκιασμένης διαχειρίσιμης οντότητας είναι { **ifId = 2** }, ενώ το όνομα με το οποίο αναγνωρίζεται μοναδικά μέσα στην MIB είναι

{ **systemId = SwitchX, ifDir = output, ifId = 2** }

2.1.3 Το πρωτόκολλο CMIP και η υπηρεσία CMIS

Οπως έχει οριστεί από τον ISO, το πρωτόκολλο CMIP (Common Management Information Protocol) καθορίζει όλα τα μηνύματα που πρέπει να ανταλλάσσονται κατά την επικοινωνία μεταξύ διαχειριστή και αντιπροσώπου. Οι βασικοί τύποι μηνυμάτων είναι

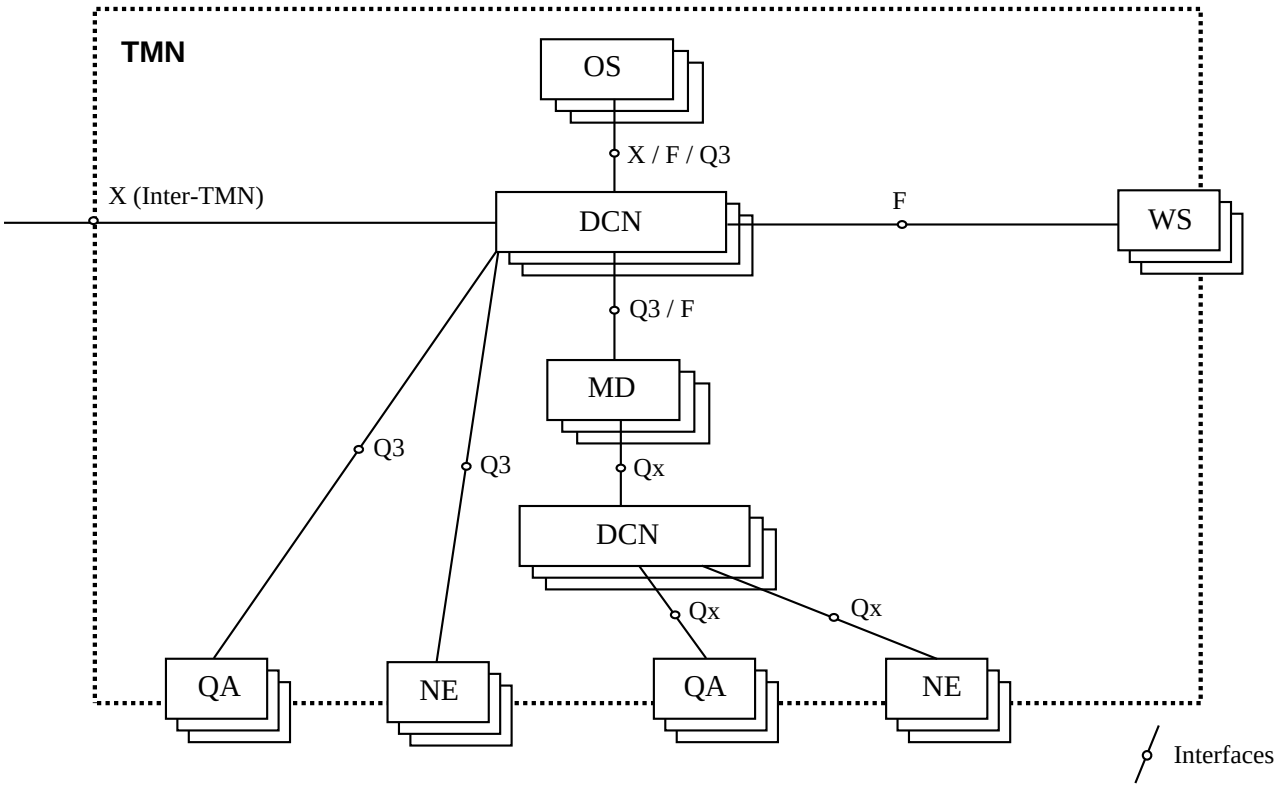
οι ακόλουθοι:

- **CREATE**: Τα μηνύματα αυτά αντιστοιχούν σε αιτήσεις για τη δημιουργία διαχειρίσιμων οντοτήτων.
- **DELETE**: Τα μηνύματα αυτά αντιστοιχούν σε αιτήσεις για τη διαγραφή διαχειρίσιμων οντοτήτων.
- **GET**: Τα μηνύματα αυτά αποτελούν αιτήσεις για πρόσβαση και ανάκτηση των τιμών που έχουν τα χαρακτηριστικά (attributes) των διαχειρίσιμων οντοτήτων.
- **SET**: Τα μηνύματα αυτού του τύπου αντιστοιχούν σε αιτήσεις για αλλαγή των τιμών που έχουν τα χαρακτηριστικά των διαχειρίσιμων οντοτήτων.
- **ACTION**: Τα μηνύματα αυτά πυροδοτούν την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών σε κάποιο σύνολο διαχειρίσιμων οντοτήτων.

Τέλος, τα μηνύματα του τύπου **EVENT-REPORT** αντιστοιχούν σε ειδοποιήσεις που εκπέμπονται από κάποια διαχειρίσιμη οντότητα στον αντιπρόσωπο που τη διαχειρίζεται.

Η υπηρεσία η οποία παρέχεται μέσω του CMIP καλείται CMIS (Common Management Information Service). Τα CMIS και CMIP είναι αλληλένδετα και συχνά δηλώνονται με τον κοινό όρο ‘‘CMIS/CMIP’’ το οποίο αναφέρεται στην υπηρεσία CMIS που παρέχεται ‘‘πάνω από’’ το πρωτόκολλο CMIP. Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι το CMIP αναφέρεται στην κωδικοποίηση και σειρά των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται κατά την επικοινωνία διαχειριστή/αντιπροσώπου ενώ το CMIS επικεντρώνεται στο περιεχόμενο, τη λειτουργία και τη σημασία τους.

Πάντως, πρέπει να προσθέσουμε ότι το CMIS/CMIP λειτουργεί σε επίπεδο εφαρμογής και αποτελεί μία κατά κανόνα αξιόπιστη υπηρεσία. Αυτό σημαίνει ότι στις περισσότερες περιπτώσεις, κάθε μήνυμα πρέπει να επιβεβαιώνεται από τον παραλήπτη, οπότε έτσι ενημερώνει για την επιτυχία ή αποτυχία της επικοινωνίας. Επειδή όμως η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι αρκετά χρονοβόρα, σε μερικές περιπτώσεις υπάρχει η ευελιξία της μη επιβεβαίωσης του μηνύματος. Για παράδειγμα, ο αντιπρόσωπος που στέλνει μία ειδοποίηση έχει τη δυνατότητα με τη χρήση κατάλληλων παραμέτρων, να μην απαιτήσει επιβεβαίωση από το διαχειριστή ότι πράγματι έλαβε την ειδοποίηση.



Σχήμα 2.3: Η γενική αρχιτεκτονική του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών της *ITU*.

2.2 Το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών

Το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών (Telecommunications Management Network -- TMN) έχει προταθεί από την *ITU* στη σειρά συστάσεων M.30 (ITU M.30 Recommendations). Σκοπός του είναι η διαχείριση[3] των δικτύων τηλεπικοινωνιών καθώς και των υπηρεσιών που αυτά προσφέρουν.

Η βασική ιδέα πίσω από το δίκτυο τηλεπικοινωνιών είναι η εισαγωγή μιας οργανωμένης αρχιτεκτονικής που θα παρέχει τη δυνατότητα διασύνδεσης διάφορων λειτουργικών συστημάτων και τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού με σκοπό την ανταλλαγή πληροφορίας διαχείρισης μέσω τυποποιημένων πρωτοκόλλων και μηνυμάτων. Γενικά,

[3]Στα πλαίσια του δικτύου διαχείρισης τηλεπικοινωνιών ο όρος ‘‘διαχείριση’’ αναφέρεται στις λειτουργίες οι οποίες επιτρέπουν την ανταλλαγή και επεξεργασία πληροφορίας με βασικό στόχο την υποστήριξη της σχεδίασης, εγκατάστασης, παρακολούθησης, συντήρησης, λειτουργίας και διοίκησης των δικτύων τηλεπικοινωνιών και των υπηρεσιών τους.

ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών αποτελείται από μεγάλο αριθμό συσκευών όπως μεταγωγείς, πολυπλέκτες, σταθμούς εργασίας και μεγάλα υπολογιστικά συστήματα, τα οποία αναφέρονται σαν ‘‘στοιχεία δικτύου’’ (network elements) που υπόκεινται σε διαχείριση. Το δίκτυο τηλεπικοινωνιών εννοιολογικά είναι ένα ξεχωριστό δίκτυο το οποίο διασυνδέεται με το διαχειριζόμενο δίκτυο σε πολλά σημεία του, προκειμένου να ανταλλάσεται μεταξύ τους πληροφορία για τους σκοπούς της διαχείρισης.

Η ικανότητα που έχει το δίκτυο τηλεπικοινωνιών να είναι λογικά ξεχωριστό από το φυσικό δίκτυο και τις υπηρεσίες που διαχειρίζεται, του δίνει τη δυνατότητα να υλοποιείται σαν ένα κατανεμημένο σύστημα το οποίο εκτελεί πράξεις διαχείρισης σε μεγάλο αριθμό από διάσπαρτα στοιχεία του διαχειριζόμενου δικτύου και να παρέχει υπηρεσίες μεταξύ πολύ απομακρυσμένων συστημάτων. Η πληροφορία διαχείρισης διατηρείται και ενημερώνεται σε ένα σύνολο από κατανεμημένες διεργασίες. Οι διεργασίες αυτές λειτουργούν σε ρόλο αντιπροσώπων διαχείρισης (management agents) και επικοινωνούν με διεργασίες που έχουν το ρόλο του διαχειριστή (manager) σύμφωνα με το μοντέλο διαχειριστή/αντιπροσώπου που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Στο σχήμα 2.3 φαίνεται η αρχιτεκτονική του δικτύου διαχείρισης.

Τα δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται το δίκτυο διαχείρισης τηλεπικοινωνιών είναι τα ακόλουθα:

- Το δίκτυο διασύνδεσης (Data Communications Network) αναφέρεται στο φυσικό δίκτυο το οποίο χρησιμοποιείται για την αποστολή πράξεων διαχείρισης και ειδοποιήσεων μεταξύ των υπολοίπων στοιχείων του σχήματος 2.3. Η επικοινωνία γίνεται όπως έχουμε ήδη προαναφέρει, χρησιμοποιώντας το μοντέλο διαχειριστή/αντιπροσώπου που περιγράψαμε παραπάνω.

- Τα συστήματα λειτουργιών (Operations Systems -- OS) επεξεργάζονται/παρέχουν (process) πληροφορίες σχετικά με την παρατήρηση, το συντονισμό και τον έλεγχο τόσο του διαχειριζόμενου δικτύου όσο και του ίδιου του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

- Τα στοιχεία δικτύου (Network Elements -- NE) αναφέρονται στον τεχνολογικό εξοπλισμό του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών, όπως μεταγωγείς, δρομολογητές, σταθμούς εργασίας κ.λπ. Κάθε NE περιέχει μια διεργασία μέσω της οποίας το ίδιο το NE παρατηρείται και ελέγχεται. Επιπλέον, τα NE περιλαμβάνουν το υλικό και το λογισμικό που είναι υπεύθυνο για τις διάφορες λειτουργίες που επιτελούν και τις υπηρεσίες που παρέχουν στο διαχειριζόμενο δίκτυο. Αυτές οι λειτουργίες όμως δεν είναι μέρος του δικτύου διαχείρισης, αλλά αντιπροσωπεύονται σε αυτό από τις διεργασίες διαχείρισης των NE. Ετσι λοιπόν, το NE έχει ένα κομμάτι που είναι μέρος του δικτύου τηλεπικοινωνιών και παρέχει

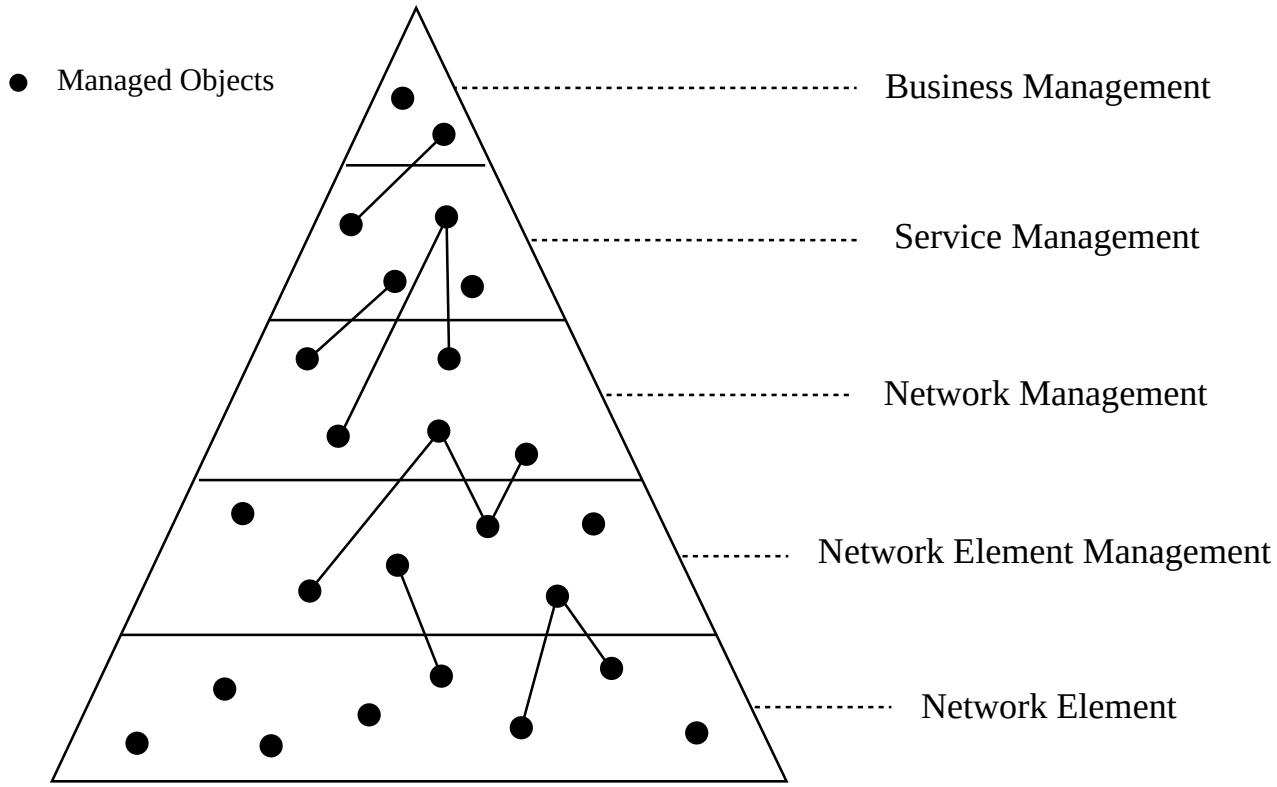
αυτήν την αντιπροσώπευση στο δίκτυο και ένα άλλο κομμάτι που παρέχει τις υπόλοιπες λειτουργίες και υπηρεσίες του. Τα παραπάνω υποδηλώνονται στο σχήμα 2.3 σχεδιάζοντας τα NE έτσι ώστε να τέμνονται από την οριακή γραμμή του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών.

- Τα Q adaptors (QA) αντιστοιχούν σε διεργασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών με εξωτερικές διεργασίες διαχείρισης. Ο κύριος ρόλος των QA είναι η μετάφραση της πληροφορίας και των πράξεων διαχείρισης μεταξύ των τυποποιημένων μοντέλων και πρωτοκόλλων του διαχειριζόμενου δικτύου και κάποιων διαφορετικών (το οποίο γίνεται μέσω διασύνδεσης στα τυποποιημένα Q_x και Q_3). Μερικές από τις λειτουργίες των QA δεν είναι μέρος του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών και γι'αυτό τα QA απεικονίζονται στο σχήμα 2.3 με τρόπο παρόμοιο με των NE (δηλ. ένα τμήμα τους βρίσκεται εκτός των ορίων του δικτύου).

- Οι ενδιάμεσες συσκευές (Mediation Devices -- MD) παρεμβάλονται μεταξύ των OS και των NE (ή των QA) του DCN. Χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που τα NE (ή τα QA) υποστηρίζουν τη διασύνδεση του τύπου Q_x και όχι την Q_3 η οποία απαιτείται από τα OS. Ο ρόλος των MD είναι να κάνουν τις αναγκαίες μετατροπές παρέχοντας μία διασύνδεση του τύπου Q_3 με τα OS· αυτή η διασύνδεση διαφέρει από την Q_x στο μοντέλο της πληροφορίας διαχείρισης που χρησιμοποιεί και/ή στις λειτουργίες διαχείρισης που υποστηρίζουν τα ASE που επικοινωνούν.

- Ο σταθμός εργασίας (Workstation -- WS) αναφέρεται σε ένα σύστημα το οποίο περιέχει μια διεργασία σε ρόλο διαχειριστή και παρέχει τη δυνατότητα μετατροπής πληροφορίας του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών σε μορφή κατάλληλη για επεξεργασία από τον τελικό χρήστη. Οι λειτουργίες που σχετίζονται με το περιβάλλον μετατροπής της πληροφορίας, το οποίο στην πραγματικότητα αποτελεί ένα σύστημα διεπιφάνειας του δικτύου με τον χρήστη (user interface), δεν αποτελούν μέρος του διαχειριζόμενου δικτύου, και γι'αυτό το λόγο κάποιο μέρος του WS στο σχήμα 2.3 σχεδιάστηκε έξω από τα όρια του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

Στο σχήμα 2.3 απεικονίζονται και οι διάφοροι τύποι διασυνδέσεων (interfaces) μεταξύ των συστημάτων/διεργασιών. Η διασύνδεση Q_3 ορίζεται μεταξύ των OS με διεργασίες του τύπου NE, ή QA, ή MD, ή OS. Η Q_x είναι μεταξύ των MD με διεργασίες του τύπου NE ή QA. Η διασύνδεση F χρησιμοποιείται από τα WS για επικοινωνία με OS ή MD και τέλος η διασύνδεση του τύπου X χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ OS που ανήκουν σε διαφορετικά δίκτυα διαχείρισης.



Σχήμα 2.4: Το γενικό ιεραρχικό μοντέλο διαχείρισης του ΔΔΤ.

2.2.1 Το ιεραρχικό μοντέλο διαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών

Η διαδικασία διαχείρισης χωρίζεται με ιεραρχικό τρόπο σε πέντε επίπεδα όπως φαίνεται στο σχήμα 2.4. Καθένα από τα επίπεδα αυτά περιέχει ένα αριθμό από διεργασίες διαχείρισης. Πιο συγκεκριμένα τα επίπεδα στα οποία χωρίζεται η διαδικασία διαχείρισης είναι τα ακόλουθα:

- Το επίπεδο των στοιχείων του δικτύου (network element layer) περιέχει τις διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες σχετίζονται με στοιχεία του δικτύου (όπως γραμμές σύνδεσης και μεταγωγείς) και περιέχονται στους αντιπροσώπους των διάφορων NE δικτύου παρέχοντας πληροφορία για τη διαχείριση κάθε NE. Σε αυτό το επίπεδο ενεργούν εκτός από τα NE και τα QA.

- Το επίπεδο διαχείρισης των στοιχείων του δικτύου (network element management layer) περιλαμβάνει διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες παρέχουν υπηρεσίες διαχείρισης σε μεμονωμένα συστήματα του δικτύου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από συγκεκριμένη επεξεργασία πληροφορίας του προηγουμένου επιπέδου. Σε αυτό το επίπεδο ενεργούν τα OS, τα MD και συχνά και τα QA.

- Το επίπεδο διαχείρισης δικτύου (network management layer) περιλαμβάνει τις διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες παρέχουν υπηρεσίες διαχείρισης σε ολόκληρες ομάδες πόρων (υποδίκτυα ή ολόκληρο το διαχειριζόμενο δίκτυο). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούν πληροφορία που προέρχεται απο την επεξεργασία της πληροφορίας που συγκεντρώνεται στο προηγούμενο επίπεδο. Σε αυτό το επίπεδο ενεργούν μόνο τα OS.

- Το επίπεδο διαχείρισης υπηρεσιών (service management layer) χρησιμοποιώντας την πληροφορία του προηγουμένου επιπέδου, εξάγει και διατηρεί την πληροφορία που απαιτείται για τη διαχείριση των διαφόρων υπηρεσιών που παρέχει το δίκτυο. Σε αυτό το επίπεδο ενεργούν μόνο τα OS.

- Τέλος, το επίπεδο διαχείρισης επιχειρήσεων (business management layer) περιλαμβάνει πληροφορία για την οργάνωση των πόρων και των παροχών μιας επιχείρησης που προσφέρει υπηρεσίες πάνω από ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Σε αυτό το επίπεδο ενεργούν μόνο τα OS.

2.2.2 Παρατηρήσεις

Οπως είδαμε λοιπόν από τα παραπάνω, η διαδικασία της διαχείρισης των δικτύων και των υπηρεσιών τους χωρίζεται σε έναν αριθμό από υπηρεσίες διαχείρισης οι οποίες υποστηρίζονται σε ιεραρχικά επίπεδα διαχείρισης. Σε καθένα από τα επίπεδα αυτά, ενεργούν ομάδες από διεργασίες οι οποίες συνεργάζονται για την παροχή κάποιας υπηρεσίας διαχείρισης, όπου κάθε μία διεργασία μπορεί να συμμετέχει σε περισσότερες από μία υπηρεσίες διαχείρισης.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το κυριότερο χαρακτηριστικό στην παραπάνω ιεραρχία είναι το ότι σε κάθε επίπεδο (εκτός από το χαμηλότερο) οι διαχειρίσιμες οντότητες περιέχουν κάποια αφαίρεση της πληροφορίας που περιέχεται στο αμέσως κατώτερο επίπεδο. Ο τρόπος με τον οποίο συντελείται η συγκέντρωση ή αφαίρεση αυτή εξαρτάται από την υπηρεσία διαχείρισης την οποία υποστηρίζουν οι διεργασίες που περιέχουν αυτές τις διαχειρίσιμες οντότητες. Επίσης, θα πρέπει να τονίσουμε ότι μια

διεργασία διαχείρισης του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών μπορεί να ενεργεί είτε μόνο σε ρόλο διαχειριστή, είτε μόνο σε ρόλο αντιπροσώπου, ή να έχει και τους δύο αυτούς ρόλους (όπως οι διεργασίες που είδαμε παραπάνω οι οποίες ταυτόχρονα κρατούν και ελέγχουν κάποια πληροφορία διαχείρισης η οποία προέρχεται από επεξεργασία της πληροφορίας ενός χαμηλότερου επιπέδου).

Οπως έχουμε ήδη αναφέρει το δίκτυο τηλεπικοινωνιών βρίσκεται σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον επεξεργασίας, οπότε όλες οι διεργασίες του είναι μετακινίσιμες. Αυτό σημαίνει ότι η τοποθέτησή τους δεν είναι μόνιμη, αλλά υπάρχει ευελιξία στη διαμόρφωση του δικτύου με τρόπο που οι διεργασίες να είναι (τοπολογικά) κοντά στα συστήματα που διαχειρίζονται. Επιπλέον, αν κάποιο σύστημα του δικτύου δεν είναι διαθέσιμο λόγω βλάβης, οι διεργασίες που εκτελούνταν σε αυτό μπορούν να μεταφερθούν σε κάποιο άλλο. Επίσης θα πρέπει να τονίσουμε ότι οι διεργασίες δεν είναι απαραίτητο να είναι ενεργοποιημένες στον ίδιο κόμβο του δικτύου στον οποίο βρίσκονται οι πόροι που διαχειρίζονται, αλλά μπορούν να λειτουργούν και από απομακρυσμένους σταθμούς εργασίας. Τα παραπάνω είναι αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών, επειδή προσφέρουν ανοχή σε βλάβες και μεγαλύτερη αξιοπιστία. Προσθέτουν βέβαια πολυπλοκότητα, οπότε δημιουργείται ανάγκη για προχωρημένα συστήματα διαχείρισης, όπως αυτά που μελετάμε στην παρούσα εργασία.

2.3 Η υπηρεσία καταλόγου (X.500)

Η **Υπηρεσία Καταλόγου** (Directory Service -- X.500) που έχει προταθεί από την *ITU* και τον *ISO* περιγράφει μια κατανεμημένη βάση δεδομένων (Directory) καθώς και μια αρχιτεκτονική και ένα σύνολο πρωτοκόλλων τα οποία παρέχουν τους μηχανισμούς για πρόσβαση στη βάση αυτή. Βασικός στόχος της υπηρεσίας είναι η παροχή ενός παγκόσμιου καταλόγου ο οποίος αποτελείται από μεγάλο αριθμό εγγραφών και περιέχει γενικές πληροφορίες για πολλών ειδών οντότητες (για παράδειγμα ανθρώπους, διεργασίες, συστήματα και υπηρεσίες του δικτύου). Η πληροφορία του καταλόγου είναι κατανεμημένη σε ένα αριθμό από ειδικές διεργασίες οι οποίες ονομάζονται DSAs (Directory Service Agents). Κάθε χρήστης του καταλόγου (ουσιαστικά κάθε διεργασία εφαρμογής που χρησιμοποιεί τον κατάλογο) αντιπροσωπεύεται από ένα DUA (Directory User Agent) ο οποίος παρέχει μηχανισμούς προσπέλασης, αναζήτησης, ενημέρωσης και τροποποίησης της πληροφορίας του καταλόγου μέσω του πρωτοκόλλου DAP (Directory Access Protocol), το οποίο χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ DUA και DSA. Αξίζει να σημειώσουμε ότι ο χρήστης καταλόγου σχετίζεται με έναν μόνο DSA στέλνοντας σε αυτόν αίτηση για κάποιο κομμάτι πληροφορίας. Αν αυτή η πληροφορία δεν βρίσκεται στο τμήμα καταλόγου που ο DSA διατηρεί, τότε ο DSA επικοινωνεί με κάποιον άλλο (ή άλλους) DSAs και προωθεί σε αυτούς την αίτηση.

Στην παρούσα εργασία η υπηρεσία αυτή θα χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση πληροφοριών σχετικών με διάφορα διασυνδεδεμένα συστήματα και με τις διεργασίες τους που παρέχουν υπηρεσίες στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών.

2.3.1 Το μοντέλο της πληροφορίας του X.500

Η πληροφορία που αποθηκεύεται στο X.500 αποτελείται από εγγραφές οι οποίες αντιπροσωπεύουν οντότητες και ονομάζονται *οντότητες καταλόγου* (directory objects). Το σύνολο των οντοτήτων καταλόγου απαρτίζει την Βάση Πληροφορίας του Καταλόγου (Directory Information Base -- DIB), η οποία είναι οργανωμένη ιεραρχικά σε μία δενδροειδή δομή.

Κάθε οντότητα καταλόγου χαρακτηρίζεται από τις κλάσεις (directory object class) στις οποίες ανήκει. Οι κλάσεις αυτές καθορίζουν ένα σύνολο από υποχρεωτικά και προαιρετικά χαρακτηριστικά (attributes) τα οποία μπορεί να έχει η οντότητα. Κάθε χαρακτηριστικό μπορεί να έχει περισσότερες από μία τιμές σχηματίζοντας με αυτόν τον τρόπο ζευγάρια χαρακτηριστικού-τιμής. (Για παράδειγμα, το χαρακτηριστικό της υλικής υποδομής -- *hardware* μπορεί να δηλώνει περισσότερες από μία πλατφόρμες οι οποίες υποστηρίζονται). Οπως έχουμε ήδη προαναφέρει, για κάθε οντότητα καταλόγου

ένα χαρακτηριστικό, το οποίο καλείται *χαρακτηριστικό ονομασίας* (naming attribute), χρησιμοποιείται μαζί με την τιμή του για τον σχηματισμό του ονόματος (*σχετικά διακεκριμένο όνομα* (relative distinguished name -- RDN) της οντότητας καταλόγου. Η συνένωση όλων των RDN των κόμβων στο μονοπάτι από τη ρίζα του δέντρου της DIB μέχρι τον κόμβο που αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη οντότητα καταλόγου αποτελεί το *διακεκριμένο όνομα* (distinguished name -- DN) της οντότητας.

Σύμφωνα με τις τυποποιήσεις του X.500 που έχουν προταθεί, όσον αφορά τη λογική οργάνωση της DIB, στα ψηλότερα επίπεδα εγγράφονται οντότητες που αντιπροσωπεύουν χώρες, γεωγραφικές περιοχές και οργανισμούς, ενώ στα χαμηλότερα επίπεδα βρίσκονται οντότητες που αντιπροσωπεύουν ανθρώπους, συστήματα και διεργασίες. Επίσης πρέπει να επισημάνουμε ότι λόγω των πολλών ειδών πληροφορίας που αποθηκεύονται στον κατάλογο, μερικές οντότητες έχουν κυρίως ομαδοποιητικό ρόλο, δηλαδή, περιλαμβάνουν εγγραφές που έχουν κοινά χαρακτηριστικά.

2.4 Η υπηρεσία μεταφοράς, προσπέλασης και διαχείρισης αρχείων (FTAM)

Η **Υπηρεσία Μεταφοράς, Προσπέλασης και Διαχείρισης Αρχείων** (File Transfer, Access and Management -- FTAM)[4] παρέχει τους μηχανισμούς για μεταφορά, προσπέλαση και διαχείριση αρχείων στο OSI [standard ISO 8571]. Βασικός σκοπός της υπηρεσίας δεν είναι μονάχα η απλή μεταφορά αρχείων, αλλά η παροχή ενός ολοκληρωμένου συνόλου δυνατοτήτων με απώτερο σκοπό τη μεταφορά δεδομένων. Αναλυτικότερα, η υπηρεσία FTAM παρέχει τα ακόλουθα:

- δυνατότητα μεταφοράς αρχείων μεταξύ χώρων αποοθήκευσης (filestore)
- δυνατότητα σε σταθμούς εργασίας που δεν έχουν αποθηκευτικό χώρο να έχουν πρόσβαση σε αρχεία που βρίσκονται σε διαφορετικούς σταθμούς εργασίας
- δυνατότητα εκτύπωσης
- δυνατότητα πρόσβασης σε απομακρυσμένη βάση δεδομένων

Ενα από τα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η υπηρεσία FTAM είναι η ετερογένεια που υπάρχει στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών και ειδικότερα η ύπαρξη διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων τα οποία δεν έχουν όμοιους μηχανισμούς

[4] όταν αναφερόμαστε στην υπηρεσία ‘‘Μεταφοράς, Προσπέλασης και Διαχείρισης Αρχείων’’ για συντομία θα χρησιμοποιούμε τον όρο υπηρεσία ‘‘FTAM’’ ή υπηρεσία ‘‘Μεταφοράς Αρχείων’’

πρόσβασης και διαχείρισης αρχείων. Με σκοπό την αντιμετώπιση του προβλήματος, η υπηρεσία μεταφοράς εισάγει το μοντέλο της **εικονικής αποθήκευσης αρχείων** (virtual filestore). Με άλλα λόγια, αντί να χρησιμοποιεί τους μηχανισμούς που παρέχει ένα συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα, το FTAM ορίζει ένα νοητό μοντέλο ενός συστήματος αρχείων το οποίο αντιστοιχίζεται στο εκάστοτε τοπικό σύστημα αρχείων. Η νοητή αποθήκευση αρχείων παρουσιάζει μια τυποποιημένη διασύνδεση στους πελάτες της και παρέχει ένα σύνολο τυποποιημένων λειτουργιών τις οποίες μπορούν να εκτελέσουν οι πελάτες. Οι μεταφορές που γίνονται από και προς την νοητή αποθήκη αρχείων, χρησιμοποιούν τυποποιημένα πρωτόκολλα.

Η νοητή αποθήκη αρχείων αποτελεί μια συλλογή από αρχεία και μπορεί να χαρακτηριστεί από τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Δομή αρχείου. Υπάρχουν τρία θεωρητικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται ευρέως και περιγράφουν τη δομή των αρχείων. Στο πρώτο μοντέλο, τα αρχεία δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη δομή, στο δεύτερο μοντέλο συναντάται το επίπεδο αρχείο όπου αποτελείται από μια διατεταγμένη ακολουθία εγγραφών, ενώ στο τρίτο μοντέλο περιλαμβάνεται το ιεραρχικό αρχείο, το οποίο έχει σχήμα δένδρου. Από τα παραπάνω μοντέλα, το τρίτο έχει ευρύτατη εφαρμογή και αποτελείται από κόμβους και εγγραφές δεδομένων. Μια εγγραφή δεδομένων καθορίζεται δίνοντας το μονοπάτι που οδηγεί από τη ρίζα του δένδρου στην εγγραφή.

- Χαρακτηριστικά αρχείου (*file attributes*). Κάθε αρχείο αναγνωρίζεται μοναδικά από το όνομά του. Επίσης χαρακτηρίζεται από το μέγεθος που έχει, τον ιδιοκτήτη του, την ημερομηνία τελευταίας τροποποίησης, την ταυτότητα του τελευταίου αναγνώστη και τροποποιητή κ.α.

- Λειτουργίες αρχείου (*activity attributes*). Οι λειτουργίες αναφέρονται στις πράξεις που μπορούν να εκτελέσουν οι πελάτες σε ένα συγκεκριμένο αρχείο. Σε αυτές περιλαμβάνονται η ανάγνωση του αρχείου, η δημιουργία αρχείου, η τροποποίηση, η διαγραφή και η αλλαγή των χαρακτηριστικών του.

Κεφάλαιο 3

Το σύστημα διαχείρισης που προτείνουμε και οι βασικές χρήσεις του

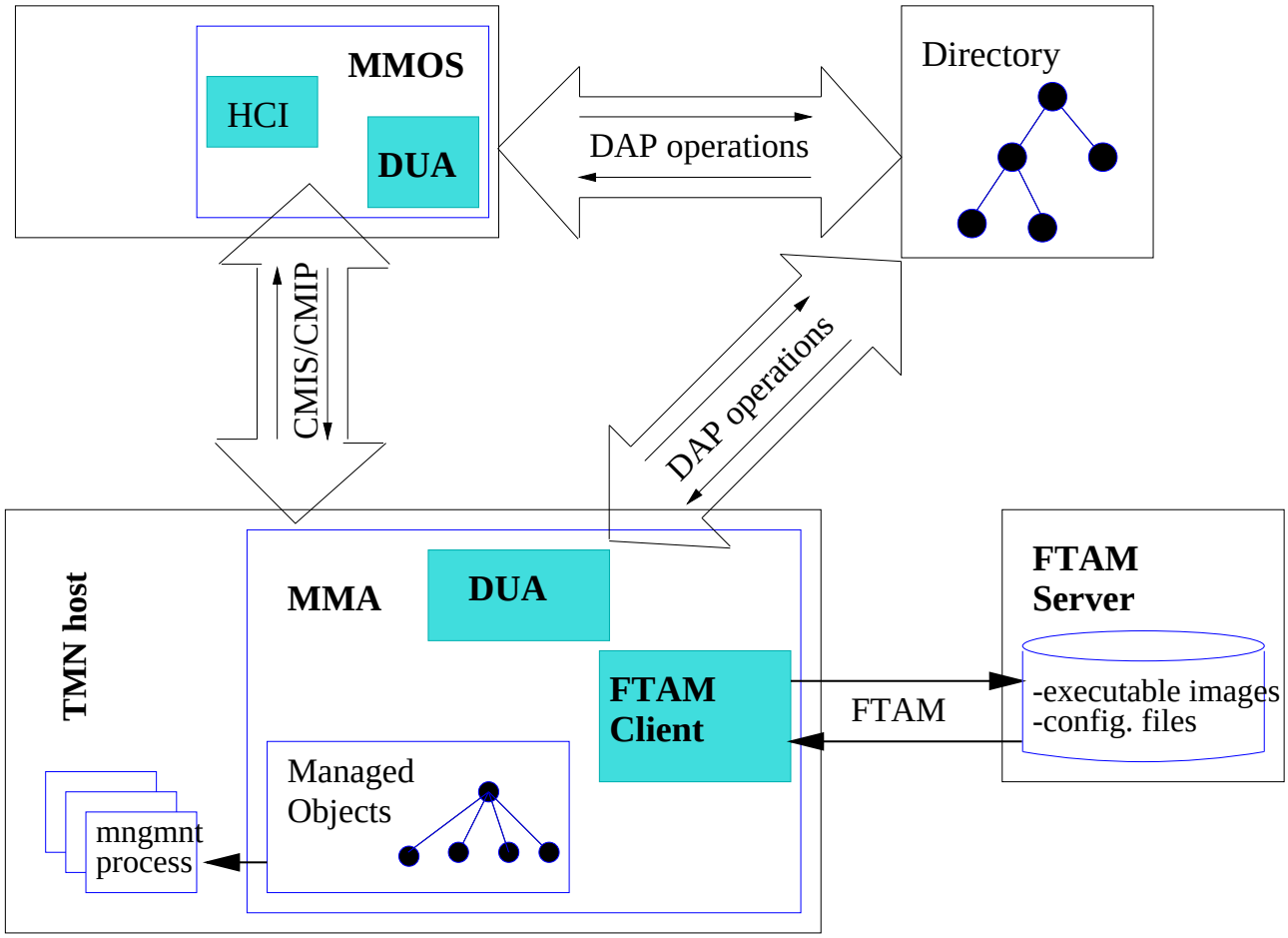
Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί το κύριο θέμα του πρώτου μέρους της εργασίας. Περιγράφει το μοντέλο που προτείνουμε για τη διαχείριση ενός δικτύου τηλεπικοινωνιών. Για τη διαχείριση του δικτύου χρησιμοποιούνται διεργασίες διαχείρισης οι οποίες στηρίζονται στο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας. Για τη διαχείριση των διεργασιών του δικτύου χρησιμοποιήθηκε η κατανεμημένη βάση δεδομένων της υπηρεσίας καταλόγου (X.500), η δομή της οποίας περιγράφηκε προηγουμένως με σκοπό την αποθήκευση και διάθεση πληροφορίας σχετικά με τις διεργασίες διαχείρισης. Ο λόγος επιλογής της υπηρεσίας του X.500 είναι ότι παρέχει ένα καλά ορισμένο μοντέλο πληροφορίας και ένα πλήρες σύνολο πρωτοκόλλων καθώς και ένα τυποποιημένο τρόπο αποθήκευσης και απόκτησης πληροφορίας. Επίσης, για τη μεταφορά και απόκτηση αρχείων διαχείρισης, χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία FTAM του OSI όπως περιγράφηκε προηγουμένως. Το όφελος αυτής της επιλογής είναι ότι προσφέρει ένα εύχρηστο τρόπο απόκτησης και κατανομής αρχείων και έχει ευρύτατη εφαρμογή σε όλα τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών.

3.1 Το νέο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου

Βασικός σκοπός μας στο πρώτο μέρος της εργασίας όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι η δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης (μετα-διαχείρισης) ενός δικτύου τηλεπικοινωνιών. Ενώ ένα Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών (TMN) είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση ενός φυσικού δικτύου, ένα μετα-διαχειρίζον σύστημα ασχολείται με τη διαχείριση του ίδιου του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών, το οποίο αναλαμβάνει τη διαχείριση τόσο των διεργασιών του δικτύου, όσο και των συστημάτων και του λογισμικού που το αποτελούν. Βασικός σκοπός του συστήματος είναι η αυτόματη ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των διεργασιών διαχείρισης, η παροχή μηχανισμών ανάκτησης (recovery) κατά την εμφάνιση σφαλμάτων καθώς και η αυτόματη απόκτηση και κατανομή αρχείων διαχείρισης. Ολα τα παραπάνω συντελούν στη διαμόρφωση ενός αξιόπιστου συστήματος διαχείρισης.

Στο σχήμα 3.1 απεικονίζεται το νέο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου. Το μοντέλο αυτό στηρίζεται στο μοντέλο που προτάθηκε από τον ISO το οποίο περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και επεκτάθηκε με την προσθήκη της υπηρεσίας καταλόγου και της υπηρεσίας μεταφοράς, προσπέλασης και διαχείρισης αρχείων.

Δομικά στοιχεία του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών αποτελούν οι κόμβοι του δικτύου (TMN hosts) οι οποίοι αντιπροσωπεύουν είτε ανεξάρτητους σταθμούς εργασίας είτε ειδικευμένους υπολογιστές διαχείρισης, οι οποίοι παρέχουν ένα λειτουργικό σύστημα πολλαπλών καθηκόντων που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο OSI για να επικοινωνήσει με άλλους κόμβους του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Κάθε κόμβος του δικτύου εμπλουτίζεται με ένα αντιπρόσωπο μετα-διαχείρισης (**MetaManagement Agent** -- **MMA**). Κάθε αντιπρόσωπος επικοινωνεί με το σύστημα που εκτελεί τη λειτουργία της μετα-διαχείρισης (**MetaManagement Operations System** -- **MMOS**). Ο MMA αποτελεί μια διεργασία που έχει το ρόλο αντιπροσώπου και περιέχει μια βάση δεδομένων (MIB), η οποία περιέχει διαχειρίσιμες οντότητες που αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Εκτός από τη βάση δεδομένων που περιέχει, ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης περιλαμβάνει και έναν DUA που τον χρησιμοποιεί για να επικοινωνήσει με τους διάφορους DSA της υπηρεσίας καταλόγου, με σκοπό την απόκτηση και ενημέρωση της πληροφορίας που βρίσκεται στον κατάλογο. Επίσης, περιέχει και έναν FTAM client τον οποίο χρησιμοποιεί για να συνδεθεί με τον εξυπηρετητή της υπηρεσίας μεταφοράς, προσπέλασης και διαχείρισης αρχείων (FTAM server), με σκοπό να μεταφέρει τοπικά τα απαραίτητα αρχεία διαχείρισης για την ενεργοποίηση των διεργασιών. Ο αντιπρόσωπος μεταδιαχείρισης επικοινωνεί με τον διαχειριστή μέσω του πρωτοκόλλου CMIS/CMIP από τον οποίο δέχεται εντολές



Σχήμα 3.1: Το νέο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου

διαχείρισης.

Ο MMOS αποτελεί μια διεργασία που έχει το ρόλο διαχειριστή και παρέχει τους μηχανισμούς για την εκτέλεση πράξεων διαχείρισης στις διαχειριζόμενες οντότητες των αντιπροσώπων που βρίσκονται στους κόμβους του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Ο διαχειριστής είναι εφοδιασμένος με μια διεπαφή (interface) μέσω της οποίας αποστέλονται οι πράξεις διαχείρισης και εμφανίζονται πληροφορίες που αφορούν το σύστημα διαχείρισης. Επίσης ο διαχειριστής περιέχει και έναν DUA που τον χρησιμοποιεί για να επικοινωνήσει με την υπηρεσία καταλόγου προκειμένου να ανακτήσει και να ανανεώσει την πληροφορία που είναι αποθηκευμένη εκεί.

3.2 Το μοντέλο λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης

Στο σχήμα 3.1 απεικονίζεται το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/ αντιπροσώπου, όπως επεκτάθηκε με σκοπό τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου και αξιόπιστου συστήματος διαχείρισης. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία λειτουργίας του συστήματος η οποία έχει δημοσιευτεί στο [SKGS95]:

1. **Ενημέρωση καταλόγου από τον αντιπρόσωπο μεταδιαχείρισης**

   Κάθε αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης κατά την έναρξη της λειτουργίας του εγγράφει στην υπηρεσία καταλόγου (X.500) πληροφορία που τον αφορά. Κάθε εγγραφή αντιστοιχεί σε ξεχωριστή οντότητα στον κατάλογο. Στην πληροφορία που αποθηκεύεται περιλαμβάνεται το όνομα του κόμβου του δικτύου στον οποίο βρίσκεται ο αντιπρόσωπος. (Στην επόμενη ενότητα θα γίνει αναλυτικότερη περιγραφή για το ποια ακριβώς πληροφορία εγγράφεται στην υπηρεσία καταλόγου). Η ενημέρωση αυτή αποτελεί βασική λειτουργία του συστήματος, δεδομένου ότι αποτελεί το μόνο τρόπο εύρεσης των κόμβων που αποτελούν το διαχειριζόμενο δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Ο αντιπρόσωπος, αφού ενημερώσει τον κατάλογο για την έναρξη της λειτουργίας του περιμένει να λάβει εντολές διαχείρισης, τις οποίες θα εκτελέσει στις διαχειρίσιμες οντότητές του.

2. **Αναζήτηση των διαθέσιμων διεργασιών διαχείρισης και των κόμβων του δικτύου από το διαχειριστή**

   Η διεργασία που αντιπροσωπεύει το σύστημα μετα-διαχείρισης του δικτύου τηλεπικοινωνιών κατά την έναρξη της λειτουργίας του επικοινωνεί με την υπηρεσία καταλόγου. Από εκεί ‘‘μαθαίνει’’ όλες τις διαθέσιμες διεργασίες διαχείρισης που μπορούν να ενεργοποιηθούν, καθώς και τους κόμβους από τους οποίους αποτελείται το διαχειριζόμενο δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Η πληροφορία που αφορά τις διεργασίες διαχείρισης παρέχεται στην υπηρεσία καταλόγου από κάποιον άνθρωπο-διαχειριστή πριν την έναρξη της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης (off-line). Αντίθετα, πληροφορία για τους κόμβους που αποτελούν το δίκτυο τηλεπικοινωνιών παρέχεται από τους αντιπροσώπους μετα-διαχείρισης σύμφωνα με το προηγούμενο βήμα. Για να βρει ο διαχειριστής τα ονόματα των κόμβων του δικτύου χρησιμοποιεί μηχανισμούς αναζήτησης παρέχοντας ανάλογο φίλτρο μέσω του οποίου θα γίνει η αναζήτηση. Τις πληροφορίες που αποκτά ο διαχειριστής από την υπηρεσία καταλόγου, εμφανίζει στη διεπαφή που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

3. **Εύρεση των ‘‘κατάλληλων’’ διαχειρίσιμων οντότητων**

Ενας διαχειριστής δεν γνωρίζει εκ των προτέρων ποιές ακριβώς είναι οι οντότητες που θέλει να διαχειριστεί. Τις περισσότερες φορές γνωρίζει μονο το όνομα του πόρου που θέλει να διαχειριστεί καθώς και την υπηρεσία διαχείρισης που θέλει να εκτελέσει. Ετσι θεωρείται αναγκαίος ο προσδιορισμός των κατάλληλων διαχειρίσιμων οντοτήτων στις οποίες αναφέρεται η λειτουργία διαχείρισης που θέλει να εκτελέσει. Η διαδικασία προσδιορισμού αναπτύσσεται σε επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου. Εχοντας λοιπόν προσδιορίσει τις διαχειρίσιμες οντότητες που θέλει να διαχειριστεί, ουσιαστικά έχει επιλέξει κάποιες διεργασίες διαχείρισης για ενεργοποίηση στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Οι διεργασίες αυτές ενεργοποιούνται μέσω της αποστολής συγκεκριμένη πράξης διαχείρισης στον αντιπρόσωπο μετα-διαχείρισης που βρίσκεται σε κάποιον κόμβο του δικτύου που έχει από πριν προσδιορίσει.

4. **Εναρξη λειτουργίας διεργασιών διαχείρισης**

Ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης λαμβάνει από τον διαχειριστή εντολή έναρξης λειτουργίας κάποιας διεργασίας. Στην εντολή αυτή περιλαμβάνεται το όνομα της διεργασίας διαχείρισης καθώς και το όνομα του λογισμικού πακέτου που απαιτείται για την αρχικοποίησή της. Επειτα ο αντιπρόσωπος επικοινωνεί με την υπηρεσία καταλόγου και παίρνει πληροφορίες που αφορούν τη συγκεκριμένη διεργασία (για παράδειγμα οι πληροφορίες αυτές μπορεί να αφορούν τις απαιτήσεις που έχει η διεργασία σχετικά με το λειτουργικό σύστημα και την τεχνολογική υποδομή). Ταυτόχρονα ελέγχει αν το λογισμικό πακέτο που απαιτείται για την έναρξη της λειτουργίας της βρίσκεται τοπικά διαθέσιμο. Αν είναι διαθέσιμο, τότε δημιουργεί μια διαχειρίσιμη οντότητα η οποία αντιπροσωπεύει τη ζητούμενη διεργασία διαχείρισης και κατόπιν την ενεργοποιεί. Η διεργασία κατά την έναρξη της λειτουργίας της ενημερώνει την υπηρεσία καταλόγου και στέλνει μήνυμα στον αντιπρόσωπο μετα-διαχείρισης για να δηλώσει την ενεργοποίησή της. Ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης, αφού λάβει το μήνυμα, προσθέτει στην υπηρεσία καταλόγου και άλλες πληροφορίες που αφορούν τη διεργασία, όπως το όνομα του αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης που την ενεργοποιεί.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε ότι η ενεργοποίηση της λειτουργίας κατάλληλης διεργασίας διαχείρισης γίνεται ανάλογα με την υπηρεσία διαχείρισης που θέλει να εκτελέσει ο άνθρωπος-διαχειριστής και ανάλογα με τους πόρους που θέλει να διαχειριστεί. Οπότε, η ενεργοποίηση διεργασιών μπορεί να γίνει οποιαδήποτε χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης.

5. **Μεταφορά λογισμικού πακέτου**

   Στο προηγούμενο βήμα θεωρήσαμε ότι το απαραίτητο λογισμικό πακέτο για την έναρξη της λειτουργίας της διεργασίας είναι τοπικά διαθέσιμο. Στην περίπτωση όμως που αυτό δεν συμβαίνει, ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης είναι υπεύθυνος να το προσκομίσει. Το όνομα του λογισμικού πακέτου βρίσκεται αποθηκευμένο σε χωριστή οντότητα καταλόγου. Χρησιμοποιώντας τον *FTAM client* επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή της υπηρεσίας μεταφοράς, πρόσβασης και διαχείρισης αρχείων και μεταφέρει τα απαραίτητα αρχεία τοπικά. Σε επόμενη παράγραφο περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία μεταφοράς αρχείων. Επειτα ο αντιπρόσωπος συνεχίζει κανονικά τη διαδικασία σύμφωνα με το προηγούμενο βήμα.

6. **Τερματισμός λειτουργίας διεργασιών διαχείρισης**

   Σε ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα διακοπής της παροχής κάποιας υπηρεσίας διαχείρισης αλλά και τη δυνατότητα επαναδιαμόρφωσης του ίδιου του δικτύου, όπως θα δούμε αναλυτικά σε επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχειριστής μπορεί να αποστείλει πράξεις τερματισμού λειτουργίας κάποιων διεργασιών διαχείρισης. Απαραίτητη προυπόθεση αποτελεί το να γνωρίζει τόσο τις ενεργοποιημένες διεργασίες όσο και τους κόμβους του δικτύου στο οποίους βρίσκονται. Επιλέγοντας μια συγκεκριμένη διεργασία, ο διαχειριστής στέλνει εντολή τερματισμού στον αντιπρόσωπο μετα-διαχείρισης εκείνου του κόμβου του δικτύου παρέχοντας το όνομα της διεργασίας. Η διεργασία κατά την απενεργοποίησή της ενημερώνει την υπηρεσία καταλόγου για τη διακοπή της λειτουργίας της.

3.3 Πληροφορία για πόρους και διεργασίες στην υπηρεσία καταλόγου

Η υπηρεσία καταλόγου (X.500) χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφορίας σχετικά με τους πόρους του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών μέσω της εγγραφής οντοτήτων καταλόγου οι οποίοι αντιστοιχούν στους πόρους αυτούς. Χρησιμοποιούμε τον όρο ‘‘πόροι δικτύου’’ για να αναφερθούμε είτε σε στοιχεία δικτύου (π.χ. μεταγωγείς) είτε σε ομάδες αυτών (π.χ. δίκτυα). Στην παρούσα εργασία δεν ασχοληθήκαμε με το θέμα της περιγραφής της τοπολογίας του δικτύου αλλά με την χρησιμοποίηση της πληροφορίας που αποθηκεύεται στον κατάλογο για την ενεργοποίηση διεργασιών διαχείρισης που αντιπροσωπεύουν αυτούς τους πόρους. Η αντιστοίχιση μεταξύ διεργασιών και διαχειριζόμενων πόρων αποφασίζεται κατά τη

σχεδίαση του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Η αντιστοιχία αυτή είναι δυνατόν να αλλάξει μόνο κατόπιν επανασχεδίασης του δικτύου. Για αναλυτικότερες πληροφορίες τόσο για τους πόρους όσο και για τις διεργασίες του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών ο αναγνώστης παραπέμπεται στο [Sta95]. Για κάθε πόρο του δικτύου κρατείται η ακόλουθη πληροφορία στην αντίστοιχη οντότητα καταλόγου:

- το όνομα (DN) της διεργασίας που είναι υπεύθυνη για την παροχή συγκεκριμένης υπηρεσίας διαχείρισης σε αυτόν τον πόρο
- το όνομα της υπηρεσίας διαχείρισης
- όλα τα ζευγάρια διεργασίας/υπηρεσίας διαχείρισης που σχετίζονται με κάποιο συγκεκριμένο πόρο

Κάθε διεργασία διαχείρισης αντιπροσωπεύεται από μια οντότητα καταλόγου η οποία περιέχει πληροφορία για τη διεργασία. Η πληροφορία αυτή περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- την υπηρεσία διαχείρισης που παρέχει η διεργασία στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών
- το δομικό στοιχείο του δικτύου που αποτελεί η διεργασία (πχ. OS)
- τη βάση δεδομένων (MIB) που υποστηρίζει αν η διεργασία έχει το ρόλο αντιπροσώπου διαχείρισης
- τη διεύθυνση (presentation address -- PSAP) στην οποία ‘‘ακούει’’ για εντολές πράξεων διαχείρισης
- το λογισμικό πακέτο που απαιτείται για την έναρξη της λειτουργίας
- τη λίστα των διαχειρίσιμων οντοτήτων οι οποίες είναι διαθέσιμες μέσω της διεργασίας
- το ρόλο (διαχειριστή ή αντιπροσώπου) στον οποίο ενεργεί

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να προσδιορίσουμε επιπλέον και τις πληροφορίες οι οποίες κρατούνται σε χωριστές οντότητες καταλόγου που αφορούν τις διεργασίες διαχείρισης και παρέχονται από τον άνθρωπο-διαχειριστή. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- το όνομα (DN) της διεργασίας διαχείρισης για την οποία αναφέρονται οι πληροφορίες

- το διάνυσμα εκτέλεσης που χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της διεργασίας διαχείρισης
- το όνομα των αρχείων διαμόρφωσης που απαιτούνται για την έναρξη της λειτουργίας της
- τον αριθμό έκδοσης των αρχείων διαμόρφωσης
- το εκτελέσιμο αρχείο για την έναρξη της διεργασίας διαχείρισης
- το λειτουργικό σύστημα που απαιτείται για την ενεργοποίησή της
- την υλική υποδομή που χρειάζεται για τη λειτουργία της

3.3.1 Αντιστοίχιση διαχειρίσιμων οντοτήτων σε πόρους

Σε ένα Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών, η σχέση μεταξύ των διεργασιών του διαχειριζόμενου δικτύου και των πόρων που αυτές αντιπροσωπεύουν είναι πολλαπλή. Αυτό σημαίνει ότι όχι μόνο ένας πόρος μπορεί να αντιπροσωπεύεται από πολλές διεργασίες, αλλά και ότι μια διεργασία μπορεί να αντιπροσωπεύει πολλούς πόρους.

Η παρούσα υπο-ενότητα παρουσιάζει ένα αλγόριθμο αντιστοίχισης μεταξύ διεργασιών του δικτύου και των πόρων που αυτές αντιπροσωπεύουν, ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί για την ενεργοποίηση των διεργασιών και την εκτέλεση λειτουργιών διαχείρισης. Ο αλγόριθμος αυτός έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια της εργασίας [Sta95]. Το πρόβλημα που τίθεται εκεί είναι το ακόλουθο. Εστω ότι ο διαχειριστής (είτε η διεργασία διαχείρισης είτε κάποιος άνθρωπος που χρησιμοποιεί κάποιο σταθμό εργασίας) αρχικά γνωρίζει:

- το όνομα (DN) του πόρου που θέλει να διαχειριστεί
- την υπηρεσία διαχείρισης την οποία παρέχει καθώς και τη συγκεκριμένη λειτουργία διαχείρισης (μέρος της υπηρεσίας διαχείρισης) που θέλει να εκτελέσει
- κάποια περιγραφή των διαχειρίσιμων οντοτήτων στις οποίες θα εκτελεστεί η λειτουργία διαχείρισης (η περιγραφή αυτή προσδιορίζει την κλάση στην οποία ανήκουν οι διαχειρίσιμες οντότητες)

Τότε, ο διαχειριστής μπορεί να προσδιορίσει τις διαχειρίσιμες οντότητες στις οποίες αναφέρεται η λειτουργία διαχείρισης που θέλει να εκτελέσει. Αυτό γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο:

1. Χρησιμοποιώντας την οντότητα καταλόγου που αντιπροσωπεύει το συγκεκριμένο πόρο, βρίσκει το όνομα (DN) της διεργασίας που παρέχει την υπηρεσία διαχείρισης που αναζητά.

2. Επειτα, προσπελαύνει την πληροφορία που περιέχεται στην οντότητα καταλόγου που αντιπροσωπεύει τη διεργασία που βρήκε, οπότε βρίσκει τη βάση δεδομένων (MIB) που υποστηρίζει η διεργασία αυτή και κατ' επέκταση και τα ονόματα των διαχειρίσιμων οντοτήτων που αναζητά και βρίσκονται μέσα στην MIB.

Παρατηρήσεις

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το κυριότερο χαρακτηριστικό των διεργασιών του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών είναι το ότι είναι μετακινήσιμες και μπορούν να τοποθετηθούν και να λειτουργήσουν σε μεγάλο αριθμό από συστήματα. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον θεωρείται αναγκαίος ο μηχανισμός διαφάνειας ως προς την τοποθεσία που περιγράφεται στην εργασία [Sta95], ο οποίος παρέχει τρόπο εύρεσης της τρέχουσας διεύθυνσης μιας διεργασίας ανέξαρτητα από το γεγονός ότι η διεύθυνση αυτή μπορεί να αλλάξει. Και λόγω του ότι οι διεργασίες δεν μετακινούνται συχνά μέσα στο δίκτυο, θεωρούμε ότι μπορούμε να αποθηκεύσουμε τις διευθύνσεις τους σαν πληροφορία του X.500 η οποία ανακτάται και ενημερώνεται.

3.4 Το μοντέλο λειτουργίας της υπηρεσίας FTAM

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθείται στην εργασία για τη μεταφορά αρχείων μέσω της χρήσης της υπηρεσίας FTAM. Η διεργασία που ενδιαφέρεται για την απόκτηση αρχείων από κάποιον απομακρυσμένο σταθμό εργασίας, ακολουθεί τα επόμενα βήματα:

1. διαδικασία εγκατάστασης σύνδεσης στον απομακρυσμένο κόμβο εργασίας. Κατά τη διάρκεια της σύνδεσης γίνεται διαπραγμάτευση παραμέτρων μεταξύ των δύο σταθμών εργασίας προκειμένου να καθοριστεί ένα συγκεκριμένο σύνολο λειτουργιών της υπηρεσίας μεταφοράς αρχείων. Στην διαπραγμάτευση περιλαμβάνονται οι διαθέσιμες υπηρεσίες (μεταφοράς, προσπέλασης, διαχείρισης), καθώς και οι δυνατότητες που παρέχονται στα αρχεία της υπηρεσίας. Επίσης γίνεται έλεγχος της διεργασίας του πελάτη όταν επιχειρεί πρόσβαση στον απομακρυσμένο σταθμό εργασίας, μέσω της χρήσης κωδικής λέξης (password).

2. επιλογή ενός συγκεκριμένου αρχείου που ανήκει στον απομακρυσμένο σταθμό εργασίας και άνοιγμα του αρχείου με σκοπό τη μεταφορά του τοπικά

3. μεταφορά του αρχείου και αποθήκευσή του σε νέο αρχείο που ανήκει σε κάποιον τοπικό κατάλογο

4. κλείσιμο του απομακρυσμένου αρχείου και αποσύνδεση της διεργασίας από τον απομακρυσμένο σταθμό εργασίας

Παρατηρήσεις

Συχνά επιχειρείται σύγκριση μεταξύ των υπηρεσιών που παρέχουν το FTAM και το πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων στο Internet, FTP (File Transfer Protocol). Ο βασικός σκοπός και των δύο πρωτοκόλλων είναι κοινός, αλλά όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, το FTAM δεν παρέχει μόνο μηχανισμούς μεταφοράς αρχείων, αλλά προσφέρει ένα σύνολο περισσότερων πιο πολύπλοκων δυνατοτήτων. Αυτό βέβαια έχει σαν αποτέλεσμα την προσθήκη επιπλέον καθυστέρησης. Θα μπορούσε να ειπωθεί πάντως ότι το FTAM επιχειρεί να συνδιάσει και να παρέχει τις δυνατότητες δύο πρωτοκόλλων του Internet, του FTP και του NFS (Network File System).

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, βασικός σκοπός ήταν η μεταφορά αρχείων από απομακρυσμένους σταθμούς εργασίας. Οπότε θεωρήσαμε ότι ήταν προτιμότερη η χρήση του πρωτοκόλλου FTAM -- έναντι του FTP -- παρόλη την καθυστέρηση που προσθέτει, λόγω των περισσότερων δυνατοτήτων με τις οποίες είναι εφοδιασμένο.

3.5 Διαχείριση σφαλμάτων

Ενα σύστημα διαχείρισης ενός Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών καλείται να παρέχει αξιόπιστες υπηρεσίες. Ενας από τους κυριότερους ρόλους του είναι η αντιμετώπιση σφαλμάτων που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια τη λειτουργίας του. Ο όρος διαχείριση σφαλμάτων σε ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών αναφέρεται σε βλάβες που αφορούν όχι μόνο τις διεργασίες διαχείρισης αλλά και το ίδιο το δίκτυο τηλεπικοινωνιών (τόσο στους κόμβους όσο και στις συνδέσεις του) και περιλαμβάνει τον εντοπισμό των σφαλμάτων καθώς και την αντιμετώπισή τους. Τα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ένα σύστημα διαχείρισης είναι τα ακόλουθα:

1. **Αντιμετώπιση σφαλμάτων που αφορούν τους αντιπροσώπους μετα-διαχείρισης**

   Τα σφάλματα που αφορούν τους αντιπροσώπους μετα-διαχείρισης εστιάζονται κυρίως στο μη σωστό τερματισμό της λειτουργίας τους. Οι αντιπρόσωποι θεωρούνται αξιόπιστες διεργασίες, οπότε είναι υπεύθυνοι να αντιμετωπίζουν τις δικές τους βλάβες. (Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι η διεργασία που έχει το ρόλο του διαχειριστή μεταδιαχείρισης θεωρείται η πλέον αξιόπιστη και ότι

οποιαδήποτε σφάλματα συμβαίνουν κατά την εκτέλεση της λειτουργίας της ουσιαστικά ισοδυναμούν με λαθεμένη λειτουργία του συστήματος διαχείρισης.)

Για την αντιμετώπιση σφαλμάτων, ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης βρίσκεται σε διαρκή επικοινωνία με μια ''απλή''[1] (lightweight) διεργασία, η οποία βρίσκεται στον ίδιο κόμβο του διαχειριζόμενου δικτύου τηλεπικοινωνιών. Η επικοινωνία τους στηρίζεται στην τακτική ανταλλαγή *''I am alive''* μηνυμάτων. Η δεύτερη διεργασία είναι υπεύθυνη για τον εντοπισμό πιθανού μη σωστού τερματισμού της διεργασίας του αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης, (αυτό πετυχαίνεται μέσω συνεχή ελέγχου της κατάστασής της), οπότε αναλαμβάνει την επαναενεργοποίησή της. Απαραίτητη προυπόθεση θεωρείται η ύπαρξη ενός ''log'' αρχείου στο οποίο περιγράφεται η πιο πρόσφατη κατάσταση της λειτουργίας της διεργασίας του αντιπροσώπου. Επομένως κατά την επαναενεργοποίησή της αναγιγνώσκει το αντίστοιχο αρχείο με σκοπό να επανέλθει στην κατάσταση που ήταν πριν τον τερματισμό της λειτουργίας της. Εδώ πρέπει να επισημάνουμε ότι αν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης ο αντιπρόσωπος ανακαλύψει την απενεργοποίηση της ''απλής'' διεργασίας, αναλαμβάνει πάλι την ενεργοποίησή της. Για παράδειγμα, αν κάποιος εξωτερικός παράγοντας προκαλέσει τον τερματισμό της διεργασίας του αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης, η ''απλή'' διεργασία προσπαθώντας να επικοινωνήσει μαζί της αντιλαμβάνεται τον τερματισμό της λειτουργίας της, οπότε την επαναενεργοπεί.

Εκτός από την παραπάνω διεργασία που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό πιθανής απενεργοποίησης του αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης, υπάρχει και δεύτερος τρόπος ανακάλυψης του τερματισμού της λειτουργίας του. Αυτό πετυχαίνεται μέσω του διαχειριστή του συστήματος όταν ζητά πληροφορίες από τον αντιπρόσωπο σχετικά με το φόρτο εργασίας του *(load status).* Αν δεν λάβει απάντηση μέσα σε καθορισμένο χρονικό διάστημα τότε θεωρεί ότι συμβαίνει ένα από τα ακόλουθα:

- είτε ο κόμβος στον οποίο βρίσκεται η διεργασία έχει τεθεί εκτός λειτουργίας
- είτε υπάρχει πρόβλημα στη συνδεσμολογία μεταξύ των κόμβων του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

Στη δεύτερη περίπτωση θεωρούμε ότι ο διαχειριστής είναι εφοδιασμένος με κατάλληλες λειτουργίες οι οποίες μπορούν να διαχωρίσουν μεταξύ των δύο παραπάνω σφαλμάτων (σε πρώτη προσέγγιση θεωρούμε ότι πρόβλημα στη συνδεσμολογία μεταξύ κόμβων, διαπιστώνεται μέσω της χρήσης διαφορετικών μονοπατιών σύνδεσης).

[1] με τον όρο ''απλή'' αναφερόμαστε σε μια διεργασία που δεν εκτελεί πολύπλοκη επεξεργασία

Αν ο διαχειριστής διαπιστώσει ότι κάποιος κόμβος έχει τεθεί εκτός λειτουργίας, χρειάζεται να προχωρήσει σε επαναδιαμόρφωση του συστήματος διαχείρισης, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου.

2. **Αντιμετώπιση σφαλμάτων που αφορούν τις διαχειριζόμενες οντότητες**

   Η διαχείριση σφαλμάτων ασχολείται και με την αντιμετώπιση προβλημάτων που αφορούν τις διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες αντιπροσωπεύουν διεργασίες διαχείρισης. Τα προβλήματα αυτά των οντοτήτων αναφέρονται στον μη κανονικό τερματισμό της λειτουργίας των διεργασιών. Οι αντιπρόσωποι μετα-διαχείρισης είναι υπεύθυνοι για την ανακάλυψη αυτών των σφαλμάτων μέσω της χρήσης των υπηρεσιών που παρέχουν οι ίδιες οι διαχειριζόμενες οντότητες. (Για παράδειγμα, αν ο αντιπρόσωπος μετα-δαιχείρισης -- χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση ‘‘get’’ που επιστρέφει τις τιμές των χαρακτηριστικών της διαχειρίσιμης οντότητας -- δεν μπορεί να επικοινωνήσει μαζί της, τότε αντιλαμβάνεται ότι έχει τερματιστεί η λειτουργία της, οπότε πρέπει να την επαενεργοποιήσει). Αν διαπιστωθεί η απενεργοποίηση κάποιας διεργασίας διαχείρισης, ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης είτε αναλαμβάνει την επαναενεργοποίηση της διεργασίας είτε ενημερώνει το διαχειριστή μέσω της αποστολής κατάλληλου μηνύματος (οπότε ο διαχειριστής επαναενεργοποιεί τη διεργασία είτε στον ίδιο είτε σε διαφορετικό κόμβο του δικτύου τηλεπικοινωνιών).

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη ενός *log* αρχείου στο οποίο περιγράφεται η πιο πρόσφατη κατάσταση της λειτουργίας της διεργασίας, το οποίο χρησιμοποιεί με σκοπό να επανέλθει στην κατάσταση που ήταν πριν τον τερματισμό της λειτουργίας της.

3.6 Επαναδιαμόρφωση του Διαχειριζόμενου Δικτύου Τηλεπικοινωνιών

Κατά τη λειτουργία του συστήματος διαχείρισης, συχνά κρίνεται απαραίτητη η επαναδιαμόρφωση του Διαχειριζόμενου Δικτύου Τηλεπικοινωνιών. Με τον όρο επαναδιαμόρφωση αναφερόμαστε στη μετακίνηση κάποιων διεργασιών διαχείρισης σε διαφορετικούς κόμβους του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Αυτό γίνεται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- **λόγω μη κανονικού τερματισμού της λειτουργίας των διεργασιών διαχείρισης**

Οπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης υπάρχει πιθανότητα τερματισμού της λειτουργίας των διεργασιών διαχείρισης εξαιτίας εξωτερικών παραγόντων. Οπότε, ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης είτε αναλαμβάνει την επαναενεργοποίηση των διεργασιών, είτε ενημερώνει το διαχειριστή μέσω της αποστολής κατάλληλου μηνύματος. Στη δεύτερη περίπτωση, ο διαχειριστής μπορεί να αποφασίσει την ενεργοποίηση των διεργασιών σε διαφορετικούς κόμβους από αυτούς στους οποίους ήταν μέχρι πρότινος ενεργοποιημένοι. Αυτό γίνεται με σκοπό να διατηρήσει κάποια ισορροπία στο φόρτο μεταξύ των σταθμών εργασίας.

- **όταν κάποιος σταθμός εργασίας τεθεί εκτός λειτουργίας**

  Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέρθηκε η περίπτωση όπου κάποιος σταθμός εργασίας τίθεται εκτός λειτουργίας. Ο διαχειριστής του συστήματος όταν ανακαλύψει ότι κάποιος κόμβος του δικτύου είναι απενεργοποιημένος, θα πρέπει να επανεκινήσει τις διεργασίες του κόμβου αυτού σε διαφορετικούς σταθμούς εργασίας, προκειμένου να διατηρήσει τις υπηρεσίες που παρέχουν οι διεργασίες αυτές. Χρησιμοποιώντας την υπηρεσία καταλόγου ο διαχειριστής αποκτά πληροφορία σχετικά με τις ενεργοποιημένες διεργασίες διαχείρισης του πλέον απενεργοποιημένου κόμβου και πυροδοτεί την έναρξη της λειτουργίας τους σε διαφορετικούς κόμβους του δικτύου. Αυτή η διαδικασία οδηγεί στην επαναδιαμόρφωση του συστήματος διαχείρισης.

- **όταν ο διαχειριστής ανακαλύψει την υπερφόρτωση κάποιου κόμβου του δικτύου τηλεπικοινωνιών**

  Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος, ο διαχειριστής μπορεί να διαπιστώσει ότι κάποιος σταθμός εργασίας είναι υπερφορτωμένος. Με άλλα λόγια μπορεί να διαπιστώσει ότι υπάρχουν πολλές ενεργοποιημένες διεργασίες συγκεντρωμένες σε εκείνον τον κόμβο του δικτύου, ενώ άλλοι κόμβοι μένουν λιγότερο ή και τελείως ανενεργοί. Οπότε μπορεί να αποφασίσει τη μετακίνηση μιας ή περισσότερων διεργασιών σε διαφορετικούς κόμβους, με σκοπό να αυξήσει την απόδοση του συστήματος διαχείρισης και να ισοκατανήμει το φόρτο εργασίας.

Θα πρέπει να τονίσουμε και στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις, κατά τη μετακίνηση διεργασιών σε διαφορετικούς κόμβους του δικτύου τηλεπικοινωνιών λαμβάνονται υπόψιν τυχόν εξαρτήσεις που υπάρχουν μεταξύ των διεργασιών διαχείρισης. Οσες διεργασίες επικοινωνούν συχνά μεταξύ τους κρίνεται σκόπιμο να λειτουργούν στον ίδιο ή σε κοντινούς κόμβους του δικτύου. Δεν πρέπει να ξεχνάμε όμως ότι βασικός σκοπός μας είναι η διατήρηση της πληροφορίας που είχε αποκτηθεί μέχρι εκείνη τη χρονική στιγμή

από τις διεργασίες διαχείρισης. Αυτό πετυχαίνεται μέσω της χρήσης ‘‘*log*’’ αρχείων. Ολες οι διεργασίες κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους διατηρούν ‘‘*log*’’ αρχεία στα οποία καταγράφονται πληροφορίες σχετικά με την υπηρεσία που προσφέρουν. Οπότε, κατά την επαναενεργοποίησή τους στον ίδιο ή σε διαφορετικό σταθμό εργασίας, χρησιμοποιούν τα αρχεία αυτά για να ανακτήσουν την προηγούμενή τους κατάσταση.

3.7 Παράδειγμα εφαρμογής του νέου μοντέλου

Στην ενότητα αυτή δίνουμε ένα γενικό παράδειγμα της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης μέσω του οποίου θέλουμε να διαχειριστούμε ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Απαραίτητη προυπόθεση είναι σε κάθε κόμβο του δικτύου να λειτουργεί ένας αντιπρόσωπος μεταδιαχείρισης του διαχειριζόμενου δικτύου (MMA) και οι διεργασίες διαχείρισης να χρησιμοποιούν το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου για την εκτέλεση λειτουργιών διαχείρισης. Επίσης υπάρχει μια διεργασία σε ρόλο διαχειριστή (MMOS) σε κάποιο σταθμό εργασίας και κάποιος άνθρωπος που έχει το ρόλο ανθρώπου-διαχειριστή και μπορεί να εκτελεί πράξεις διαχείρισης.

Κάθε διεργασία μετα-διαχείρισης που έχει το ρόλο αντιπροσώπου (MMA) κατά την έναρξη της λειτουργίας της εγγράφεται στην υπηρεσία καταλόγου ενημερώνοντας τον κατάλογο με την πληροφορία που είδαμε σε προηγούμενη ενότητα. Το όνομα της διεργασίας αντιπροσώπου παράγεται από το πρόθεμα MMA και το όνομα του κόμβου του δικτύου στον οποίο λειτουργεί ο σντιπρόσωπος. Οπότε το όνομα (DN) της οντότητας του καταλόγου που αντιστοιχεί στη διεργασία, είναι το ακόλουθο:

{**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=management processes, cn=MMA-danae**}

(όπου τα c, o, ou, cn είναι γνωρίσματα -- attributes -- οντοτήτων)

Από εδώ φαίνεται ότι ‘‘ *danae* ’’ είναι το όνομα του κόμβου του δικτύου στον οποίο λειτουργεί ο αντιπρόσωπος.

Η διεργασία που λειτουργεί στο ρόλο του διαχειριστή κατά την έναρξη της λειτουργίας της επικοινωνεί με την υπηρεσία καταλόγου και προσκομίζει τα ονόματα των διεργασιών διαχείρισης που μπορούν να ενεργοποιηθούν στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Η πληροφορία αυτή παρέχεται από την ακόλουθη οντότητα καταλόγου

{**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=Software Packages**}

Εκεί κρατάται αποθηκευμένη πληροφορία σχετικά με τις διαθέσιμες διεργασίες διαχείρισης όπως είδαμε σε προηγούμενη παράγραφο. Επίσης η διεργασία - διαχειριστής προσκομίζει τα ονόματα των κόμβων του δικτύου, φιλτράροντας το DN

που αντιστοιχεί σε κάθε διεργασία αντιπροσώπου διαχείρισης (MMA). Οι πληροφορίες αυτές εμφανίζονται στη διεπαφή που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Οπως είπαμε σε προηγούμενη παράγραφο θα πρέπει να υπάρχει τρόπος να αντιστοιχίσουμε τις διεργασίες διαχείρισης ανάλογα με τις υπηρεσίες που προσφέρουν και τη λειτουργία που θέλουμε να εκτελέσουμε.

Ας υποθέσουμε ότι ο άνθρωπος - διαχειριστής θέλει να πάρει πληροφορίες για την υπηρεσία που παρέχει η διεργασία του IQA (Internet Q Adaptor). Οπότε, γνωρίζοντας:

- το όνομα (DN) του πόρου στον οποίο θέλει να εκτελέσει κάποια διεργασία διαχείρισης

  {**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=networks, cn=switching network**}

- την υπηρεσία διαχείρισης την οποία θέλει να εκτελέσει.
  (Στην περίπτωση αυτή η υπηρεσία αναφέρεται στη διαχείριση κυκλοφορίας -- traffic management)

- μια περιγραφή της διαχειριζόμενης οντότητας.

ο διαχειριστής σύμφωνα με την εργασία [Sta95] μπορεί να βρει το DN της διαχειρίσιμης οντότητας που παρέχει τη ζητούμενη υπηρεσία διαχείρισης

{**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=management processes, cn=IQA**}

Προσπελαύνοντας λοιπόν την παραπάνω οντότητα βρίσκει την MIB που υποστηρίζει η διεργασία η οποία αντιπροσωπεύεται από αυτή την οντότητα. Με βάση την περιγραφή της ζητούμενης διαχειρίσιμης οντότητας (γνωρίζοντας ουσιαστικά την κλάση στην οποία ανήκει) και τις γνώσεις που έχει ο διαχειριστής σχετικά με τη δομή της MIB, βρίσκει το όνομα της οντότητας. Οπότε το DN της οντότητας είναι το ακόλουθο:

{**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=management processes, cn=IQA, systemId=hostname** }

Εχοντας λοιπόν ο διαχειριστής προσδιορίσει το όνομα της διαχειρίσιμης οντότητα που παρέχει την υπηρεσία που αναζητά, θέλει να την ενεργοποιήσει. Προτού όμως προχωρήσει με την έναρξη της λειτουργίας της ελέγχει αν το απαραίτητο λογισμικό πακέτο βρίσκεται διαθέσιμο. Για το σκοπό αυτό προσπελαύνει την οντότητα

{**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=Software Packages, cn=IQA**}

και ‘‘διαβάζει’’ το στοιχείο που αφορά το λογισμικό πακέτο. Με βάση την τιμή αυτού του στοιχείου ελέγχει αν το απαραίτητο λογισμικό πακέτο βρίσκεται τοπικά διαθέσιμο. Αν είναι διαθέσιμο, τότε ενεργοποιεί τη διεργασία διαχείρισης η οποία και ενημερώνει

την υπηρεσία καταλόγου για την έναρξη της λειτουργία της. Αυτό σημαίνει ότι δημιουργείται μια διαχειρίσιμη οντότητα που αντιπροσωπεύει την παραπάνω διεργασία.

Στην περίπτωση που το λογισμικό πακέτο δεν είναι διαθέσιμο στον αντιπρόσωπο διαχείρισης, ο αντιπρόσωπος είναι υπεύθυνος να το μεταφέρει. Την πληροφορία για το που βρίσκεται αποθηκευμένο το λογισμικό πακέτο την αποκτά από την εγγραφή

{**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=Software Packages, cn=IQA**} ,

όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Χρησιμοποιώντας έπειτα τον FTAM client συνδέεται με τον εξυπηρετητή της υπηρεσίας μεταφοράς, προσπέλασης και διαχείρισης αρχείων (FTAM server) που βρίσκεται σε έναν απομακρυσμένο σταθμό εργασίας και μεταφέρει τα αρχεία τοπικά. Κατόπιν, ο αντιπρόσωπος διαχείρισης προσθέτει στην εγγραφή της οντότητας του καταλόγου που αφορά τη διαχειριζόμενη οντότητα πλέον, το όνομα του λογισμικού πακέτου που μεταφέρθηκε *(usesSoftwarePackage=iqa.txt)* καθώς και πληροφορία που ενημερώνει ότι αυτός είναι υπεύθυνος για τη νέα διεργασία διαχείρισης *(metaManager=MMA-danae).*

Με όμοιο τρόπο, αν ο διαχειριστής αποφασίσει να τερματίσει τη λειτουργία κάποιας υπηρεσίας διαχείρισης, χρειάζεται να προσδιορίσει τις διαχειρίσιμες οντότητες που αντιπροσωπεύουν διεργασίες που παρέχουν τη συγκεκριμένη υπηρεσία. Αυτό πετυχαίνεται με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω. Επειτα, έχοντας προσδιορίσει τη διαχειρίσιμη οντότητα

{**c=GR, o=FORTH, ou=ICS, cn=management processes, cn=IQA**}

διακόπτει τη λειτουργία της. Η διεργασία διαχείρισης κατά την απενεργοποίησή της ενημερώνει την υπηρεσία καταλόγου (και συγκεκριμένα τροποποιεί τη λειτουργική της κατάσταση -- *operationalStatus = down*).

Κεφάλαιο 4

Η υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης

4.1 Το πακέτο λογισμικού OSIMIS

Το *OSIMIS* (OSI[1] Management Information Service) [PMBK95] είναι ένα πακέτο λογισμικού το οποίο αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο University College of London. Ο σκοπός του *OSIMIS* δεν είναι να παράσχει κάποιο συγκεκριμένο συνόλο από λειτουργίες διαχείρισης του *OSI* αλλά να δώσει μία γενική πλατφόρμα διαχείρισης δικτύων και συστημάτων η οποία να χρησιμοποιεί τα μοντέλα και πρωτόκολλα του *ISO* δείχνοντας με αυτόν τον τρόπο την πλούσια λειτουργικότητα που αυτά προσφέρουν. Συγκεκριμένα, υποστηρίζει μία εκτεταμένη βιβλιοθήκη προγραμματισμού η οποία είναι γραμμένη στη γλώσσα *C++* σύμφωνα με την οντοκεντρική μεθοδολογία (object-oriented paradigm). Η βιβλιοθήκη αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση διεργασιών διαχείρισης (τόσο σε ρόλο διαχειριστή όσο και σε ρόλο αντιπροσώπου) και έχει σαν βασικό χαρακτηριστικό ότι κρύβει από τον προγραμματιστή τις λεπτομέρειες της πρόσβασης στην πληροφορία διαχείρισης μέσω του τυποποιημένου πρωτοκόλλου CMIP.

Το *OSIMIS* έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας το πακέτο *ISODE* για την παροχή των διαφόρων γενικών υπηρεσιών. Το όλο σύστημα αποτελείται από γενικά και ειδικά τμήματα. Τα γενικά τμήματα αποτελούνται από μία οντοκεντρική υποδομή για την ανάπτυξη προγραμμάτων διαχειριστών και αντιπροσώπων καθώς και από ένα σύνολο γενικών εφαρμογών διαχείρισης, δηλαδή εφαρμογών που είναι ανεξάρτητες από κάποια βάση πληροφορίας διαχείρισης (MIB). Τα ειδικά τμήματα είναι αντιπρόσωποι που

[1] Οπως προαναφέραμε το *OSI* (Open Systems Interconnection) είναι το γενικό μοντέλο του *ISO* στο οποίο βασίζονται και υπάγονται διάφορα πρωτόκολλα για τη διασύνδεση και επικοινωνία συστημάτων. Στην παρούσα εργασία όλα τα πρωτόκολλα και μοντέλα του *ISO* που περιγράψαμε υπάγονται στο *OSI*.

υποστηρίζουν ειδικές MIB και διαχειριστές που επικοινωνούν με αυτούς. Τα ειδικά αυτά τμήματα αναπτύχθηκαν στο *OSIMIS* κυρίως σαν παραδείγματα της λειτουργικότητας και αποτελεσματικότητας των γενικών τμημάτων. Ετσι, πρέπει να σημειώσουμε ότι η έμφαση δίνεται κυρίως στη γενική προγραμματιστική υποδομή που προσφέρει το *OSIMIS*.

Τα βασικά τμήματα από τα οποία αποτελείται το *OSIMIS* είναι τα ακόλουθα:

- ο μεταφραστής της γλώσσας GDMO (Guidelines for the Definition of Managed Objects) ο οποίος παράγει κώδικα σε *C++* καλύπτοντας το συντακτικό μέρος των ορισμών των διαχειρίσιμων οντοτήτων και αφήνοντας για την υλοποίηση μόνο το σημαντικό μέρος τους

- το σύστημα της απομακρυσμένης MIB (remote MIB - RMIB). Αυτή γενικά προσφέρει ένα CMIS υψηλού επιπέδου το οποίο έχει υλοποιηθεί πάνω από το γνωστό CMIS και κρύβει αρκετές λεπτομέρειες της επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου. Περιλαμβάνει τη δημιουργία συνδέσεων, την ακριβή ονομασία των διαχειρίσιμων οντοτήτων μέσω της χρήσης σύντομων και μνημονικών ονομάτων και την αντιμετώπιση λαθών κατά την επικοινωνία. Η βασική ιδέα είναι η δημιουργία μίας -- ιδεατά -- μόνιμης σύνδεσης από έναν διαχειριστή σε κάποιον αντιπρόσωπο -- ή και αντίστροφα -- με τον οποίο η επικοινωνία είναι μάλλον συχνή. Ολες οι λεπτομέρειες γύρω από την υλοποίηση και περιγραφή των λειτουργιών της απομακρυσμένης MIB υπάρχουν στο [RMIB93].

- η υλοποίηση του μηχανισμού διαφάνειας ως προς την τοποθεσία τον οποίο παρέχει δυνατότητα απόκρυψης της διεύθυνσης μιας υπηρεσίας. Η χρήση ενός ειδικού DUA παρέχει επίσης δυνατότητα ενημέρωσης του Καταλόγου για διεργασίες και για πόρους, καθώς και εύρεσης των διαχειρίσιμων οντοτήτων που αντιπροσωπεύουν στα πλαίσια κάποιας υπηρεσίας διαχείρισης μία αφαίρεση κάποιου πόρου.

- το σύστημα *GMS (Generic Managed System)* το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αντιπροσώπων μετα-διαχείρισης οι οποίοι δέχονται την πυροδότηση πράξεων διαχείρισης. Βασικά, το *GMS* προσφέρει έναν εύκολο τρόπο ανάπτυξης νέων αντιπροσώπων με νέες διαχειρίσιμες οντότητες, δηλαδή, νεές κλάσεις, χαρακτηριστικά, ειδοποιήσεις, ενέργειες και λειτουργίες διαχείρισης.

- η υλοποίηση του CMISE το οποίο είναι το στοιχείο εφαρμογής που παρέχε την υπηρεσία CMIS/CMIP. Επιπλέον, το CMISE χρησιμοποιεί τα ACSE (Association Control Service Element) και ROSE (Remote Operations Service Element) τα οποία είναι απαραίτητα για την επικοινωνία διαχειριστή/αντιπροσώπου.

- η υλοποίηση του πρωτοκόλλου *SNMP* [CFSD90] το οποίο αποτελεί το πρωτόκολλο διαχείρισης που έχει προταθεί για χρήση στο Internet και έχει υιοθετηθεί από πολλούς κατασκευαστές συστήματων.

- διάφορες γενικές εφαρμογές σε ρόλο διαχειριστή.

4.2 Ορισμός νέων οντοτήτων

Οντότητες για διεργασίες

Οι διεργασίες διαχείρισης όπως έχει προαναφερθεί αποθηκεύονται σε οντότητες καταλόγου. Κάθε οντότητα χαρακτηρίζεται από την κλάση στην οποία ανήκει. Κάθε κλάση περιέχει κάποια χαρακτηριστικά τα οποία χαρακτηρίζουν την οντότητα και ουσιαστικά τη διεργασία διαχείρισης. Πιο συγκεκριμένα, οι διεργασίες διαχείρισης ανήκουν στην κλάση managementProcess. Η κλάση αυτή είναι υποκλάση της τυποποιημένης κλάσης applicationProcess στην οποία ανήκουν οι διεργασίες σε επίπεδο εφαρμογής. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της κλάσης αυτής είναι τα ακόλουθα [Sta95]:

- tMNBuildingBlock. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνει τον τύπο της διεργασίας. Το χαρακτηριστικό έχει μοναδική τιμή και δηλώνεται ως προαιρετικό διότι στην ίδια κλάση μπορεί να ανήκουν διεργασίες που αναφέρονται σε διαφορετικό σύστημα διαχείρισης.

- supportedMIB. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνει την MIB που υποστηρίζει η διεργασία. Είναι προαιρετικό διότι χρησιμοποιείται μόνο από διεργασίες που έχουν το ρόλο αντιπροσώπου και το συντακτικό του είναι του τυποποιημένου τύπου DistinguishedName (αυτό συμβαίνει γιατί οι ορισμοί των διάφορων MIB είναι εγγεγραμμένοι σε οντότητες καταλόγου).

- tMNMS. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνει την υπηρεσία διαχείρισης που παρέχει η διεργασία διαχείρισης. Μια διεργασία βέβαια μπορεί να έχει περισσότερες από μία υπηρεσίες διαχείρισης γι' αυτό μπορεί να έχει πολλαπλές τιμές. Ακόμα το χαρακτηριστικό είναι προαιρετικό διότι μία διεργασία μπορεί να μην παρέχει κάποια συγκεκριμένη υπηρεσία διαχείρισης.

- operationalStatus. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνει την λειτουργική κατάσταση της διεργασίας και προσδιορίζει αν είναι ενεργή ή όχι. Το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να έχει δύο τιμές, enabled και disabled.

Για τους σκοπούς της διαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών ορίστηκαν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά που αφορούν τις διεργασίες διαχείρισης.

- managementRole. Το χαρακτηριστικό αυτό προσδιορίζει το ρόλο της διεργασίας και μπορεί να πάρει δύο τιμές, διαχειριστή (manager) ή αντιπροσώπου (agent). Το χαρακτηριστικό είναι υποχρεωτικό και μπορεί να έχει μία μόνο τιμή από τις παραπάνω.

- softwarePackage. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνει το όνομα του λογισμικού πακέτου που απαιτείται για την ενεργοποίηση της διεργασίας διαχείρισης. Είναι προαιρετικό γιατί κάποιες διεργασίες μπορεί να μην χρειάζονται την ύπαρξη ενός λογισμικού πακέτου για την ενεργοποίησή τους και μπορεί να έχει περισσότερες από μία τιμές.

Οντότητες για λογισμικά πακέτα

Για κάθε διεργασία διαχείρισης χρησιμοποιείται μια κλάση στην οποία περιέχονται πληροφορίες που αφορούν τη διεργασία διαχείρισης. Στις πληροφορίες αυτές περιλαμβάνεται το όνομα του λογισμικού πακέτου που απαιτείται κατά την έναρξη της λειτουργίας της διεργασίας, το λογισμικό σύστημα που απαιτείται για την ενεργοποίησή της καθώς και ότι απαιτήσεις αφορούν την τεχνολογική υποδομή. Πιο συγκεκριμένα, η κλάση αυτή ονομάζεται icmSoftPackage και περιέχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τη διεργασία διαχείρισης: (Οι ορισμοί των χαρακτηριστικών αυτών γραμμένοι σε ASN.1 φαίνονται στο σχήμα 4.1)

- configurationFile. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνει το όνομα του αρχείου διαμόρφωσης που απαιτείται για την ενεργοποίηση των διεργασιών διαχείρισης. Ο τύπος του είναι *unixfileSyntax*, είναι προαιρετικό γιατί μερικές διεργασίες μπορεί να μην χρειάζονται αρχεία κατά την ενεργοποίησή τους, αλλά μπορεί να έχει περισσότερες από μία τιμές ανάλογα με τον αριθμό των αρχείων που απαιτούνται.

- execVectorFormat. Το χαρακτηριστικό αυτό αποτελεί το διάνυσμα παραμέτρων που χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της διεργασίας. Ο τύπος του είναι caseIgnoreString, είναι υποχρεωτικό και έχει μοναδική τιμή.

- spVersion. Το χαρακτηριστικό αυτό προσδιορίζει την έκδοση του λογισμικού πακέτου που χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της διεργασίας. Ο τύπος του είναι *caseIgnoreString*, έχει μοναδική τιμή και είναι προαιρετικό γιατί χρησιμοποιείται μόνο όταν πρέπει να δηλώσει ότι υπάρχουν διαφορετικές εκδόσεις των αρχείων διαμόρφωσης.

- binaryImage. Το χαρακτηριστικό αυτό προσδιορίζει το εκτελέσιμο αρχείο για την ενεργοποίηση της διεργασίας. Ο τύπος του είναι *unixfileSyntax*, είναι υποχρεωτικό και μπορεί να έχει περισσότερες από μία τιμές.

- OSrequired. Το χαρακτηριστικό αυτό προσδιορίζει το λειτουργικό σύστημα που απαιτείται για τη λειτουργία της διεργασίας διαχείρισης. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνεται ως προαιρετικό γιατί χρησιμοποιείται μόνο όταν υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις από τη διεργασία που αφορούν το λειτουργικό σύστημα, έχει τύπο *caseIgnoreString* και μπορεί να έχει περισσότερες από μία τιμές -- ανάλογα με τον αριθμό των λειτουργικών συστημάτων στα οποία μπορεί να ενεργοποιηθεί η διεργασία.

- hardware. Το χαρακτηριστικό αυτό προσδιορίζει τις απαιτήσεις της διεργασίας που αφορούν την τεχνολογική υποδομή. Το χαρακτηριστικό αυτό δηλώνεται ως προαιρετικό και χρησιμοποιείται μόνο για να προσδιορίσει ειδικές απαιτήσεις που μπορεί να έχει η διεργασία. Εχει τύπο *caseIgnoreString* και μπορεί να έχει περισσότερες από μία τιμές.

4.3 Λεπτομέρειες της υλοποίησης

4.3.1 Ορισμοί των διαχειριζόμενων οντοτήτων

Για την ανάπτυξη του αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης χρησιμοποιείται το Γενικό Διαχειριζόμενο Σύστημα(Generic Managed System -- GMS[2]) του OSIMIS. Το GMS παρέχει ένα εύκολο τρόπο ανάπτυξης νέων αντιπροσώπων και των διαχειρίσιμων οντοτήτων τους, μια και κρύβει από τον προγραμματιστή λεπτομέρειες που αναφέρονται στην παροχή του GMS, επιτρέποντάς του με αυτόν τον τρόπο να επικεντρωθεί σε θέματα που αφορούν την πρόσβαση σε πληροφορία των διαχειριζόμενων οντοτήτων που αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης.

Οπως έχει προαναφερθεί, ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης (MMA) είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία και διαχείριση διαχειρίσιμων οντοτήτων. Ο αντιπρόσωπος μετα-διαχείρισης είναι εφοδιασμένος με μια βάση πληροφορίας (MIB) στην οποία αποθηκεύεται πληροφορία για τη διαχείριση του δικτύου. Θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι η MIB ουσιαστικά είναι οι διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης.

[2]Το Γενικό Διαχειριζόμενο Σύστημα χρησιμοποιείται με όμοιο τρόπο για την ανάπτυξη και των αντιπροσώπων διαχείρισης

Η δημιουργία νέων MIB απλοποιείται μέσω της χρήσης ενός μεταφραστή (GDMO compiler) από τη γλώσσα GDMO στη γλώσσα $C++$. Η γλώσσα GDMO (Guidelines for the Definition of Managed Objects) χρησιμοποιείται για τον ορισμό της δομής των διάφορων MIB που ακολουθούν το μοντέλο πληροφορίας διαχείρισης του ISO.

Στο σχήμα 4.2 φαίνονται οι ορισμοί των οντοτήτων διαχείρισης της MIB. Αρχικά ορίζεται η κλάση ManagementProcess στην οποία ανήκουν οι διαχειρίσιμες οντότητες. Προέρχεται από την κλάση top που αποτελεί την κλάση από την οποία προέρχονται όλες οι υπόλοιπες ενώ το πεδίο *ManagementProcessPackage* χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων που έχει αυτή η κλάση. Το πεδίο *Registered As* χρησιμοποιείται για την παροχή ενός μοναδικού αναγνωριστικού (id) που θα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της κλάσης. Το συντακτικό *NameBinding* ουσιαστικά προσδιορίζει περισσότερο τις διαχειρίσιμες οντότητες. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να πούμε ότι οι οντότητες μπορούν να δημιουργηθούν είτε κατά την ενεργοποίηση του αντιπροσώπου μετα-διαχείρισης, είτε κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των οντοτήτων που μπορούν να δημιουργηθούν. Στο συντακτικό *NameBinding* λοιπόν ορίζεται μια δευτερεύουσα κλάση (SUBORDINATE OBJECT CLASS) -- *ManagementProcess* της οποίας οι οντότητες ονομάζονται από τις διαχειρίσιμες οντότητες της κλάσης *system* και των υποκλάσεών της που ορίζεται στο πεδίο NAMED BY SUPERIOR OBJECT CLASS. Επίσης ορίζεται το γνώρισμα *ManagementProcessTitle* της διαχειρίσιμης οντότητας που χρησιμοποιείται για την ονομασία της, ενώ το πεδίο BEHAVIOUR *MngmtCreateBehaviour* καθορίζει τη συμπεριφορά της. Επίσης ορίζεται η αυτόματη ονομασία κάθε φορά που δημιουργείται νέα διαχειρίσιμη οντότητα και τον τερματισμό της μονάχα όταν δεν περιέχει άλλες διαχειρίσιμες οντότητες. Τέλος ορίζεται ένα μοναδικό αναγνωριστικό (id) για τον προσδιορισμό του συντακτικού που αναφέρεται σε αυτή τη διαχειρίσιμη οντότητα.

Επειτα ακολουθεί ο ορισμός του πακέτου που περιγράφει κάθε διαχειρίσιμη οντότητα και περιλαμβάνει τα ορίσματα, τις πράξεις στις οποίες ανταποκρίνονται και τα μηνύματα που εκπέμπουν. Πιο συγκεκριμένα, το γνώρισμα *ManagementProcessTitle* αντιπροσωπεύει το όνομα της διαχειρίσιμης οντότητας, ενώ το γνώρισμα *ManagementProcessExecVector* αντιπροσωπεύει το διάνυσμα που χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της διεργασίας. Επίσης ορίζεται η αποστολή ειδικών μηνυμάτων από την οντότητα στον αντιπρόσωπο που τη διαχειρίζεται για να δηλώσει την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της λειτουργίας της.

icmSoftwarePackage **OBJECT-CLASS**
SUBCLASS OF top
MUST CONTAIN {execVectorFormat, binaryImage, configurationFile}
MAY CONTAIN {spVersion, description, OSrequired, hardware}

execVectorFormat **ATTRIBUTE**
WITH ATTRIBUTE-SYNTAX caseIgnoreString
SINGLE VALUE

binaryImage **ATTRIBUTE**
WITH ATTRIBUTE-SYNTAX unixfileSyntax
MULTI VALUE

configurationFile **ATTRIBUTE**
WITH ATTRIBUTE-SYNTAX unixfileSyntax
MULTI VALUE

spVersion **ATTRIBUTE**
WITH ATTRIBUTE-SYNTAX caseIgnoreString
SINGLE VALUE

OSrequired **ATTRIBUTE**
WITH ATTRIBUTE-SYNTAX caseIgnoreString
MULTI VALUE

hardware **ATTRIBUTE**
WITH ATTRIBUTE-SYNTAX caseIgnoreString
MULTI VALUE

Σχήμα 4.1: Οι ASN.1 ορισμοί της κλάσης *icmSoftPackage*

ManagementProcess MANAGED OBJECT CLASS

DERIVED FROM	top;
CHARACTERIZED BY	ManagementProcessPackage;
REGISTERED AS ;	{icmManagedObjectClass 2};

ManagementProcess-system NAME BINDING

SUBORDINATE OBJECT CLASS	ManagementProcess AND SUBCLASSES;
NAMED BY	
SUPERIOR OBJECT CLASS	system AND SUBCLASSES;
WITH ATTRIBUTE	ManagementProcessTitle;
BEHAVIOUR	MngmtCreateBehaviour;
CREATE	WITH-AUTOMATIC-INSTANCE-NAMING
DELETE	ONLY-IF-NO-CONTAINED-OBJECTS;
REGISTERED AS	{ icmNameBinding 2 };

ManagementProcessPackage PACKAGE

BEHAVIOUR	MngmtProcessClass;
ATTRIBUTES	
ManagementProcessTitle	GET,
ManagementProcessExecVector	GET;
NOTIFICATIONS	
objectCreation,	
objectDeletion;	
REGISTERED AS	{ icmPackage 2};

Σχήμα 4.2: Οι ορισμοί των οντοτήτων διαχείρισης στην MIB.

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα

Σε αυτό το μέρος της εργασίας περιγράψαμε το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης (μετα-διαχείρισης) του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Το μοντέλο του συστήματος διαχείρισης που προτείναμε αναπτύχθηκε σύμφωνα με τις τυποποιήσεις του ISO και στηρίζεται στο μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/αντιπροσώπου. Το μοντέλο αυτό εμπλουτίσαμε με την προσθήκη της υπηρεσίας καταλόγου με σκοπό τη δυνατότητα πρόσβασης σε μια κατανεμημένη βάση δεδομένων. Επίσης χρησιμοποιήσαμε την υπηρεσία FTAM για την παροχή δυνατοτήτων μεταφοράς και κατανομής ενός συνόλου αρχείων.

Χρησιμοποιώντας το μοντέλο που προτείναμε δείξαμε πώς μπορούμε να παρέχουμε έναν ολοκληρωμένο μηχανισμό για τη δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης. Ο μηχανισμός που υλοποιήσαμε θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα για να βρούμε ποιες διεργασίες διαχείρισης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί με σκοπό να πάρουμε πληροφορία για κάποια παράμετρο του δικτύου. Στη λειτουργία του συστήματος περιλαμβάνεται η αυτόματη ενεργοποίηση και απενεργοποίηση διεργασιών διαχείρισης, η δυνατότητα αποθήκευσης και απόκτησης πληροφορίας από την υπηρεσία καταλόγου αρχείων διαμόρφωσης και η αυτόματη μεταφορά και κατανομή αρχείων από την υπηρεσία μεταφοράς, πρόσβασης και διαχείρισης αρχείων.

Οι μηχανισμοί που περιγράψαμε υλοποιήθηκαν και δοκιμάστηκαν τόσο από άποψη χρησιμότητας όσο και απόδοσης σε σημερινά πειραματικά Δίκτυα Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών τα οποία λειτούργησαν στα πλαίσια του έργου ICM (Integrated Communications Management) -- έργο R2059 του RACE II -- της Ευρωπαικής Ενωσης. Αποδείξαμε λοιπόν ότι το σύστημα που προτείναμε ήταν εφοδιασμένο με τους κατάλληλους ολοκληρωμένους μηχανισμούς για τη διαχείριση του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Αυτό που θα πρέπει να τονίσουμε είναι το ότι για την υλοποίηση του συστήματος χρησιμοποιήσαμε τις διεργασίες που ακολουθούν τα κλασικά πρωτόκολλα

και μοντέλα του ISO για τη διαχείριση συστημάτων, χωρίς να κάνουμε χρήση άλλων μεθόδων.

Παρόλο που υλοποιήσαμε ένα επαρκές σύνολο λειτουργιών και αναπτύξαμε ένα αξιόλογο σύστημα διαχείρισης, τα μοντέλα που αναπτύσσονται και που στηρίζονται σε κατανεμημένα περιβάλλοντα παρέχουν ένα πιο ολοκληρωμένο σύνολο δυνατοτήτων και λειτουργιών, των οποίων η χρήση τους θα οδηγούσε σε πιο ‘‘ισχυρά’’ συστήματα. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας θα μελετήσουμε αναλυτικά την ανάπτυξη ενός μοντέλου διαχείρισης το οποίο στηρίζεται σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον ανάπτυξης.

Κεφάλαιο 6

Σύντομη ανασκόπηση της αρχιτεκτονικής TINA

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη περιγραφή της πληροφορίας που θα χρησιμοποιηθεί στο δεύτερο μέρος της εργασίας. Αρχικά παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της TINA αρχιτεκτονικής και δίνεται μια σύντομη περιγραφή των λειτουργιών της αρχιτεκτονικής διαχείρισης. Επειτα παρουσιάζεται το μοντέλο που ακολουθείται για την ανάπτυξη εφαρμογών, ακολουθεί το μοντέλο επικοινωνίας διαχειρίζον/διαχειριζόμενου και παρουσιάζεται συνοπτικά η περιοχή της διαχείρισης διαμόρφωσης πόρων. Τέλος ακολουθούν οι υπηρεσίες εμπορίου, ειδοποιήσεων και αποθήκευσης και τα μοντέλα λειτουργίας τους.

6.1 Βασικά χαρακτηριστικά της TINA αρχιτεκτονικής

Η κοινοπραξία TINA-C ιδρύθηκε στα τέλη του 1992 και αποτελείται από χρήστες, πωλητές και εταιρίες τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Βασικός σκοπός της είναι ο ορισμός και η ισχυροποίηση μιας ενιαίας και ανοικτής αρχιτεκτονικής (open architecture) βασισμένης σε κατανεμημένα περιβάλλοντα ανάπτυξης που επιτρέπει την εύκολη και ευπροσάρμοστη εισαγωγή νέων υπηρεσιών για τηλεπικοινωνιακά δίκτυα και τη δυνατότητα διαχείρισης αυτών καθώς και της υποδομής τους με ενιαίο τρόπο.

Η **TINA (Telecommunication Information Network Architecture)** αρχιτεκτονική επιτρέπει τη δημιουργία εφαρμογών ανεξάρτητα από την τεχνολογική υποδομή του δικτύου στο οποίο εκτελούνται. Οι εφαρμογές αναπτύσσονται σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον το οποίο παρέχει τη δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ τους παρόλο που αυτές μπορεί να λειτουργούν σε διαφορετικές περιοχές και σε διαφορετικούς τύπους

σταθμών εργασίας στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών.

Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι οι υπηρεσίες που παρέχονται από τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα έχουν ευρύτερη έννοια και περιλαμβάνουν οποιαδήποτε υπηρεσία παρέχεται από κάποιο χρήστη δικτύου ή γενικότερα από κάποιον παροχέα υπηρεσίας σε πελάτες και χρήστες, οι οποίοι αναφέρονται με το γενικό όρο *(stakeholders).* Επίσης, ένα σύστημα τηλεπικοινωνιών θεωρούμε ότι αποτελείται από μεγάλο αριθμό πόρων[1] που παρέχουν υπηρεσίες σε διαφορετικούς χρήστες είτε άμεσα είτε μέσω άλλων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων.

Η TINA αναφέρεται σε μια ευρεία περιοχή από θέματα και παρέχει ένα πολύπλοκο σύνολο από έννοιες και αρχές. Με σκοπό την καλύτερη αντιμετώπιση όλης αυτής της πληροφορίας κρίθηκε αναγκαίος ο διαχωρισμός της αρχιτεκτονικής σε υποσύνολα όπου καθένα αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη υποπεριοχή της και στις αρχές που τη διέπουν. Οπως περιγράφεται αναλυτικά στην εργασία [CM95], η TINA αποτελείται από τις ακόλουθες τέσσερις κύριες υπο-περιοχές:

- Η **αρχιτεκτονική υπηρεσιών** (service architecture) ορίζει τις αρχές και έννοιες για τον ορισμό, σχεδιασμό και την υλοποίηση των υπηρεσιών που παρέχουν τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών.

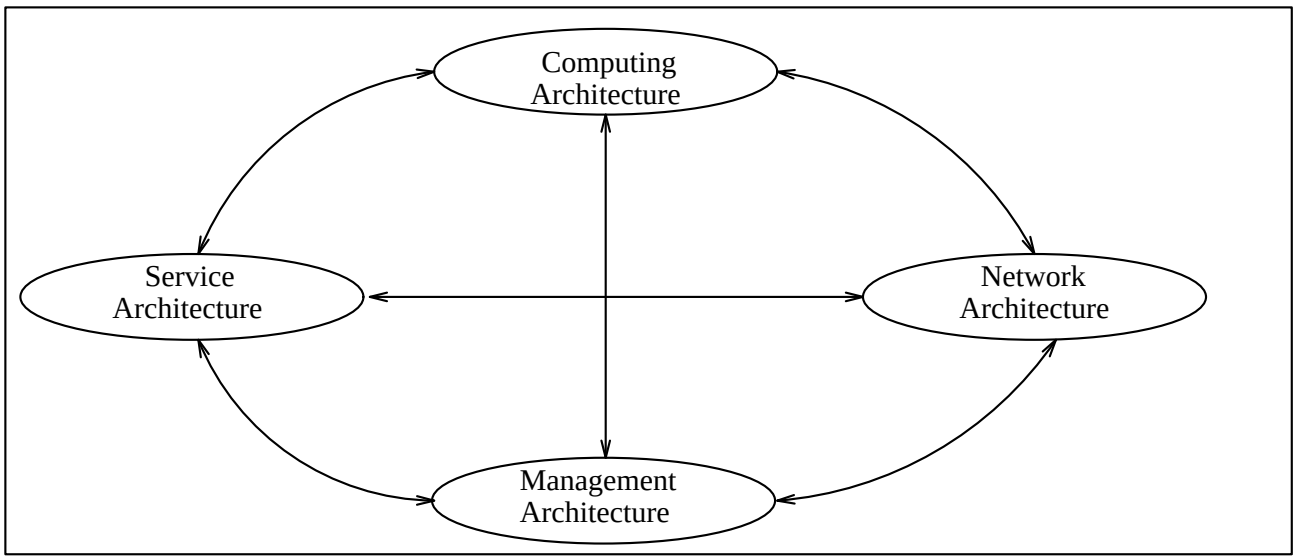
- Η **υπολογιστική αρχιτεκτονική** (computing architecture) ορίζει τις αρχές ενός κατανεμημένου περιβάλλοντος για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη κατανεμημένων εφαρμογών.

- Η **αρχιτεκτονική δικτύου** (network architecture) ορίζει τις αρχές για τον προσδιορισμό, σχεδιασμό και την υλοποίηση δικτύων μεταφορών (*transport networks*[2]).

- Η **αρχιτεκτονική διαχείρισης** (management architecture) ορίζει τις αρχές για τον προσδιορισμό, σχεδιασμό και την υλοποίηση λογισμικών συστημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση των πόρων, του λογισμικού, των υπηρεσιών και της τεχνολογικής υποδομής των δικτύων τηλεπικοινωνιών.

[1] στον όρο ‘‘πόροι’’ ενός συστήματος τηλεπικοινωνιών δεν περιλαμβάνεται μόνο το τεχνολογικό υλικό αλλά και το λογισμικό του συστήματος

[2] στον όρο ‘‘δίκτυα μεταφορών’’ περιλαμβάνεται η τεχνολογική υποδομή τόσο για τη μεταφορά όσο και για τους διακόπτες



Σχήμα 6.1: Σχέσεις μεταξύ των υποσυνόλων της TINA αρχιτεκτονικής

Υπάρχουν στενές σχέσεις μεταξύ των υποσυνόλων της TINA αρχιτεκτονικής, όπως φαίνεται και από το σχήμα 6.1. Αυτό σημαίνει ότι οι υπηρεσίες που αναπτύσσονται σε κάθε υπο-περιοχή της αρχιτεκτονικής θα πρέπει να ακολουθούν τις αρχές και τις έννοιες της υποπεριοχής που έχουν από πριν οριστεί, προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς προβλήματα και από τις υπόλοιπες υποπεριοχές αρχιτεκτονικής.

Για παράδειγμα, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα, η υπο-περιοχή της υπολογιστικής αρχιτεκτονικής είναι στενά συνδεδεμένη και με τις τρεις υπόλοιπες αρχιτεκτονικές υπο-περιοχές. Αυτό εξασφαλίζει ότι το λογισμικό που αναπτύσσεται σε όλες τις υπο-περιοχές ακολουθεί τους ίδιους βασικούς κανόνες και αρχές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ενιαίου και συμβατού λογισμικού. Επίσης, η αρχιτεκτονική υπηρεσιών απαιτεί την ύπαρξη οντοκεντρικών αφαιρέσεων από τους πόρους του δικτύου. Τη δυνατότητα αυτή την παρέχει η αρχιτεκτονική δικτύου όπου μέσω αυτών των αφαιρέσεων επιτρέπει την εγκατάσταση σύνδεσης, τροποποίησης και απελευθέρωσης των πόρων του δικτύου. Τέλος, η αρχιτεκτονική διαχείρισης επιτρέπει τη διαχείριση των υπολογιστικών συστημάτων, του λογισμικού, του δικτύου τηλεπικοινωνιών καθώς και των υπηρεσιών που προσφέρει.

6.1.1 Ομαδοποίηση και διαχωρισμός των λειτουργιών της TINA αρχιτεκτονικής διαχείρισης

Η TINA αρχιτεκτονική χρησιμοποιεί της συστάσεις της ITU-T και τις τυποποιήσεις των ISO/OSI συστημάτων διαχείρισης για να ταξινομήσει τις υπηρεσίες διαχείρισης σε πέντε βασικές λειτουργικές περιοχές (*management functional areas*).

- διαχείριση χρέωσης (accounting management)
- διαχείριση διαμόρφωσης (configuration management)
- διαχείριση σφαλμάτων (fault management)
- διαχείριση απόδοσης (performance management)
- διαχείριση ασφαλείας (security management)

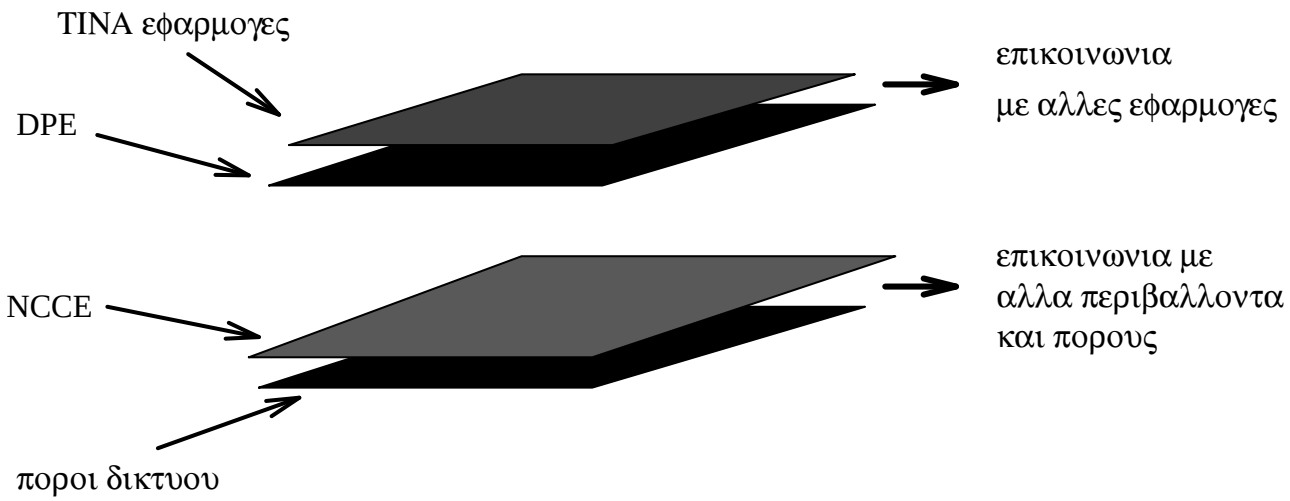
Καθεμιά από τις παραπάνω λειτουργικές περιοχές της αρχιτεκτονικής διαχείρισης χρησιμοποιείται για τη διαχείρισης των υπόλοιπων αρχιτεκτονικών υπο-περιοχών της TINA αρχιτεκτονικής. Στην περίπτωση της αρχιτεκτονικής δικτύου, η διαχείριση διαμόρφωσης διακρίνεται σε δύο επιμέρους περιοχές:

- **διαχείριση διαμόρφωσης πόρων** (resource configuration management)
- διαχείριση διαμόρφωσης συνδέσεων (connection management)

Η μελέτη που έχει γίνει στο δεύτερο μέρος της εργασίας ασχολείται με τη διαχείριση διαμόρφωσης πόρων. Στην περιοχή αυτή περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- εγκατάσταση και απομάκρυνση των πόρων του δικτύου
- ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της λειτουργίας τους
- παροχή και διατήρηση πληροφοριών σχετικών με τους πόρους και τη θέση τους στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών

Αναλυτικότερα, η λειτουργία διαχείρισης της διαμόρφωσης των πόρων ενός δικτύου τηλεπικοινωνιών περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας.



Σχήμα 6.2: Το μοντέλο αρχιτεκτονικής δομής των TINA εφαρμογών

6.2 Ανάπτυξη εφαρμογών ακολουθώντας το μοντέλο της TINA αρχιτεκτονικής

Η αρχιτεκτονική TINA ορίζει μια αρχιτεκτονική λογισμικού για τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Η αρχιτεκτονική αυτή περιέχει τις βασικές έννοιες και αρχές της δομής του λογισμικού που πρέπει να ικανοποιούνται κατά το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την ενεργοποίησή του. Το σχήμα 6.2 παρουσιάζει τη βασική ιεραρχική αρχιτεκτονική δομή του λογισμικού που έχει αναπτυχθεί για τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Οπως φαίνεται από τη δομή αυτή, υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ των εφαρμογών που υλοποιούνται για να χρησιμοποιηθούν σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα και μεταξύ των εφαρμογών που υλοποιούν τις δυνατότητες που παρέχει το ίδιο το κατανεμημένο περιβάλλον ανάπτυξης (**Distributed Processing Environment** -- **DPE**) των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση τόσο των εφαρμογών όσο και του περιβάλλοντος ανάπτυξης στηρίζεται στην επικοινωνία μεταξύ οντοτήτων, χωρίς όμως αυτό να απαιτεί τη χρήση οντοκεντρικών γλωσσών προγραμματισμού για την υλοποίησή τους.

Οπως φαίνεται από το σχήμα 6.2, η βασική δομή του λογισμικού τηλεπικοινωνιών που αναπτύσσεται σε TINA περιβάλλοντα αποτελείται από τα ακόλουθα επίπεδα:

- Το χαμηλότερο επίπεδο της ιεραρχίας αποτελείται από τους πόρους της υλικής

υποδομής (*hardware resources*). Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται οι συσκευές επικοινωνίας (*communication devices*) που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο, επεξεργαστές και οι μνήμης που υπάρχουν.

- Ενα επίπεδο παραπάνω βρίσκεται το φυσικό περιβάλον επικοινωνίας (Native Computing and Communications Environment -- NCCE). Αποτελείται από ανεξάρτητους κόμβους συνδεδεμένους μεταξύ τους, όπου κάθε κόμβος μπορεί να έχει διαφορετική υλική υποδομή και να υποστηρίζει διαφορετικό λογισμικό. Στο επίπεδο αυτό περιλαμβάνονται λειτουργικά συστήματα, μέσα επικοινωνίας και γενικά όλη η υποδομή που υπάρχει σε υπολογιστικά συστήματα.

- Στο επόμενο επίπεδο απλώνεται το κατανεμημένο περιβάλλον (DPE) που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη κατανεμημένων εφαρμογών σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Το DPE επιτρέπει την ανάπτυξη των εφαρμογών ανεξάρτητα από την τεχνολογική υποδομή του συστήματος και επιτρέπει τον εύκολο σχεδιασμό και την επαναχρησιμοποίηση]ή τους.

- Στο χαμηλότερο επίπεδο περιλαμβάνονται οι εφαρμογές που αναπτύσσονται σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Οι εφαρμογές αυτές αποτελούνται από ανεξάρτητες οντότητες οι οποίες μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικούς κόμβους του δικτύου και επικοινωνούν μεταξύ τους.

Στα παραπάνω θα πρέπει να τονιστεί ότι όλα τα επίπεδα της αρχιτεκτονικής λογισμικού της TINA που αναφέρθηκαν παραπάνω επικοινωνούν με αντίστοιχα επίπεδα που δεν ανήκουν στην TINA αρχιτεκτονική. Αυτό σημαίνει ότι οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί ακολουθώντας το μοντέλο της TINA μπορούν να επικοινωνούν με άλλες εφαρμογές που δεν ακολουθούν το ίδιο μοντέλο, ενώ το λογισμικό που έχει αναπτυχθεί για μη τηλεπικοινωνιακά συστήματα μπορεί να συνυπάρχει χωρίς προβλήματα με τις εφαρμογές και το λογισμικό της TINA αρχιτεκτονικής.

6.3 Μοντέλο επικοινωνίας διαχειρίζοντος/διαχειριζόμενου

Μια κατανεμημένη εφαρμογή[3] αποτελείται από ένα σύνολο **υπολογιστικών οντοτήτων** (computational objects) που επικοινωνούν μεταξύ τους. Μια υπολογιστική οντότητα περιλαμβάνει δεδομένα και επεξεργασία, παρέχοντας ένα σύνολο από δυνατότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες υπολογιστικές οντότητες. Το σύνολο αυτών των δυνατοτήτων ομαδοποιείται σε ένα ή περισσότερα υποσύνολα τα οποία αποτελούν

[3] αναλύοντάς την από την υπολογιστική άποψη

τις υπηρεσίες που παρέχει η υπολογιστική οντότητα[4]. Για να μπορούν άλλες οντότητες να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες που προσφέρει, η υπολογιστική οντότητα παρέχει μια **υπολογιστική διεπαφή** (computational interface ή απλά interface) μέσω της οποίας οι άλλες οντότητες μπορούν να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες της. Οπότε η διεπαφή αποτελεί το μέσο επικοινωνίας μεταξύ υπολογιστικών οντοτήτων.

Μια υπολογιστική οντότητα ορισμένη σύμφωνα με τις αρχές της TINA αρχιτεκτονικής, μπορεί να έχει περισσότερες από μία διεπαφές, και επίσης, ανάλογα με τις υπηρεσίες που προσφέρει μπορεί ταυτόχρονα να χρησιμοποιείται από περισσότερες από μία άλλες οντότητες. Για να μπορούν οι υπόλοιπες οντότητες να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες της μέσω της διεπαφής που προσφέρει, χρειάζεται να έχουν ένα **σημείο αναφοράς** (interface reference) στη διεπαφή. Αυτό το σημείο αναφοράς αποτελεί μια περιγραφή που μοναδικά χαρακτηρίζει τη διεπαφή και παράγεται κατά τη δημιουργία της οντότητας. Υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μια υπολογιστική οντότητα μπορεί να αποκτήσει το σημείο αναφοράς κάποιας διεπαφής:

- είτε παράγοντας την οντότητα που προσφέρει τη διεπαφή
- είτε λαμβάνοντας το σημείο αναφοράς σαν αποτέλεσμα της επικοινωνίας της με άλλη οντότητα

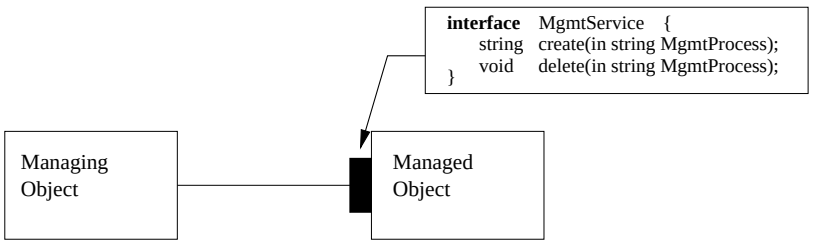
Ανάλογα με τις υπηρεσίες που προσφέρει η υπολογιστική οντότητα, η διεπαφή της μπορεί να έχει δύο μορφές:

- ή να παρέχει πρόσβαση σε λειτουργίες (operational interface), οπότε χρησιμοποιείται για την κλήση συγκεκριμένων λειτουργιών που προσφέρει η οντότητα
- ή να παρέχει πρόσβαση σε ροή δεδομένων (stream interface), οπότε χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή ροής δεδομένων(όπως στην περίπτωση του βίντεο).

Στην παρούσα εργασία η επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστικών οντοτήτων γίνεται μέσω του πρώτου τρόπου διεπαφής, δηλαδή χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες[5] που παρέχουν οι οντότητες. Οπως φαίνεται και στο σχήμα **??** για την επικοινωνία τους χρησιμοποιείται το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) όπου η οντότητα που παρέχει τη διεπαφή ονομάζεται παροχέας ή εξυπηρετητής (server) ενώ η οντότητα που τη χρησιμοποιεί θεωρείται ο πελάτης (client).

[4]κατά την παρούσα εργασία η υπολογιστική οντότητα μπορεί να αναφέρεται και πιο απλά μόνο με τον όρο ‘‘οντότητα’’

[5]με τον όρο ‘‘λειτουργίες’’ αναφερόμαστε σε συναρτήσεις μαζί με τα ορίσματά τους οι οποίες ανάλογα με την υπηρεσία που προσφέρουν μπορεί να επιστρέφουν κάποιο αποτέλεσμα



Σχήμα 6.3: Μοντέλο επικοινωνίας μεταξύ πελάτη - εξυπηρετητή

Από τη σκοπιά της διαχείρισης, μια υπηρεσία διαχείρισης αποτελείται από υπολογιστικές οντότητες που επικοινωνούν μεταξύ τους. Στη σχέση μεταξύ των οντοτήτων, η οντότητα που παρέχει τη διεπαφή ονομάζεται **διαχειριζόμενη οντότητα** (managed object), ενώ η οντότητα που χρησιμοποιεί τη διεπαφή ονομάζεται **διαχειρίζουσα οντότητα** (managing object). Η TINA αρχιτεκτονική ενισχύοντας το παραπάνω μοντέλο εισάγει την έννοια ενός **διαχειριζόμενου συστήματος** (managed system) που διαχειρίζεται μικρότερες ανεξάρτητες διαχειρίσιμες οντότητες (managed objects). Επίσης ορίζει ως **διαχειρίζον σύστημα** (managing system ή manager) ένα σύνολο από διαχειρίζουσες οντότητες (managing objects) που παρέχουν υπηρεσίες διαχείρισης σε άλλες οντότητες.

Στο παραπάνω μοντέλο μια οντότητα μπορεί να έχει το ρόλο διαχειριστή (managing object) και να διαχειρίζεται κάποιες οντότητες αλλά ταυτόχρονα και να βρίσκεται υπό τη διαχείριση (managed object) μιας άλλης οντότητας.

6.3.1 Σχέση μεταξύ OSI και TINA αρχιτεκτονικής

Θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να συσχετίσουμε τις έννοιες του αντιπροσώπου διαχείρισης και της διαχειριζόμενης οντότητας που έχουν οριστεί στο OSI, με τις έννοιες της υπολογιστικής οντότητας και των διεπαφών που έχουν οριστεί στην TINA αρχιτεκτονική. Στην εργασία [CMC95] γίνεται μια μελέτη σύμφωνα με την οποία διαπιστώθηκε ότι:

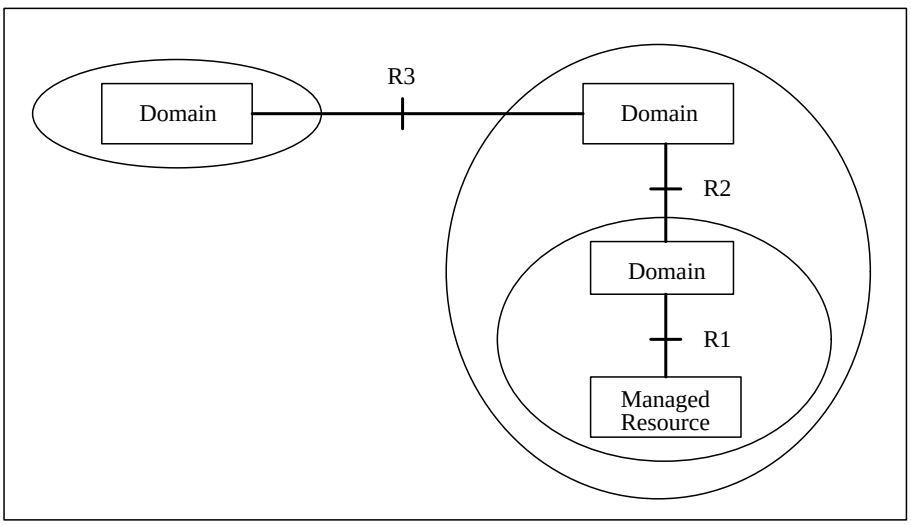
- η διαχειριζόμενη οντότητα που ορίστηκε στο OSI αντιστοιχεί στην έννοια της υπολογιστικής οντότητας που ορίστηκε στην TINA αρχιτεκτονική από την άποψη της πληροφορίας που προσφέρει. Δηλαδή αποτελεί μια αφαιρετική αναπαράσταση ενός πόρου του δικτύου τηλεπικοινωνιών και περιέχει τις κατάλληλες πληροφορίες για τη διαχείρισή του.

- η έννοια του αντιπροσώπου διαχείρισης του OSI αντιστοιχεί στην υπολογιστική οντότητα που ορίστηκε στην TINA αρχιτεκτονική και στις διεπαφές που παρέχει και η οποία παρέχει τη δυνατότητα αποστολής πράξεων διαχείρισης στους πόρους του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

6.4 Διαχείριση διαμόρφωσης πόρων

Στην αρχιτεκτονική διαχείρισης [MA94] χρησιμοποιείται η έννοια της **περιοχής** (domain) η οποία αντιπροσωπεύει ένα σύνολο από πόρους στους οποίους εφαρμόζονται συγκεκριμένοι κανόνες. Στην εργασία [RFMR95] αναφέρεται ότι με τον όρο διοικητική περιοχή (administrative domain) ορίζεται ένα σύνολο πόρων ή άλλων περιοχών στους οποίους ο χρήστης (*stakeholder*) έχει ορίσει διοικητικούς κανόνες (*administrative policies*). Επίσης με το όρο περιοχή διαχείρισης (management domain) ορίζεται ένα σύνολο πόρων ή άλλων περιοχών στους οποίους έχουν οριστεί συγκεκριμένοι κανόνες διαχείρισης (*management policies*).

Σε μια περιοχή διαχείρισης υπάρχουν τρία είδη σχέσεων (σημεία αναφοράς) μεταξύ των οντοτήτων της περιοχής, όπως φαίνεται από το σχήμα 6.4.



Σχήμα 6.4: Σχέσεις μεταξύ οντοτήτων της περιοχής διαχείρισης

- Το σημείο αναφοράς R1 ορίζει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ μιας περιοχής και

των πόρων που διαχειρίζεται αυτή. Μέσω του σημείου αναφοράς R1, ορίζονται οι πληροφορίες που καλούνται να παρέχουν οι διαχειριζόμενοι πόροι (managed resources) στο χώρο διαχείρισης. Το σύνολο των πληροφοριών που παρέχουν ορίζεται από μια οντότητα (information object) που ονομάζεται διαχειρίσιμος πόρος (manageable resource). Με άλλα λόγια, ένας διαχειρίσιμος πόρος αντιπροσωπεύει τις πληροφορίες που πρέπει να παρέχουν οι διαχειριζόμενοι πόροι (managed resources) ώστε να ανήκουν στο χώρο διαχείρισης. Η πληροφορία αυτή προσφέρεται μέσω των ιδιοτήτων των διαχειριζόμενων πόρων, των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ τους και των μηνυμάτων διαχείρισης που αποστέλονται.

- Στο σημείο αναφοράς R2 ορίζεται η σχέση που υπάρχει μεταξύ δύο περιοχών διαχείρισης όπου η μια περιοχή έχει ρόλο διαχειριστή ενώ η άλλη έχει ρόλο διαχειριζομένου. Μέσω αυτού του σημείου αναφοράς, ορίζονται οι πληροφορίες που η διαχειριζόμενη περιοχή απαιτείται να παρέχει στην περιοχή διαχείρισης. Το σύνολο των πληροφοριών αυτών καθορίζεται από μια οντότητα (domain information object) και διαμορφώνεται ανάλογα με την υπηρεσία διαχείρισης που η διαχειριζόμενη περιοχή προσφέρει. Παραδείγματα υπηρεσιών διαχείρισης είναι η διαχείριση σφαλμάτων και η διαχείριση της διαμόρφωσης πόρων. Μέσω του σημείου αναφοράς R2 μπορούμε να θεωρήσουμε το διαχειριζόμενο χώρο σαν ένα TMN σύστημα διαχείρισης που παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες στο διαχειριστή. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να αναφέρονται στους πόρους του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

- Τέλος, το σημείο αναφοράς R3 ορίζει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ δύο διαφορετικών περιοχών διαχείρισης ενός δικτύου. Εδώ ισχύουν οι σχέσεις που ορίστηκαν στο προηγούμενο σημείο αναφοράς R2 και ταυτόχρονα εμπλουτίζονται και με νέες απαιτήσεις που καλούνται να πληρούν οι περιοχές διαχείρισης.

6.5 Υπηρεσία Εμπορίου (Trading service)

Η **Υπηρεσία Εμπορίου** (trading service) που περιγράφεται στις εργασίες [TS95], [ODPTF95] παρέχει μια συνάρτηση συσχέτισης μεταξύ παροχέων και χρηστών μιας υπηρεσίας. Βασικός σκοπός της είναι η δυνατότητα αποθήκευσης πληροφοριών που αναφέρονται σε προσφορές υπηρεσιών (service offers), καθώς και η παροχή των κατάλληλων μηχανισμών για πρόσβαση στις πληροφορίες αυτές.

Στην παρούσα εργασία η υπηρεσία εμπορίου χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφορίας που αναφέρεται στις διαχειρίσιμες οντότητες ενός δικτύου

τηλεπικοινωνιών. Λόγω του μεγάλου αριθμού των εγγραφών που διατηρεί κρίνεται σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί μια κατανεμημένη βάση δεδομένων για την υλοποίησή της.

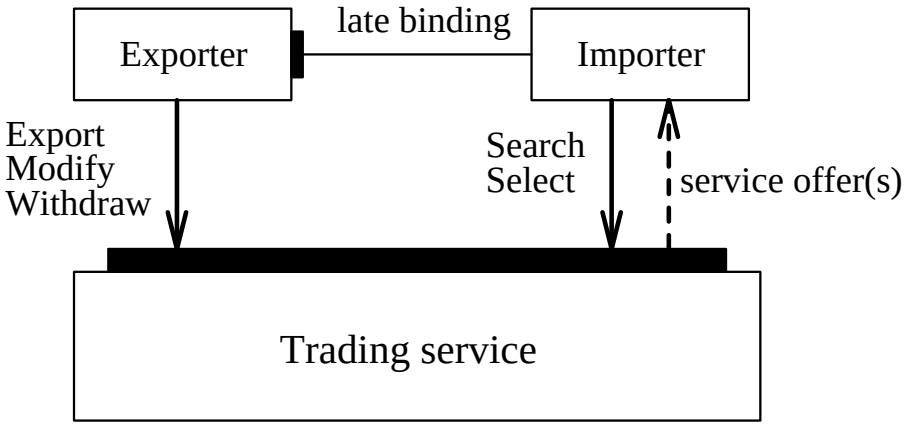
6.5.1 Το μοντέλο λειτουργίας της υπηρεσίας εμπορίου

Το σχήμα 6.5 περιγράφει το μοντέλο λειτουργίας της υπηρεσίας εμπορίου. Στο μοντέλο της υπηρεσίας εμπορίου, ο παροχέας μιας προσφοράς υπηρεσίας ονομάζεται **εξαγωγέας** (exporter). Ο εξαγωγέας χρησιμοποιεί την υπηρεσία εμπορίου για την εξαγωγή (export) πληροφορίας που αφορά τις υπηρεσίες που προσφέρει. Κάθε εγγραφή (service offer) που εξάγει στην υπηρεσία εμπορίου αποτελεί μια περιγραφή της υπηρεσίας που προσφέρει κάθε διαχειριζόμενη οντότητά του και περιλαμβάνει λεπτομέρειες της διεπαφής της οντότητας -- όπως τον τύπο και το σημείο αναφοράς της διεπαφής -- αλλά και χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης υπηρεσίας που παρέχει. Σε κάθε εγγραφή που εξάγεται, η υπηρεσία εμπορίου επιστρέφει στον εξαγωγέα ένα σημείο αναφοράς (service offer id) που χαρακτηρίζει μοναδικά την εξαγόμενη εγγραφή και το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εξαγωγέα για να έχει πρόσβαση σ' αυτή. Εκτός από την εγγραφή πληροφορίας, ο εξαγωγέας έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει (modify) ή και να αποσύρει (withdraw) την προσφορά υπηρεσίας που έχει εξάγει μέσω της χρήσης του σημείου αναφοράς της.

Στο μοντέλο της υπηρεσίας εμπορίου ο καταναλωτής (ή χρήστης) μιας προσφοράς υπηρεσίας ονομάζεται **εισαγωγέας** (importer). Ο καταναλωτής **αναζητά** (search) ένα σύνολο προσφορών υπηρεσιών οι οποίες ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν ένα σύνολο από υποχρεωτικά χαρακτηριστικά (*matching constraints*) που καλείται να παρέχει η διαχειριζόμενη οντότητα, ένα σύνολο από επιθυμητά χαρακτηριστικά (*preference constraints*) που θα ήθελαν να παρέχει και ένα σύνολο από χαρακτηριστικά που αναφέρονται στο εύρος (*scope*) στο οποίο πρέπει να βρίσκονται οι οντότητες. Η υπηρεσία εμπορίου επιστρέφει το σύνολο όλων των προσφορών που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του καταναλωτή -- οι οποίες μπορεί να είναι ταξινομημένες ανάλογα με τα επιθυμητά κριτήρια. Επειτα ο καταναλωτής επιλέγει (*select*) την προσφορά που ικανοποιεί περισσότερο τις απαιτήσεις του.

Στο μοντέλο του συστήματος διαχείρισης που προτείνουμε, το ρόλο του εξαγωγέα κατέχει το διαχειριζόμενο σύστημα και οι προσφορές που εξάγει αναφορές στις υπηρεσίες που παρέχουν οι διαχειριζόμενες οντότητές τους. Το ρόλο του εισαγωγέα κατέχει το διαχειρίζον σύστημα που χρησιμοποιεί την υπηρεσία εμπορίου για την αναζήτηση και επιλογή των υπηρεσιών που επιθυμεί.

Σε μεγάλα κατανεμημένα συστήματα υπάρχει δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν



Σχήμα 6.5: Μοντέλο λειτουργίας υπηρεσίας εμπορίου

περισσότερες από μία υπηρεσίες εμπορίου, απαρτίζοντας με αυτόν τον τρόπο μία **ομοσπονδία** (trader federation). Η υπηρεσία εμπορίου αν δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις του καταναλωτή (αν δηλαδή δεν περιέχει τις προσφορές υπηρεσιών που αναζητά) επικοινωνεί με τις υπόλοιπες υπηρεσίες και προωθεί την αίτηση σε αυτές. Η επικοινωνία μεταξύ των υπηρεσιών γίνεται μέσω συνδέσμων (links) οι οποίοι αποτελούν μια περιγραφή της πληροφορίας που εξάγει η μια υπηρεσία στην άλλη. Ο καταναλωτής αρκεί να επικοινωνήσει με μία μόνο υπηρεσία εμπορίου, από την οποία αποκτά τις πληροφορίες που αναζητά, ανεξάρτητα από το αν χρειάστηκε η υπηρεσία να επικοινωνήσει με άλλες αντίστοιχες για την απόκτηση της πληροφορίας. Η παραπάνω διαδικασία βέβαια δεν γίνεται αντιληπτή απο τον καταναλωτή.

6.6 Υπηρεσία ειδοποιήσεων (Notification service)

Η **Υπηρεσία ειδοποιήσεων** (notification service) [Ser94] παρέχει τη δυνατότητα αποστολής μηνυμάτων μεταξύ των οντοτήτων. Η οντότητα που παράγει μηνύματα ονομάζεται **παροχέας** (*supplier*), ενώ η οντότητα που τα δέχεται ονομάζεται **καταναλωτής** (*consumer*).

Η υπηρεσία χρησιμοποιεί δύο μοντέλα για την αποστολή ειδοποιήσεων. Στο ένα από αυτά, το μοντέλο **προώθησης** (*push*), η οντότητα που ενεργοποιεί την αποστολή είναι ο παροχέας της ειδοποίησης ενώ στο μοντέλο **έλξης** (*pull*), ο καταναλωτής είναι η οντότητα που ζητά να λάβει συγκεκριμένη ειδοποίηση από κάποιον παροχέα. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι παροχείς μηνυμάτων στέλνουν ειδοποιήσεις χωρίς να ξέρουν

τα αναγνωριστικά των παραληπτών. Ομοια, οι καταναλωτές λαμβάνουν ειδοποιήσεις χωρίς να γνωρίζουν συγκεκριμένα τους αποστολείς. Με άλλα λόγια, οι παροχείς και οι καταναλωτές δεν επικοινωνούν άμεσα μεταξύ τους, αλλά μονάχα μέσω της υπηρεσίας ειδοποιήσεων.

Για το σκοπό αυτό, οι παροχείς επικοινωνούν με την υπηρεσία ειδοποιήσεων και περιγράφουν το είδος των μηνυμάτων που εκπέμπουν. Επειτα η υπηρεσία τους παρέχει ένα σημείο αναφοράς το οποίο χρησιμοποιούν κατά την αποστολή μηνυμάτων. Με όμοιο τρόπο, οι καταναλωτές που ενδιαφέρονται να λάβουν κάποια ειδοποίηση επικοινωνούν με την υπηρεσία και προσδιορίζουν το είδος του μηνύματος καθώς και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ενδιαφέρονται να το λάβουν. Οταν η υπηρεσία λάβει ένα μήνυμα με τα παραπάνω στοιχεία, τότε το προωθεί στους ενδιαφερόμενους καταναλωτές.

Στην παρούσα εργασία ως παροχείς και καταναλωτές ειδοποιήσεων θεωρούνται τα διαχειρίζοντα και διαχειριζόμενα συστήματα του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

6.7 Υπηρεσία αποθήκευσης (Repository service)

Η **Υπηρεσία Αποθήκευσης** (Repository service) [EMC94] παρέχει τη δυνατότητα μόνιμης αποθήκευσης καθώς και τους απαραίτητους μηχανισμούς για πρόσβαση σε πληροφορία που αφορά τις διαχειριζόμενες οντότητες. Η πληροφορία αυτή αναφέρεται στην υλοποίηση της οντότητας και στις διεπαφές που παρέχει. Η υπηρεσία αποθήκευσης παρέχει όχι μόνο τη δυνατότητα πρόσβασης στην πληροφορία αυτή αλλά και τη δυνατότητα ανανέωσης και διαγραφής της. Πιο συγκεκριμένα, η υπηρεσία αποθήκευσης περιλαμβάνει τις ακόλουθες κατηγορίες:

- Η **υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών** (interface repository service) χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των ορισμών των διεπαφών που παρέχουν οι διαχειριζόμενες οντότητες και τη δυνατότητα απόκτησης της πληροφορίας αυτής. Υπενθυμίζουμε ότι ο όρος διεπαφή αναφέρεται στην περιγραφή των λειτουργιών που μπορεί να εκτελέσει η διαχειριζόμενη οντότητα. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται από το διαχειριζόμενο σύστημα προκειμένου να ενημερωθεί για τη διεπαφή μιας διαχειριζόμενης οντότητας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης. Επίσης η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται και κατά την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών περιβάλλοντων ανάπτυξης.

- Η **υπηρεσία αποθήκευσης υλοποιήσεων** (implementation repository service) περιλαμβάνει τόσο τον εκτελέσιμο κώδικα της λειτουργίας που εκτελεί η διαχειριζόμενη οντότητα αλλά και σχετικές με την υλοποίηση πληροφορίες. Οι

πληροφορίες αυτές μπορεί να αφορούν τον τύπο και την υλική υποδομή του σταθμού εργασίας στον οποίο ενεργοποιούνται, το λειτουργικό σύστημα που χρειάζεται για την εκτέλεσή τους και το μέγεθος της μνήμης που απαιτείται, οι οποίες όπως έχουμε προαναφέρει βρίσκονται αποθηκευμένες στην υπηρεσία εμπορίου). Στον εκτελέσιμο κώδικα της διαχειριζόμενης οντότητας περιλαμβάνονται και τα αρχεία διαμόρφωσης που απαιτούνται για την έναρξη της λειτουργίας της διεργασίας που αντιπροσωπεύει η διαχειριζόμενη οντότητα.

Κεφάλαιο 7

Το προτεινόμενο μοντέλο του συστήματος διαχείρισης

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί το βασικό τμήμα του δεύτερου μέρους της εργασίας στο οποίο προτείνουμε ένα μοντέλο για τη διαχείριση της διαμόρφωσης πόρων. Για τη διαχείριση χρησιμοποιούμε το μοντέλο του διαχειρίζοντος/διαχειριζόμενου, το οποίο επεκτείνουμε με τη χρησιμοποίηση υπηρεσιών που παρέχονται από το κατανεμημένο περιβάλλον ανάπτυξης του συστήματος. Για τη διαφήμιση πληροφορίας χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία εμπορίου. Ο λόγος για την επιλογή αυτή είναι ότι παρέχει ένα καλά ορισμένο σύνολο μηχανισμών για αποθήκευση και απόκτηση πληροφορίας. Επίσης, για την αποστολή μηνυμάτων χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία ειδοποιήσεων η οποία αποτελεί το μέσο αποστολής και λήψης μηνυμάτων μεταξύ παροχέων και καταναλωτών, χωρίς να χρειάζεται άμεσα επικοινωνία μεταξύ τους. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών και υλοποιήσεων. Ο λόγος αυτής της επιλογής είναι ότι προσφέρει τους απαραίτητους μηχανισμούς για πρόσβαση σε πληροφορία που αναφέρεται στις διεπαφές και στην υλοποίηση που αφορούν τις διαχειριζόμενες οντότητες. Τέλος χρησιμοποιήσαμε το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών για τη διαχείριση της διαμόρφωσης των πόρων του. Με τον όρο ‘‘πόρους’’ αναφερόμαστε στις διεργασίες διαχείρισης που το δίκτυο παρέχει.

7.1 Διαχείριση της διαμόρφωσης πόρων

Η μελέτη που παρουσιάζουμε σε αυτό ασχολείται με τη **διαχείριση της διαμόρφωσης των πόρων** (Resource Configuration Management). Η περιοχή αυτή όπως ορίστηκε στο [CMC95] περιλαμβάνει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- installation support: υποστηρίζει την εγκατάσταση και απομάκρυνση των πόρων του δικτύου. Εδώ περιλαμβάνεται και ο ορισμός των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των πόρων.

- provisioning: ασχολείται με την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των πόρων του δικτύου καθώς και με την ανάθεση και την απελευθέρωση των πόρων που χρησιμοποιούνται.

- status and control: παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη διαμόρφωση των πόρων. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν την τοπολογική άποψη των πόρων του δικτύου και ασχολούνται με τη διατήρηση της πληροφορίας αυτής.

Το σύστημα που προτείνουμε χρησιμοποιεί το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών για να διαχειριστεί τη διαμόρφωση των πόρων του. Ως πόρους του δικτύου θεωρούμε τις διεργασίες διαχείρισης που παρέχει. Το σύστημα διαχείρισης αποτελείται από ένα σύνολο από διαχειρίζοντα και διαχειριζόμενα συστήματα όπου καθένα βρίσκεται σε κάποιο κόμβο του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

Το διαχειρίζον σύστημα λειτουργεί σε ρόλο διαχειριστή (manager role), ενώ το διαχειριζόμενο σύστημα λειτουργεί σε ρόλο διαχειριζόμενου (managed role) και περιλαμβάνει έναν αριθμό από διαχειρίσιμες οντότητες (managed objects). Κάθε διαχειρίσιμη οντότητα αντιπροσωπεύει ένα πόρο του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Οπως ειπώθηκε παραπάνω σε κάθε πόρο αντιστοιχεί μια διεργασία του δικτύου τηλεπικοινωνιών η οποία περιέχει πληροφορία για κάποιο φυσικό ή λογικό πόρο του δικτύου, ο οποίος υπόκειται σε διαχείριση. Με άλλα λόγια αποτελεί μια αφαίρεση κάποιου στοιχείου του δικτύου από την σκοπιά της διαχείρισης. Το διαχειριζόμενο σύστημα προσφέρει στο διαχειριστή πρόσβαση στις διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες παρέχουν υπηρεσίες διαχείρισης. Οπότε ο διαχειριστής αποστέλει πράξεις διαχείρισης μέσω του διαχειριζόμενου συστήματος στις διαχειρίσιμες οντότητες.

Η επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης μπορεί να γίνει με δυο τρόπους:

- από τον διαχειριστή όταν θέλει να εκτελέσει μια πράξη διαχείρισης (*management operation*) σε κάποια διαχειρίσιμη οντότητα,

- ή από τον διαχειριζόμενο ο οποίος θέλει να στείλει μια ειδοποίηση που αφορά ή τον ίδιο ή κάποια διαχειρίσιμη οντότητα.

Οπότε ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα τόσο να πυροδοτεί πράξεις διαχείρισης όσο και να λαμβάνει ειδοποιήσεις. Επίσης, ο διαχειριζόμενος εκτελεί τις πράξεις που

λαμβάνει από το διαχειριστή σε κάποια απο τις διαχειρίσιμες οντότητές του αλλά και στέλνει ειδοποιήσεις στον διαχειριστή.

Το διαχειρίζον και το διαχειριζόμενο σύστημα επικοινωνούν με την υπηρεσία εμπορίου. Βασικός στόχος της υπηρεσίας είναι η αποθήκευση πληροφορίας σχετικά με τις διαχειριζόμενες οντότητες (managed objects) και η παροχή της πληροφορίας αυτής. Ο διαχειριστής και τα διαχειριζόμενα συστήματα επικοινωνούν με την υπηρεσία ειδοποιήσεων για την αποστολή μηνυμάτων μεταξύ των οντοτήτων. Η υπηρεσία αυτή αναλαμβάνει την αποστολή των ειδοποιήσεων χωρίς να χρειάζεται οι οντότητες να επικοινωνούν αποκλειστικά μεταξύ τους. Ακόμα, το διαχειριζόμενο σύστημα επικοινωνεί και με την υπηρεσία αποθήκευσης με σκοπό τη διατήρηση πληροφορίας που αναφέρεται στις διαχειριζόμενες οντότητές του. Πιο αναλυτικά το μοντέλο της επικοινωνίας μεταξύ των συστημάτων και των υπηρεσιών που χρησιμοποιούνται καθώς και η πληροφορία που διατηρούν αναλύονται σε επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου.

7.2 Το μοντέλο πληροφορίας της υπηρεσίας εμπορίου

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέραμε ότι η υπηρεσία εμπορίου αποθηκεύει εγγραφές με πληροφορίες που αναφέρονται στις υπηρεσίες που προσφέρουν οι διαχειριζόμενες οντότητες του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Σε κάθε εγγραφή περιλαμβάνεται η διεπαφή που χαρακτηρίζει τη διαχειριζόμενη οντότητα -- συγκεκριμένα το είδος (interface type) και το σημείο αναφοράς (interface reference) της διεπαφής. Ταυτόχρονα όμως περιέχει και ένα σύνολο από χαρακτηριστικά (attributes) και ιδιότητες (properties) όπου προσδιορίζουν την υπηρεσία που παρέχει η διαχειριζόμενη οντότητα. Για κάθε οντότητα, ένα χαρακτηριστικό το οποίο περιέχει το όνομα της υπηρεσίας που παρέχει η οντότητα, χρησιμοποιείται μαζί με το σημείο αναφοράς της διεπαφής της με σκοπό τον μοναδικό προσδιορισμό της υπηρεσίας που αντιπροσωπεύει η διαχειριζόμενη οντότητα.

Η πληροφορία που κρατείται σε κάθε εγγραφή της υπηρεσίας εμπορίου για να προσδιορίσει την υπηρεσία που προσφέρει μια διαχειρίσιμη οντότητα περιλαμβάνει τα ακόλουθα γνωρίσματα και ιδιότητες:

- τον τύπο και το σημείο αναφοράς της διεπαφής
- το όνομα της διεργασίας που αντιπροσωπεύει η διαχειριζόμενη οντότητα και η οποία είναι υπεύθυνη για την παροχή ορισμένης υπηρεσίας διαχείρισης
- το όνομα της υπηρεσίας διαχείρισης
- τη λειτουργική κατάσταση της διεργασίας

- τη διεύθυνση του δικτύου τηλεπικοινωνιών στο οποίο μπορεί να λειτουργήσει καθώς και του συγκεκριμένου κόμβου του δικτύου στο οποίο βρίσκεται
- τη διεύθυνση στην οποία ‘‘ακούει’’ η διεργασία
- τη βάση δεδομένων (MIB) που υποστηρίζει η διεργασία
- το λογισμικό πακέτο που χρειάζεται για την ενεργοποίηση της διεργασίας
- το ρόλο (διαχειρίζον ή διαχειριζόμενου συστήματος) τον οποίο κατέχει η διεργασία
- το όνομα (ή ονόματα) των πόρων που διαχειρίζεται

Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε την ομοιότητα της πληροφορίας αυτής με την αντίστοιχη που είχε κρατηθεί στην υπηρεσία καταλόγου. Αυτό βέβαια είναι αναμενόμενο μια και σκοπός μας και στις δύο περιπτώσεις είναι η αποθήκευση πληροφορίας που χαρακτηρίζει τις διεργασίες διαχείρισης, με τη διαφορά ότι σε αυτήν την περίπτωση αποθηκεύουμε και κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά των διαχειρίσιμων οντοτήτων που αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης (όπως τον τύπο και το σημείο αναφοράς της διεπαφής που παρέχουν).

7.2.1 Αντιστοίχιση διαχειρίσιμων οντοτήτων σε πόρους

Σε ένα Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η σχέση μεταξύ των διεργασιών του διαχειριζόμενου δικτύου και των πόρων που αυτές αντιπροσωπεύουν είναι πολλαπλή. Αυτό σημαίνει ότι όχι μόνο ένας πόρος μπορεί να αντιπροσωπεύεται από πολλές διεργασίες, αλλά και ότι μια διεργασία μπορεί να αντιπροσωπεύει πολλούς πόρους.

Οπότε, μας ενδιαφέρει να βρούμε την αντιστοιχία που υπάρχει μεταξύ τους. Με την προυπόθεση ότι ο διαχειριστής (είτε η διεργασία διαχείρισης είτε κάποιος άνθρωπος που χρησιμοποιεί κάποιο σταθμό εργασίας) αρχικά γνωρίζει

- το όνομα του πόρου που θέλει να διαχειριστεί
- την υπηρεσία διαχείρισης την οποία παρέχει καθώς και τη συγκεκριμένη λειτουργία διαχείρισης (μέρος της υπηρεσίας διαχείρισης) που θέλει να εκτελέσει
- κάποια περιγραφή των διαχειριζόμενων οντοτήτων στις οποίες θα εκτελεστεί η λειτουργία διαχείρισης (η περιγραφή αυτή προσδιορίζει τη διεπαφή στην οποία ανήκουν οι διαχειρίσιμες οντότητες)

θέλει να προσδιορίσει τις διαχειρίσιμες οντότητες στις οποίες αναφέρεται η λειτουργία διαχείρισης που θέλει να εκτελέσει.

Στην προηγούμενη ενότητα αναφέραμε ότι σε κάθε εγγραφή της υπηρεσίας εμπορίου που αναφέρεται σε μια διαχειρίσιμη οντότητα αποθηκεύεται πληροφορία για τους πόρους τους οποίους διαχειρίζεται η οντότητα. Χρησιμοποιώντας λοιπόν τους μηχανισμούς έρευνας (*search*) που παρέχει η υπηρεσία εμπορίου, ακολουθούμε την εξής διαδικασία. Από το σύνολο των διαχειριζόμενων οντοτήτων οι οποίες κρατούνται στην υπηρεσία εμπορίου και παρέχουν το ζητούμενο τύπο διεπαφής, προσδιορίζουμε την οντότητα που προσφέρει τη ζητούμενη υπηρεσία διαχείρισης και διαχειρίζεται τον πόρο που μας ενδιαφέρει. Κατόπιν, έχοντας προσδιορίσει τη διαχειριζόμενη οντότητα, βρίσκουμε απευθείας το όνομα της διεργασίας που παρέχει τη ζητούμενη λειτουργία διαχείρισης.

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι όλα τα παραπάνω έχουν ιδιαίτερη χρησιμότητα σε διαχειριστές και σε διεργασίες διαχείρισης οι οποίες ενέχουν την απαραίτητη λογική (πχ. με κάποια από τις μεθόδους της τεχνητής νοημοσύνης) ώστε να παρέχουν τις δυνατότητες λήψης αποφάσεων και δυναμικού εντοπισμού και διόρθωσης προβλημάτων σε μεγάλα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Ετσι, μια διεργασία η οποία έχει το στατικό ρόλο της επικοινωνίας και επέμβασης σε καποιες προκαθορισμένες οντότητες, προφανώς δεν μπορεί να ωφεληθεί από αυτά που περιγράφηκαν παραπάνω.

7.3 Το μοντέλο της υπηρεσίας ειδοποιήσεων

Η υπηρεσία ειδοποιήσεων που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιείται για την αποστολή μηνυμάτων μεταξύ του διαχειρίζοντος και του διαχειριζόμενου συστήματος. Στα πλαίσια του συστήματος που προτείνουμε, ειδοποιήσεις αποστέλονται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Από το διαχειριζόμενο σύστημα στο διαχειρίζον όταν διαπιστώνεται υπερφόρτωση του κόμβου του δικτύου στον οποίον βρίσκεται. Απαραίτητη προυπόθεση αποτελεί το διαχειριζόμενο σύστημα να έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει το φόρτο εργασίας του κόμβου στον οποίο λειτουργεί.

- Από το διαχειριζόμενο σύστημα στο διαχειρίζον όταν διαπιστώνεται ότι κάποια από τις διαχειριζόμενες οντότητές του έχει απενεργοποιηθεί.

- Από μία διαχειριζόμενη οντότητα στο αντίστοιχο διαχειριζόμενο σύστημα κατά την ενεργοποίηση και απενεργοποίησή του

- Από την υπηρεσία αποθήκευσης στο διαχειριζόμενο σύστημα κατά την απόκτηση νέου λογισμικού που αφορά τις διαχειρίσιμες οντότητές του
- Τέλος, μηνύματα παίρνει (*pull*) μόνο του το διαχειρίζον σύστημα από το διαχειριζόμενο όταν απαιτείται ο υπολογισμός του φόρτου εργασίας κάθε κόμβου του δικτύου τηλεπικοινωνιών

Για την αποστολή και λήψη ειδοποιήσεων, χρησιμοποιείται ο ακόλουθος μηχανισμός:

1. Κάθε οντότητα (διαχειρίζουσα ή διαχειριζόμενη) που ενδιαφέρεται να στείλει μηνύματα επικοινωνεί με την υπηρεσία ειδοποιήσεων προσδιορίζοντας το είδος των μηνυμάτων που πρόκειται να στείλει.
2. Ομοια, κάθε οντότητα που ενδιαφέρεται να λάβει μηνύματα επικοινωνεί με την υπηρεσία δηλώνοντας το είδος των μηνυμάτων που θέλει να λάβει.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης, στα μηνύματα που αποστέλνονται μεταξύ των οντοτήτων περιλαμβάνεται η ακόλουθη πληροφορία:

- το είδος του μηνύματος (αν για παράδειγμα αποστολέας θέλει να ενημερώσει για το φόρτο εργασίας ενός κόμβου του δικτύου, το μήνυμα που θα στείλει θα έχει τύπο *LoadInfo*)
- ένα γνώρισμα ή ιδιότητα όπου η τιμή της προσδιορίζει το είδος του μηνύματος (για παράδειγμα, αν το μήνυμα είναι του τύπου *LoadInfo*, τότε το γνώρισμα αυτό περιέχει το φόρτο εργασίας του διαχειριζόμενου συστήματος)

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να πούμε ότι τόσο το είδος των μηνυμάτων που εκπέμπονται όσο και το είδος της πληροφορίας που τα συνοδεύει θα πρέπει να είναι γνωστά στους καταναλωτές από την έναρξη της λειτουργίας του συστήματος.

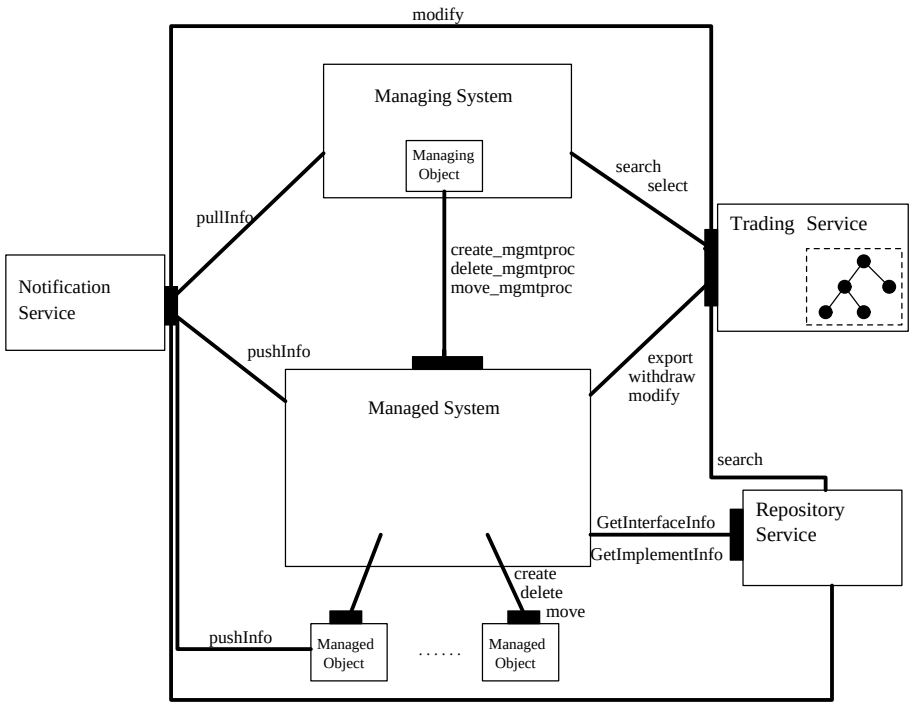
7.4 Το μοντέλο της υπηρεσίας αποθήκευσης

Η υπηρεσία αποθήκευσης που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο παρέχει τη δυνατότητα μόνιμης αποθήκευσης πληροφορίας που αφορά τις διαχειριζόμενες οντότητες. Παρακάτω περιγράφουμε την πληροφορία που διατηρείται και τη διαδικασία που ακολουθούμε για την απόκτηση αυτής:

- στην υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών μας ενδιαφέρει η αποθήκευση των ορισμών των διεπαφών των διαχειρίσιμων οντοτήτων καθώς και κάποιας πληροφορίας που τις προσδιορίζει. Η πληροφορία αυτή περιλαμβάνει το όνομα της διεπαφής, τον αριθμό έκδοσής της, τα χαρακτηριστικά (*attributes*) που περιέχει και τις λειτουργίες που παρέχει. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι ο αριθμός έκδοσης μιας διεπαφής είναι ιδιαίτερα σημαντικός δεδομένου ότι επιτρέπει την ύπαρξη διαφορετικών εκδόσεων της διεπαφής που παρέχει μια διαχειρίσιμη οντότητα. Αυτό έχει νόημα αν θεωρήσουμε ότι μπορεί να υπάρχουν μικρές αλλαγές στις λειτουργίες που εκτελούν ή στα αναγνωριστικά τους. Η παροχή πληροφορίας σχετικά με τις λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει μια διαχειρίσιμη οντότητα είναι επίσης σημαντική δεδομένου ότι επιτρέπει στο διαχειρίζον σύστημα να πληροφορηθεί κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος για τις λειτουργίες που μπορούν να εκτελέσουν οι οντότητες καθώς και για τις παραμέτρους που δέχονται αυτές. Τέλος πρέπει να επισημάνουμε ότι η υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών αποκτά πληροφορία για τις διαχειριζόμενες οντότητες όχι μόνο κατά την έναρξη αλλά και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης.

- στην υπηρεσία αποθήκευσης υλοποιήσεων μας ενδιαφέρει η αποθήκευση πληροφορίας για τα αρχεία διαμόρφωσης που απαιτούνται για την έναρξη της λειτουργίας μιας διεργασίας διαχείρισης. Τα ονόματα των αρχείων διαμόρφωσης παρέχονται από την υπηρεσία εμπορίου. Επίσης η υπηρεσία αποθήκευσης είναι υπεύθυνη και για τη μεταφορά των παραπάνω αρχείων. Το διαχειριζόμενο σύστημα όταν θέλει να ενεργοποιήσει μια διεργασία διαχείρισης ακολουθεί την εξής διαδικασία: αρχικά επικοινωνεί με την υπηρεσία εμπορίου από όπου αποκτά τα ονόματα των αρχείων διαμόρφωσης που απαιτούνται για την έναρξη της διεργασίας και ελέγχει αν αυτά υπάρχουν διαθέσιμα σε εκείνο το διαχειριζόμενο σύστημα. Αν τα αρχεία δεν βρίσκονται τοπικά αποθηκευμένα, είναι υπεύθυνη να τα μεταφέρει. Τόσο σε αυτήν την περίπτωση όσο και στην περίπτωση που τα αρχεία ήδη υπήρχαν, έπειτα επικοινωνεί με το διαχειριζόμενο σύστημα και το ενημερώνει για τη μεταφορά των αρχείων.

  Επίσης, αν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης αποκτηθούν νεότερες εκδόσεις των αρχείων διαμόρφωσης από την υπηρεσία αποθήκευσης, αυτή είναι υπεύθυνη να στείλει μήνυμα μέσω της υπηρεσίας ειδοποιήσεων που αφορά τα νέα αρχεία που αποκτήθηκαν. Κατόπιν, η υπηρεσία ειδοποιήσεων όπως περιγράφηκε παραπάνω, αναλαμβάνει την ειδοποίηση των διαχειριζόμενων συστημάτων όπου αυτά αποφασίζουν αν πρόκειται να χρησιμοποιήσουν τις νέες εκδόσεις των αρχείων που απόκτησαν ή αν θα συνεχίσουν



Σχήμα 7.1: Αρχιτεκτονική Συστήματος Διαχείρισης

να χρησιμοποιούν τις παλιές.

7.5 Το βασικό μοντέλο λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης

Στο σχήμα 7.1 απεικονίζεται το μοντέλο επικοινωνίας μεταξύ του διαχειρίζοντος, του διαχειριζόμενου συστήματος και των υπηρεσιών που περιγράφηκαν παραπάνω. Στην ενότητα αυτή αναπτύσσεται αναλυτικά η λειτουργία του συστήματος διαχείρισης, η οποία βασίζεται σε αυτό το μοντέλο.

1. **Αρχικοποίηση διαχειριζόμενου συστήματος και ενημέρωση της υπηρεσίας εμπορίου σχετικά με τις υπηρεσίες που προσφέρει**

   Κάθε διαχειριζόμενο σύστημα αρχικοποιείται στο κατανεμημένο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών το οποίο υπόκεινται σε διαχείριση και αποκτά τα σημεία αναφοράς (references) που του χρειάζονται για να επικοινωνήσει με τις προαναφερόμενες υπηρεσίες (εμπορίου, ειδοποιήσεων και αποθήκευσης).

Το διαχειριζόμενο σύστημα κατόπιν επικοινωνεί με την υπηρεσία εμπορίου και εξάγει προσφορές που περιέχουν πληροφορία σχετικά με τις υπηρεσίες που το διαχειριζόμενο σύστημα προσφέρει. Οι υπηρεσίες αυτές ουσιαστικά είναι οι διεργασίες διαχείρισης οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Οπως έχει ήδη αναφερθεί, το διαχειριζόμενο σύστημα σε κάθε προσφορά που εξάγει στην υπηρεσία εμπορίου, μαζί με τον τύπο και το σημείο αναφοράς της διαχειριζόμενης οντότητας, η οποία αντιπροσωπεύει τη διεργασία διαχείρισης, αποθηκεύει το όνομα της διεργασίας καθώς και γνωρίσματα και ιδιότητες που την χαρακτηρίζουν. Σ' αυτά περιλαμβάνονται η υπηρεσία διαχείρισης που προσφέρει, τα αρχεία διαμόρφωσης που απαιτούνται για την ενεργοποίησή της, το δίκτυο τηλεπικοινωνιών στο οποίο ανήκει αλλά και ο συγκεκριμένος κόμβος του δικτύου στον οποίο βρίσκεται. Οι περισσότερες από τις παραπάνω ιδιότητες κάθε διαχειρίσιμης οντότητας γνωστοποιούνται στο διαχειριζόμενο σύστημα πριν από την έναρξη της λειτουργίας του.

2. **Εναρξη λειτουργίας του διαχειρίζοντος συστήματος και απόκτηση πληροφορίας από την υπηρεσία εμπορίου**

   Το διαχειρίζον σύστημα όμοια με το διαχειριζόμενο, αρχικοποιείται στο κατανεμημένο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών και προσκομίζει τα σημεία αναφοράς που χρειάζονται για να επικοινωνήσει με τις απαραίτητες υπηρεσίες με σκοπό τη διαχείριση του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

   Το διαχειρίζον σύστημα χρησιμοποιεί την υπηρεσία εμπορίου για να πληροφορηθεί για τους πόρους που υπόκεινται σε διαχείριση, δηλαδή για τις διεργασίες διαχείρισης που μπορούν να ενεργοποιηθούν καθώς και τους κόμβους από τους οποίους αποτελείται το δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Το διαχειρίζον σύστημα, στηρίζεται στις πληροφορίες αυτές, αλλά και στις πληροφορίες που του παρέχονται από τον άνθρωπο-διαχειριστή και αποφασίζει την ενεργοποίηση κάποιων διεργασιών σε συγκεκριμένους κόμβους του δικτύου. Οι πληροφορίες που του παρέχει ο άνθρωπος-διαχειριστής περιλαμβάνουν τις εξαρτήσεις που υπάρχουν μεταξύ των διεργασιών διαχείρισης και πιθανότατα και την τοπολογία του δικτύου.

3. **Εναρξη λειτουργίας διεργασιών διαχείρισης**

   Σε προηγούμενη παράγραφο είδαμε τον τρόπο μέσω του οποίου ο διαχειριστής γνωρίζοντας τον πόρο που θέλει να διαχειριστεί και την υπηρεσία διαχείρισης που θέλει ν απαρέχει, βρίσκει τη διεργασία διαχείρισης η οποία παρέχει τη ζητούμενη

υπηρεσία και αντιπροσωπεύει εκείνο τον πόρο. Οπότε έπειτα, για την ενεργοποίηση μιας διεργασίας διαχείρισης το διαχειρίζον σύστημα στέλνει εντολή στο κατάλληλο διαχειριζόμενο σύστημα με σκοπό την έναρξη μιας υπηρεσίας διαχείρισης, με το όνομα της διεργασίας. Το διαχειριζόμενο σύστημα, προτού δημιουργήσει μια διαχειρίσιμη οντότητα που να αντιπροσωπεύει αυτή τη διεργασία διαχείρισης, επικοινωνεί με την υπηρεσία αποθήκευσης η οποία είναι υπεύθυνη να ελέγξει αν τα απαραίτητα για την ενεργοποίηση της διεργασίας αρχεία διαμόρφωσης είναι τοπικά διαθέσιμα. Ο έλεγχος αυτός γίνεται εξ' ολοκλήρου από την υπηρεσία αποθήκευσης, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενη παράγραφο του κεφαλαίου. Επειτα, το διαχειριζόμενο σύστημα δημιουργεί μια διαχειρίσιμη οντότητα που αντιπροσωπεύει αυτή τη διεργασία και την οποία ενεργοποιεί.

Η διεργασία, κατά την έναρξη της λειτουργίας της, ενημερώνει την υπηρεσία ειδοποιήσεων για την ενεργοποίησή της και ταυτόχρονα, της παρέχει κάποιες πληροφορίες, όπως το όνομα της διεργασίας και το διαχειριζόμενο σύστημα που είναι υπεύθυνο για αυτήν. Επειτα η υπηρεσία ειδοποιήσεων επικοινωνεί με την υπηρεσία εμπορίου και την ενημερώνει για την έναρξη της διεργασίας διαχείρισης.

4. **Τερματισμός λειτουργίας διεργασιών διαχείρισης**

   Σε ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών, το διαχειρίζον σύστημα μπορεί να επιθυμεί τη διακοπή μιας υπηρεσίας διαχείρισης ώστε να προκαλέσει τον τερματισμό της λειτουργίας της διεργασίας διαχείρισης που την προσφέρει. Αυτό προυποθέτει ότι το διαχειρίζον σύστημα γνωρίζει τις διεργασίες διαχείρισης που λειτουργούν, καθώς και τους κόμβους του δικτύου τηλεπικοινωνιών στους οποίους είναι ενεργοποιημένες. Αυτήν την πληροφορία την αποκτά από την υπηρεσία εμπορίου. Επειτα ο διαχειρίζον σύστημα αποστέλνει πράξη τερματισμού της λειτουργίας της διεργασίας διαχείρισης στο αντίστοιχο διαχειριζόμενο σύστημα που είναι υπεύθυνο για αυτήν, οπότε η λειτουργία της διεργασίας. Κατόπιν, ενημερώνει την υπηρεσία εμπορίου για τη διακοπή της λειτουργίας της διεργασίας.

7.5.1 Παρατηρήσεις

Σε αυτό το σημείο της εργασίας, θα πρέπει να τονίσουμε μια σημαντική δυνατότητα που παρέχει το κατανεμημένο περιβάλλον ανάπτυξης που χρησιμοποιούμε και αφορά τις διεργασίες διαχείρισης. Η δυνατότητα αυτή αναφέρεται στην ικανότητα που έχει το διαχειρίζον σύστημα να μετακινεί τις διεργασίες διαχείρισης -- ουσιαστικά τις διαχειριζόμενες οντότητες του -- μεταξύ των κόμβων του δικτύου τηλεπικοινωνιών, χωρίς να απαιτείται διακοπή και ξανά επανεργοποίηση της λειτουργίας τους. Η δυνατότητα

αυτή οφείλεται στους μηχανισμούς της φάσης κύκλου ζωής (LifeCycle) που παρέχει το κατανεμημένο περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται το σύστημα διαχείρισης. Με αυτόν τον τρόπο δεν χάνεται η πληροφορία που διατηρούν οι διεργασίες διαχείρισης. Η μετακίνηση των διαχειριζόμενων οντοτήτων μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης, αποτελεί χρησιμοποιείται κατά την επαναδιαμόρφωση του συστήματος διαχείρισης. Η απόφαση που αφορά ποιές διεργασίες διαχείρισης πρέπει να μετακινηθούν και σε ποιούν κόμβους του δικτύου, λαμβάνεται από το διαχειρίζον σύστημα, το οποίο έχει μια γενική άποψη του φόρτου εργασίας όλων των κόμβων του δικτύου.

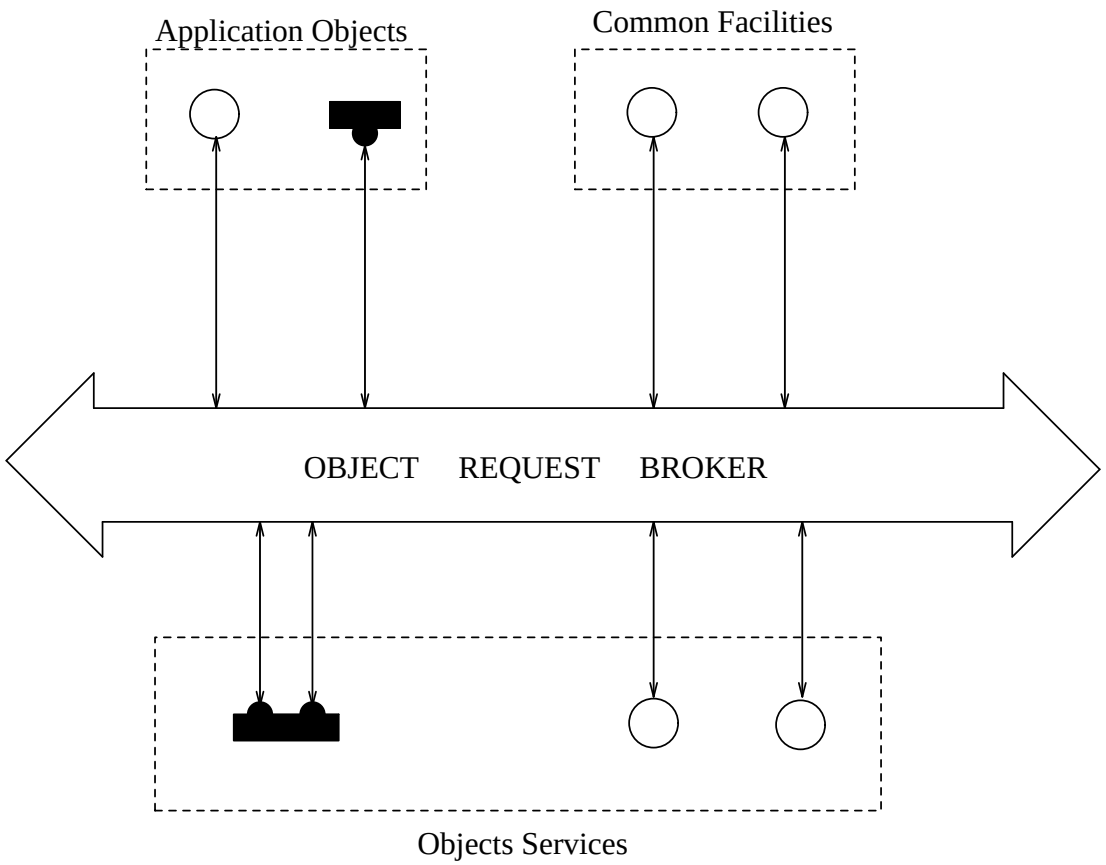
7.6 Υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης

7.6.1 Αρχιτεκτονική CORBA

Η **CORBA (Common Object Request Broker Architecture)** είναι μια αρχιτεκτονική η οποία αναπτύχθηκε από τον οργανισμό OMG. Ο OMG (Object Management Group) αποτελεί ένα διεθνή οργανισμό ο οποίος απαριθμεί περισσότερα από 500 μέλη όπου σε αυτά συμπεριλαμβάνονται κατασκευαστές συστημάτων, χρήστες και προγραμματιστές λογισμικού οι οποίοι αναπτύσσουν και προάγουν τη θεωρία και πρακτική των κατανεμημένων οντοτήτων στην ανάπτυξη εφαρμογών. Βασικός σκοπός του οργανισμού είναι η ανάπτυξη και ισχυροποίηση μιας ενιαίας αρχιτεκτονικής και ενός συνόλου τυποποιήσεων τα οποία βασίζονται στην τεχνολογία οντοτήτων και έχουν σαν σκοπό την ανάπτυξη κατανεμημένων εφαρμογών. Πρωταρχικοί στόχοι είναι η ευρεία χρησιμοποίηση (*re-usability*), η δυνατότητα ανάπτυξης και χρήσης σε διάφορα περιβάλλοντα (*portability*) και η επικοινωνία και ταυτόχρονη λειτουργία (*interoperability*) μεταξύ των τμημάτων των οντοκεντρικών εφαρμογών τα οποία έχουν αναπτυχθεί σε ετερογενή κατανεμημένα περιβάλλοντα.

Κεντρικός πυρήνας της αρχιτεκτονικής OMA (Object Management Architecture) που έχει προτείνει ο OMG αποτελεί η CORBA. Πιο συγκεκριμένα η αρχιτεκτονική αυτή:

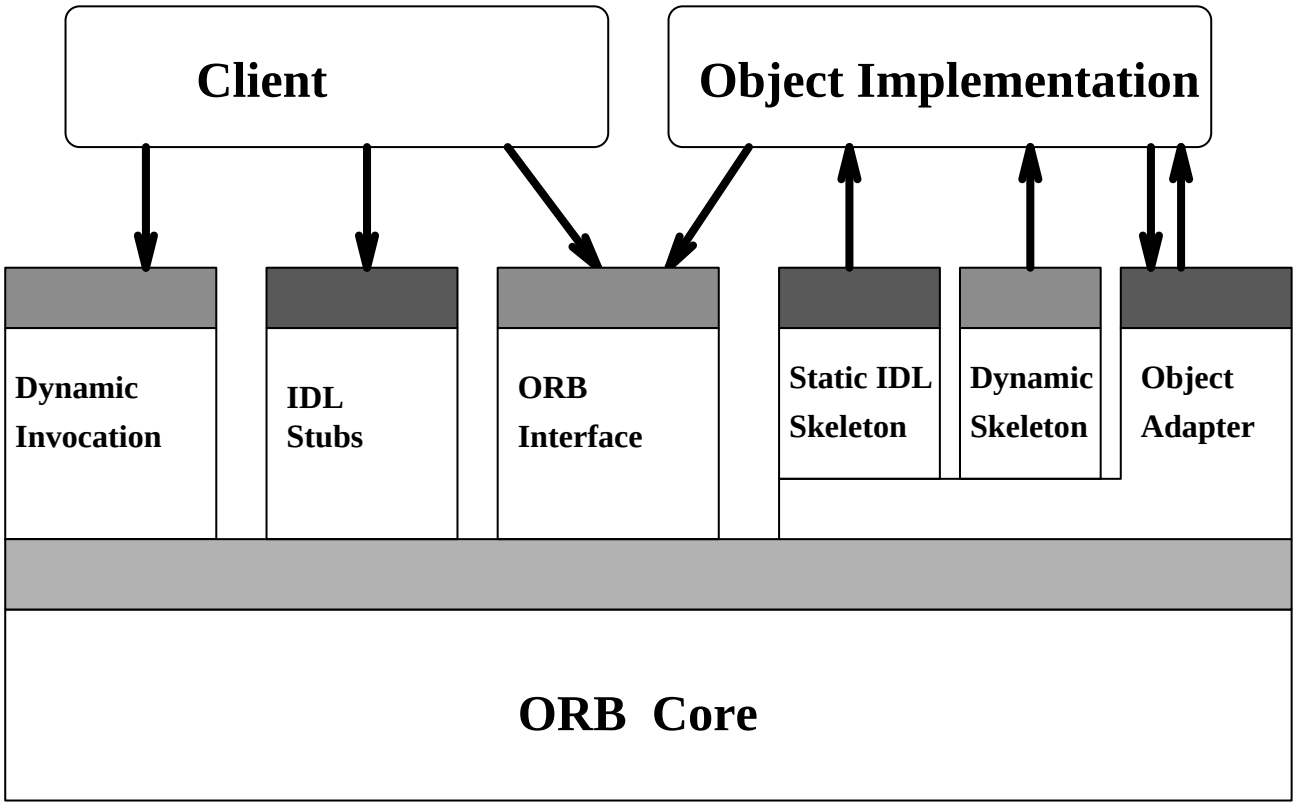
- παρέχει τους μηχανισμούς διαφάνειας μέσω των οποίων οι οντότητες κάνουν αιτήσεις (make requests) και παίρνουν απαντήσεις (receive responses).
- παρέχει τη δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ εφαρμογών οι οποίες έχουν αναπτυχθεί σε διαφορετικούς σταθμούς εργασίας και σε ετερογενή κατανεμημένα περιβάλλοντα.
- παρέχει ενιαία επικοινωνία μεταξύ συστημάτων πολλαπλών οντοτήτων.



Σχήμα 7.2: Η αρχιτεκτονική CORBA.

Οπως φαίνεται και στο σχήμα 7.2, η αρχιτεκτονική CORBA αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- **ORB** (Object Request Broker) επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των οντοτήτων που έχουν αναπτυχθεί στο κατανεμημένο περιβάλλον. Επίσης επιτρέπει στις οντότητες να αναπτύσσονται ανεξάρτητα από την πλατφόρμα και τις τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υλοποίησή τους.
- υπηρεσίες οντοτήτων (**Object Services**): αποτελεί μια συλλογή από υπηρεσίες που παρέχουν τις βασικές συναρτήσεις για την υλοποίηση και χρησιμοποίηση των οντοτήτων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι υπηρεσίες εμπορίου και αποστολής ειδοποιήσεων.
- υπηρεσίες κοινών παροχών (**Common Facilities**): αποτελεί μια συλλογή από



Σχήμα 7.3: Η δομή του ORB.

υπηρεσίες που παρέχουν γενικές ιδιότητες για διάφορες εφαρμογές. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν υπηρεσίες εκτύπωσης και αποστολής e-mail μηνυμάτων.

- οντότητες εφαρμογών (**Application Objects**): στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι εφαρμογές που αναπτύσσουν οι χρήστες και δεν έχουν τυποποιηθεί από τον οργανισμό OMG.

Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι ο ORB αποτελεί τον πυρήνα της αρχιτεκτονικής CORBA, μια και είναι υπεύθυνος για την παροχή όλων των απαραίτητων μηχανισμών για την εύρεση των καλούμενων οντοτήτων, για την ενεργοποίησή τους και την παροχή αποτελεσμάτων. Ο ORB δεν είναι απαραίτητο να αποτελεί μοναδιαία ποσότητα, αλλά αποτελείται από περισσότερα τμήματα και ορίζεται σε σχέση με τις διεπαφές που παρέχει. Οι διεπαφές χρησιμοποιούνται από τους πελάτες μιας εφαρμογής ή υπηρεσίας για να επικοινωνήσουν με αυτήν. Στο σχήμα 7.3 φαίνεται αναλυτικά η δομή ενός ORB.

- Σαν πελάτες (**Clients**) θεωρούνται είτε εφαρμογές είτε διεργασίες που στέλνουν αιτήσεις σε οντότητες. Για το σκοπό αυτό οι πελάτες πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με τα σημεία αναφοράς (references) των οντοτήτων ώστε να μπορούν να καλούν τις λειτουργίες τους. Οι πελάτες στέλνουν αιτήσεις στις οντότητες με δύο τρόπους όπως θα δούμε παρακάτω, είτε στατικά, είτε δυναμικά.

- Η υλοποίηση της λειτουργίας της οντότητας (**Object Impementation**) ουσιαστικά αποτελείται από τα γνωρίσματα και τις ρουτίνες που παρέχει η οντότητα. Για την υλοποίησή της μπορεί να χρειάζεται επικοινωνία με άλλες οντότητες ή επιπλέον ανεξάρτητο λογισμικό. Οι υλοποιήσεις μπορεί να είναι διάφορων ειδών, είτε βιβλιοθήκες, είτε ανεξάρτητοι εξυπηρετητές είτε εφαρμογές και δεν εξαρτώνται από τον τρόπο με τον οποίο καλούνται από τον ORB ή τον πελάτη.

- **IDL stubs**. Οπως ειπώθηκε και πρωτύτερα, οι πελάτες μπορούν να χρησιμοποιούν τις λειτουργίες των οντοτήτων μέσω της χρήσης των διεπαφών που παρέχουν. Ενας τρόπος για να το πετύχουμε αυτό είναι μέσω της χρησιμοποίησης των IDL stubs. Τα stubs αποτελούν μια αντιστοιχία των ορισμών των διεπαφών των διαχειριζόμενων οντοτήτων σε κάποια από τις γλώσσες προγραμματισμού που υποστηρίζει η IDL. Γενικά τα stubs παρέχουν τον πιο εύκολο τρόπο πρόσβασης στις συναρτήσεις των οντοτήτων μια και αρκεί μονάχα η στατική κλήση των συναρτήσεων αυτών.

- **Dynamic Invocation Interface**. Η διεπαφή αυτή περιλαμβάνει τους μηχανισμούς για τη δυναμική κλήση των λειτουργιών που παρέχουν οι διαχειριζόμενες οντότητες. Με άλλα λόγια, αντί να καλείται στατικά μια συνάρτηση της οντότητας με συγκεκριμένες παραμέτρους, ο πελάτης μπορεί να καλέσει τη συνάρτηση που επιθυμεί και να παρέχει τις παραμέτρους που δέχεται, μέσω της ακολουθίας ενός αριθμού βημάτων.

- **ORB Interface**. Παρέχει τους βασικούς μηχανισμούς που παρέχει ο ORB και είναι κοινοί για όλες τις οντότητες και χρησιμοποιούνται τόσο από τους πελάτες όσο και από τις εφαρμογές. Σε αυτούς τους μηχανισμούς περιλαμβάνονται λειτουργίες που χρησιμοποιούνται για την απόκτηση πληροφορίας που αφορά τις διεπαφές μιας οντότητας και τις υπηρεσίες που υπάρχουν.

- **Static IDL skeleton**. Σε αυτή τη διεπαφή περιλαμβάνεται η κλήση των υλοποιήσεων των λειτουργιών της διεπαφής σε μία από τις προγραμματιστικές γλώσσες που υποστηρίζει η IDL. Η υλοποίηση των λειτουργιών αυτών γίνεται σύμφωνα με τον παραπάνω σκελετό σε μία από τις γλώσσες προγραμματισμού.

- **Dynamic skeleton**. Η διεπαφή αυτή μπορεί να θεωρηθεί ανάλογη με τον τρόπο

```
Interface    MgmtProcessFactory  {
        string     create(in string processName);
        void       delete(in string processName);
        string     move(in string processName, in string hostName);
}
```

Σχήμα 7.4: Ορισμός της διεπαφής διαχειρίσιμων οντοτήτων.

που λειτουργεί ο μηχανισμός δυναμικής κλήσης διεπαφών (Dynamic Invocation Interface), δηλαδή παρέχει τους μηχανισμούς για πρόσβαση στις λειτουργίες και στις παραμέτρους μιας οντότητας με δυναμικό τρόπο.

- **Object Adapter**. Αποτελεί το κύριο σύνολο των λειτουργιών που παρέχει ο ORB. Στους μηχανισμούς που προσφέρει, περιλαμβάνονται η παραγωγή και ερμηνεία των αναφορών (references) των οντοτήτων, η αντιστοιχία των αναφορών του σε υλοποιήσεις, η καταγραφή αυτών των υλοποιήσεων και η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των οντοτήτων.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι ο πελάτης προκειμένου να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες που παρέχει μια οντότητα, μπορεί να καλέσει τις λειτουργίες της είτε στατικά (χρησιμοποιώντας το IDL stub που αναφέρεται σε αυτήν), είτε δυναμικά (μέσω του Dynamic Invocation Interface). Αντίστοιχα η οντότητα δέχεται την κλήση αυτή είτε στατικά (μέσω του Static IDL skeleton), είτε δυναμικά(μέσω του Dynamic skeleton).

Για την περιγραφή των λειτουργιών που παρέχουν οι οντότητες και τις οποίες καλούν οι πελάτες μέσω της χρήσης διεπαφών, χρησιμοποιείται η γλώσσα IDL. Η IDL είναι μια οντοκεντρική περιγραφική γλώσσα η οποία μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα υπερσύνολο ενός υποσυνόλου της $C++$. Με άλλα λόγια, περιέχει ένα υποσύνολο από το συντακτικό της $C++$ (για παράδειγμα δεν περιλαμβάνει δείκτες -- pointers), το οποίο εμπλουτίζει με επιπλέον ορισμούς/χαρακτηριστικά (για παράδειγμα, προσθέτοντας τους ορισμούς των διεπαφών). Η IDL είναι σχεδιασμένη για να μπορεί να αντιστοιχηθεί σε περισσότερες από μία γλώσσες προγραμματισμού, όπως C, $C++$, SmallTalk. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι όποιος θέλει να δημιουργήσει μια εφαρμογή για το κατανεμημένο περιβάλλον της CORBA αρκεί να γράψει στη γλώσσα IDL τους ορισμούς των λειτουργιών που θα παρέχει η εφαρμογή και έπειτα να γράψει τις υλοποιήσεις σε μία από τις γλώσσες που υποστηρίζει

```
Interface    MgedSystem  {
        string      create_mgmtprocess(in string processName, in string hostName);
        void        delete_mgmtprocess(in string processName, in string hostName);
        string      move_mgmtprocess(in string processName, in string hostName);
}
```

Σχήμα 7.5: Ορισμός της διεπαφής του διαχειριζόμενου συστήματος.

η IDL. Κατόπιν, χρησιμοποιώντας τον IDL μεταφραστή, δημιουργεί την υπηρεσία που θέλει να προσφέρει.

7.6.2 Λεπτομέρειες υλοποίησης

Περιγραφή των διεπαφών των οντοτήτων

Εχουμε προχωρήσει σε μια πρώτη υλοποίηση του συστήματος που προτείνουμε χρησιμοποιώντας την αρχιτεκτονική CORBA. Μέσω της γλώσσας IDL ορίσαμε τις διεπαφές των οντοτήτων του συστήματος διαχείρισης που υλοποιούμε. Ορίσαμε μία οντότητα η οποία έχει την ιδιότητα εργοστασίου (*factory*) και παράγει άλλες οντότητες. Στο προτεινόμενο μοντέλο το ρόλο της οντότητας αυτής κατέχει το διαχειριζόμενο σύστημα, το οποίο παράγει και διαχειρίζεται οντότητες. Οι λειτουργίες που μπορούν να εκτελεστούν στις διαχειριζόμενες οντότητες σχετίζονται με τις λειτουργίες της υπηρεσίας της φάσης κύκλου ζωής (*Lifecycle*) -- που παρέχει η αρχιτεκτονική CORBA -- και είδαμε προηγουμένως στην εργασία.

Στο σχήμα 7.4 ορίζονται οι λειτουργίες τις οποίες αποστέλει το διαχειριζόμενο σύστημα στις οντότητες που διαχειρίζεται. Ορίζεται μια διεπαφή *MgmtProcessFactory* στην οποία μπορούν να εκτελεστούν πράξεις δημιουργίας, διαγραφής και μετακίνησης διαχειριζόμενων οντοτήτων. Οι λειτουργίες της διεπαφής πυροδοτούνται από το διαχειριζόμενο σύστημα προς τις διαχειριζόμενες οντότητές του.

Επίσης στο σχήμα 7.5 ορίζονται οι βασικές ρουτίνες τις οποίες χρησιμοποιήσαμε για την αποστολή πράξεων διαχείρισης από το διαχειρίζον σύστημα στο διαχειριζόμενο. Ανάλογα με τις πράξεις που δέχεται το διαχειριζόμενο σύστημα εκτελεί αντίστοιχες λειτουργίες στις οντότητές του.

7.7 Αξιολόγηση απόδοσης του συστήματος διαχείρισης

Για την υλοποίηση των συστήματος διαχείρισης για τη διαμόρφωση πόρων χρησιμοποιήσαμε την υπηρεσία εμπορίου για την αποθήκευση πληροφορίας που αφορά τις διαθέσιμες προσφορές υπηρεσιών. Το Δίκτυο Τηλεπικοινωνιών που διαχειριζόμαστε αποτελεί ένα μεγάλο κατανεμημένο περιβάλλον το οποίο οδηγεί στην ανάγκη αποθήκευσης μεγάλου όγκου πληροφορίας. Η πληροφορία αυτή σχετίζεται με τις διαχειρίσιμες οντότητες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη μιας κατανεμημένης βάσης δεδομένων η οποία χρησιμοποιείται για την διατήρηση αυτής της πληροφορίας. Η βάση δεδομένων παρέχει μηχανισμούς για εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στην αποθηκευμένη πληροφορία.

Κατά τη σχεδίαση του συστήματος είχαμε εξετάσει τη χρησιμοποίηση της υπηρεσίας ονομασίας (*Naming service*) που παρέχει η αρχιτεκτονική CORBA με σκοπό την υποστήριξη ενός σχήματος ονομασίας ανάλογου με το αντίστοιχο που χρησιμοποιείται στο OSI για την ονομασία και αναγνώριση με μοναδικό τρόπο των διαχειρίσιμων οντοτήτων, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης. Η υπηρεσία ονομασίας όμως, χρησιμοποιείται για την παροχή της δυνατότητας συσχέτισης μιας οντότητας με ένα όνομα σε σχέση με ένα πλαίσιο ονομασίας (naming context). Στο μοντέλο που προτείναμε όμως δεν θέλαμε μονάχα να ονομάσουμε τις διαχειριζόμενες οντότητες ώστε να μπορούν να αναγνωρίζονται μοναδιαία, αλλά ταυτόχρονα να συσχετίσουμε ιδιότητες σε αυτές και να διαφημίσουμε την παραπάνω πληροφορία. Αυτό όμως σήμαινε ότι αν σκοπεύαμε να χρησιμοποιήσουμε την υπηρεσία ονομασίας, θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε και την υπηρεσία ιδιοτήτων (property service) έτσι ώστε να συσχετίσουμε ιδιότητες στην διαχειριζόμενη οντότητα που έχουμε από πριν ονομάσει.

Σκοπός του προεινόμενου μοντέλου δεν είναι μονάχα η παροχή ενός τρόπου αποθήκευσης πληροφορίας σχετικά με τις προσφερόμενες υπηρεσίες του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών αλλά και η διαφήμιση αυτής της πληροφορίας. Ομως λόγω του μεγάλου όγκου της πληροφορίας, η υπηρεσία ονομασίας δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση όλης της απαραίτητης πληροφορίας. Αντίθετα η υπηρεσία εμπορίου παρέχει μια κατανεμημένη βάση για την αποθήκευση των δεδομένων και τους κατάλληλους μηχανισμούς για αποθήκευση, πρόσβαση και ανάκτηση της πληροφορίας αυτής.

Επίσης, η υπηρεσία εμπορίου επιτρέπει στους παροχείς υπηρεσιών την ανακοίνωση πληροφορίας που περιγράφει τις υπηρεσίες που προσφέρουν προτού προχωρήσουν στην ενεργοποίηση της υπηρεσίας αυτής. Αυτή η δυνατότητα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στο

σύστημα διαχείρισης που προτείνουμε μια και οι πελάτες χρειάζεται να γνωρίζουν τις διαθέσιμες υπηρεσίες προτού τις ενεργοποιήσουν. Αν χρησιμοποιούσαμε την υπηρεσία ονομασίας θα μπορούσαμε να ονομάσουμε τις διαχειρίσιμες οντότητες και να συσχετίσουμε και ιδιότητες σε αυτές μόνο αφού τις είχαμε δημιουργήσει, οπότε με αυτόν τον τρόπο δεν είναι εφικτή η διαφήμιση της πληροφορίας χωρίς την ενεργοποίηση της υπηρεσίας που την παρέχει.

Κεφάλαιο 8

Σύγκριση μεταξύ TMN σε OSIMIS και TINA

Στο πρώτο μέρος της εργασίας περιγράψαμε ένα σύστημα διαχείρισης (μετα-διαχείρισης) του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Για την υλοποίηση του συστήματος όμως υπήρχαν περιορισμοί που αφορούσαν την πλατφόρμα που χρησιμοποιούσαμε για την ανάπτυξη και εμπόδιζαν τη δημιουργία ενός αξιόλογου και ισχυρού συστήματος διαχείρισης. Σε αυτή την ενότητα περιγράφουμε τα προβλήματα που υπήρχαν και εξηγούμε αναλυτικά τους λόγους για τους οποίους οδηγηθήκαμε στην ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης της διαμόρφωσης πόρων.

1. Το σύστημα διαχείρισης για τη διαμόρφωση πόρων αναπτύχθηκε σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον ανάπτυξης το οποίο συνεπάγεται ότι το σύστημα χρησιμοποιεί τους μηχανισμούς που του παρέχει το κατανεμημένο περιβάλλον για την επικοινωνία μεταξύ των οντοτήτων. Στις δυνατότητες αυτές περιλαμβάνεται η διαφάνεια ως προς την τοποθεσία (*location transparency*) και η διαφάνεια ως προς την μετακίνηση (*migration transparency*). Η διαφάνεια ως προς την τοποθεσία επιτρέπει την κλήση οντοτήτων ανεξάρτητα από τη θέση ή την κατάστασή τους. Αυτό σημαίνει ότι οι διεργασίες διαχείρισης που ενεργοποιούνται δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται σε συγκεκριμένους και προδηλωμένους κόμβους του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Η διαφάνεια ως προς την μετακίνηση αναλαμβάνει αυτόματη ενημέρωση κατά τη μετακίνηση οντοτήτων (ουσιαστικά κατά τη μετακίνηση των διεργασιών διαχείρισης σε διαφορετικούς κόμβους του δικτύου τηλεπικοινωνιών).

   Στο σύστημα μεταδιαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών που αναπτύξαμε στο πρώτο μέρος της εργασίας, αρχικά είχαμε αναγκαστεί να

εισάγουμε την έννοια του *TMN host* προκειμένου να δηλώσουμε συγκεκριμένα τους κόμβους από τους οποίους αποτελείται το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών και να χρησιμοποιήσουμε μια διεργασία μετα-διαχείρισης (MMA) η οποία αναλαμβάνει την πυροδότηση πράξεων διαχείρισης στις οντότητές της. Επίσης, είχαμε αναγκαστεί να υλοποιήσουμε τους απαραίτητους μηχανισμούς για την παροχή του μηχανισμού διαφάνειας ως προς την τοποθεσία των διεργασιών διαχείρισης. Για το σκοπό αυτό είχε χρησιμοποιηθεί η υπηρεσία καταλόγου για την αποθήκευση της τρέχουσας διεύθυνσης στην οποία ‘‘ακούει’’ η διεργασία και του κόμβου στον οποίο είναι ενεργοποιημένη. Ομως, στην περίπτωση που θέλαμε να προχωρήσουμε στην επαναδιαμόρφωση του δικτύου έπρεπε να υπήρχε μηχανισμός διαφάνειας ως προς την μετακίνηση, ώστε οι διεργασίες διαχείρισης να έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται αυτόματα μεταξύ των κόμβων του δικτύου. Ανάλογοι μηχανισμοί όμως δεν είχαν υλοποιηθεί για την πλατφόρμα OSIMIS που χρησιμοποιούσαμε για την ανάπτυξη του συστήματος διαχείρισης. Οπότε αναγκαζόμασταν να τερματίζουμε τις διεργασίες διαχείρισης και να τις επανεργοποιούμε σε διαφορετικό κόμβο του δικτύου, με αποτέλεσμα η πληροφορία που διαχειρίζονταν μέχρι εκείνη τη στιγμή να μην μπορεί να διατηρηθεί.

Χρησιμοποιώντας όμως τους μηχανισμούς που παρέχει το κατανεμημένο περιβάλλον ανάπτυξης της αρχιτεκτονικής CORBA, οι διαχειριζόμενες οντότητες που αντιπροσωπεύουν διεργασίες διαχείρισης μπορούν να ενεργοποιηθούν σε οποιοδήποτε κόμβο του δικτύου τηλεπικοινωνιών. Επίσης, η υπηρεσία της φάσης κύκλου ζωής περιέχει λειτουργίες που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής κάθε διαχειριζόμενης οντότητας και περιλαμβάνει τη δημιουργία, διαγραφή, αντιγραφή και μετακίνησή της. Οπότε, μέσω αυτής της υπηρεσίας καθιστάται εύκολη η μετακίνηση της οντότητας σε διαφορετικό κόμβο του δικτύου τηλεπικοινωνιών.

2. Η αρχιτεκτονική CORBA παρέχει ένα σύνολο από υπηρεσίες που υποστηρίζουν τις βασικές λειτουργίες για τη χρήση και την υλοποίηση των διαχειρίσιμων οντοτήτων. Στις υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνονται η υπηρεσία εμπορίου (trading service), η υπηρεσία ειδοποιήσεων (notification service), η υπηρεσία φάσης κύκλου ζωής (life-cycle service) και η υπηρεσία ασφαλείας (security service). Από τις παραπάνω λίγες μόνο είναι τυποποιημένες και υλοποιημένες. Για τις υπόλοιπες ερευνάται συνεχώς η τυποποίηση των μηχανισμών τους. Οι υπηρεσίες είναι αρκετά γενικές και μένουν πάντα ανεξάρτητες από τις περιοχές εφαρμογής, δηλαδή δεν εξαρτώνται ούτε από τις διεργασίες των πελατών ούτε από τα δεδομένα που δέχονται. Επίσης είναι σχεδιασμένες για την ολοκληρωμένη υλοποίηση μιας συγκεκριμένης λειτουργίας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, χωρίς όμως να χρειάζεται να είναι περισσότερο

πολύπλοκες από ότι κρίνεται αναγκαίο. Οι υπηρεσίες που έχουν οριστεί σύμφωνα με το μοντέλο της TINA αρχιτεκτονικής μπορούν να παρέχουν περισσότερες από μία διεπαφές έτσι ώστε να μπορούν να προσφέρουν διαφορετικές λειτουργίες της ίδιας υπηρεσίας στους πελάτες. Οπότε, ανάλογα με τη συγκεκριμένη λειτουργία της υπηρεσίας που θέλει να χρησιμοποιήσει ο πελάτης, μπορεί να κάνει χρήση ορισμένων μόνο από τις διεπαφές που παρέχει, οπότε με αυτόν τον τρόπο απλοποιείται ο τρόπος χρήσης της υπηρεσίας. Ο συνδιασμός ανεξάρτητων υπηρεσιών γίνεται εύκολα και μπορεί να οδηγήσει σε πολυπλοκότερες και αρκετά ισχυρές υπηρεσίες.

Στο σύστημα μετα-διαχείρισης του πρώτου μέρους της εργασίας αντίθετα, υπήρχαν λιγότερες υπηρεσίες και λειτουργίες διαθέσιμες. Οι περιορισμένες δυνατότητες που είχαν αναπτυχθεί σχετίζονταν μονάχα με τις διεργασίες για τη διαχείριση ενός δικτύου τηλεπικοινωνιών. Αυτό βέβαια είναι αναμενόμενο, μια και η πλατφόρμα OSIMIS που είχε χρησιμοποιηθεί έχει σαν σκοπό την παροχή μιας γενικής πλατφόρμας για τη διαχείριση δικτύων και συστημάτων η οποία να χρησιμοποιεί τα μοντέλα και τα πρωτόκολλα του OSI. Αντίθετα η αρχιτεκτονική CORBA δεν περιορίζεται μονάχα στη διαχείριση δικτύων και συστημάτων, αλλά αποτελεί μια γενική αρχιτεκτονική για ανάπτυξη κατανεμημένων οντοκεντρικών εφαρμογών.

3. Η ανάπτυξη εφαρμογών μέσω της χρήσης της αρχιτεκτονικής CORBA κρίνεται ευκολότερη. Για τις εφαρμογές που αναπτύσσονται χρησιμοποιείται η γλώσσα IDL. Οπως είπαμε και πρωτύτερα, η IDL είναι μια οντοκεντρική περιγραφική γλώσσα η οποία χρησιμοποιείται για την περιγραφή των διεπαφών που παρέχονται από τους παροχείς υπηρεσιών και καλούνται από τους πελάτες μιας υπηρεσίας. Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι οι εφαρμογές δεν γράφονται στην γλώσσα IDL, αλλά σε γλώσσες προγραμματισμού για τις οποίες έχει οριστεί κάποια αντιστοιχία με την IDL.

   Επίσης ο μεταφραστής της γλώσσας IDL προσφέρει περισσότερες δυνατότητες, σε σύγκριση με τους μεταφραστές των άλλων γλωσσών. Εχει την ικανότητα να παράγει περισσότερα από ένα διαφορετικά αρχεία (συγκεκριμένα, παράγει δύο αρχεία). Στο ένα από αυτά περιλαμβάνονται οι ορισμοί των λειτουργιών που αναφέρονται στην διεπαφή και η κλήση των απαραίτητων αρχείων σε μία από τις γλώσσες προγραμματισμού που υποστηρίζει η IDL και χρησιμοποιείται από τον παροχέα της υπηρεσίας. Το δεύτερο αρχείο χρησιμοποιείται από τον πελάτη για να κάνει κλήση των συναρτήσεων της υπηρεσίας, χρησιμοποιώντας μία από τις γλώσσες που υποστηρίζει η IDL. Αυτό που απομένει είναι ο παροχέας να

γράψει μονάχα τις συναρτήσεις οι οποίες υλοποιούν τις λειτουργίες της διεπαφής. Ταυτόχρονα με την παραγωγή των παραπάνω αρχείων, ο μεταγλωττιστής της IDL παράγει πληροφορία που διατηρείται στην υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών.

Ενα από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η γλώσσα IDL και έχει ήδη αναφερθεί είναι η δυνατότητα υποστήριξης και αντιστοίχισης σε περισσότερες από μία γλώσσες. Αυτό σημαίνει ότι τόσο οι πελάτες όσο και οι παροχείς μιας υπηρεσίας δεν είναι υποχρεωμένοι να χρησιμοποιούν πάντα μία κοινή γλώσσα υλοποίησης, αλλά μπορούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο να χρησιμοποιούν οποιαδήποτε από τις γλώσσες που υποστηρίζει η IDL.

4. Σε μεγάλα κατανεμημένα συστήματα υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης μεγάλου όγκου πληροφορίας για προσφορές υπηρεσιών η οποία αναφέρεται όχι μόνο σε φυσικούς αλλά και σε λογικούς πόρους. Στο σύστημα διαχείρισης που αναπτύξαμε, χρησιμοποιήσαμε την υπηρεσία εμπορίου για την αποθήκευση πληροφορίας. Η πληροφορία αφορά τις διαχειρίσιμες οντότητες και περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που προσδιορίζουν τις προσφορές υπηρεσιών. Οι ιδιότητες αυτές μπορούν να είναι στατικά ορισμένες, αλλά μπορούν να ορίζονται και δυναμικά κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος. Οι μηχανισμοί εύρεσης πληροφορίας είναι αρκετά γενικοί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιοδήποτε είδος πληροφορίας και έχουν τη δυνατότητα χρήσης κατάλληλων φίλτρων μέσω των οποίων γίνεται ευκολότερα η αναζήτηση. Τα φίλτρα περιέχουν τις απαιτήσεις που πρέπει υποχρεωτικά να πληρούν οι υπηρεσίες που αναζητούνται (*matching contraints*), το εύρος της περιοχής στο οποίο βρίσκονται οι υπηρεσίες (*scoping criteria*) και τέλος τα κριτήρια που θα προτιμούσε ο πελάτης να ικανοποιούνται (*Preference criteria*). Το τρίτο είδος των απαιτήσεων δεν είναι απαραίτητο να ικανοποιείται, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ταξινομήσει το αποτέλεσμα της αναζήτησης ανάλογα με τις προτιμήσεις του πελάτη. Τέλος, η υπηρεσία εμπορίου, μπορεί να έχει πρόσβαση στην πληροφορία που διατηρούν και άλλες υπηρεσίες εμπορίου. Ο τρόπος με τον οποίο πετυχαίνεται αυτή η επικοινωνία δεν είναι πολύπλοκος και δεν γίνεται αντιληπτός από τον πελάτη, ο οποίος αποκτά την πληροφορία που ζήτησε ανεξάρτητα από τα ενδιάμεσα βήματα που μεσολάβησαν.

   Στη σύστημα διαχείρισης που αναπτύξαμε στο πρώτο μέρος της εργασίας, είχαμε χρησιμοποιήσει την υπηρεσία καταλόγου (X.500) για την αποθήκευση πληροφορίας για τις διεργασίες διαχείρισης. Η υπηρεσία καταλόγου παρέχει ειδικούς μηχανισμούς, οι οποίοι δεν μπορούν να γενικευτούν και να χρησιμοποιηθούν για την απόκτηση άλλου είδους πληροφορίας. Με άλλα λόγια χρειαζόταν η

υλοποίηση νέων μηχανισμών για την πρόσβαση σε διαφορετικού είδους δεδομένα που βρισκόταν αποθηκευμένα στην υπηρεσία καταλόγου. Οι μηχανισμοί εύρεσης πληροφορίας στην υπηρεσία καταλόγου έχουν τη δυνατότητα χρήσης φίλτρων που αναφέρονται στο είδος της πληροφορίας (*scoping*) που αναζητείται -- μέσω του προσδιορισμού της κλάσης στην οποία ανήκει η διεργασία διαχείρισης -- και από το αποτέλεσμα της παραπάνω αναζήτησης μπορεί να γίνει περαιτέρω επιλογή των διεργασιών που ικανοποιούν ακόμα περισσότερα κριτήρια (*filtering*). Επίσης η υπηρεσία καταλόγου παρέχει τη δυνατότητα συσχετισμού μόνο στατικών χαρακτηριστικών σε κάθε οντότητα καταλόγου, δηλαδή σε κάθε διεργασία διαχείρισης.

5. Στο σύστημα διαμόρφωσης που αναπτύξαμε χρησιμοποιήσαμε την υπηρεσία ειδοποιήσεων για την αποστολή μηνυμάτων διαχείρισης. Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει την ασύγχρονη επικοινωνία μεταξύ ενός ή περισσότερων παροχέων μηνυμάτων και ενός ή περισσότερων καταναλωτών. Οι παροχείς στέλνουν τα μηνύματα που θέλουν στην υπηρεσία ειδοποιήσεων και έπειτα η υπηρεσία αναλαμβάνει την ειδοποίηση των ανάλογων καταναλωτών. Αυτό βέβαια προυποθέτει ότι η υπηρεσία ειδοποιήσεων έχει από πριν ενημερωθεί τόσο για το είδος των μηνυμάτων που πρόκειται να στείλουν οι παροχείς όσο και για το είδος των μηνυμάτων που θέλουν να δεκτούν οι καταναλωτές. Οπότε, δεν απαιτείται να γνωρίζουν τα αναγνωριστικά τους (ids) για την αποστολή ειδοποιήσεων μεταξύ τους.

   Αντίθετα, στο σύστημα διαχείρισης που αναπτύξαμε στο πρώτο μέρος της εργασίας, μηνύματα παραγόταν αποκλειστικά μεταξύ ενός παροχέα και ενός καταναλωτή χωρίς τη χρήση μεσολαβητή. Για το σκοπό αυτό ο παροχέας έπρεπε να ξέρει ακριβώς το αναγνωριστικό του καταναλωτή για να του στείλει μήνυμα. Οι περιπτώσεις στις οποίες παραγόταν μηνύματα ήταν συνήθως για να ειδοποιήσουν για την αλλαγή της κατάστασης μιας οντότητας ή για να παρακολουθήσουν την τιμή μιας μεταβλητής.

6. Η υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών παρέχει τη δυνατότητα μόνιμης αποθήκευσης πληροφορίας που αναφέρεται στις διεπαφές των διαχείρισιμων οντοτήτων και παρέχει τη δυνατότητα πρόσβασης σε αυτήν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος. Μην ξεχνάμε ότι ο όρος διεπαφές αναφέρεται στην περιγραφή των λειτουργιών που μπορεί να εκτελέσει κάθε διαχειριζόμενη οντότητα.

   Η υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση, κατανομή και διαχείριση ενός συνόλου από διεπαφών οντοτήτων οι οποίες παρέχονται στην

υπηρεσία είτε στατικά (στην έναρξή της), είτε δυναμικά (κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος). Επίσης αποτελεί ένα εύκολο τρόπο για την αποθήκευση σχετικής με τις διεπαφές πληροφορίας. Οι πελάτες χρησιμοποιούν τους μηχανισμούς που παρέχει η υπηρεσία για να αντλήσουν πληροφορία που αφορά τις διεπαφές των διαχειριζόμενων οντοτήτων και κυρίως τις λειτουργίες που μπορούν να εκτελεστούν σε αυτές. Αυτό συνεπάγεται ότι οι πελάτες δεν είναι απαραίτητο να γνωρίζουν εκ των προτέρων τις λειτουργίες που μπορούν να εκτελέσουν, αλλά μπορούν να αποκτήσουν αυτή την πληροφορία κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Επίσης η υπηρεσία παρέχει τη δυνατότητα αναφοράς σε ένα συγκεκριμένο αριθμό έκδοσης της διεπαφής. Αυτός ο μηχανισμός επιτρέπει στα διαχειριζόμενα συστήματα την αποθήκευση διαφορετικών εκδόσεων της ίδιας διεπαφής και τη χρησιμοποίηση της πιο πρόσφατης έκδοσης που σχετίζεται με μία διαχειρίσιμη οντότητα, ενώ ταυτόχρονα δεν απαγορεύει την χρησιμοποίηση μιας παλαιότερης έκδοσης όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Επίσης, ανάλογα με τον τρόπο υλοποίησης της υπηρεσίας αποθήκευσης διεπαφών μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια κατανεμημένη βάση δεδομένων για την αποθήκευση της πληροφορίας. Με αυτόν τον τρόπο πολλά αντίγραφα των ίδιων δεδομένων (αντίγραφα της ίδιας διεπαφής) θα διατηρούνται κατανεμημένα σε περισσότερους από έναν κόμβους του δικτύου, παρέχοντας έτσι καλύτερη διαθεσιμότητα, απόδοση, αξιοπιστία και κατανομή του φόρτου εργασίας. Παράλληλα χρησιμοποιούνται μηχανισμοί ανανέωσης (concurrency) για τη σωστή διατήρηση και ανανέωση της ίδιας πληροφορίας σε όλα τα αντίτυπα που υπάρχει. Αυτοί οι μηχανισμοί παρέχονται αυτόματα χωρίς να χρειάζεται η επέμβαση του παροχέα. Τέλος, η υπηρεσία παρέχει τη δυνατότητα διατήρησης λιστών πρόσβασης οι οποίες σε συνδιασμό με την υπηρεσία ασφαλείας θα ελέγχουν την πρόσβαση στην πληροφορία που διατηρεί.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας η υπηρεσία καταλόγου ήταν το μοναδικό μέσο αποθήκευσης πληροφορίας. Σε αυτήν όμως δεν είχαμε τη δυνατότητα απόκτησης πληροφορίας για το σύνολο των λειτουργιών που μπορούν να εκτελεστούν σε μια διεργασία διαχείρισης. Αυτό ήταν γνωστό εκ των προτέρων από των αντιπρόσωπο, ώστε να γίνει κλήση μιας συγκεκριμένης λειτουργίας της. Επίσης, δεν ήταν δυνατόν να γίνεται έλεγχος του αριθμού έκδοσης μιας διεργασίας μια και δεν υπήρχε δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων από μία εκδόσεων της ίδιας πληροφορίας σε διαφορετικές οντότητες καταλόγου.

7. Ακόμα ένα από τα πλεονεκτήματα που παρέχει η αρχιτεκτονική CORBA είναι η δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών σε περισσότερες από μία πλατφόρμες.

Σήμερα, κρίνεται απαραίτητα η χρησιμοποίηση διαφορετικών υπολογιστικών περιβάλλοντων ανάπτυξης λόγω της ύπαρξης ετερογενών λειτουργικών συστημάτων και τεχνολογικής υποδομής. Οπότε, δεν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση μόνο της πλατφόρμας UNIX, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα περιβάλλοντα εργασίας.

Κεφάλαιο 9

Συμπεράσματα και Μελλοντικές επεκτάσεις

9.1 Συμπεράσματα

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας αναπτύξαμε ένα σύστημα διαχείρισης για τη διαμόρφωση πόρων. Χρησιμοποιήσαμε το Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών στο οποίο οι διεργασίες διαχείρισής του αντιπροσωπεύουν τους πόρους του συστήματος που προτείνουμε. Το προτεινόμενο μοντέλο στηριζόταν στην αρχιτεκτονική της TINA και στις τυποποιήσεις που προσφέρει. Επεκτείναμε το μοντέλο επικοινωνίας διαχειριστή/διαχειριζόμενου συμπεριλαμβάνοντας σε αυτό τη χρήση των υπηρεσιών εμπορίου, ειδοποιήσεων και αποθήκευσης της TINA αρχιτεκτονικής.

Χρησιμοποιώντας το νέο μοντέλο δείξαμε πως μπορούμε να παρέχουμε μηχανισμούς για την αυτόματη λειτουργία του συστήματος διαχείρισης. Στη λειτουργία του περιλαμβάνεται η αυτόματη δημιουργία διαχειρίσιμων οντοτήτων οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις διεργασίες διαχείρισης του Δικτύου Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών και η δυνατότητα αποθήκευσης και απόκτησης πληροφορίας που τις αφορούν. Το τελευταίο στηρίχθηκε στους μηχανισμούς που παρέχει η υπηρεσία εμπορίου και στη βάση πληροφορίας που διατηρεί. Επίσης, στο νέο μοντέλο περιλαμβάνεται η δυνατότητα αποστολής ειδοποιήσεων μεταξύ των διαχειρίζον και διαχειριζόμενων οντοτήτων. Τέλος χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία αποθήκευσης στην οποία διατηρείται πληροφορία που περιλαμβάνει τις διεπαφές που παρέχουν και τις υλοποιήσεις με τις οποίες σχετίζονται οι διαχειρίσιμες οντότητες.

9.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Ενα ενδιαφέρον θέμα για μελέτη το οποίο παραλείψαμε στην παρούσα εργασία είναι η παροχή κάποιου μηχανισμού ελέγχου ασφάλειας (security) κατά τη λειτουργία του συστήματος διαχείρισης. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να γίνεται έλεγχος κατά την πρόσβαση στις διαχειρίσιμες οντότητες ώστε να μην επιτρέπεται αυθαίρετη αποστολή πράξεων διαχείρισης. Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδιασμό με την υπηρεσία αποθήκευσης διεπαφών προκειμένου να ελέγχεται οποιοσδήποτε θέλει να αποκτήσει πρόσβαση στις διαχειρίσιμες οντότητες. Επίσης ο ίδιος μηχανισμός θα πρέπει να τοποθετηθεί και στην υπηρεσία εμπορίου με σκοπό την άρνηση πρόσβασης σε πληροφορία που είναι αποθηκευμένη εκεί, σε διεργασίες που δεν έχουν ανάλογη άδεια.

Επίσης θα πρέπει να γίνεται καταγραφή των λειτουργιών κάθε διαχειριζόμενου συστήματος ώστε να υπάρχει δυνατότητα εύρεσης της ακολουθίας των πράξεων που είχαν εκτελεστεί. Βέβαια, περισσότερο σπιτακτικοί θα ήταν κάποιοι κατάλληλοι μηχανισμοί πιστοποίησης ταυτότητας (authentication) και κρυπτογράφησης κατά την επικοινωνία διαχειρίζον και διαχειριζόμενου, ώστε να διασφαλιστεί το απόρρητο και η ακεραιότητα της πληροφορίας και της λειτουργίας του συστήματος. Γενικά όμως η υπηρεσία ασφαλείας περιλαμβάνει ένα σύνολο από μηχανισμούς οι οποίοι ξεφεύγουν από τα όρια αυτής της εργασίας.

Παράρτημα Α

Ελληνοαγγλικό Ευρετήριο Ορων

Αντιπρόσωπος	Agent
Απλή	Lightweight
Αποσύρω	Withdraw
Γλώσσα Ορισμού Διεπαφής	Interface Definition Language (IDL)
Διαμόρφωση	Configuration
Διαχειριζόμενο Σύστημα	Managed System
Διαχειρίζον Σύστημα	Managing System
Διαχείριση Διαμόρφωσης Πόρων	Resource Configuration Management
Διαχειρίσιμες ή Διαχειριζόμενες οντότητες	Managed Objects
Διαχειριστής	Manager
Διεπαφή	Interface
Δίκτυο Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών	Telecommunications Management Network (TMN)
Εισαγωγέας	Importer
Εξαγωγέας	Exporter
Εξάγω	Export
Ετερογενή	Heterogeneous
Καταναλωτής	Consumer
Κατανεμημένη Βάση Δεδομένων	Distributed Database
Κατανεμημένο Περιβάλλον Ανάπτυξης	Distributed Processing Environment (DPE)
Κοινοπραξία	Concortium
Κόμβος	Node
Λογισμικό πακέτο	Software package
Μετα-διαχείριση	Meta-management
Μετακίνηση	Migration
Ομοσπονδία	Federation
Οντότητα	Object
Παροχέας	Producer

Ελληνοαγγλικό Ευρετήριο Ορων

Πελάτης - Παροχέας	Client - Server
Πόρος	Resource
Πράξη Διαχείρισης	Management Operation
Σφάλμα ή βλάβη	failure
Τροποποιώ	Modify
Υλική υποδομή	Hardware
Υπηρεσία Αποθήκευσης	Repository service
Υπηρεσία Ειδοποιήσεων	Notification service
Υπηρεσία Εμπορίου	Trading service
Υπηρεσία Καταλόγου	Directory service
Υπολογιστική οντότητα	Computational Object

ll

Βιβλιογραφία

[SGS95] C. Stathopoulos. and D. Griffin and S. Sartzetakis. Handling the Distribution of Information in the TMN. In *Integrated Network Management IV*. 1995.

[SKGS95] S. Sartzetakis, V. Kalogeraki, D. Griffin, and C. Stathopoulos. Managing the TMN. In *Proceedings of the 3rd international conference on Intelligence in Broadband Services and Networks*, 1995.

[Sta95] Κώστας Σταθόπουλος. Απόκτηση της Απαιτούμενης Κοινής Γνώσης σε Δίκτυα Διαχείρισης Τηλεπικοινωνιών. Master thesis. Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Νοέμβριος 1995.

[PMBK95] G. Pavlou, K. McCarthy, S. Bhatti, and G. Knight. The OSIMIS platform: making OSI management simple. In *Integrated Network Management IV, Chapman and Hall.*

[CM95] Martin Chapman and Stefano Montesi. Overall Concepts and Principles of TINA. The TINA Consortium. February 1995.

[Ka95] Motoharu Kawnaishi. '94 Report on Fault Management and Resource. The TINA Consortium. July 1995.

[EMC94] P. Graubmann and W. Hwahg and M. Kudela and K. Mackinnon and N. Mercouroff and N. Watanabe. Engineering Modelling Concepts (DPE Architecture). The TINA Consortium. December 1994.

[CMC95] N. Natarajan and F. Dupuy and N. Singer and H. Christensen. Computational Modelling Concepts. The TINA Consortium. February 1995.

[MA94] L.A. de la Fuent and Tony Walles. Management Architecture. The TINA Consortium. December 1994.

[TS95] Trading service Cooperative Center for Distributed Systems Technology(DSTC). October 1995.

[ODPTF95] ODP Trading function. ISO/IEC DIS 13235 June 1995.

[Ser94] Common Object Services Specification. Object Management Group, Inc. March 1994.

[EMC94] Engineering Modelling Concepts (DPE Architecture). The TINA Consortium. December 1994.

[RFMR95] '94 Report on Fault Management and Resource. The TINA Consortium. July 1995.

[RMIB93] T. Tin The Remote MIB Manager Support API: User's Guide. Unipro Limited 1.1 July 1993.

[CFSD90] J.D Case, M. Fedor, M.L. Schoffstall, and C. Davin. Simple Network Management Protocol (SNMP). Request for Comments 1157, DDN Network Information Center, May 1990.

[Uni93a] International Telecommunication Union. Information Technology -- Open Systems Interconnection -- the Directory: Models. Recommendation X.501, ITU-T, 1993.

[Uni93d] International Telecommunication Union. Principles for a Telecommunications Management Network. Recommendation M.3010, ITU-T, 1993.

[Org90a] International Standards Organisation. Information Technology -- Open Systems Interconnection -- Common Management Information Protocol Specification. International Standard 9596, ISO/IEC, 1990.

[Org90b] International Standards Organization. Information Technology -- Open Systems Interconnection -- Common Management Information Services Definition. International Standard 9595, ISO/IEC, 1990.

[Org92a] International Standards Organization. Information Technology -- Open Systems Interconnection -- systems management overview. International Standard 10040, ISO/IEC, 1992.