Αποδοτική Αναζήτηση Σχέσε
Αντικατάστασης Υπηρεσιώ
Διαδικτύου

Χρήστος Μπουρνάζης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥ

— ♦ —

Ιωάννινα, Ιούλιος 2010

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE
NIVERSITY OF IOANNINA

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
026000321454

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΧΕΣΕΩΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Η
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Υποβάλλεται στην

ορισθείσα από την Γενική Συνέλευση Ειδικής Σύνθεσης
του Τμήματος Πληροφορικής
Εξεταστική Επιτροπή

από τον

Χρήστο Μπουρνάζη

ως μέρος των Υποχρεώσεων

για τη λήψη

του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΜΕ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΣΤΟ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Ιούλιος 2010

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Π. ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Στην οικογένειά μου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα, καταρχήν, να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Απόστολο Ζάρρα επιβλέποντα της διατριβής μου και καθηγητή μου στο Τμήμα Πληροφορικής, για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ υπό την επιτήρηση και επίβλεψή του πραγματοποιώντας την παρούσα διατριβή. Η βοήθειά του και η στήριξή του ήταν ανεκτίμητη.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά το κ. Διονύση Αθανασόπουλο υποψήφιο διδάκτορα στο Τμήμα Πληροφορικής, για τις πολύτιμες τεχνικές συμβουλές που μου παρείχε για την ανάπτυξη και υλοποίηση της παρούσας διατριβής.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ
ΑΦΙΕΡΩΣΗ	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	vii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	x
EXTENDED ABSTRACT IN ENGLISH	xii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Αντικατάσταση Υπηρεσιών Διαδικτύου	1
1.2. Σκοπός της Διατριβής	6
1.3. Οργάνωση της Διατριβής	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Βασικο υποβαθρο και σχετικη βιβλιογραφια	8
2.1. Εισαγωγή	8
2.2. Πληροφοριακά συστήματα (Information Systems)	9
2.2.1. Ανάλυση δομής πληροφοριακών συστημάτων	10
2.2.2. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων 1 - tier	13
2.2.3. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων 2 - tier	13
2.2.4. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων 3 - tier	15
2.2.5. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων N - tier	16
2.3. Ο ρόλος του ενδιάμεσου λογισμικού (Middleware)	17
2.3.1. Γενική περιγραφή του ενδιάμεσου λογισμικού	17
2.3.2. Βασικοί τύποι ενδιάμεσου λογισμικού	18
2.4. Περιγραφή τεχνολογιών διαδικτύου (Web Technologies)	24
2.4.1. Περιγραφή Java Applets	25
2.4.2. Περιγραφή Common Gateway Interface - CGI	25
2.4.3. Περιγραφή Application Servers	26
2.5. Οι υπηρεσίες διαδικτύου (Web Services)	30
2.5.1. Επίλυση περιορισμών του ενδιάμεσου λογισμικού	30
2.5.2. Τρόποι περιγραφής υπηρεσιών διαδικτύου	32
2.5.3. Διαφορές υπηρεσιών διαδικτύου και ενδιάμεσου λογισμικού	33
2.6. Σχετική Βιβλιογραφία	35
2.6.1. Αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου	36
2.6.2. Αντικατάσταση υπηρεσιών μέσω ειδικά κατασκευασμένων εφαρμογών πελάτη	43
2.6.3. Παραγωγή προσαρμογέων (Adapters)	46
2.6.4. Συνεισφορά της προτεινόμενης εργασίας	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Αποδοτικη αντικατασταση υπηρεσιων διαδικτυου	52
3.1. Εισαγωγή	52

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.2. Σχέσεις Αντικατάστασης 54
3.2.1. Σχέση Ισοδυναμίας 57
3.2.2. Σχέση εξειδίκευσης 59
3.3. Εύρεση Σχέσεων Αντικατάστασης 60
3.3.1. Το Πρόβλημα της Εύρεσης Σχέσεων Αντικατάστασης 61
3.3.2. Η χρήση των μετρικών από το προτεινόμενο πλαίσιο 69
3.3.3. Αποδοτική εύρεση Σχέσεων Αντικατάστασης 72
3.3.4. Περίπτωση Χρήσης: CiteseerAPI Service 76
3.4. Οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας 93
3.4.1. Οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας 94
3.4.2. Διαδικασία Οργάνωσης Κλάσεων Ισοδυναμίας 95
3.4.3. Περίπτωση Χρήσης: Citeseer-like Web Services 97
3.5. Διαδικασία Αναζήτησης αντικαταστάτριας υπηρεσίας διαδικτύου 102
3.6. Εξαγωγή αντιστοιχίσεων 105
3.6.1. Περίπτωση Χρήσης: Citeseer-like Web Services 106
3.7. Παραγωγή Προσαρμογέων 111
3.7.1. Υλοποίηση του Προσαρμογέα 112
3.7.2. Περιγραφή Χρήσης: Citeseer-like (Adapter) 112
3.8. Αναλυτική Δομή του Συστήματος 116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Πειραματικη μελετη 119
4.1. Εισαγωγή 119
4.2. Περιγραφή Περιβάλλοντος Εκτέλεσης Πειραμάτων 120
4.3. Περιγραφή Συνόλων Δεδομένων 120
4.4. Πειραματική Μελέτη Κατασκευής Κλάσεων Ισοδυναμίας 128
4.4.1. Η δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας για τα δύο σύνολα δεδομένων 129
4.4.2. Χρόνος οργάνωσης κάθε υπηρεσίας διαδικτύου σε Κλάσεις Ισοδυναμίας 137
4.5. Πειραματική Μελέτη Απόδοσης της Αναζήτησης 146
4.5.1. Μελέτη Συνεισφοράς του προτεινόμενου πλαισίου στη διαδικασία Αναζήτησης 147
4.5.2. Μελέτη Χρόνου Αναζήτησης 159
4.6. Συνεισφορά των Σχέσεων Αντικατάστασης στα αποτελέσματα της Αναζήτησης 169
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συμπερασματα 182
ΑΝΑΦΟΡΕΣ 184
ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ 187

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελ
Πίνακας 4.1 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων DataSet: Woogle	122
Πίνακας 4.2 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων DataSet: QWS	125
Πίνακας 4.3 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων Κλάσεων Ισοδυναμίας: Woogle	129
Πίνακας 4.4 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων Κλάσεων Ισοδυναμίας: QWS	133

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα	Σελ
Σχήμα 2.1 Η γενική δομή ενός πληροφοριακού συστήματος.	12
Σχήμα 2.2 Η δομή ενός πληροφοριακού συστήματος 2 στρώσεων.	15
Σχήμα 2.3 Η δομή ενός πληροφοριακού συστήματος 3 στρώσεων.	16
Σχήμα 2.4 Η λειτουργία του ενδιάμεσου λογισμικού RPC.	20
Σχήμα 2.5 Περιγραφή ενδιάμεσου λογισμικού TP Monitor.	21
Σχήμα 2.6 Περιγραφή ενδιάμεσου λογισμικού Object Broker.	22
Σχήμα 2.7 Περιγραφή ενδιάμεσου λογισμικού Message - Oriented.	24
Σχήμα 2.8 Περιγραφή αρχιτεκτονικής CGI.	26
Σχήμα 2.9 Περιγραφή αρχιτεκτονικής που περιλαμβάνει Application Servers.	28
Σχήμα 2.10 Ένα πρότυπο με λειτουργίες που αποστέλλουν μηνύματα δεδομένων.	37
Σχήμα 2.11 Ένα πρότυπο με λειτουργίες που αναζητούν δεδομένα.	38
Σχήμα 2.12 Ιεραρχία προτύπων.	39
Σχήμα 2.13 Κοινότητα υπηρεσιών διαδικτύου.	41
Σχήμα 2.14 Η λειτουργία του προσαρμογέα.	43
Σχήμα 3.1 Βασική αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος.	53
Σχήμα 3.2 Ιεραρχία XML τύπων κατά W3C.	56
Σχήμα 3.3 Μοντέλο υπηρεσιών διαδικτύου κατά το πρότυπο W3C.	57
Σχήμα 3.4 Αντικατάσταση built-in types των μηνυμάτων εισόδου (OP_s=>OP_p).	64
Σχήμα 3.5 Εξέταση μεταξύ πιθανής συσχέτισης δύο built-in types.	64
Σχήμα 3.6 Το μέτρο συνάφειας κατά την αντικατάσταση int => decimal.	65
Σχήμα 3.7 Υπολογισμός της συνάφειας αντικατάστασης decimal => string.	66
Σχήμα 3.8 Πίνακας συνάφειας built-in types μηνυμάτων εισόδου.	67
Σχήμα 3.9 Αντικατάσταση built-in types των μηνυμάτων εξόδου (OP_s => OP_p).	67
Σχήμα 3.10 Εξέταση μεταξύ πιθανής συσχέτισης δύο built-in types..	68
Σχήμα 3.11 Υπολογισμός έλλειψης συνάφειας string => normalizedString.	68
Σχήμα 3.12 Πίνακας έλλειψης συνάφειας built-in types μηνυμάτων εξόδου.	69
Σχήμα 3.13 Η βέλτιστη ανάθεση των built-in types που αντικαθίστανται.	73
Σχήμα 3.14 Η βέλτιστη ανάθεση των built-in types που αντικαθίστανται.	74
Σχήμα 3.15 Πίνακας έλλειψης συνάφειας λειτουργιών.	75
Σχήμα 3.16 Η αντιστοίχιση των λειτουργιών κατά την αντικατάσταση.	75
Σχήμα 3.17 Η υποψήφια προς την αντικατάσταση διεπαφή *CitesserAPI*.	78
Σχήμα 3.18 Σύνθετος τύπος CitationObject.	78
Σχήμα 3.19 Η διεπαφή *CiteseerAPI2*.	78
Σχήμα 3.20 Οι σύνθετοι τύποι της διεπαφής *CiteseerAPI2*.	79
Σχήμα 3.21 Εύρεση συσχετίσεων μεταξύ των λειτουργιών.	80
Σχήμα 3.22 Εύρεση συσχετίσεων μεταξύ built-in types μηνύματος εισόδου.	81
Σχήμα 3.23 Εύρεση συσχετίσεων μεταξύ built-in types των μηνυμάτων εξόδου.	81
Σχήμα 3.24 Η αντιστοίχιση built-in types των δύο μηνυμάτων εισόδου.	83

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Σχήμα 3.25 Επιλογή ελάχιστης έλλειψης συνάφειας built-in types εισόδου. 84
Σχήμα 3.26 Η αντιστοίχιση built-in types μηνυμάτων εξόδου. 84
Σχήμα 3.27 Επιλογή ελάχιστης έλλειψης συνάφειας built-in types εξόδου. 85
Σχήμα 3.28 Πίνακας αντικατάστασης λειτουργιών. 85
Σχήμα 3.29 Η διεπαφή CiteseerAPI3. 86
Σχήμα 3.30 Σύνθετος τύπος CitationObject2. 87
Σχήμα 3.31 Σύνθετος τύπος GroupObject. 87
Σχήμα 3.32 Σύνθετος τύπος DocumentObject. 88
Σχήμα 3.33 Πίνακας αντικατάστασης λειτουργιών. 89
Σχήμα 3.34 Πίνακας αντικατάστασης built-in types εισόδου. 90
Σχήμα 3.35 Πίνακας αντικατάστασης built-in types εξόδου. 90
Σχήμα 3.36 Έλλειψη συνάφειας built-in types εξόδου. 91
Σχήμα 3.37 Πίνακας έλλειψης συνάφειας λειτουργιών. 91
Σχήμα 3.38 Πίνακας έλλειψης συνάφειας λειτουργιών. 92
Σχήμα 3.39 Υπολογισμός ελάχιστης ποιότητας αντικατάστασης λειτουργιών. 92
Σχήμα 3.40 Ενδεικτικό παράδειγμα οργάνωσης με Κλάσεις Ισοδυναμίας. 97
Σχήμα 3.41 Οργάνωση υπηρεσιών συστήματος χωρίς Κλάσεις Ισοδυναμίας. 100
Σχήμα 3.42 Οργάνωση υπηρεσιών συστήματος με Κλάσεις Ισοδυναμίας. 101
Σχήμα 3.43 Αποτελέσματα συσχέτισης *CiteseerAPI* --> *CiteseerAPI2* Σχέση Ισοδυναμίας. 108
Σχήμα 3.44 Αποτελέσματα συσχέτισης *CiteseerAPI* --> *CiteseerAPI3* Σχέση Εξειδίκευσης. 110
Σχήμα 3.45 Αποτελέσματα συσχέτισης *CiteseerAPI* --> *CiteseerAPI3* Σχέση Ισοδυναμίας. 110
Σχήμα 3.46 Υλοποίηση προσαρμογέα που πραγματοποιεί τις αντιστοιχίσεις για την λειτουργία getCitedBy. 113
Σχήμα 3.47 Σύνθετος Τύπος DocRankingScheme οργανωμένος σε δέντρο. 114
Σχήμα 3.48 Σύνθετος Τύπος DocRestrictionScheme οργανωμένος σε δέντρο. 115
Σχήμα 3.49 Το περιγραφόμενο από την διατριβή σύστημα. 118
Σχήμα 4.1 Χρόνος οργάνωσης Κλάσεων Ισοδυναμίας – Σύνολο δεδομένων Woogle. 138
Σχήμα 4.2 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των λειτουργιών (Woogle). 139
Σχήμα 4.3 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των built-in types (Woogle). 140
Σχήμα 4.4 Χρόνος οργάνωσης Κλάσεων Ισοδυναμίας – Σύνολο δεδομένων QWS. 142
Σχήμα 4.5 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των λειτουργιών (QWS). 145
Σχήμα 4.6 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των built-in types (QWS). 146
Σχήμα 4.7 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle). 149
Σχήμα 4.8 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS). 152
Σχήμα 4.9 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle). 155
Σχήμα 4.10 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS). 158
Σχήμα 4.11 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle). 160
Σχήμα 4.12 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS). 163
Σχήμα 4.13 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle). 165
Σχήμα 4.14 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS). 167
Σχήμα 4.15 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Ισοδυναμίας (Woogle). 171
Σχήμα 4.16 Ποσοστό χρήσιμων επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων σε σχέση με το μέγεθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας - Σχέση Ισοδυναμίας (Woogle). 173

Σχήμα 4.17 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Εξειδίκευσης (Woogle). 174
Σχήμα 4.18 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Ισοδυναμίας (QWS). 177
Σχήμα 4.19 Ποσοστό χρήσιμων επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων σε σχέση με το μέγεθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας - Σχέση Ισοδυναμίας (QWS). 178
Σχήμα 4.20 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Εξειδίκευσης (QWS). 180

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Χρήστος Μπουρνάζης του Νικολάου και της Μαρίας.
MSc, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιούλιος, 2010.
Αποδοτική Αναζήτηση Σχέσεων Αντικατάστασης Υπηρεσιών Διαδικτύου.
Επιβλέποντας: Απόστολος Ζάρρας.

Οι υπηρεσίες διαδικτύου αποτελούν μια μορφή ενός αυτοτελούς κατανεμημένου πληροφοριακού συστήματος το οποίο έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί ανεξάρτητα σε σχέση με άλλα συστήματα με απώτερο σκοπό, την εξυπηρέτηση των εκάστοτε αναγκών αλλά και την επίλυση των προβλημάτων για τα οποία σχεδιάστηκε. Αν και οι υπηρεσίες διαδικτύου σχεδιάζονται τις περισσότερες φορές ανεξάρτητα από άλλα πληροφοριακά συστήματα, είναι πολλές φορές επιτακτική η ανάγκη για αλληλεπίδραση μεταξύ των υπηρεσιών διαδικτύου έτσι ώστε να αποτελέσουν τα βασικά αρχιτεκτονικά στοιχεία στο πλαίσιο ενός μεγάλου πληροφοριακού συστήματος. Για να είναι λειτουργικό το συγκεκριμένο πλαίσιο θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι εκτός από την δυνατότητα ανεξάρτητης ανάπτυξης των υπηρεσιών διαδικτύου, θα υφίστανται και δυνατότητες αντικατάστασης των υπηρεσιών χωρίς αυτό να επηρεάζει την γενικότερη λειτουργία του υπολογιστικού συστήματος.

Για να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου το πλαίσιο που προτείνει η παρούσα διατριβή ορίζει δύο σχέσεις αντικατάστασης μεταξύ υπηρεσιών διαδικτύου. Αυτές οι σχέσεις προσδιορίζουν το κατά πόσο είναι εφικτή η αντικατάσταση μιας υπηρεσίας που οδεύει για αντικατάσταση από μια άλλη μέσω υπολογισμού μετρικών ποιότητας αντικατάστασης, οι οποίες υπολογίζονται από τις συγκρίσεις μεταξύ των επιμέρους συστατικών των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου. Εύκολα παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των υποψήφιων υπηρεσιών διαδικτύου για την αντικατάσταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου που οδεύει για αντικατάσταση, τόσο αυξάνεται γραμμικά και η πολυπλοκότητα του προβλήματος της αντικατάστασης καθώς με την προσθήκη νέων υπηρεσιών στις ήδη διαθέσιμες αυξάνονται και οι πιθανές περιπτώσεις αντικατάστασης που πρέπει να εξεταστούν.

Ένας τρόπος για να μειωθεί η πολυπλοκότητα του προβλήματος είναι η μείωση των συγκρίσεων που αφορούν τις υπηρεσίες διαδικτύου. Για να επιτευχθεί αυτή η μείωση μια πρακτική μεθοδολογία που προτείνεται από την παρούσα διατριβή είναι η οργάνωση των διαθέσιμων υπηρεσιών διαδικτύου οι οποίες αποτελούν υποψήφιους αντικαταστάτες, σε ομάδες. Οι ομάδες αυτές αποτελούνται από ισοδύναμες υπηρεσίες και ονομάζονται προφίλ. Κάθε προφίλ δηλαδή διαθέτει υπηρεσίες διαδικτύου οι οποίες είναι ισοδύναμες μεταξύ τους και κάθε ομάδα εκπροσωπείται μόνο από μια υπηρεσία. Ουσιαστικά, κάθε προφίλ αποτελεί μια Κλάση Ισοδυναμίας, η οποία έχει οργανωθεί με βάση τις υπηρεσίες διαδικτύου που μετέχουν σε αυτή. Με τον τρόπο

αυτό όταν μια υπηρεσία διαδικτύου αντικαθίσταται οι συγκρίσεις για την εύρεση Σχέσεων Αντικατάστασης πραγματοποιούνται μόνο με τους εκπροσώπους των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να αναπτυχθεί ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει την αποδοτική αντικατάσταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου χωρίς να πραγματοποιούνται δραστικές αλλαγές στον κώδικα της εφαρμογής που εκτελούσε την παλαιά υπηρεσία. Πρακτικά, με την παρούσα διατριβή παρουσιάζεται ένα πλαίσιο για την μείωση της πολυπλοκότητας του προβλήματος αντικατάστασης των υπηρεσιών διαδικτύου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

EXTENDED ABSTRACT IN ENGLISH

Bournazis, Christos, G.
MSc, Computer Science Department, University of Ioannina, Greece. July, 2010.
Efficient Search of Substitution Relations for Web Services.
Thesis Supervisor: Apostolos Zarras.

Web Services are a form of a distributed information system which it designed and evolved independently in relation to other systems with ultimate goal, the accommodation of each need and the solution of problems for which it was designed. Although web services are designed independently from other information systems, in many occasions it is necessary that web services should interact with each other in order to comprise the basic architectural elements of a big information system. In order to be operational, this particular framework must ensure that except the capability of independent evolvement of web services, there are capabilities for substituting web services without affecting the general functionality of the information system in which the substituted web services are participating.

In order to realize the substitution of web services, the proposed framework defines two substitution relations. The relations determine whether it is feasible to substitute a particular web service with one other with the help of metrics. These metrics assess the quality of substitution of the two proposed web services. Also, these metrics are calculated from the comparisons of the individual components of the two compared web services. It is easy to consider that as the number of candidate substitutes for the substitution of a particular web service, which is heading for substitution, increases then the complexity of the problem of substitution increases too. The former argument means that the complexity of the substitution process scales up with the number of available web services that may serve as candidate substitutes for a given target web service which is heading for substitution. This happens because with the addition of new web services into the group of available (candidate) web services the possible occurrences for substitution which needs to be examined increase.

One way to decrease the complexity of the problem is to decrease the comparisons between web services. In order to achieve this decrease one practical methodology is proposed by the present thesis. This methodology suggests that the available web services which serve as possible candidates should be organized into groups. These groups are comprised by equivalent web services and they are called profiles. Each profile consists of web services that are equivalent between them and each profile is

represented by one web service. In fact, each profile is an equivalence class, which is organized based on the web services that compose her. In this way when a web service is substituted, the comparisons for finding substitution relations are made only with the representatives of the equivalence classes.

The goal of the present thesis is to develop a system that allows efficient substitution of a particular web service without making drastic changes in the code of the application of the client which was executing the old web service. Practically, with the present thesis a framework is proposed for reducing the complexity of the problem of substituting web services.

The proposed framework is accompanied by a series of experiments that confirm both its proper functioning and its good performance when substitutions between web services are made. For completing the experiments two different datasets were used. The series of experiments include three different types of experiments. The first experiment evaluates the time spent by each web service to complete its insertion to a particular profile. The second experiment evaluates the performance of web service substitution of the proposed framework. The aforementioned evaluation is realized by comparing the overall elapsed time to complete the search operation for candidate substitutes for a particular web service in two different executions of the particular operation. The first execution calculates the time for a particular web service to search and find all its candidate substitutes without using the structure of profiles for the available web services. The second execution performs the same operation only at this time the profiles are used. In the third experiment the quality of the returned results of the proposed framework is evaluated.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικατάσταση Υπηρεσιών Διαδικτύου
1.2 Σκοπός της Διατριβής
1.3 Οργάνωση της Διατριβής

1.1. Αντικατάσταση Υπηρεσιών Διαδικτύου

Οι υπηρεσίες διαδικτύου αποτελούν μια μορφή ενός αυτοτελούς κατανεμημένου πληροφοριακού συστήματος το οποίο έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί ανεξάρτητα σε σχέση με άλλα συστήματα με απώτερο σκοπό, την εξυπηρέτηση των εκάστοτε αναγκών αλλά και την επίλυση των προβλημάτων για τα οποία σχεδιάστηκε. Αν και η υπηρεσίες διαδικτύου σχεδιάζονται τις περισσότερες φορές ανεξάρτητα από άλλα πληροφοριακά συστήματα, είναι πολλές φορές επιτακτική η ανάγκη για αλληλεπίδραση μεταξύ των υπηρεσιών διαδικτύου έτσι ώστε να αποτελέσουν τα βασικά αρχιτεκτονικά στοιχεία στο πλαίσιο ενός μεγάλου πληροφοριακού συστήματος.

Για να είναι λειτουργικό το συγκεκριμένο πλαίσιο θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι εκτός από την δυνατότητα ανεξάρτητης ανάπτυξης των υπηρεσιών διαδικτύου, θα υφίστανται και δυνατότητες αντικατάστασης των υπηρεσιών χωρίς αυτό να επηρεάζει την γενικότερη λειτουργία του υπολογιστικού συστήματος. Ειδικότερα, πρέπει να ληφθεί μέριμνα έτσι ώστε οποιαδήποτε στιγμή να μπορεί κάποια υπηρεσία διαδικτύου να εξαχθεί από το σύστημα και να αντικατασταθεί από κάποια άλλη η οποία θα αποτελεί μια βελτίωση της υπηρεσίας που αντικαταστάθηκε. Η

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αντικατάσταση μπορεί να πραγματοποιείται για διάφορους λόγους, όπως η μη ικανοποιητική απόδοση ή η μη ικανοποιητική αξιοπιστία μιας δεδομένης υπηρεσίας διαδικτύου ή ο παρωχημένος τρόπος με τον οποίο λειτουργεί (μεγάλες ανάγκες σε πόρους του συστήματος). Ένα σύγχρονο υπολογιστικό σύστημα για μπορεί να παρέχει τις δυνατότητές του διαχρονικά, θα πρέπει να διαθέτει την δυνατότητα εξέλιξης των υποσυστημάτων του. Ένας τρόπος για να γίνει αυτό είναι μέσω της αντικατάστασης των υπηρεσιών διαδικτύου που το αποτελούν. Οπότε λόγω της μείζονος σημασίας που έχει η αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου, αλλά και για τον λόγο του ότι είναι δυνατόν πολλές διαφορετικές υπηρεσίες να είναι διαθέσιμες και συμβατές ώστε να αντικαταστήσουν μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου είναι επιτακτική ανάγκη εντοπισμού ενός άμεσου και αποδοτικού τρόπου αντικατάστασης ο οποίος θα εξασφαλίζει την ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος.

Στην ουσία κάθε υπηρεσία διαδικτύου, όπως και κάθε πληροφοριακό σύστημα, για να μπορέσει να επιτελέσει τον σκοπό της χρησιμοποιεί κάποιο είδος σταθερής διεπαφής μέσω της οποίας ο εκάστοτε χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στην λειτουργικότητα της υπηρεσίας. Η διεπαφή πρακτικά διαδραματίζει τον ρόλο του ενδιάμεσου ανάμεσα στον χρήστη της υπηρεσίας διαδικτύου και στις λειτουργίες που παρέχει η υπηρεσία. Τις περισσότερες φορές στα πλαίσια ενός πληροφοριακού συστήματος ο χρήστης μιας υπηρεσίας διαδικτύου είναι κάποια εφαρμογή ή κάποια άλλη υπηρεσία διαδικτύου. Αντιμετωπίζοντας την περίπτωση στην οποία κάποια υπηρεσία διαδικτύου πρέπει να αντικατασταθεί, γιατί δεν καλύπτει τις ποιοτικές απαιτήσεις του συστήματος, για να ολοκληρωθεί επιτυχώς η αντικατάσταση δεν είναι αρκετή η εύρεση μια υπηρεσίας διαδικτύου η οποία θα παρέχει την ίδια λειτουργικότητα με αυτή που αντικαθιστά. Είναι μείζονος σημασίας η νέα υπηρεσία διαδικτύου που θα επιλεγεί, εκτός από την ίδια λειτουργικότητα, να παρέχει μια ισοδύναμη ή παρόμοια διεπαφή, σε σχέση με αυτή που αντικαθιστά. *Ως ισοδύναμες διεπαφές νοούνται δύο διεπαφές των οποίων τα συστατικά (οι λειτουργίες, τα μηνύματα, και τα δεδομένα των μηνυμάτων αυτών) μπορούν να αντιστοιχιστούν μεταξύ τους, με αντιστοιχία ένα προς ένα και επί.* Δηλαδή, ισοδυναμία μεταξύ διεπαφών υφίσταται όταν υπάρχει αντιστοιχία ένα προς ένα και επί μεταξύ των συστατικών των διεπαφών που συγκρίνονται, είτε τα συστατικά αυτά είναι λειτουργίες είτε μηνύματα είτε μέρη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μηνυμάτων είτε δεδομένα που ανταλλάσουν τα μηνύματα. Ειδικά για τα δεδομένα για να υπάρξει ισοδυναμία μεταξύ τους πρέπει οι βασικοί τύποι (XML Basic Types) των δεδομένων να είναι ίδιοι. Επίσης, αναφορικά με τα μηνύματα πρέπει να τονιστεί ότι όταν έχουμε ισοδυναμία μηνυμάτων αυτά επιβάλλεται να είναι του ίδιου τύπου, δηλαδή μπορεί να υπάρξει αντιστοιχία μόνο μεταξύ ενός μηνύματος εισόδου με κάποιο άλλο μήνυμα εισόδου ή ενός μηνύματος εξόδου με κάποιο άλλο μήνυμα εξόδου. *Ως παρόμοιες διεπαφές νοούνται δύο διεπαφές των οποίων τα συστατικά (οι λειτουργίες, τα μηνύματα, και τα δεδομένα των μηνυμάτων αυτών) έχουν αντιστοιχία ένα προς ένα αλλά όχι απαραίτητα επί, με την προϋπόθεση ότι η διεπαφή που προορίζεται για αντικαταστάτρια αποτελεί εξειδίκευση αυτής που αντικαθιστά.* Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι η διεπαφή αντικαταστάτρια, δεν διαθέτει τον ίδιο αριθμό λειτουργιών, μηνυμάτων, ή δεδομένων που περιέχονται στα μηνύματα αλλά μπορεί να υπάρξει μια ένα προς ένα αντιστοιχία με αυτά της διεπαφής που αντικαθιστά με την προϋπόθεση ότι τα δεδομένα των μηνυμάτων εισόδου της αντικαταστάτριας είναι εξειδίκευση των αντίστοιχων που αντικαθιστά. Ως εξειδίκευση δεδομένων για τα μηνύματα εισόδου αναφέρουμε την αντικατάσταση τύπων δεδομένων από άλλους οι οποίοι αποτελούν πιο ειδική μορφή δεδομένων από αυτούς που αντικαθιστούν (π.χ. αντικατάσταση δεδομένων τύπου integer με δεδομένα τύπου short). Το αντιστρόφως ανάλογο ισχύει για τα δεδομένα των μηνυμάτων εξόδου (π.χ. αντικατάσταση δεδομένων τύπου int με δεδομένα τύπου decimal). Γνωρίζοντας την υπηρεσία διαδικτύου που επιβάλλεται να αντικατασταθεί και διαθέτοντας και την διεπαφή της, είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί μια αναζήτηση σε ένα ευρύ σύνολο υπηρεσιών διαδικτύου ώστε να βρεθεί η κατάλληλη για αντικατάσταση.

Η εύρεση της κατάλληλης υπηρεσίας διαδικτύου από το διαθέσιμο σύνολο αφορά πρωτίστως την επιλογή ενός υποσυνόλου με υπηρεσίες διαδικτύου οι οποίες παρέχουν διεπαφή τέτοια ώστε να ελαχιστοποιούνται οι αλλαγές που θα πραγματοποιηθούν στην εφαρμογή που χρησιμοποιεί την παλαιά υπηρεσία διαδικτύου. Δηλαδή, στο πλαίσιο της αντικατάστασης μιας υπηρεσίας διαδικτύου πρέπει να εντοπιστούν σε πρώτη φάση από το διαθέσιμο σύνολο αυτές οι υπηρεσίες διαδικτύου οι οποίες διαθέτουν διεπαφή ισοδύναμη ή παρόμοια με αυτή που αντικαθίσταται. Στο επόμενο στάδιο αφού έχουν εντοπιστεί οι υπηρεσίες διαδικτύου που μπορούν να αντικαταστήσουν την παλαιά πρέπει να επιλεγεί αυτή που παρέχει

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

την επιθυμητή λειτουργικότητα. Είναι προφανές ότι το πρώτο στάδιο εντοπισμού των υπηρεσιών διαδικτύου που παρέχουν ισοδύναμες ή παρόμοιες διεπαφές με την προς αντικατάσταση υπηρεσία είναι ιδιαίτερα απαιτητικό τόσο από την άποψη του χρόνου εκτέλεσης όσο και από την άποψη των πόρων που θα απαιτηθούν κατά την εκτέλεση του βήματος αυτού. Αυτό γίνεται γιατί η διεπαφή της προς αντικατάσταση υπηρεσίας διαδικτύου πρέπει να συγκριθεί με τις διεπαφές όλων των υποψήφιων υπηρεσιών διαδικτύου και να εξαχθούν τα ανάλογα αποτελέσματα για την κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Εύκολα παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των υποψήφιων υπηρεσιών διαδικτύου τόσο αυξάνεται και η πολυπλοκότητα του προβλήματος της αντικατάστασης καθώς με την προσθήκη νέων υπηρεσιών και διεπαφών στις ήδη διαθέσιμες αυξάνονται και τα πιθανά αποτελέσματα που πρέπει να εξεταστούν. Ειδικότερα, για να γίνει κατανοητή η πολυπλοκότητα και η φύση του προβλήματος επιβάλλεται, κατά την διαδικασία της αντικατάστασης μιας διεπαφής από μια άλλη η εξέταση σε πρώτη φάση του κατά πόσο μπορεί να εντοπιστεί μια αντιστοίχιση μεταξύ των λειτουργιών των δύο αυτών διεπαφών. Για να γίνει εφικτό κάτι τέτοιο πρέπει για κάθε ένα ζεύγος λειτουργιών που έχει αντιστοιχιστεί να εξετάζεται το κατά πόσο υπάρχει αντιστοίχηση μεταξύ των μηνυμάτων εισόδου/εξόδου της προς αντικατάσταση λειτουργίας με τα μηνύματα εισόδου/εξόδου της αντίστοιχης λειτουργίας που προέρχεται από την αντικαταστάτρια διεπαφή. Για να επιτευχθεί η αντιστοίχηση των μηνυμάτων αυτών πρέπει για κάθε αντιστοιχισμένο ζεύγος μηνυμάτων εισόδου/εξόδου να εξετάζεται η ύπαρξη σχέσης μεταξύ των δεδομένων των αντιστοιχισμένων μηνυμάτων. Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι το πρόβλημα της εύρεσης αντικαταστάτριας διεπαφής κατακερματίζεται σε επιμέρους προβλήματα τα οποία έχουν εκθετική πολυπλοκότητα για να επιλυθούν, κάνοντας το συνολικό πρόβλημα αρκετά πολύπλοκο για να λυθεί.

Ένας τρόπος για να μειωθεί η πολυπλοκότητα του προβλήματος είναι η μείωση των συγκρίσεων που αφορούν τις διεπαφές. Για να επιτευχθεί αυτή η μείωση μια μεθοδολογία είναι *η οργάνωση των διαθέσιμων υπηρεσιών διαδικτύου σε ομάδες. Οι ομάδες αυτές αποτελούνται από υπηρεσίες διαδικτύου των οποίων οι διεπαφές είναι ισοδύναμες και ονομάζονται προφίλ.* Κάθε προφίλ δηλαδή διαθέτει υπηρεσίες διαδικτύου των οποίων οι διεπαφές είναι ισοδύναμες μεταξύ τους και κάθε ομάδα εκπροσωπείται μόνο από μια υπηρεσία. Ουσιαστικά, κάθε προφίλ αποτελεί μια

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Κλάση Ισοδυναμίας, η οποία έχει οργανωθεί με βάση τις διεπαφές των υπηρεσιών διαδικτύου που μετέχουν σε αυτή. Κάθε τέτοια κλάση διαθέτει ως μέλη, υπηρεσίες διαδικτύου με ισοδύναμες διεπαφές και εκπροσωπείται από ένα μέλος της κλάσης αυτής. Με τον τρόπο μειώνεται ο αριθμός των συγκρίσεων των διεπαφών κατά την διαδικασία της αντικατάστασης καθώς με τον τρόπο αυτό θα πραγματοποιούνται συγκρίσεις μόνο με τους εκπροσώπους των Κλάσεων Ισοδυναμίας και όχι συνολικά με όλες τις υπηρεσίες μειώνοντας έτσι δραστικά τον συνολικό χρόνο και τους συνολικούς πόρους που πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατά την αντικατάσταση.

Ένα ενδεχόμενο που μπορεί να προκύψει κατά την αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου αφορά το γεγονός ότι μπορεί να μην εντοπιστεί κάποια υπηρεσία η οποία να παρέχει ισοδύναμη διεπαφή με την υπηρεσία η οποία πρόκειται να αντικατασταθεί. Το πιο λογικό επακόλουθο αυτού του γεγονότος, λαμβάνοντας υπόψη ότι αντικειμενικός σκοπός είναι το ότι ο κώδικας που θα χρησιμοποιεί την προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου (client code) να τροποποιηθεί όσο το δυνατόν λιγότερο, είναι να επιλεγεί κάποια υπηρεσία διαδικτύου της οποίας η διεπαφή θα είναι εξειδίκευση της υπηρεσίας που αντικαθίσταται. Με βάση το προηγούμενο γεγονός *μπορούν οι προαναφερθείσες κλάσεις να συσχετιστούν μεταξύ τους με μια σχέση εξειδίκευσης η οποία να υποδεικνύει ότι μια κλάση αποτελεί εξειδίκευση μιας που αντικαθιστά.* Με αυτές τις σχέσεις μπορούν να συσχετίζονται διαφορετικές Κλάσεις Ισοδυναμίας μεταξύ τους. Μέσω της σχέση τους είναι διαθέσιμη η πληροφορία ότι ανά πάσα στιγμή κάθε διεπαφή μιας υπηρεσίας διαδικτύου που ανήκει σε μια γενικότερη Κλάση Ισοδυναμίας μπορεί να αντικατασταθεί από οποιαδήποτε διεπαφή υπηρεσίας διαδικτύου μιας ειδικότερης Κλάσης Ισοδυναμίας με την οποία υπάρχει η συγκεκριμένη σχέση.

Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία του εντοπισμού της κατάλληλης υπηρεσίας διαδικτύου η οποία θα διαδεχθεί την προς αντικατάσταση υπηρεσία, πρέπει να υλοποιηθεί το ουσιαστικό μέρος της αντικατάσταση, η οποία πρακτικά συνεπάγεται και τροποποίηση της εφαρμογής (client code) που θα εκτελεί την νέα υπηρεσία διαδικτύου. Το τελευταίο μέρος της διαδικασίας αντικατάστασης, χρησιμοποιεί προσαρμογείς οι οποίοι πραγματοποιούν την αντιστοίχιση των μερών των νέων υπηρεσιών διαδικτύου με την ήδη υπάρχουσα εφαρμογή του πελάτη χωρίς αυτή να

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

τροποποιηθεί. Δηλαδή, όταν εντοπιστεί μια υπηρεσία διαδικτύου που πρόκειται να αντικαταστήσει μια συγκεκριμένη υπηρεσία στο σύστημα, παράγεται ένας προσαρμογέας ο οποίος πρακτικά πραγματοποιεί την προσαρμογή της νέας διεπαφής της υπηρεσίας στην ήδη υπάρχουσα διεπαφή αντιστοιχίζοντας κάθε νέο συστατικό της νέας διεπαφής με το αντίστοιχο κομμάτι κώδικα της εφαρμογής του πελάτη. Ο προσαρμογέας παράγεται με βάση την αντιστοίχηση των λειτουργιών, μηνυμάτων και δεδομένων των διεπαφών της προς αντικατάστασης υπηρεσίας διαδικτύου και αυτής που την αντικαθιστά, ουσιαστικά εξομαλύνοντας της διαφορές που πιθανόν να υπάρχουν μεταξύ των δύο διεπαφών ώστε η εφαρμογή του πελάτη να μην χρειάζεται να τροποποιηθεί [14], [16], [20].

1.2. Σκοπός της Διατριβής

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να αναπτυχθεί ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει τον αποδοτικό εντοπισμό και αντικατάσταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου χωρίς να πραγματοποιούνται δραστικές αλλαγές στον κώδικα της εφαρμογής που εκτελούσε την παλαιά υπηρεσία. Πρακτικά, με την παρούσα διατριβή παρουσιάζεται ένα πλαίσιο για την μείωση της πολυπλοκότητας του προβλήματος αντικατάστασης των υπηρεσιών διαδικτύου.

Για να επιτευχθεί ο αντικειμενικός σκοπός της διατριβής προτείνεται η οργάνωση των διαθέσιμων υπηρεσιών διαδικτύου σε Κλάσεις Ισοδυναμίας (προφίλ), οι οποίες παρέχουν έναν κοινό εκπρόσωπο των υπηρεσιών διαδικτύου που συμμετέχουν στην κλάση ισοδυναμίας, με απώτερο σκοπό την μείωση των απαιτούμενων συγκρίσεων κατά την διάρκεια επιλογής των υποψήφιων υπηρεσιών διαδικτύου. Η οργάνωση των υπηρεσιών διαδικτύου βασίζεται στον ορισμό σχέσεων ισοδυναμίας και εξειδίκευσης καθώς και των θεωρημάτων που προκύπτουν από τις σχέσεις αυτές. Οι σχέσεις αντικατάστασης αλλά και τα θεωρήματα όπως αυτά θα περιγραφούν στα ακόλουθα κεφάλαια αποτελούν απόρροια της αρχής αντικατάστασης Liskov (Liskov Substitution Principle - LSP)[10]. Τέλος, προτείνεται ένα πλαίσιο με βάση το οποίο πιθανές διαφοροποιήσεις μεταξύ των διεπαφών των υπηρεσιών διαδικτύου, που έχουν επιλεγεί για την συμμετοχή τους στην αντικατάσταση, εξομαλύνονται μέσω της

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

παραγωγής προσαρμογέων, με σκοπό την ελαχιστοποίηση των αλλαγών στην εφαρμογή του πελάτη.

1.3. Οργάνωση της Διατριβής

Η διατριβή έχει την ακόλουθη διάρθρωση. Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της διατριβής καθώς και σχετικές εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν τεχνικές αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου, εφαρμογών πελάτης και παραγωγή προσαρμογέων κατά την αντικατάσταση. Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται αρχικά το πρόβλημα που πρόκειται να αντιμετωπίσει η διατριβή αλλά και που αντιμετωπίζουν οι περισσότερες προσεγγίσεις σχετικές με αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου. Ακολούθως περιγράφεται η προσέγγιση της παρούσας διατριβής αλλά και ο αποδοτικός τρόπος με τον οποίο επιλύεται το προαναφερθέν πρόβλημα. Στο, στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η πειραματική μελέτη με την οποία περιγράφεται το κέρδος που αποκομίζεται κατά την αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου με βάση την προτεινόμενη από την παρούσα διατριβή τεχνική. Τέλος, στο Κεφάλαιο 5 περιγράφονται τα συμπεράσματα της διατριβής καθώς και πιθανοί τομείς για μελλοντική επέκτασή της.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΑΣΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

2.1 Εισαγωγή
2.2 Περιγραφή πληροφοριακών συστημάτων (Information Systems)
2.3 Ο ρόλος του ενδιάμεσου λογισμικού (Middleware)
2.4 Περιγραφή τεχνολογιών διαδικτύου (Web Technologies)
2.5 Οι υπηρεσίες διαδικτύου (Web Services)
2.6 Σχετική Βιβλιογραφία

2.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια γενική περιγραφή των πληροφοριακών συστημάτων για να γίνει κατανοητός ο ρόλος των υπηρεσιών διαδικτύου σε αυτά. Επίσης, περιγράφεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων αλλά και ο ρόλος του ενδιάμεσου λογισμικού (Middleware) καθώς και των τεχνολογιών που το διέπουν. Ακολούθως, καθορίζεται ο ρόλος των υπηρεσιών διαδικτύου σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Τέλος, παρουσιάζεται σχετική βιβλιογραφία που αφορά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διατριβής.

Οι υπηρεσίες διαδικτύου (web services) οι οποίες θα περιγραφούν αποτελούν μια μορφή κατανεμημένου πληροφοριακού συστήματος (Information System) και για τον λόγο αυτό αρχικά θα περιγραφούν κάποια βασικά στοιχεία που αφορούν τον σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική των πληροφοριακών συστημάτων με απώτερο σκοπό να γίνει πιο κατανοητή η περιγραφή των υπηρεσιών διαδικτύου. Λόγω της αύξησης των απαιτήσεων για αποδοτικότερα πληροφοριακά συστήματα η

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αρχιτεκτονική των πληροφοριακών συστημάτων από απλή και ξεκάθαρη άρχισε να γίνεται πιο πολύπλοκη και οδήγησε στη δημιουργία νέων σύνθετων αρχιτεκτονικών, πολλές φορές ασύμβατων μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί η απαίτηση, κυρίως για λόγους απόδοσης αλλά και για οικονομικούς λόγους, συνδυασμού διαφορετικών και αρκετά συχνά ασύμβατων αρχιτεκτονικών πληροφοριακών συστημάτων. Για να γίνει εφικτός ο συνδυασμός διαφορετικών συστημάτων προτάθηκε και επικράτησε η λύση του ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) το οποίο επιλύει προβλήματα συμβατότητας και διευκολύνει την συνύπαρξη φαινομενικά ασύμβατων συστημάτων σε ένα ενιαίο σύστημα. Με την αύξηση του αριθμού των συστημάτων που συνδυάζονταν για τον σχηματισμό μεγαλύτερων και πολύπλοκων πληροφοριακών συστημάτων δημιουργήθηκε η ανάγκη για καλύτερη δικτύωση των συστημάτων. Όσο τα πληροφοριακά συστήματα συνδέονταν μεταξύ τους για να παρέχουν τις απαραίτητες υπηρεσίες τόσο αυξανόταν και η ανάγκη για αποδοτικότερη και καλύτερη δικτύωση. Αυτό οδήγησε με την πάροδο του χρόνου στην ανάπτυξη του διαδικτύου το οποίο φέροντας νέες τεχνολογίες βοηθά στην απλούστευση και στην βελτιστοποίηση της δικτύωσης.

2.2. Πληροφοριακά συστήματα (Information Systems)

Εφαρμογές που αποτελούνται από υπηρεσίες διαδικτύου (Web Services) είναι μια μορφή κατανεμημένων πληροφοριακών συστημάτων. Ουσιαστικά, οι υπηρεσίες διαδικτύου είναι συστατικά λογισμικού τα οποία είναι σχεδιασμένα ώστε να υποστηρίζουν αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ανεξάρτητων υπολογιστικών συστημάτων μέσω διαδικτύου. Η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται στο επίπεδο των εφαρμογών που διαθέτουν τα υπολογιστικά συστήματα χωρίς να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι που αφορούν την πλατφόρμα και την γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται από το εκάστοτε σύστημα που συμμετέχει στην αλληλεπίδραση αυτή. Ουσιαστικά, οι υπηρεσίες διαδικτύου παρέχουν μια διεπαφή λογισμικού η οποία περιγράφει ένα σύνολο παρεχόμενων λειτουργιών που μπορούν να εκτελεστούν από διαθέσιμα υπολογιστικά συστήματα μέσω του διαδικτύου και διάφορα πρότυπα. Τα πρότυπα είναι επιφορτισμένα με τον καθορισμό των παραμέτρων της επικοινωνίας και της εκτέλεσης των διαφόρων λειτουργιών. Ειδικότερα, τα πρότυπα περιγράφουν τον τύπο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

των μηνυμάτων που θα ανταλλάσουν τα μέλη του διαδικτύου καθώς και τα πρωτόκολλα μεταφοράς των μηνυμάτων αυτών. Ένα σύνολο υπολογιστικών συστημάτων τα οποία με την σειρά τους χρησιμοποιούν ένα σύνολο από υπηρεσίες διαδικτύου, για να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους, καθορίζει μια εφαρμογή υπηρεσιών διαδικτύου.

2.2.1. Ανάλυση δομής πληροφοριακών συστημάτων

Για να γίνει πιο κατανοητή η έννοια των υπηρεσιών διαδικτύου θα ήταν ενδιαφέρον να παρουσιαστεί η γενική δομή των πληροφοριακών συστημάτων. Αυτό γίνεται για τον λόγο του ότι η φιλοσοφία των υπηρεσιών διαδικτύου βασίζεται στην ραχοκοκαλιά του σχεδίου των πληροφοριακών συστημάτων. Η θεμελιώδης αρχιτεκτονική ενός πληροφοριακού συστήματος και κατ'επέκταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου βασίζεται σε τρία βασικά επίπεδα: Το επίπεδο παρουσίασης (presentation level), το επίπεδο λογικής της εφαρμογής (application logic level) και το επίπεδο διαχείρισης πόρων του συστήματος (resource management level). Η αρχιτεκτονική αυτή δεν ακολουθείται αυστηρά στις διάφορες υλοποιήσεις υπηρεσιών διαδικτύου αλλά η παρουσίασή της είναι επιτακτική έτσι ώστε να γίνει κατανοητή η γενική φιλοσοφία λειτουργίας των υπηρεσιών διαδικτύου.

Ακολούθως, πραγματοποιείται μια γενική περιγραφή των τριών επιπέδων ενός πληροφοριακού συστήματος. Το επίπεδο παρουσίασης είναι επιφορτισμένο με την παροχή πληροφοριών, που αφορούν το σύστημα, στον εκάστοτε χρήστη του. Ουσιαστικά το επίπεδο παρουσίασης παρέχει μια διεπαφή μεταξύ του συστήματος και μιας εξωτερικής οντότητας που αλληλεπιδρά με το σύστημα και μπορεί να είναι είτε κάποιος χρήστης του συστήματος είτε κάποιο άλλο υπολογιστικό σύστημα. Ο τρόπος με τον οποίο το επίπεδο παρουσίασης παρέχει τις πληροφορίες που απαιτούνται ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις των χρηστών του συστήματος. Υπάρχει η περίπτωση οι πληροφορίες να παρέχονται από το επίπεδο παρουσίασης μέσω κάποιας γραφικής διεπαφής. Επίσης, είναι δυνατό το επίπεδο παρουσίασης να αποτελεί μια υπομονάδα του συστήματος και να παρέχει τα απαιτούμενα δεδομένα με ένα δεδομένο συντακτικό. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι όλα τα πληροφοριακά

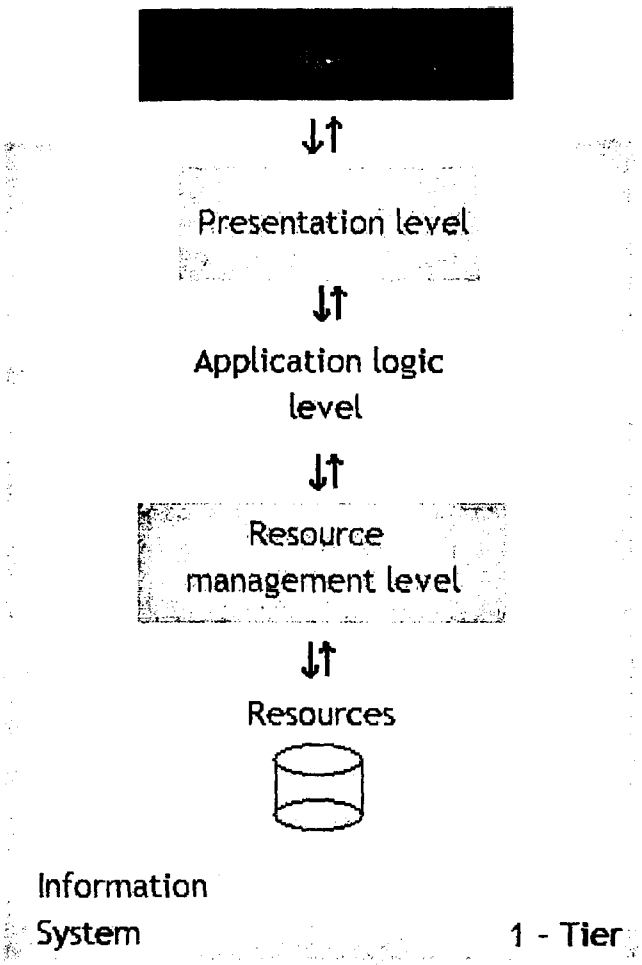
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

συστήματα παρέχουν τις υπηρεσίες που διαθέτουν σε διάφορες οντότητες τις οποίες εκλαμβάνουν ως πελάτες τους (clients). Οι πελάτες του πληροφοριακού συστήματος μπορεί να είναι εντελώς ανεξάρτητοι από το σύστημα αλλά υπάρχει και η περίπτωση στην οποία οι πελάτες δεν μπορούν να διαχωριστούν από το επίπεδο παρουσίασης (π.χ. προγράμματα του πληροφοριακού συστήματος μπορούν να δράσουν και ως πελάτες του συστήματος αυτού).

Το δεύτερο επίπεδο ενός πληροφοριακού συστήματος σύμφωνα με την γενική αρχιτεκτονική που περιγράφεται είναι το επίπεδο λογικής της εφαρμογής. Στο επίπεδο αυτό εκτελούνται οι υπηρεσίες που παρέχει το σύστημα. Ειδικότερα, σε αυτό το επίπεδο λαμβάνει χώρα η εκτέλεση των προγραμμάτων που διαθέτει το σύστημα και πραγματοποιούνται οι επιθυμητοί υπολογισμοί με απώτερο σκοπό την παροχή της επιθυμητής υπηρεσίας στον πελάτη (client) που την ζήτησε, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του.

Το τρίτο επίπεδο του πληροφοριακού συστήματος είναι το επίπεδο διαχείρισης των πόρων του συστήματος. Σε αυτό το επίπεδο διαχειρίζονται από το σύστημα οι πόροι που απαιτούνται για την εκτέλεση και παροχή μιας υπηρεσίας στον εκάστοτε πελάτη της εφαρμογής. Ο αντικειμενικός σκοπός του συγκεκριμένου επιπέδου είναι η ορθή και αποτελεσματική διαχείριση των πόρων που διαθέτει και χρησιμοποιεί το πληροφοριακό σύστημα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 2.1 Η γενική δομή ενός πληροφοριακού συστήματος.

Ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάστηκε η δομή ενός πληροφοριακού συστήματος αποτελεί μια πρώιμη παρουσίαση των θεμελιωδών μερών που αποτελούν ένα τέτοιο σύστημα. Πρακτικά, κατά την κατασκευή πραγματικών πληροφοριακών συστημάτων η προηγούμενη δομή μπορεί να αλλάξει κατά τρόπο τέτοιον ώστε να βοηθά την υλοποίηση του συστήματος με πιο αποδοτικό τρόπο, συνδυάζοντας τα επίπεδα μεταξύ τους. Ο συνδυασμός αυτός δεν αλλάζει την λειτουργία και την έννοια του κάθε επιπέδου, απλά στα πραγματικά συστήματα γίνεται πιο δύσκολος ο αυστηρός καθορισμός του που τελειώνει το κάθε επίπεδο ξεχωριστά. Με το συνδυασμό των επιπέδων δημιουργούνται στρώσεις (tiers). Ανάλογα με το πόσες στρώσεις διαθέτει ένα σύστημα κατηγοριοποιείται και σε μια ομάδα συστημάτων. Αυτές οι ομάδες ξεχωρίζουν μεταξύ τους από τον αριθμό των στρώσεων που διαθέτει η κάθε μία. Υπάρχει η ομάδα μίας στρώσης (1 - tier), δύο στρώσεων (2 - tier), τριών στρώσεων (3 - tier) και N στρώσεων (N - tier).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

2.2.2. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων 1 - tier

Οι αρχιτεκτονικές μίας στρώσης αφορούσαν παλαιά συστήματα τα οποία αποτελούνταν από έναν υπολογιστή μεγάλης ισχύος στον οποίο βρίσκονταν διάφορα προγράμματα που αναλάμβαναν την διεκπεραίωση των εκάστοτε υπηρεσιών που ζητούνταν. Η αλληλεπίδραση με το σύστημα αυτό γινόταν μέσω τερματικών τα οποία εκτελούσαν μόνο την παρουσίαση των αποτελεσμάτων που εξήγαγε ο υπολογιστής μεγάλης ισχύος. Για τον λόγο του ότι και τα τρία επίπεδα (παρουσίασης, επίπεδο λογικής της εφαρμογής, διαχείρισης πόρων) του πληροφοριακού συστήματος συμπτύχτηκαν σε ένα σύστημα χωρίς να υπάρχει ξεκάθαρο όριο μεταξύ των επιπέδων, σχηματιζόταν από αυτό το σύστημα μία στρώση. Για τον προηγούμενο λόγο η αρχιτεκτονική αυτή ονομάστηκε αρχιτεκτονική μίας στρώσης (1 - tier). Ο πελάτης (client) ζητούσε την εκτέλεση μιας υπηρεσίας μέσω του τερματικού που χρησιμοποιούσε. Μια τέτοια αρχιτεκτονική συστήματος φαίνεται στο Σχήμα 2.1 .

2.2.3. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων 2 - tier

Το επόμενο βήμα μετά τις αρχιτεκτονικές μίας στρώσης έγινε με την εμφάνιση των προσωπικών υπολογιστών. Το επίπεδο παρουσίασης μεταφέρθηκε στους προσωπικούς υπολογιστές καθώς αυτοί δεν καθιστούσαν απλά τερματικά (Σχήμα 2.2). Ο πελάτης χρησιμοποιεί έναν προσωπικό υπολογιστή για να έχει πρόσβαση στην υπηρεσία η οποία παρέχεται από τον υπολογιστή μεγάλης ισχύος ο οποίος είναι συνδεδεμένος με πλήθος προσωπικών υπολογιστών μέσω διαδικτύου. Μετά την εκτέλεση της υπηρεσίας από τον υπολογιστή μεγάλης ισχύος τα αποτελέσματα αποστέλλονται στον προσωπικό υπολογιστή του πελάτη ο οποίος διαθέτει την υπολογιστική ισχύ για να τα παρουσιάσει με συγκεκριμένη διάταξη στον πελάτη. Στην ουσία το επίπεδο παρουσίασης του συστήματος αναλαμβάνει την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Με αυτό τον τρόπο πόροι που χρησιμοποιούσε ο υπολογιστής μεγάλης ισχύος για το επίπεδο παρουσίασης ελευθερώνονται και χρησιμοποιούνται για την αποδοτικότερη εκτέλεση των υπηρεσιών. Με την προηγούμενη αρχιτεκτονική δημιουργούνται δύο στρώσεις στο συγκεκριμένο σύστημα. Η πρώτη στρώση αφορά τα επίπεδα της λογικής της εφαρμογής και της διαχείρισης των πόρων που βρίσκονται

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

στον υπολογιστή μεγάλης ισχύος. Η δεύτερη στρώση αφορά το επίπεδο παρουσίασης που τοποθετείται στον υπολογιστή του πελάτη. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε μια αρκετά δημοφιλής αρχιτεκτονική πληροφοριακών συστημάτων που αποτελείται από δύο στρώσεις (2 - tier).

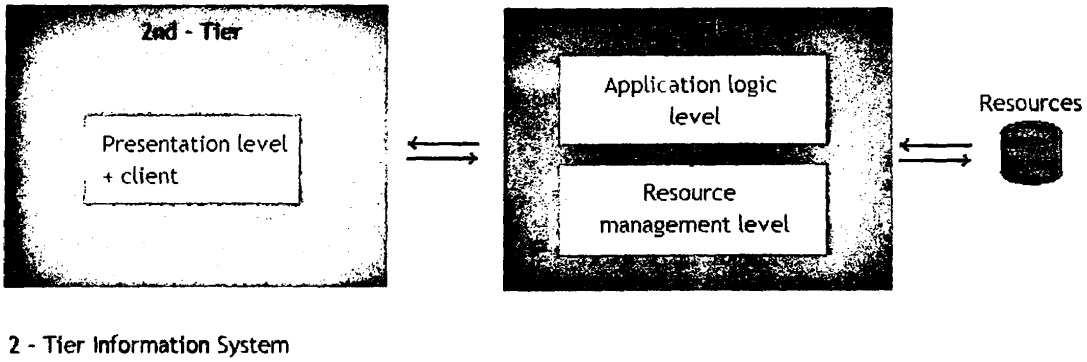
Για τον λόγο του ότι σε αυτή την αρχιτεκτονική ο πελάτης είναι ανεξάρτητος από τον υπολογιστή μεγάλος ισχύος οδήγησε στην ανάπτυξη μεγάλου πλήθος συστημάτων που ακολουθούν την αρχιτεκτονική πελάτη/ διακομιστή. Σε αυτή την αρχιτεκτονική ο πελάτης αποτελεί στην ουσία το επίπεδο παρουσίασης το οποίο περιλαμβάνει και το πραγματικό λογισμικό του πελάτη και ο διακομιστής περιλαμβάνει το επίπεδο λογικής της εφαρμογής και το επίπεδο διαχείρισης πόρων.

Λόγω της προηγούμενης σχέσης πελάτη και διακομιστή ο πελάτης έχει την δυνατότητα να αλλάζει το επίπεδο παρουσίασης κατά το δοκούν ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες του. Αυτό το γεγονός δεν σημαίνει ότι η λειτουργία της υπηρεσίας που του παρέχεται πρέπει να αλλάξει ανάλογα με τις ανάγκες του επιπέδου παρουσίασης. Έτσι, για να μπορέσουν να αναπτυχθούν εφαρμογές που χρησιμοποιούν πελάτες και οι οποίες παρουσιάζουν τα αποτελέσματα μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας με εντελώς διαφορετικό τρόπο είναι επιτακτική ανάγκη ο διακομιστής να παρέχει μια γνωστή και σταθερή για όλους διεπαφή στην οποία θα καθορίζονται όλα τα επιθυμητά δεδομένα μιας υπηρεσίας που εκτελέστηκε. Τα δεδομένα αυτά λαμβάνονται από το επίπεδο παρουσίασης της εφαρμογής του πελάτη και μορφοποιούνται ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες. Η προηγούμενη ανάγκη είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία της διεπαφής προγράμματος (API). Η διεπαφή αυτή καθορίζει πως θα κληθεί μια υπηρεσία, τις απαντήσεις που μπορούν να ληφθούν από την κλήση μιας υπηρεσίας και τα αποτελέσματα που θα έχει αυτή η κλήση στο εσωτερικό του διακομιστή. Με βάση αυτή την διεπαφή μπορούν να αναπτυχθούν διαφορετικές εφαρμογές πελατών για την ίδια υπηρεσία.

Με την προηγούμενη αρχιτεκτονική (1 - tier) δεν είχε προβλεφθεί η δυνατότητα σύνδεσης μεταξύ των διακομιστών. Αν και τα συστήματα αυτά είχαν βελτιωθεί και αξιοποιηθεί σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό, με την βελτίωση της ικανότητας δικτύωσης αυξανόταν και η ανάγκη των πελατών για πρόσβαση σε υπηρεσίες που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

βρίσκονταν σε απομακρυσμένους διακομιστές. Για να ικανοποιηθεί η συγκεκριμένη ανάγκη των πελατών έπρεπε να υπάρξει κάποια ενοποίηση των διακομιστών σε ένα ενιαίο δίκτυο στο οποίο οι πελάτες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση σε οποιοδήποτε υπηρεσία οποιουδήποτε διακομιστή επιθυμούν.



Σχήμα 2.2 Η δομή ενός πληροφοριακού συστήματος 2 στρώσεων.

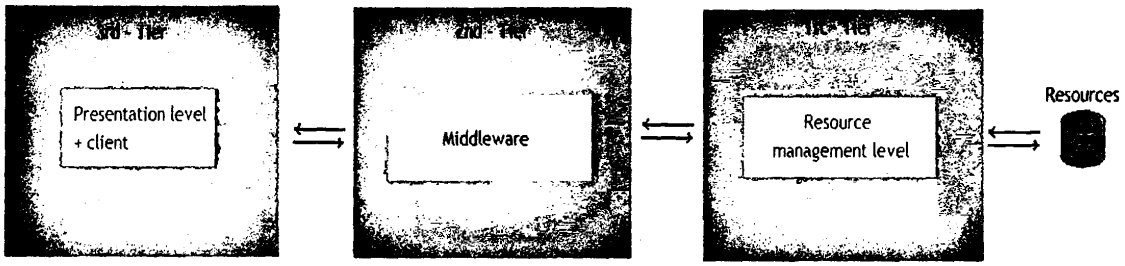
2.2.4. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων 3 - tier

Για να υπάρξει λύση στο προηγούμενο πρόβλημα αναπτύχθηκε η αρχιτεκτονική τριών στρωμάτων. Για να λύσει το πρόβλημα της ενοποίησης διακομιστών η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική προτείνει την εισαγωγή μιας επιπλέον στρώσης η οποία εισάγεται ανάμεσα στις στρώσεις του πελάτη και του διακομιστή. Η νέα στρώση αυτή αναλαμβάνει την ενοποίηση των επιμέρους συστημάτων που θα μετέχουν στο ενιαίο δίκτυο. Στην ουσία η νέα προσθήκη περιλαμβάνει ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) το οποίο επιφορτίζεται με την ενοποίηση των διάφορων διακομιστών παρέχοντας συγκεκριμένες διεπαφές και πρωτόκολλα, έτσι ώστε οι διάφοροι διακομιστές που αποτελούν μέρος του γενικού δικτύου να μπορούν να επικοινωνούν με τρόπο ο οποίος είναι καθολικός και γενικά αποδεκτός. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι η νέα προσθήκη περιλαμβάνει και τις δυνατότητες που παρέχει το επίπεδο λογικής των εφαρμογών (application logic). Συνοψίζοντας, σε αυτή την αρχιτεκτονική υπάρχουν τρεις στρώσεις (Σχήμα 2.3). Η πρώτη περιλαμβάνει τον πελάτη και το επίπεδο παρουσίασης. Η δεύτερη είναι η στρώση στην οποία περιλαμβάνονται οι παρεχόμενες υπηρεσίες και στην οποία πραγματοποιείται η ενοποίηση ανεξάρτητων συστημάτων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η τρίτη στρώση περιλαμβάνει το επίπεδο διαχείρισης πόρων της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής και περιλαμβάνει όλους τους διακομιστές οι οποίοι μετέχουν στο ενιαίο δίκτυο που κατασκευάζεται. Μια σημαντική λεπτομέρεια της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής αφορά το γεγονός ότι οι διακομιστές οι οποίοι μετέχουν στην συγκεκριμένη αρχιτεκτονική μπορεί να διαθέτουν αυτόνομα επίπεδα λογικής εφαρμογών και διαχείρισης πόρων.

Η μεγιστοποίηση του μεγέθους των δικτύων και η χρήση του διαδικτύου για την εκτέλεση υπηρεσιών οδηγούν στην δικτύωση όλο και μεγαλύτερων και πολύπλοκων συστημάτων. Το πρόβλημα με αυτές τις επεκτάσεις είναι η ανομοιογένεια των διαφόρων συστημάτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Όσο μεγαλύτερη ανομοιογένεια υπάρχει τόσο δυσκολότερη είναι και η χρήση της αρχιτεκτονικής τριών στρώσεων για τον λόγο του ότι η κατασκευή του middleware γίνεται αρκετά πολύπλοκη.



3 - Tier Information System

Σχήμα 2.3 Η δομή ενός πληροφοριακού συστήματος 3 στρώσεων.

2.2.5. Παρουσίαση δομής πληροφοριακών συστημάτων N - tier

Για να γίνει εφικτή η προσαρμογή και η αλληλεπίδραση πολλών ανεξάρτητων συστημάτων σχηματίζοντας νοητά ένα ενιαίο σύστημα απαιτείται μια πιο γενική αρχιτεκτονική, προσέγγιση. Η προσέγγιση αυτή αποτελείται από N στρώσεις καθεμία από τις οποίες θα αποτελείται από τα απλά συστατικά κάθε συστήματος που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

συμμετέχει στην ευρύτερη ενοποίηση. Για παράδειγμα, όπως τονίστηκε στην αρχιτεκτονική τριών στρώσεων, υπήρχε η δυνατότητα η τελευταία στρώση να περιλαμβάνει απλά συστήματα διαχείρισης πόρων όπως μια βάση δεδομένων. Στην νέα γενική αρχιτεκτονική που προτείνεται, σε κάθε στρώση υπάρχει η δυνατότητα συμμετοχής συστημάτων δύο και τριών στρώσεων που πραγματοποιούν για παράδειγμα εξειδικευμένη διαχείριση πόρων.

Αυτά τα συστήματα μπορούν να αποτελέσουν μέρους του ευρύτερου συστήματος χρησιμοποιώντας πιο πολύπλοκο middleware. Με αυτό τον τρόπο μια αρχιτεκτονική τριών στρώσεων διαθέτει πολλαπλές εμφωλευμένες στρώσεις. Αυτή η αρχιτεκτονική ονομάζεται αρχιτεκτονική Ν στρώσεων και χρησιμοποιείται στα περισσότερα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα.

2.3. Ο ρόλος του ενδιάμεσου λογισμικού (Middleware)

Ως απόρροια της ευρείας χρήσης πολύπλοκων πληροφοριακών συστημάτων τα οποία λειτουργούν και αλληλεπιδρούν με άλλα συστήματα μέσω διαδικτύου είναι επιτακτική η ανάγκη για την δημιουργία αποδοτικού ενδιάμεσου λογισμικού (middleware) το οποίο θα βοηθά και διευκολύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων. Επίσης, μια υπηρεσία που παρέχεται στον εκάστοτε πελάτη μπορεί να εκτελείται κατανεμημένα σε διάφορα συστήματα χωρίς να ενημερώνεται για αυτό ο πελάτης καθώς δεν τον αφορά.

2.3.1. Γενική περιγραφή του ενδιάμεσου λογισμικού

Ουσιαστικά, το middleware παρέχει αφαιρέσεις πολύπλοκων κατανεμημένων υπηρεσιών δίνοντας στον χρήστη μιας υπηρεσίας την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την συγκεκριμένη υπηρεσία χωρίς να λάβει υπόψη του λεπτομέρειες που αφορούν θέματα υλοποίησης και εκτέλεσή της. Το middleware αποκρύπτει κατά κάποιο τρόπο πολύπλοκα κατασκευαστικά θέματα μιας υπηρεσίας και αποφορτίζει τον πελάτη μιας υπηρεσίας από το πώς πραγματικά λειτουργεί μια υπηρεσία. Επιτρέπει την σύνδεση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μεταξύ διαφορετικών και ανεξάρτητων μερών κάποιας εφαρμογής και παρέχει την δυνατότητα σύνδεσης μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και πιθανότητα κατασκευασμένα με διαφορετική φιλοσοφία και τεχνολογίες. Χρησιμοποιώντας το middleware καλύπτονται διάφορες συμβατότητες που πιθανότατα εμφανίζουν μεταξύ τους και γίνεται εφικτή η επικοινωνία μεταξύ νέων και ξεπερασμένων συστημάτων.

Επιπροσθέτως, στο παρασκήνιο των αφαιρέσεων που παρέχει το middleware υπάρχει μια πολύπλοκη δομή λογισμικού η οποία υλοποιεί αυτές τις γενικεύσεις. Η δομή αυτή δεν έχει περιορισμούς αναφορικά με τα επιπρόσθετα χαρακτηριστικά που μπορούν να προστεθούν σε αυτή, με την προϋπόθεση ότι ο σκοπός για τον οποίο κατασκευάστηκε δεν αλλοτριώνεται. Δηλαδή, σε κάποιες γενικεύσεις μπορούν να προστεθούν επιπλέον χαρακτηριστικά δίνοντας τους περισσότερες δυνατότητες οι οποίες όμως οδηγούν σε μεγαλύτερη πολυπλοκότητα του λογισμικού. Σε καμία περίπτωση όμως ο σκοπός για τον οποίο προοριζόταν η γενίκευση δεν πρέπει να αλλάξει.

Είναι κοινότυπο πολλές φορές αυτές οι προσθήκες να οδηγούν στην δημιουργία νέων γενικεύσεων οι οποίες αποσπώνται τελικά από την αρχική γενίκευση. Σε κάθε περίπτωση ο χρήστης έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί τις διεπαφές (API) αυτών των γενικεύσεων.

2.3.2. Βασικοί τύποι ενδιάμεσου λογισμικού

Η συνεχής ανάπτυξη νέων πολύπλοκων υπηρεσιών με περισσότερες δυνατότητες, είχε ως επακόλουθο την δημιουργία πολλών διαφορετικών τύπων ενδιάμεσου λογισμικού (middleware). Οι βασικότεροι από αυτούς τους τύπους είναι οι ακόλουθοι: Συστήματα που βασίζονται σε middleware RPC, TP monitors, Object brokers, Object monitors, Message – oriented middleware.

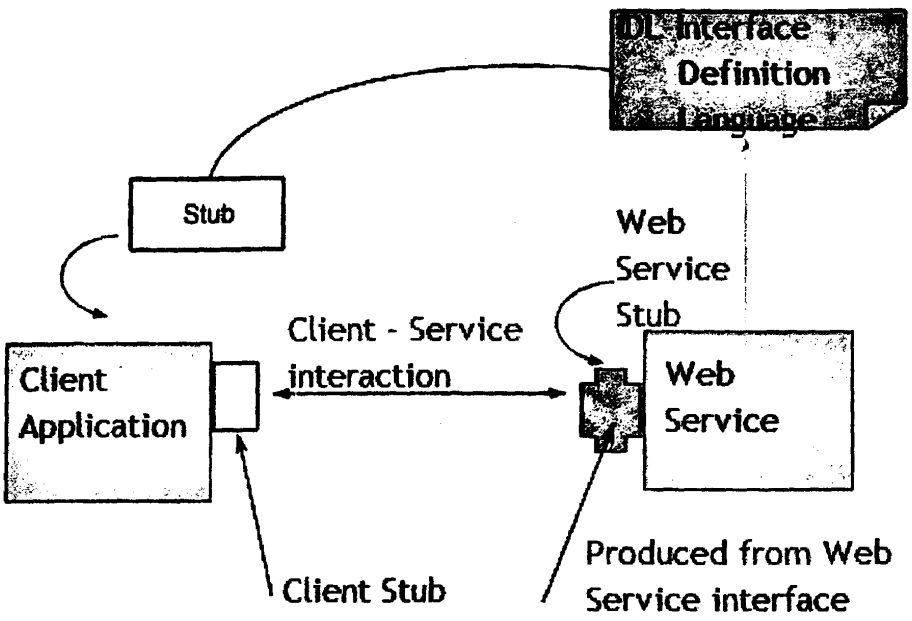
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

2.3.2.1. RPC

Ο τύπος RPC – based (Remote Process Call - based) είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος ενδιάμεσου λογισμικού (Σχήμα 2.4). Ο συγκεκριμένος τύπος παρέχει την απαραίτητη υποδομή για την μετατροπή κλήσεων μεθόδων σε απομακρυσμένες κλήσεις μεθόδων με ενιαίο και ξεκάθαρο τρόπο. Ειδικότερα, ο συγκεκριμένος τύπος λειτουργεί με τον εξής τρόπο: Αρχικά, καθορίζεται μια διεπαφή για την μέθοδο με την βοήθεια μιας γλώσσας ορισμού διεπαφής (Interface definition Language - IDL) η οποία καθορίζει τις παραμέτρους με τις οποίες θα πραγματοποιηθεί η κλήση της μεθόδου και ποια αποτελέσματα θα επιστρέψει η κλήση αυτή. Ακολούθως, η διεπαφή που έχει δημιουργηθεί μεταφράζεται και δημιουργούνται μικρά κομμάτια κώδικα (stubs) καθώς και αναφορές για τις μεθόδους που θα χρησιμοποιηθούν. Τα κομμάτια κώδικα που παράγονται από την μετάφραση της εκάστοτε διεπαφής αφορούν τον πελάτη (client) μιας υπηρεσίας και τον πάροχο αυτής (server). Ειδικότερα, από την μετάφραση της διεπαφής μιας υπηρεσίας παράγονται κομμάτια κώδικα τα οποία προσαρτώνται και εκτελούνται από τον πελάτη της υπηρεσίας και από τον διακομιστή από τον οποίο παρέχεται η υπηρεσία. Όταν ο πελάτης ζητήσει την εκτέλεση μιας απομακρυσμένης μεθόδου ο κώδικας που του προσαρτάται μετατρέπει την τοπική κλήση της μεθόδου σε απομακρυσμένη κλήση. Ουσιαστικά, ο προσαρτώμενος κώδικας (stub) που εκτελείται από τον πελάτη αναλαμβάνει να εντοπίσει τον απομακρυσμένο διακομιστή που διαθέτει την επιθυμητή μέθοδο, να εκτελέσει την μέθοδο με τις παραμέτρους που ο πελάτης επιθυμεί, να λάβει τα αποτελέσματα και να τα επιστρέψει στον πελάτη με τον τρόπο που αυτός επιθυμεί.

Ο κώδικας που προσαρτάται στον διακομιστή (server stub) της υπηρεσίας λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με αυτόν του πελάτη που περιγράφηκε προηγουμένως. Ο κώδικας αυτός είναι επιφορτισμένος με το να λαμβάνει την κλήση κάποιας μεθόδου από τον κώδικα του πελάτη (client stub), να διαμορφώνει τα ορίσματα που προέρχονται από τον πελάτη ώστε να καλεστεί σωστά η απαιτούμενη μέθοδος, να καλεί την μέθοδο και να επιστρέφει τα δεδομένα στον πελάτη.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

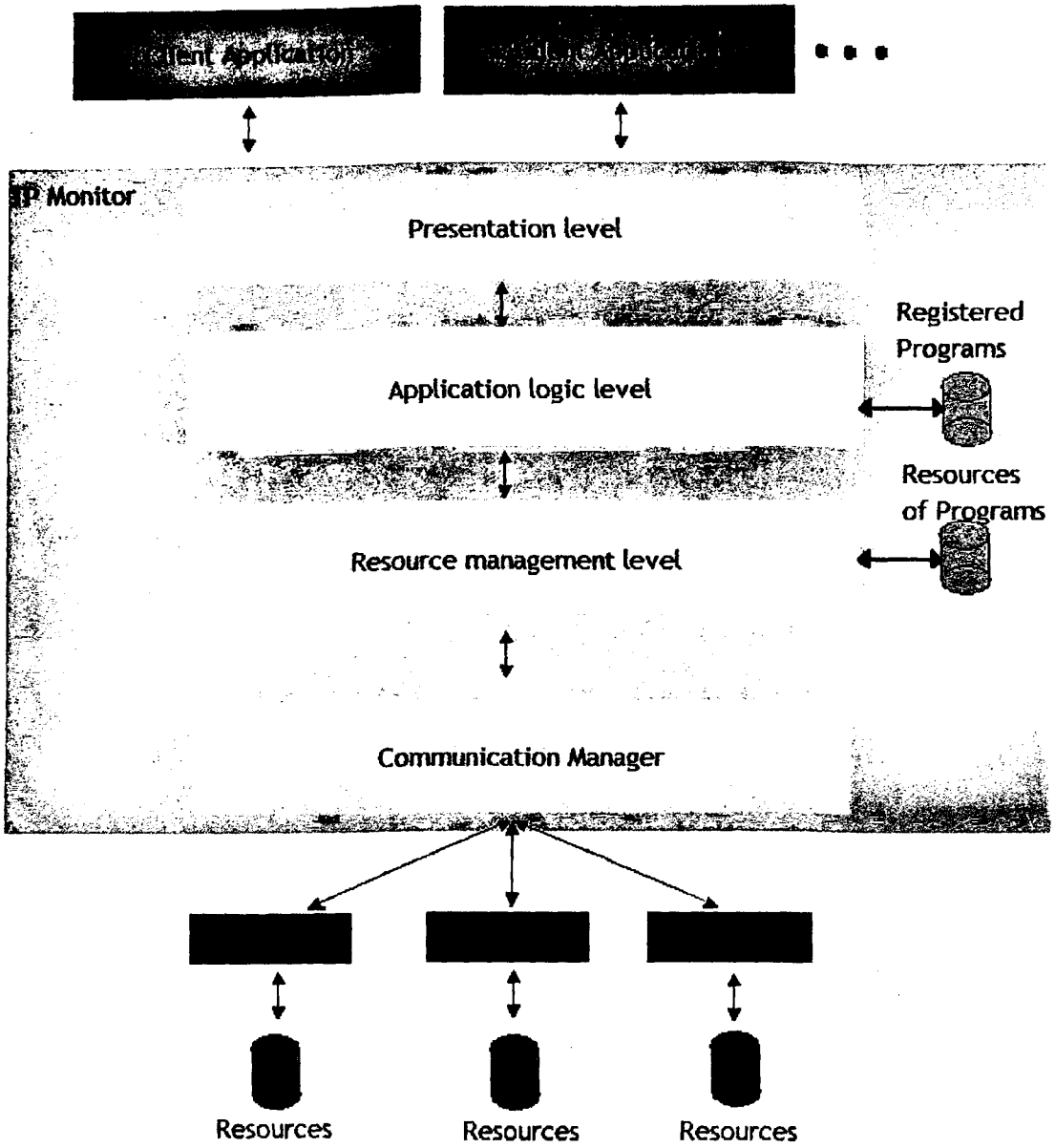


Σχήμα 2.4 Η λειτουργία του ενδιάμεσου λογισμικού RPC.

2.3.2.2. TP Monitors

Ο δεύτερος τύπος ενδιάμεσου λογισμικού ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως είναι οι TP monitors (Transactional Processing Monitors). Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε αρχιτεκτονικές N στρώσεων (N - tier) και βασικός σκοπός του είναι η υποστήριξη της εκτέλεσης κατανεμημένων συναλλαγών (Σχήμα 2.5). Για αυτό τον λόγω τις περισσότερες φορές οι TP monitors υλοποιούν μια γενίκευση της RPC που ονομάζεται Transactional RPC. Η ουσία του συγκεκριμένου τύπου ενδιάμεσου λογισμικού είναι η εκτέλεση και η διαχείριση συναλλαγών σε κατανεμημένα συστήματα που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα από πολλούς πελάτες.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



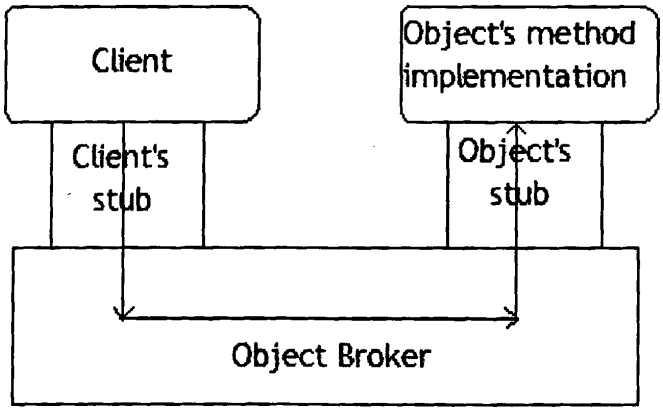
Σχήμα 2.5 Περιγραφή ενδιάμεσου λογισμικού TP Monitor.

2.3.2.3. Object Broker

Ο τρίτος τύπος ενδιάμεσου λογισμικού ονομάζεται Object Broker και είναι μια επέκταση του τύπου RPC- based λαμβάνοντας υπόψη ότι τον ρόλο του πελάτη και του διακομιστή μιας υπηρεσίας μπορούν να παίξουν αντικείμενα (Σχήμα 2.6). Δηλαδή, όταν ο πελάτης θέλει να εκτελέσει μια απομακρυσμένη υπηρεσία δεν είναι απολύτως απαραίτητο να καλέσει απλά μια μέθοδο αλλά μια μέθοδο που βρίσκεται

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

στην κλάση ενός αντικειμένου. Όλα τα σύγχρονα συστήματα λόγω του μεγέθους τους είναι οργανωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε το σύστημα να παρουσιάζεται στο πελάτη ως μια συλλογή αντικειμένων. Στο κάθε αντικείμενο συνήθως ανατίθεται η εκτέλεση ξεχωριστά των λειτουργιών της κάθε υπομονάδας του συστήματος. Αυτό πραγματοποιείται για να είναι πιο εύκολη η συντήρηση και η μελλοντική επέκταση του συστήματος. Έτσι όταν ο πελάτης ζητήσει την εκτέλεση μιας υπηρεσίας είναι αρκετά πιθανό σε ένα τέτοιο σύστημα να χρειαστεί να αλληλεπιδράσουν δύο αντικείμενα για να παραχθεί το αποτέλεσμα της υπηρεσίας. Αυτό που πρέπει να διασφαλίσει το ενδιάμεσο λογισμικό σε μια τέτοια περίπτωση είναι το ότι ο πελάτης λόγω της ανομοιογένειας των αντικειμένων πρέπει να αλληλεπιδράσει με συγκεκριμένα αντικείμενα του συστήματος που βρίσκονται στον διακομιστή που διαθέτει την επιθυμητή υπηρεσία. Επίσης, για την ορθή εκτέλεση της υπηρεσίας το ενδιάμεσο λογισμικό πρέπει να διαχειριστεί με ορθό τρόπο τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αντικειμένων που λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια εκτέλεσης της υπηρεσίας. Η περιγραφή που παρουσιάστηκε συνθέτει με λίγα λόγια την λειτουργία που επιτελούν οι Object Brokers όταν χρησιμοποιούνται ως ενδιάμεσο λογισμικό.



Σχήμα 2.6 Περιγραφή ενδιάμεσου λογισμικού Object Broker.

2.3.2.4. Object Monitor

Ο τέταρτος τύπος ενδιάμεσου λογισμικού ονομάζεται Object Monitor και αποτελεί την λογική εξέλιξη των middleware μετά την εμφάνιση των TP Monitors και Object Brokers. Ο συγκεκριμένος τύπος ενδιάμεσου λογισμικού συνδυάζει τα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

χαρακτηριστικά των TP Monitors με αυτά των Object Brokers. Δηλαδή, παρέχει την δυνατότητα για εκτέλεση πολλαπλών ταυτόχρονων συναλλαγών που προέρχονται από πολλούς διαφορετικούς χρήστες σε ένα σύστημα που είναι δομημένο με αντικειμενοστραφή τρόπο.

Οι τύποι ενδιάμεσου λογισμικού που παρουσιάστηκαν εφαρμόζονται κατά κύριο λόγο σε συστήματα στα οποία η κλήση μιας μεθόδου είναι σύγχρονη. Δηλαδή, ο πελάτης πραγματοποιεί μια κλήση μιας απομακρυσμένης μεθόδου και αναμένει να λάβει το αποτέλεσμά της. Όταν ο διακομιστής της υπηρεσίας διέθετε το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης υπηρεσίας το επέστρεφε στον πελάτη που έκανε την κλήση.

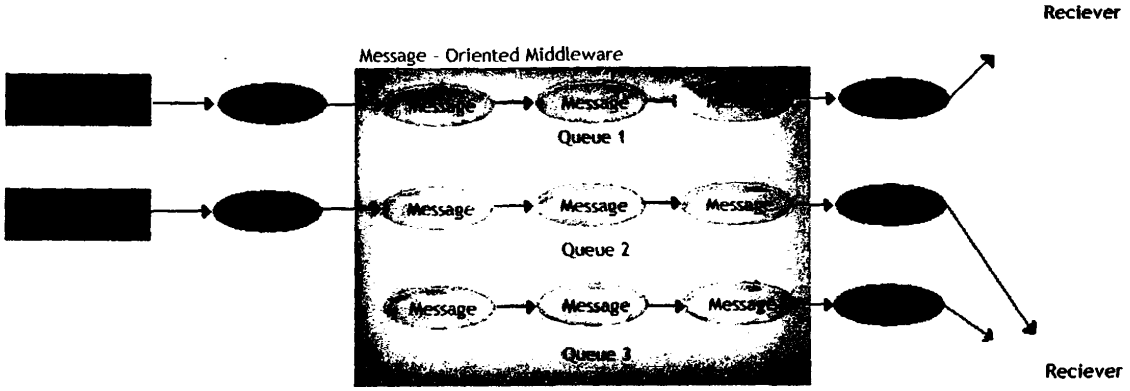
2.3.2.5. Message – Oriented Middleware

Ο πέμπτος τύπος ενδιάμεσου λογισμικού ονομάζεται Message – Oriented Middleware και αφορά συστήματα τα οποία λειτουργούν ασύγχρονα. Ουσιαστικά, στα ασύγχρονα συστήματα ο πελάτης που καλεί μια απομακρυσμένη υπηρεσία δεν αναμένει να λάβει άμεσα το αποτέλεσμά της. Στο διάστημα μέχρι να έχει διαθέσιμα τα αποτελέσματα ο διακομιστής μπορεί να ασχοληθεί με άλλες λειτουργίες.

Ο τύπος ενδιάμεσου λογισμικού Message – Oriented απαντάται σε συστήματα στα οποία οι πελάτες επικοινωνούν και συνδιαλέγονται με τους διακομιστές μέσω μηνυμάτων (Σχήμα 2.7). Κάθε μήνυμα που ανταλλάσσεται αποτελεί ένα δομημένο σύνολο δεδομένων και ανήκει σε κάποιο τύπο μηνυμάτων. Τα δεδομένα που περιλαμβάνει το μήνυμα αποτελούν τις παραμέτρους του μηνύματος και χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία πελάτη και διακομιστή. Η επικοινωνία μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή πραγματοποιείται με την ανταλλαγή μηνυμάτων προσυμφωνημένου τύπου. Ο πελάτης για να ζητήσει την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης απομακρυσμένης υπηρεσίας αποστέλλει ένα μήνυμα στο διακομιστή που διαθέτει την συγκεκριμένη υπηρεσία. Ο διακομιστής λαμβάνει το συγκεκριμένο μήνυμα και με βάση τις παραμέτρους του μηνύματος εκτελεί τις ενέργειες που απαιτούνται ώστε να εξαχθεί κάποιο αποτέλεσμα. Μόλις ολοκληρωθεί η εκτέλεση της υπηρεσίας που ζητήθηκε ο διακομιστής εμφωλεύει το αποτέλεσμα σε ένα μήνυμα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

το οποίο ακολούθως το αποστέλλει στον πελάτη. Πρέπει να τονιστεί ότι σε αυτό το σημείο ο πελάτης μέχρι να λάβει να το μήνυμα με το αποτέλεσμα της υπηρεσίας που ζήτησε μπορεί να εκτελέσει ότι διεργασία επιθυμεί χωρίς να απαιτείται να περιμένει για κάτι.



Σχήμα 2.7 Περιγραφή ενδιάμεσου λογισμικού Message - Oriented.

2.4. Περιγραφή τεχνολογιών διαδικτύου (Web Technologies)

Με την περαιτέρω ανάπτυξη και εξέλιξη των διάφορων τύπων ενδιάμεσου λογισμικού αλλά και με την βελτίωση των αρχιτεκτονικών των σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων τα οποία προσφέρουν αρκετά αξιόπιστες δυνατότητες δικτύωσης ανέκυψαν και νέες απαιτήσεις από τους χρήστες (πελάτες) των συστημάτων αυτών. Ειδικότερα, με την ανάπτυξη του διαδικτύου τα τελευταία χρόνια απομακρυσμένοι πελάτες έχουν όλο και περισσότερο την ανάγκη να έχουν πρόσβαση σε όλο και περισσότερα πληροφοριακά συστήματα τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιογένεια τόσο από πλευράς αρχιτεκτονικής όσο και από πλευράς των διεπαφών που προσφέρουν για τις διάφορες υπηρεσίες που παρέχουν. Ο πελάτης από την πλευρά του δεν μπορεί να γνωρίζει και να προσαρμόζεται με κάθε διεπαφή που παρέχεται από κάποιον διακομιστή γιατί κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό. Μια λύση για το προηγούμενο πρόβλημα θα ήταν η χρήση συγκεκριμένων πρωτοκόλλων για την επικοινωνία απομακρυσμένων χρηστών με διακομιστές για τους οποίους ο πελάτης δεν γνωρίζει την παρεχόμενη διεπαφή για την υπηρεσία που επιθυμεί. Ένα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

παράδειγμα μια τέτοια λύσης είναι και το πρωτόκολλο http. Σε αυτό το πρωτόκολλο ο πελάτης χρησιμοποιεί έναν web browser για αποστέλλει αιτήσεις για την χρήση κάποιων συγκεκριμένων υπηρεσιών που παρέχει ο διακομιστής. Λαμβάνοντας την αίτηση ο διακομιστής παρέχει την επιθυμητή υπηρεσία. Το θέμα με αυτή την λύση είναι ότι κάποιο συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας αφορά μια μικρή γκάμα παρεχόμενων υπηρεσιών του διακομιστή, όπως είναι η προσκόμιση εγγράφων σε μορφή HTML.

2.4.1. Περιγραφή Java Applets

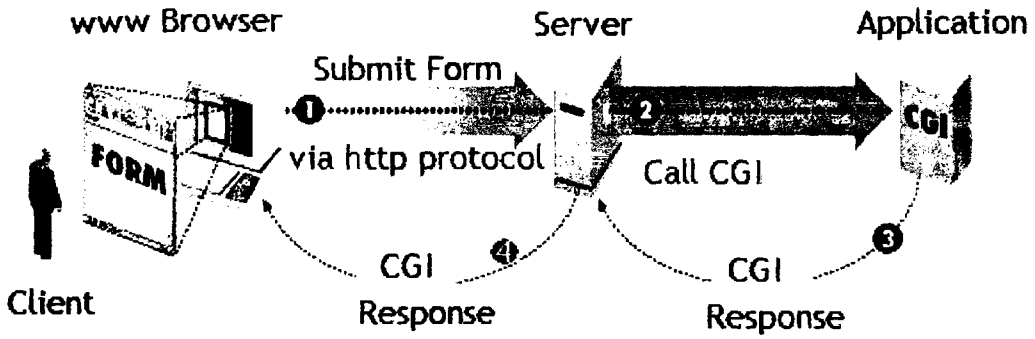
Μια πρώτη λύση που προτάθηκε ήταν η χρήση των applets. Τα applets είναι προγράμματα γραμμένα σε Java και τα οποία εμφωλεύονται στα έγγραφα HTML. Όταν κάποιο έγγραφο HTML που περιέχει ένα applet ανοίγεται από κάποιον Web Browser το applet ξεκινά την εκτέλεσή του. Η λύση που προτάθηκε δεν είναι βολική όταν απαιτείται από τον διακομιστή να προσκομίσει δεδομένα με δυναμικό τρόπο. Για τον λόγω του ότι τα applets εμφωλεύονται σε στατικά έγγραφα δεν υπάρχει η δυνατότητα παροχής δεδομένων τα οποία να προκύπτουν από δυναμική επεξεργασία.

2.4.2. Περιγραφή Common Gateway Interface - CGI

Μια δεύτερη λύση που προτάθηκε για την ανάπτυξη μεγαλύτερης γκάμας υπηρεσιών ονομάζεται Common Gateway Interface (CGI). Αυτή η λύση προτείνει έναν μηχανισμό ο οποίος επιτρέπει στους διακομιστές που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο http να παρέχουν διεπαφές εφαρμογών που εκτελούνται σε διαφορετικό διακομιστή (Σχήμα 2.8). Ο μηχανισμός του CGI λειτουργεί με τον εξής τρόπο: Τα προγράμματα που πρέπει να εκτελεστούν καθώς και πιθανές παράμετροι που θα χρησιμοποιηθούν αντιστοιχούν σε URLs (Uniform Resource Locator). Όλα τα URL που αφορούν εκτέλεση κάποιων προγραμμάτων αντιστοιχούν σε κάποιο συγκεκριμένο φάκελο ώστε να αναγνωρίζονται από τον διακομιστή και όταν υπάρχει αίτηση για την εκτέλεση κάποιου προγράμματος γίνεται αναζήτηση στο συγκεκριμένο φάκελο με βάση το URL της αίτησης. Ο πελάτης αποστέλλει τις αιτήσεις για την εκτέλεση ενός

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

προγράμματος ή για το άνοιγμα κάποιας σελίδας HTML μέσω του Web Browser χρησιμοποιώντας τα URL. Όταν το URL εντοπιστεί πραγματοποιείται η εκτέλεση του προγράμματος στο οποίο αναφέρεται το URL χωρίς να ανοίγεται από τον διακομιστή κάποια σελίδα. Μια παρόμοια αλλά αποδοτικότερη υλοποίηση για διακομιστές διαχείρισης αιτήσεων που χρησιμοποιούν δεδομένα με δυναμικό τρόπο είναι και τα Servlets. Η διαφορά τους σε σχέση με το μοντέλο CGI αφορά θέματα υλοποίησης.



Σχήμα 2.8 Περιγραφή αρχιτεκτονικής CGI.

2.4.3. Περιγραφή Application Servers

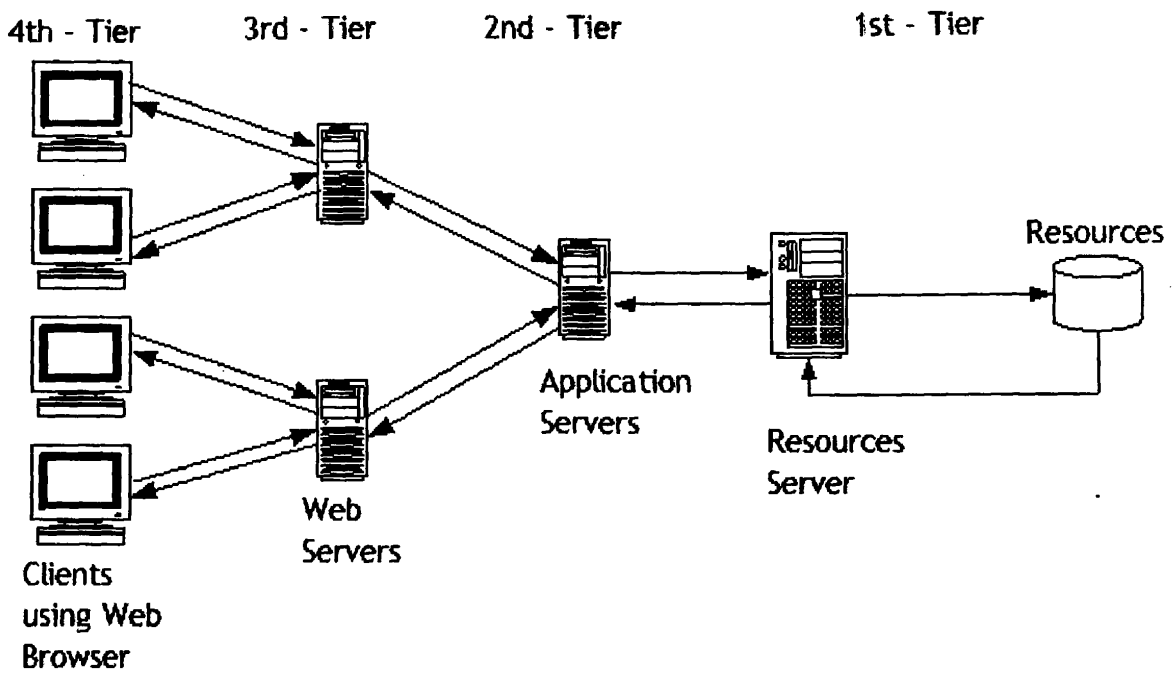
Επειδή οι διάφοροι απομακρυσμένοι πελάτες θέλουν να χρησιμοποιούν όλο και πιο πολύπλοκες εφαρμογές μέσω διαδικτύου οι λύσεις που παρουσιάστηκαν προηγουμένως ξεπεράστηκαν καθώς προσέθεταν μεγάλο φόρτο στον διακομιστή που παρείχε τις συγκεκριμένες υπηρεσίες διότι τον επιβάρυναν με την εκτέλεση όλο και πιο πολύπλοκων εφαρμογών (Σχήμα 2.9). Για να αντιμετωπιστεί η εκτέλεση πολύπλοκων εφαρμογών προτάθηκε ως η πιο σωστή λύση η σύνδεση των διακομιστών των πολύπλοκων εφαρμογών (application servers) με του διακομιστές διαδικτύου (Web Servers). Οι διακομιστές εφαρμογών αναλαμβάνουν αποκλειστικά την εκτέλεση των εφαρμογών με τον εξής τρόπο. Αρχικά, δέχονται τις αιτήσεις από τους απομακρυσμένους πελάτες μέσω των διακομιστών διαδικτύου. Αφού εξυπηρετήσουν την αίτηση επιστρέφουν τα αποτελέσματα στον πελάτη πάλι μέσω των διακομιστών διαδικτύου. Ειδικότερα, οι application servers διαδραματίζουν αντίστοιχο ρόλο με το ενδιάμεσο λογισμικό όπως περιγράφηκε προηγουμένως στην περίπτωση όμως που υπάρχουν αιτήσεις για εκτέλεση πολύπλοκων προγραμμάτων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οι application servers επικοινωνούν με τον διακομιστή που δέχεται τις αιτήσεις από τον πελάτη μέσω κάποια διεπαφής. Για να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης των προγραμμάτων που εκτελεί ο application server απαιτείται να έχουν μια συγκεκριμένη μορφή. Επειδή ο πελάτης χρησιμοποίησε έναν Web Browser για να πραγματοποιήσει την αίτηση για την εκτέλεση των προγραμμάτων είναι προφανές ότι χρησιμοποιεί κάποιο διαδικτυακό πρωτόκολλο επικοινωνίας του διαδικτύου (π.χ. HTTP). Οπότε θα πρέπει τα αποτελέσματα του application server να μορφοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να διαβιβαστούν με το συγκεκριμένο πρωτόκολλο.

Κατά την ανάπτυξη μεγάλων δικτύων στα οποία υπάρχει αλληλεπίδραση πολλών πελατών με πολλούς διακομιστές υπηρεσιών είναι αναγκαία η διευθέτηση των λεπτομερειών επικοινωνίας. Δηλαδή, σε εφαρμογές για την εκτέλεση των οποίων χρησιμοποιούνται πολλές φορές, ανομοιογενή συστήματα πρέπει να υπάρξει μια κοινά αποδεκτή σύμβαση αναφορικά με τους τρόπους και τα μέσα με τα οποία θα πραγματοποιείται η επικοινωνία των μερών που συμμετέχουν στην εκτέλεση μιας εφαρμογής. Είναι απαραίτητη προϋπόθεση τα συστήματα που συμμετέχουν στο δίκτυο και επικοινωνούν μεταξύ του να βρουν μια κοινή συνισταμένη αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο θα πραγματοποιείται η επικοινωνία μεταξύ τους με απώτερο σκοπό την ομαλή εκτέλεση των εφαρμογών που εκτελούνται. Κάθε αλληλεπίδραση μεταξύ δύο μερών που επικοινωνούν σε ένα ευρύτερο δίκτυο προϋποθέτει την κατανόηση των πληροφοριών που ανταλλάσσονται και από τα δύο μέρη. Στα απλά συστήματα το ενδιάμεσο λογισμικό είναι αυτό που πραγματοποιεί την σύζευξη των δύο επικοινωνούντων μερών παρέχοντας τις κατάλληλες διεπαφές μέσω των οποίων πραγματοποιείται η ανταλλαγή πληροφοριών. Σε πιο σύνθετα συστήματα στα οποία τα μέρη ενός ευρύτερου δικτύου επικοινωνούν μέσω μηνυμάτων έχουν αναπτυχθεί διάφορα πρότυπα τα οποία καθορίζουν τους τύπους των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται αλλά και τον τρόπο με τον οποίο αυτά χρησιμοποιούνται.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 2.9 Περιγραφή αρχιτεκτονικής που περιλαμβάνει Application Servers.

2.4.3.1. Περιγραφή Προτύπου Επικοινωνίας μεταξύ Application Servers EDIFACT

Ένα από τα πιο γνωστά πρότυπα που καθορίζει τις λεπτομέρειες επικοινωνίας μεταξύ συστημάτων που αλληλεπιδρούν ανταλλάσοντας μηνύματα είναι το EDIFACT (Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport).

Οι λεπτομέρειες που καθορίζονται από το EDIFACT αφορούν κυρίως τους τύπους των μηνυμάτων που θα χρησιμοποιούνται τα πρωτόκολλα με τα οποία θα πραγματοποιείται η ανταλλαγή των μηνυμάτων και το τι είδους πληροφορία θα περιέχει ο κάθε τύπος μηνύματος. Για παράδειγμα, το πρότυπο EDIFACT περιέχει διάφορα πεδία που καθορίζουν την μορφή του μηνύματος. Ειδικότερα, το πρώτο πεδίο καθορίζει το ποιος απέστειλε το μήνυμα και ποιος είναι ο παραλήπτης του μηνύματος. Επίσης, διαθέτει πεδία που καθορίζουν το τύπο του μηνύματος, τις ωφέλιμες πληροφορίες του μηνύματος, πληροφορίες που καθορίζουν το τερματισμό του μηνύματος και πληροφορίες τερματισμού της επικοινωνίας μεταξύ των μερών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

2.4.3.2. Περιγραφή προτύπου τυποποίησης μηνυμάτων XML

Λόγω του όλο και αυξανόμενου μεγέθους των δικτύων δημιουργούνται νέες απαιτήσεις για την επικοινωνία μεταξύ των διάφορων συστημάτων. Το EDIFACT προορίζεται κυρίως για διαχείριση επικοινωνίας συστημάτων εμπορικού σκοπού. Η προσπάθεια για επέκταση αυτού του προτύπου και για άλλου είδους εφαρμογές αποδείχτηκε πολύ δύσκολη και ανέφικτη διότι υπάρχει μια πληθώρα διαφορετικών πληροφοριών που απαιτούν τα συστήματα να ανταλλάσουν μεταξύ τους και οι τύποι των μηνυμάτων που προσφέρει το EDIFACT δεν μπορεί να τα καλύψει. Έτσι προέκυψε η απαίτηση για την δημιουργία ενός προτύπου το οποίο θα μπορούσε να τυποποιήσει κάθε είδους μήνυμα το οποίο θα αντάλλασσε μεταξύ των μερών που επικοινωνούν.

Το πρότυπο αυτό δημιουργήθηκε και ονομάστηκε XML (eXtensible Markup Language). Ειδικότερα, η XML είναι μια γενικού σκοπού γλώσσα που ως σκοπό έχει την δημιουργία κοινά αποδεκτών τυποποιήσεων μέσω των οποίων πραγματοποιείται ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ συστημάτων τα οποία είναι ανομοιογενή μεταξύ τους. Ουσιαστικά η XML παρέχει πρότυπα καθορισμού της δομής των δεδομένων που θα ανταλλαγούν μεταξύ των επικοινωνούντων μερών παρέχοντας έτσι το ουσιαστικό και κοινά αποδεκτό υπόβαθρο επικοινωνίας με το οποίο εκτελείται ορθά η επικοινωνία. Με τον τρόπο αυτό στα πλαίσια μιας συναλλαγής μεταξύ δύο συστημάτων μπορούν να καθοριστούν με την βοήθεια της XML η δομή των μηνυμάτων ή των εγγράφων που θα ανταλλαγούν κατά την διάρκεια της συναλλαγής.

Όλες οι προηγούμενες τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν μέχρι σε αυτό το σημείο χρησιμοποιούνται για την αποδοτική παροχή υπηρεσιών διαδικτύου στους απομακρυσμένους πελάτες που τις απαιτούν. Οι υπηρεσίες διαδικτύου (Web Services) χρησιμοποιούνται ως ένα μέσο εκμετάλλευσης της λειτουργικότητας των πληροφοριακών συστημάτων. Ουσιαστικά αυτό που αντιπροσωπεύει ο όρος υπηρεσία διαδικτύου είναι μια εφαρμογή στην οποία μπορούν να έχουν πρόσβαση άλλες εφαρμογές μέσω του διαδικτύου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

2.5. Οι υπηρεσίες διαδικτύου (Web Services)

Οι υπηρεσίες διαδικτύου αναπτύχθηκαν για την αντιμετώπιση θεμελιωδών προβλημάτων που παρουσιάζονται ως απόρροια της χρήσης συμβατικού ενδιάμεσου λογισμικού. Τα προβλήματα αυτά εμφανίζονται κυρίως σε μεγάλα συστήματα στα οποία το ενδιάμεσο λογισμικό είναι το μέσο συνένωσης πολλών ανομοιογενών και ανεξάρτητων συστημάτων. Τα προβλήματα αφορούν κυρίως το πώς θα γίνει η συνένωση των συστημάτων και ποιο ρόλο θα αναλάβει το ενδιάμεσο λογισμικό σε αυτή την συνένωση. Ειδικότερα, πολλές φορές υπάρχει το πρόβλημα επιλογής των πρωτοκόλλων επικοινωνίας που θα χρησιμοποιεί τον ενδιάμεσο λογισμικό για την επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων τα οποία δεν είναι αμοιβαίως αποδεκτά από τους συμμετέχοντες στο δίκτυο. Επίσης, για τον λόγο του ότι πλήθος εφαρμογών που ανήκουν σε διαφορετικά συστήματα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενδιάμεσου λογισμικού, υπάρχει η ανάγκη το ενδιάμεσο λογισμικό να τοποθετηθεί σε κάποιο ανεξάρτητο κεντρικό σύστημα ώστε να διαχειρίζεται την επιμέρους επικοινωνία που προέρχεται από τα συστήματα που συμμετέχουν στο δίκτυο. Αυτή η λύση σε επιχειρηματικές εφαρμογές δεν είναι επιθυμητή γιατί με αυτό τον τρόπο κοινοποιούνται σε ένα τρίτο σύστημα, στο οποίο βρίσκεται το συμβατικό ενδιάμεσο λογισμικό και εκτελεί τις ζεύξεις επικοινωνίας, δεδομένα που κάποια εταιρία πιθανόν να μην επιθυμεί να κοινοποιήσει. Όλοι οι περιορισμοί που περιγράφηκαν για να αποφευχθούν οδήγησαν στην ανάπτυξη νέων τεχνικών τις οποίες οι υπηρεσίες διαδικτύου σε συνδυασμό με το ενδιάμεσο λογισμικό προσάρτησαν για να παραδώσουν μια αποδεκτή λύση.

2.5.1. Επίλυση περιορισμών του ενδιάμεσου λογισμικού

Πιο αναλυτικά, οι περιορισμοί του συμβατικού ενδιάμεσου λογισμικού που αναφέρθηκαν επιλύονται με την συμβολή των υπηρεσιών διαδικτύου στην γενική λειτουργία των σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων. Για να επέλθει η λύση των περιορισμών οι υπηρεσίες διαδικτύου κινούνται σε τρεις βασικούς άξονες. Ο πρώτος άξονας αφορά την ανάπτυξη αρχιτεκτονικών συστημάτων οι οποίες θα έχουν ως ακρογωνιαίο λίθο και θα κινούνται γύρω από τις υπηρεσίες διαδικτύου (Service-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Oriented architectures). Ο δεύτερος άξονας αφορά την επανασχεδίαση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας του ενδιάμεσου λογισμικού. Ο τρίτος άξονας αφορά την τυποποίηση των υπηρεσιών διαδικτύου.

Αναφορικά, με τον πρώτο άξονα πρέπει να τονιστεί ότι στην ουσία κάνοντας αίτηση για εκτέλεση και εκτελώντας κάποια συγκεκριμένη υπηρεσία διαδικτύου αυτό που πραγματοποιείται είναι η κλήση ενός προγράμματος από ένα άλλο. Την ενέργεια αυτή μπορεί να την εκτελέσει και το συμβατικό λογισμικό με την διαφορά ότι οι υπηρεσίες διαδικτύου μπορούν να καλεστούν χωρίς πρόβλημα μέσω του διαδικτύου από διαφορετικά συστήματα λόγω των σταθερών διεπαφών που διαθέτουν. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι κάθε υπηρεσία δεν εξαρτάται από κάποια άλλη και έτσι ξεχωριστά συστήματα που συμμετέχουν στο διαδίκτυο μπορούν να αναπτύσσουν υπηρεσίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα με μόνη προϋπόθεση να υπάρχει σωστή χρήση της διεπαφής που παρέχουν.

Ο δεύτερος άξονας προτείνει την επανασχεδίαση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας ώστε κάθε διαφορετικό σύστημα να μπορεί να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε υπηρεσία. Στην ουσία αυτό που προτείνεται είναι η μετατροπή της επικοινωνίας των συστημάτων κατά την εκτέλεση των υπηρεσιών σε ομότιμη επικοινωνία. Με αυτόν τον τρόπο επιλύονται τα θέματα εμπιστευτικότητας και επιτρέπεται μια πιο ευέλικτη και κατανεμημένη επικοινωνία.

Η τυποποίηση που αναφέρει ο τρίτος άξονας αφορά την παρουσία σταθερών προτύπων τα οποία βοήθησαν στο να επιλυθούν διάφορα προβλήματα που περιόριζαν τις δυνατότητες επικοινωνίας πληροφοριακών συστημάτων. Ειδικότερα, με την ανάπτυξη ευρέως αποδεκτών προτύπων θεμελιώθηκαν κοινές βάσεις για την ανάπτυξη συμβατών εφαρμογών. Έτσι, διαθέτοντας μια κοινή βάση μειώθηκε η πολυπλοκότητα και το κόστος των εφαρμογών και βρέθηκαν κοινά αποδεκτές λύσεις για την ανάπτυξη και την συμβατή επικοινωνία μεταξύ μεγάλων συστημάτων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

2.5.2. Τρόποι περιγραφής υπηρεσιών διαδικτύου

Για να γίνει εφικτή η χρησιμοποίηση μιας υπηρεσίας διαδικτύου πρέπει πρώτα να υπάρξει μια ξεκάθαρη περιγραφή της. Η περιγραφή μιας υπηρεσίας διαδικτύου δεν είναι μια απλή διαδικασία αλλά μια αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων που διαθέτει. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να περιγραφεί και να ξεκαθαριστεί είναι η γλώσσα που θα χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή των διάφορων πτυχών της υπηρεσίας. Ειδικότερα, πρέπει να οριστεί μια γλώσσα με την βοήθεια της οποίας θα ορίζονται οι δομές που χρησιμοποιεί η υπηρεσία, οι τύποι των μηνυμάτων που θα ανταλλάσσονται αλλά και τα πρωτόκολλα με τα οποία θα γίνεται η μεταφορά αυτών των μηνυμάτων. Μια τέτοια γλώσσα είναι και η γλώσσα XML.

Στο δεύτερο στάδιο της περιγραφής μιας υπηρεσίας πρέπει να οριστούν οι διεπαφές που θα παρέχει η υπηρεσία ώστε οι απομακρυσμένοι πελάτες να γνωρίζουν πως θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν την συγκεκριμένη υπηρεσία. Ο ορισμός των παρεχόμενων διεπαφών μιας υπηρεσίας γίνεται με την βοήθεια γλωσσών ορισμού διεπαφών όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο στάδιο αυτής της περιγραφής (IDL – Interface Definition Language).

Μετά την παρουσίαση των διεπαφών που θα παρέχει μια υπηρεσία πρέπει να περιγραφούν αναλυτικά τα πρωτόκολλα με τα οποία θα πραγματοποιείται η εκτέλεση των υπηρεσιών. Αυτά τα πρωτόκολλα περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο ο πελάτης πρέπει να καλέσει την υπηρεσία ποιες ενέργειες θα ακολουθηθούν από τον πάροχο της υπηρεσίας και πως θα επιστραφούν τα αποτελέσματα στον πελάτη. Επίσης, στο πλαίσιο της περιγραφής των πρωτοκόλλων περιλαμβάνεται και ο καθορισμός των πρωτοκόλλων επικοινωνίας μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή της υπηρεσίας.

Αναπτύσσοντας περαιτέρω την περιγραφή μιας υπηρεσίας αυτό που θα πρέπει να περιγραφεί είναι οι ιδιότητες και η σημασιολογία της υπηρεσίας. Ειδικότερα, αυτό που πρέπει να περιγραφεί σε αυτό το στάδιο είναι ο τρόπος με τον οποίο η υπηρεσία μπορεί να συνδέσει δύο διαφορετικά συστήματα μεταξύ τους και η γενική ιδέα με την οποία η υπηρεσία εξυπηρετεί τις αιτήσεις που δέχεται. Τέλος, σε αυτό το στάδιο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αποσαφηνίζονται θέματα σημασιολογίας που αφορούν την υπηρεσία, για παράδειγμα την σημασία που έχουν τα αποτελέσματα που επιστρέφονται από την υπηρεσία.

Στο τελικό στάδιο περιγραφής μιας υπηρεσίας καθορίζονται ειδικές διεπαφές, πρωτόκολλα, ιδιότητες και ειδική σημασιολογία που παρέχει η συγκεκριμένη υπηρεσία σε συγκεκριμένους τομείς εφαρμογών που υποστηρίζει. Τα ειδικά χαρακτηριστικά αυτά ονομάζονται Vertical Standards μιας υπηρεσίας.

Από την περιγραφή των υπηρεσιών διαδικτύου που παρατέθηκε μέχρι τώρα εξάγεται εύκολα το συμπέρασμα ότι γενικά οι υπηρεσίες διαδικτύου έχουν δύο βασικές πτυχές οι οποίες με την σειρά τους καθορίζουν και την αρχιτεκτονική των υπηρεσιών διαδικτύου.

Η πρώτη πτυχή των υπηρεσιών διαδικτύου αφορά την ιδιότητα που έχουν οι υπηρεσίες αυτές να προσφέρουν στον απομακρυσμένο χρήστη τις λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα σύστημα κατά την εκτέλεση τους μέσω ενός δικτύου. Για να πραγματοποιηθεί η χρήση της λειτουργικότητας ενός συστήματος από τον απομακρυσμένο χρήση πρέπει το σύστημα να λαμβάνει αιτήσεις από το δίκτυο και να τις μεταφέρει στο εσωτερικό σύστημα όπου και εξυπηρετούνται οι συγκεκριμένες αιτήσεις.

Η δεύτερη πτυχή των υπηρεσιών διαδικτύου αφορά την ιδιότητα που έχουν οι υπηρεσίες διαδικτύου να συνενώνουν διαφορετικά συστατικά μεταξύ τους. Αυτή η πτυχή περιλαμβάνει την υποδομή του ενδιάμεσου λογισμικού ενός ευρύτερου συστήματος η οποία είναι επιφορτισμένη με την συνένωση πολλών διαφορετικών συστημάτων μεταξύ τους.

2.5.3. Διαφορές υπηρεσιών διαδικτύου και ενδιάμεσου λογισμικού

Για να γίνει πιο ξεκάθαρη η διαφορά μεταξύ του ενδιάμεσου λογισμικού και των υπηρεσιών διαδικτύου πρέπει να τονιστεί τα εξής: Αρχικά, το ενδιάμεσο λογισμικό χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις κατασκευής μεγάλων ανεξάρτητων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

συστημάτων τα οποία απαρτίζονται από ήδη υπάρχοντα συστατικά. Τα συστατικά αυτά μπορεί να είναι ανεξάρτητα συστήματα τα οποία ειδικεύονται στην εκτέλεση κάποιων εφαρμογών ειδικού σκοπού. Επίσης, τα συστατικά του υπό κατασκευή συστήματος μπορεί να είναι υπάρχουσες εφαρμογές που εξυπηρετούν συγκεκριμένες ανάγκες. Ο ρόλος του ενδιάμεσου λογισμικού είναι να συγκεντρώσει και να προσαρμόσει τις λειτουργίες από τα επιμέρους συστατικά που θα απαρτίζουν το συνολικό σύστημα με τέτοιο τρόπο ώστε ο εκάστοτε πελάτης του συνολικού συστήματος να έχει έναν βασικό και σταθερό τρόπο επικοινωνίας με το σύστημα. Αυτό θα πρέπει να είναι εφικτό χωρίς να επηρεάζεται με τις ασυμβατότητες επικοινωνίας και λειτουργίας που πιθανόν να έχουν τα επιμέρους συστατικά του συνολικού συστήματος. Ο τρόπος αλληλεπίδρασης των συστατικών καλύπτεται από το middleware και είναι αδιάφορος για τον πελάτη που χρησιμοποιεί το τελικό σύστημα.

Οι υπηρεσίες διαδικτύου σε ένα σύστημα όπως και το middleware δεν καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα λειτουργεί μια εφαρμογή. Αυτό που καθορίζεται αυστηρά είναι η διεπαφή που παρέχει η εκάστοτε εφαρμογή ώστε ένας απομακρυσμένος χρήστης (client) να μπορεί να χρησιμοποιήσει την επιθυμητή εφαρμογή μέσω διαδικτύου. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ του απομακρυσμένου χρήστη, μέσω συγκεκριμένης διεπαφής, με την εφαρμογή που επιθυμεί (υπηρεσία). Στην ουσία μια υπηρεσία διαδικτύου είναι ένα σύστημα σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να υποστηρίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ανεξάρτητων συστημάτων ή εφαρμογών μέσω δικτύου χρησιμοποιώντας ως μέσο επικοινωνίας μια αυστηρά σχεδιασμένη διεπαφή. Η διεπαφή αυτή καθορίζει και τα πρότυπα και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας με τα οποία θα πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση μεταξύ πελάτη και υπηρεσίας.

Για να γίνουν ξεκάθαρες οι διαφορές μεταξύ middleware και υπηρεσιών διαδικτύου, πρέπει να τονιστεί ότι οι υπηρεσίες διαδικτύου είναι λογισμικό το οποίο μπορεί να επεξεργαστεί XML έγγραφα τα οποία λαμβάνει μέσω διάφορων πρωτοκόλλων μεταφοράς δεδομένων και πρωτοκόλλων λειτουργίας εφαρμογών. Τα έγγραφα XML είναι μείζονος σημασίας στην λειτουργία των υπηρεσιών διαδικτύου καθώς περιέχουν όλες τις συγκεκριμένες πληροφορίες που αποστέλλει ο καταναλωτής της υπηρεσίας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

για επεξεργασία στον πάροχό της. Η διαδικασία με την οποία γίνεται η επεξεργασία των XML εγγράφων από τα δύο εμπλεκόμενα μέρη (πελάτης – διακομιστής υπηρεσίας) απαιτεί και τα δύο αυτά μέρη να έχουν πρόσβαση στην ίδια περιγραφή με την οποία συντάσσονται τα XML έγγραφα ώστε να γίνουν κατανοητές και από τις δύο πλευρές οι ενέργειες που πρέπει να εκτελεστούν. Η αμοιβαία αποδεκτή πληροφορία για την επεξεργασία των XML εγγράφων συνήθως παρατίθεται στα δύο εμπλεκόμενα μέρη από την γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών διαδικτύου (Web Services Description Language - WSDL). Τέλος κλείνοντας, ο πάροχος μιας υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιεί μια διεύθυνση η οποία δεν είναι τίποτα άλλο από ένα πρωτόκολλο το οποίο συνδυάζει τις διευθύνσεις του δικτύου που χρησιμοποιείται με τις διευθύνσεις που χρησιμοποιούν οι υπηρεσίες διαδικτύου ώστε ο καταναλωτής να έχει πρόσβαση στην συγκεκριμένη υπηρεσία.

2.6. Σχετική Βιβλιογραφία

Σε αυτή την παράγραφο περιγράφονται τρεις βασικοί κατηγορίες εργασιών που σχετίζονται με την αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου. Η πρώτη κατηγορία παρουσιάζει διαφορετικές προσεγγίσεις που έχουν προταθεί σχετικά με τεχνικές αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου. Ειδικότερα, μια κοινή συνισταμένη των προσεγγίσεων της πρώτης κατηγορίας είναι η κατασκευή αφηρημένων υπηρεσιών διαδικτύου (Abstract Web Services). Οι αφηρημένες υπηρεσίες διαδικτύου πρακτικά εκπροσωπούν μια μεγάλη ομάδα υπηρεσιών διαδικτύου και ως σκοπό έχουν την αλληλεπίδραση με εφαρμογή του χρήστη. Επίσης, οι αφηρημένες υπηρεσίες διαδικτύου αλληλεπιδρούν με ειδικές υπηρεσίες διαδικτύου. Ουσιαστικά, η πρώτη κατηγορία εργασιών προτείνει τεχνικές που καθιστούν την αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου διαφανή ως προς τον χρήστη των εφαρμογών του πελάτη. Η δεύτερη κατηγορία είναι σχετική με την κατασκευή 'καθολικών' εφαρμογών που εκτελούνται από την πλευρά του πελάτη και οι οποίες προσφέρουν την δυνατότητα στους εκάστοτε χρήστες του να εκτελούν ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών διαδικτύου. Η δεύτερη κατηγορία προτείνει λύσεις για την αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου με διαφανή τρόπο ως προς τον κατασκευαστή των εφαρμογών του πελάτη. Η τρίτη κατηγορία περιγράφει τεχνικές με τις οποίες ολοκληρώνεται η αντικατάσταση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

υπηρεσιών διαδικτύου σε περίπτωση που έχει εντοπιστεί αντικαταστάτης για μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου. Η τρίτη κατηγορία προτείνει λύσεις για την εξομάλυνση πιθανών ασυμβατοτήτων που μπορούν να εμφανιστούν μεταξύ της υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται και του αντικαταστάτη αυτής όταν η αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου λαμβάνει χώρα.

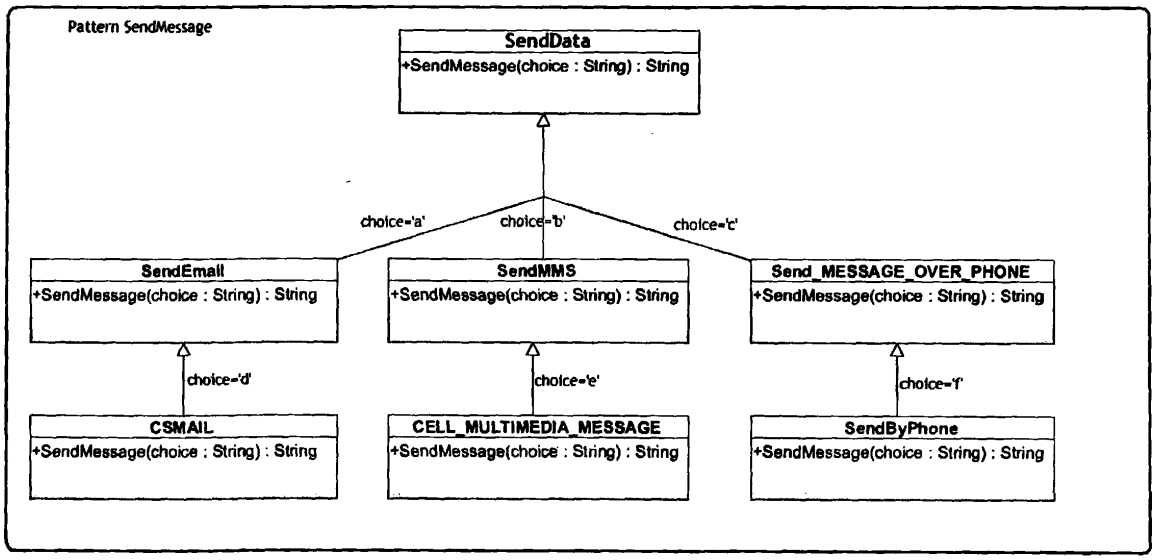
2.6.1. Αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου

Νέες προτεινόμενες υπηρεσίες διαδικτύου υλοποιημένες με πιο σύγχρονες τεχνικές και κάνοντας πιο αποδοτική χρήση των πόρων που τους αποδίδονται έχουν την δυνατότητα να αντικαταστήσουν παλαιότερες και ξεπερασμένες τεχνολογικά υπηρεσίες. Η αντικατάσταση αυτή των υπηρεσιών διαδικτύου σημαίνει ουσιαστικά αλλαγή κάποιων συγκεκριμένων συστατικών κάποιου πληροφοριακού συστήματος με νέα, τα οποία παράγουν απαραίτητα τις ίδιες εξόδους και έχουν τις ίδιες απαιτήσεις με αυτά τα οποία αντικαθιστούν. Οι αντικαταστάσεις υπηρεσιών διαδικτύου λαμβάνουν χώρα κυρίως για τον λόγο του ότι οι νέες υπηρεσίες διαδικτύου ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των πελατών που τις χρησιμοποιούν. Για να πραγματοποιηθεί ορθή αντικατάσταση μεταξύ υπηρεσιών διαδικτύου, εκτός από την ίδια λειτουργικότητα που θα πρέπει να παρέχει η νέα υπηρεσία διαδικτύου επιβάλλεται ότι η αντικατάσταση αυτή θα επιφέρει ελάχιστες αλλαγές στον κώδικα του πελάτη που χρησιμοποιούσε την αντικαθιστάμενη υπηρεσία.

Ένας τρόπος για να πραγματοποιηθεί αποδοτικά η αντικατάσταση κάποιας υπηρεσίας διαδικτύου με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται η συνοχή και η λειτουργικότητα του πληροφοριακού συστήματος προτείνεται και στην [13]. Ειδικότερα, για να επιλυθεί το πρόβλημα της αποδοτικής και ορθής αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου προτείνεται ο σχεδιασμός προτύπων τα οποία θα περιγράφουν μια ευρεία οικογένεια λειτουργιών οι οποίες θα παρέχονται από ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες διαδικτύου του συνολικού πληροφοριακού συστήματος (Σχήμα 2.10). Πρακτικά, ένα πρότυπο παρέχει γενικές λειτουργίες υπηρεσιών διαδικτύου που ήδη περιέχονται στο υπάρχον πληροφοριακό σύστημα. Η γενική λειτουργία του προτύπου διαδραματίζει τον ρόλο του εκπροσώπου του προτύπου και είναι κατά κάποιο τρόπο μια γενίκευση των

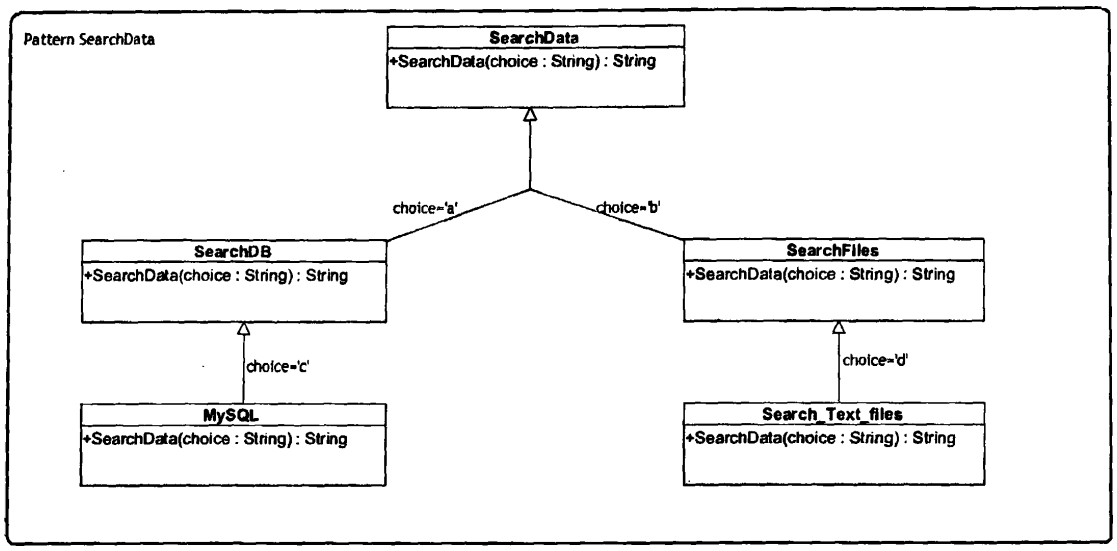
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

υπόλοιπων λειτουργιών. Με βάση αυτό το πρότυπο θα είναι δυνατή η εξειδίκευση των λειτουργιών μέσω ορισμάτων που θα δέχεται η γενική μέθοδος. Έτσι, περιγράφοντας περιληπτικά τον μηχανισμό οργάνωσης των προτύπων, για να καταστεί εφικτή η εκτέλεση μιας ειδικής λειτουργίας που ανήκει σε ένα πρότυπο πρέπει να επιλεγούν τα κατάλληλα ορίσματα για την γενική λειτουργία του προτύπου τα οποία τελικά οδηγούν στην εκτέλεσης της απαραίτητης εξειδικευμένης λειτουργίας. Επίσης, μια ακόμη χρήσιμη δυνατότητα που μπορεί να έχει το συγκεκριμένο πρότυπο είναι η χρησιμοποίησή του ως εξειδίκευση από πιο γενικά πρότυπα (υψηλότερα στην ιεραρχία) για την σύνθεση πιο γενικών προτύπων (Σχήμα 2.11). Για να γίνει πιο κατανοητή η προτεινόμενη τεχνική πρέπει να τονιστεί ότι ένα πρότυπο είναι ένα πρόγραμμα το οποίο συνθέτει κλήσεις μεθόδων σε λειτουργίες υπηρεσιών και δεν έχει κανένα άλλο χαρακτηριστικό. Η σύνθεση λειτουργιών από ένα πρότυπο με αυτές ενός άλλου οδηγεί στην κατασκευή ιεραρχίας μεταξύ των προτύπων που αλληλεπιδρούν (Σχήμα 2.12). Πρακτικά, μόνο η γενική μέθοδος του προτύπου είναι αυτή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Όλες οι εξειδικεύσεις του προτύπου προκύπτουν από την τροποποίηση των ορισμάτων της γενικής μεθόδου του προτύπου.



Σχήμα 2.10 Ένα πρότυπο με λειτουργίες που αποστέλλουν μηνύματα δεδομένων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



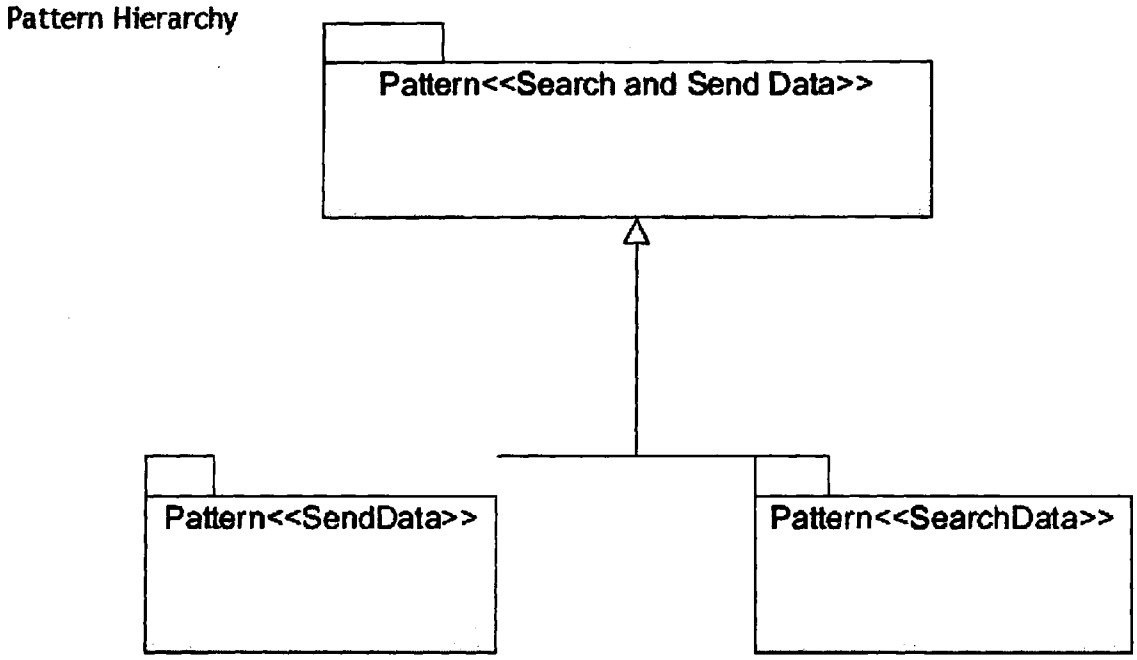
Σχήμα 2.11 Ένα πρότυπο με λειτουργίες που αναζητούν δεδομένα.

Ο εκάστοτε χρήστης για να χρησιμοποιήσει κάποια ειδική λειτουργία που ανήκει σε ένα πρότυπο καθορίζει χειροκίνητα εξ'αρχής τα ορίσματα που πρέπει να περαστούν ως όρισμα στην γενική μέθοδο του προτύπου ώστε να επιλεγεί η επιθυμητή ειδική λειτουργία. Με αυτό τον τρόπο κατά την λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος όλες οι λειτουργίες του προκύπτουν από εκτελέσεις των γενικών λειτουργιών των προτύπων. Η προαναφερθείσα οργάνωση του εκάστοτε προτύπου με τις γενικές και ειδικές λειτουργίες έχει προκύψει σε πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης του πληροφοριακού συστήματος.

Επιστρέφοντας, στην αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου η συγκεκριμένη οργάνωση των λειτουργιών σε πρότυπα δίνει μια ευέλικτη και αποδοτική μεθοδολογία για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος. Στην περίπτωση που είναι επιθυμητή κάποια αντικατάσταση κάποιας λειτουργίας του συστήματος από κάποια άλλη με παρόμοια λειτουργικότητα ο χρήστης του προτύπου απλά τροποποιεί το όρισμα που περνάει ως όρισμα στην γενική λειτουργία του προτύπου και προκύπτει η εκτέλεση κάποια άλλης ειδικής λειτουργίας. Σε διαφορετική περίπτωση γίνεται αναζήτηση στα υπόλοιπα υφιστάμενα πρότυπα, μέχρι να εντοπιστεί κάποιο που να διαθέτει λειτουργίες τέτοιες που να ικανοποιούν τις δεδομένες ανάγκες. Με την μεθοδολογία αυτή είναι εφικτή η οργάνωση μεγάλου αριθμού λειτουργιών σε

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ομάδες (πρότυπα) που εκπροσωπούνται από μια γενική λειτουργία οδηγώντας έτσι σε πιο αποδοτικές αναζητήσεις. Τέλος, κατά την λειτουργία, του πληροφοριακού συστήματος παρατηρείται μόνο αλληλεπίδραση μεταξύ των εκπροσώπων των προτύπων χωρίς να παρατηρούνται συσχετισμοί μεταξύ των ειδικών λειτουργιών.



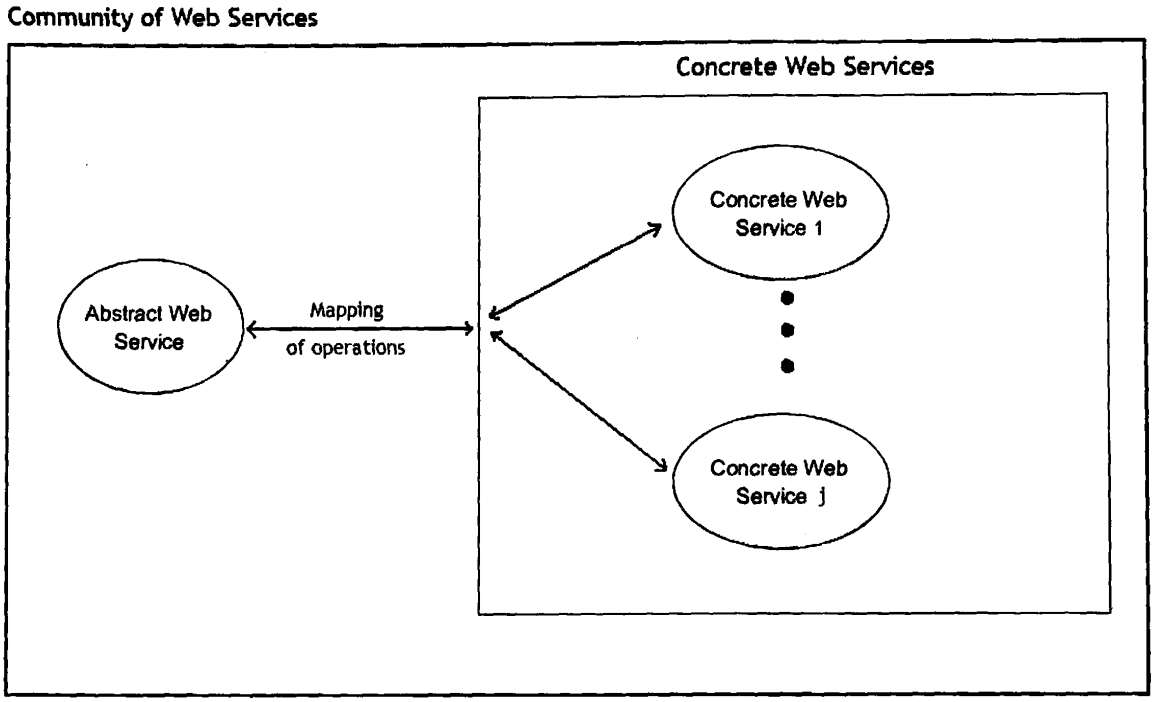
Σχήμα 2.12 Ιεραρχία προτύπων.

Ένας δεύτερος τρόπος για να πραγματοποιηθεί αποδοτικά η αντικατάσταση κάποιας υπηρεσίας διαδικτύου με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται η συνοχή και η λειτουργικότητα του πληροφοριακού συστήματος προτείνεται και στην [21]. Ειδικότερα, για να επιλυθεί το πρόβλημα της αντικατάστασης αποδοτικά, προτείνεται η ανάπτυξη κοινοτήτων (communities) υπηρεσιών διαδικτύου οι οποίες θα οργανώνουν το διαθέσιμο σύνολο αναζήτησης υπηρεσιών διαδικτύου, περιλαμβάνοντας σε κάθε κοινότητα αυτές με παρόμοια λειτουργικότητα ώστε να μειωθεί ο αριθμός των συγκρίσεων κατά την αντικατάσταση. Έτσι, όταν θέλουμε να αντικαταστήσουμε μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου, αυτή θα συγκρίνεται μόνο με τον εκπρόσωπο τις κάθε κοινότητας και όχι με κάθε υπηρεσία διαδικτύου ξεχωριστά (Σχήμα 2.13).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ουσιαστικά, η προτεινόμενη τακτική αντικατάστασης μια υπηρεσίας από μια άλλη περιλαμβάνει δύο βασικά βήματα. Στο πρώτο βήμα σχηματίζονται οι κοινότητες των υπηρεσιών. Κάθε κοινότητα περιλαμβάνει υπηρεσίες διαδικτύου που παρέχουν παρόμοιες λειτουργίες. Το δεύτερο βήμα ουσιαστικά συνδέει τις εφαρμογές των πελατών με τις κοινότητες αυτές. Για να γίνει κάτι τέτοιο εφικτό χρησιμοποιείται ένας ειδικός οδηγός (driver) με όνομα Open Service Connectivity. Αναφορικά με το πρώτο βήμα θα πρέπει να τονιστεί ότι για την δημιουργία κάποιας κοινότητας απαιτείται ο αυστηρός καθορισμός συγκεκριμένων λειτουργιών που θα παρέχει η συγκεκριμένη κοινότητα. Αυτό γίνεται εφικτό με την επιλογή κάποιας συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου η οποία θα αποτελεί αντιπροσωπευτικό δείγμα των λειτουργιών που θα παρέχονται από την κοινότητα στην οποία ανήκει η υπηρεσία διαδικτύου. Για το δεύτερο βήμα επιβάλλεται κάθε κοινότητα να παρέχει μια κοινά αποδεκτή από τα μέλη της, διεπαφή η οποία θα καταγράφεται σε ένα μητρώο (UDDI registry) έτσι ώστε να υπάρχει τρόπος εντοπισμού της από απλούς χρήστες. Μια γενική υπηρεσία διαδικτύου (Abstract Web service) θα παρέχει την κοινά αποδεκτή διεπαφή μέσω της οποίας τα μέλη της κοινότητας θα είναι προσβάσιμα και θα συνοψίζονται οι λειτουργίες που θα παρέχουν τα μέλη της. Η διεπαφή της γενικής υπηρεσίας περιλαμβάνει γενικές μεθόδους (abstract operations) με τις οποίες περιγράφει τις λειτουργίες που παρέχουν τα μέλη της κοινότητας. Για να γίνει μια υπηρεσία διαδικτύου μέλος κάποιας συγκεκριμένης κοινότητας θα πρέπει να υλοποιεί τις γενικές λειτουργίες (abstract operations) που παρέχει η διεπαφή της γενικής υπηρεσίας διαδικτύου (Abstract Web service) της κοινότητας. Όταν μια υπηρεσία πληροί τον προηγούμενο όρο εντάσσεται στην κοινότητα και χαρακτηρίζεται ως ειδική υπηρεσία διαδικτύου (Concrete Web service).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 2.13 Κοινότητα υπηρεσιών διαδικτύου.

Η τρίτη μεθοδολογία που προτείνεται για να πραγματοποιηθεί αποδοτικά η αντικατάσταση κάποιας υπηρεσίας διαδικτύου προτείνεται στην [20] και αφορά την αντικατάσταση μεταξύ υπηρεσιών διαδικτύου των οποίων η έκδοση είναι διαφορετική. Ειδικότερα, στην μεθοδολογία αυτή προτείνεται ένας μηχανισμός που περιλαμβάνει έναν μεσολαβητή ο οποίος καταστεί δυνατή την χρησιμοποίηση λειτουργιών της νέας υπηρεσίας διαδικτύου από εφαρμογές πελάτη (Client Application) που είναι εναρμονισμένες με παλαιότερες εκδόσεις της νέας υπηρεσίας διαδικτύου.

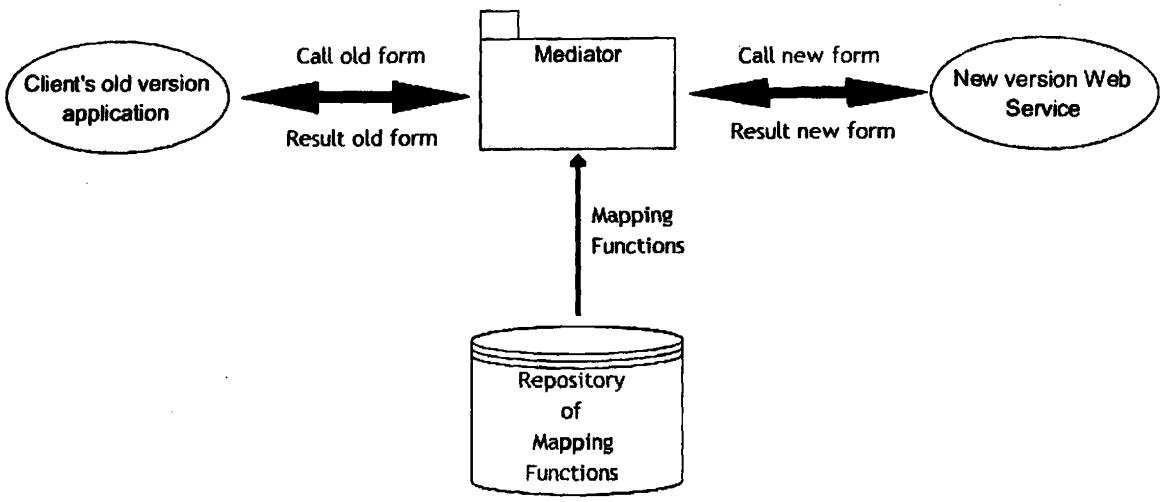
Για να καταστεί κάτι τέτοιο εφικτό, ο μεσολαβητής λαμβάνει υπόψη την συμβατότητα της λειτουργικότητας των υπηρεσιών διαδικτύου που λαμβάνουν μέρος στην αντικατάσταση και όχι το κατά πόσο οι λειτουργίες ή οι διεπαφές των εμπλεκόμενων υπηρεσιών διαδικτύου μπορούν να αντιστοιχιστούν. Πρέπει να τονιστεί ότι οι συγκεκριμένος μηχανισμός παρέχει την δυνατότητα αντικατάστασης μεταξύ υπηρεσιών διαδικτύου οι οποίες διαφέρουν κατά κύριο λόγο στην έκδοση τους (version). Ο σκοπός του μηχανισμού είναι η εφαρμογή του πελάτη, η οποία είναι εναρμονισμένη με την παλαιά έκδοση της υπηρεσίας διαδικτύου, να μην τροποποιηθεί καθόλου. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η διεπαφή που χρησιμοποιεί η

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εφαρμογή του πελάτη δεν αλλάζει καθόλου ασχέτως αν στο παρασκήνιο εκτελείται η νέα έκδοση της υπηρεσίας (evolution transparency). Για να καταστεί λειτουργικός ο μηχανισμός είναι αναγκαίο σε πρώτη φάση να εντοπιστούν οι ομοιότητες και οι διαφορές της συμπεριφοράς των δύο διαφορετικών εκδόσεων των υπηρεσιών διαδικτύου που μετέχουν στην αντικατάσταση. Για να επιτευχθεί αυτό, ο μηχανισμός πρέπει να αναβαθμίζει μια κλήση για κάποια λειτουργία της παλαιάς υπηρεσίας διαδικτύου που προέρχεται από την υπάρχουσα παλαιά εφαρμογή του πελάτη, σε κλήση για την λειτουργία της νέας έκδοσης υπηρεσίας διαδικτύου (Σχήμα 2.14).

Το ρόλο της αναβάθμισης της κλήσης αυτής την αναλαμβάνει ο μεσολαβητής. Ο μεσολαβητής χωρίς να αποκαλύψει στην εφαρμογή του πελάτη ότι πιθανόν η υπηρεσία διαδικτύου που θα εξυπηρετήσει το αίτημά της είναι μια νέα έκδοση υπηρεσίας διαδικτύου αναβαθμίζει το αίτημα άμεσα με την εξής μεθοδολογία. Αρχικά, γίνεται η λήψη της κλήσης από τον μεσολαβητή μέσω ενός πρωτοκόλλου το οποίο αφού εξασφαλίσει την λήψη της αίτησης, με την βοήθεια μεθόδων αντιστοίχησης αναβαθμίζει την αίτηση που λήφθηκε προηγουμένως. Ακολούθως, η αναβαθμισμένη αίτηση προωθείται για εξυπηρέτηση στην νέα έκδοση υπηρεσίας διαδικτύου. Μόλις τελειώσει η εξυπηρέτηση του αιτήματος ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία από τον μεσολαβητή για να φτάσουν τα αποτελέσματα στην εφαρμογή του πελάτη που έστειλε εξ'αρχής την κλήση. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι οι μέθοδοι αντιστοίχησης βρίσκονται αποθηκευμένες σε χώρο τον οποίο έχει πρόσβαση αποκλειστικά ο μεσολαβητής και μπορούν να ενημερωθούν ανά πάσα στιγμή ανάλογα και με τις εκάστοτε νέες εκδόσεις υπηρεσιών που εμφανίζονται κατά καιρούς. Οι μέθοδοι αυτοί καθορίζουν το πώς ένα αίτημα για την κλήση μιας λειτουργίας μιας παλαιάς έκδοσης υπηρεσίας διαδικτύου αναβαθμίζεται σε κλήση για την αντίστοιχη λειτουργία της νέας υπηρεσίας διαδικτύου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 2.14 Η λειτουργία του προσαρμογέα.

2.6.2. Αντικατάσταση υπηρεσιών μέσω ειδικά κατασκευασμένων εφαρμογών πελάτη

Με την επέκταση των υπηρεσιών διαδικτύου έχει αναπτυχθεί μια πληθώρα εφαρμογών του πελάτη (Client Application) οι οποίες ως σκοπό έχουν την παροχή στους χρήστες τους, της δυνατότητας εκτέλεσης των υπηρεσιών για τις οποίες έχουν αναπτυχθεί. Η δομή και η λειτουργία των εφαρμογών αυτών εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την υπηρεσία για την οποία έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί. Για τον λόγο του ότι, ο πελάτης στα πλαίσια ενός σύγχρονου πληροφοριακού συστήματος χρησιμοποιεί πολλαπλές υπηρεσίες διαδικτύου είναι λογικό ότι σε αυτή την περίπτωση να απαιτείται και η χρήση ανάλογου αριθμού εφαρμογών ώστε να υπάρξει πρόσβαση στις υπηρεσίες αυτές. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα ασύμφορο και μη πρακτικό για τον χρήστη καθώς απαιτείται η χρήση πολλαπλών διαδικτυακών εφαρμογών η ανάπτυξη των οποίων κοστίζει και υποχρεώνει τον χρήστη να εξοικειωθεί με την εκάστοτε διαδικτυακή εφαρμογή ώστε να αποκτήσει πρόσβαση στην υπηρεσία διαδικτύου που επιθυμεί. Βασικό στόχος και σκοπός είναι η εξέταση του κατά πόσο είναι εφικτή η χρήση της ίδιας διαδικτυακής εφαρμογής για την εκτέλεση διαφορετικών υπηρεσιών οι οποίες όμως παράγονται από μια κοινή βάση για την οποία η διαδικτυακή εφαρμογή έχει αναπτυχθεί.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Για να επιτευχθεί ο σκοπός που προαναφέρθηκε, προτάθηκε μια λύση η οποία επιτρέπει την διαλειτουργικότητα μεταξύ των εφαρμογών των πελατών και υπηρεσιών διαδικτύου υιοθετώντας πολλαπλά διαφορετικά είδη διεπαφών που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο είδος υπηρεσιών διαδικτύου (multi-standard services) [19]. Για να γίνει η ταυτοποίηση των σημασιολογικά συμβατών υπηρεσιών προτείνονται τεχνικές ταυτοποίησης ακόμη και αν δεν υπάρχει συμφωνία αναφορικά με την διεπαφή που παρέχουν οι εξεταζόμενες υπηρεσίες διαδικτύου για τον συγκεκριμένο τύπο υπηρεσιών που παρέχουν. Ουσιαστικά, οι τεχνικές αυτές κατηγοριοποιούν τις υπηρεσίες διαδικτύου ανάλογα με τον τύπο τους ακόμη και αν αυτές παρέχουν στις εφαρμογές των πελατών διαφορετικές διεπαφές μεταξύ τους για τον ίδια κατηγορία υπηρεσίας διαδικτύου.

Οι βασικές πτυχές του προβλήματος τις οποίες εξετάζει η προσέγγιση που προτείνεται είναι τρεις στο αριθμό. Η πρώτη αφορά το γεγονός ότι οι εφαρμογές των πελατών θα έχουν την δυνατότητα εντοπισμού και εκτέλεσης των υπηρεσιών διαδικτύου που ανήκουν στο εκάστοτε επιθυμητό είδος. Η δεύτερη έχει να κάνει με το γεγονός ότι οι εφαρμογές των πελατών θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να μπορούν να εκτελούν έναν εύλογο αριθμό από διαφορετικές συμβατές υπηρεσίες σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Η τρίτη αφορά την δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τον τελικό χρήστη που πρέπει να έχουν οι εφαρμογές των πελατών, δίνοντας πολλές φορές την δυνατότητα στον χρήστη να παίρνει αποφάσεις που αφορούν την σημασιολογία της υπηρεσίας διαδικτύου που εκτελεί.

Μια δεύτερη προσέγγιση η οποία προσπαθεί να επιλύσει το πρόβλημα της προσαρμογής εφαρμογών πελάτη ώστε αυτές να μπορούν να χρησιμοποιούν μεγάλο πλήθος διαφορετικών υπηρεσιών διαδικτύου προτείνεται στο [18]. Η συγκεκριμένη λύση προσπαθεί να λύσει το δεδομένο πρόβλημα, προβλέποντας και επιλύοντας τις ασυμβατότητες που εμφανίζονται στις εφαρμογές πελατών που χρησιμοποιούν υπηρεσίες διαδικτύου.

Οι ασυμβατότητες αυτές αφορούν: α) δομικές διαφορές (structural) που μπορεί να έχουν τα έγγραφα (XML document) που ανταλλάσσονται μεταξύ της εφαρμογής του πελάτη με κάποια από τις υπηρεσίες διαδικτύου τις οποίες χρησιμοποιεί, β) διαφορές

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

στις τιμές (value) που περιέχουν κάποια πεδία των εγγράφων αυτών, γ) διαφορές που προκύπτουν όταν έγγραφα που ανταλλάσσονται, μεταξύ εφαρμογής πελάτη και υπηρεσιών διαδικτύου, αν και έχουν την ίδια δομή και παίρνουν τις ίδιες τιμές στα πεδία τους, ανήκουν σε διαφορετικού τύπου σχήματα επικοινωνίας (encoding), δ) διαφορές που αφορούν επεκτάσεις που παρουσιάζονται από διαφορετικούς πάροχους μιας υπηρεσίας διαδικτύου και έχουν το ίδιο συντακτικό αλλά η σημασία (semantic) της επέκτασης διαφέρει από πάροχο σε πάροχο. Υποθέτοντας, ότι οι δομικές ασυμβατότητες αλλά και οι ασυμβατότητες στις τιμές που περιέχουν τα έγγραφα που ανταλλάσσονται (structural, value incompatibilities – SV incompatibilities) είναι πιο σημαντικές και ουσιαστικές από τις υπόλοιπες ασυμβατότητες που εμφανίζονται, η επίλυση του προβλήματος της επίτευξης της διαλειτουργικότητας των εφαρμογών του πελάτη είναι αποτέλεσμα πρώτον της έγκαιρης πρόληψης της εμφάνισης αυτών των ασυμβατοτήτων και δεύτερον της εξαφάνισής τους στην περίπτωση που προκύψουν.

Ο τρόπος της εξάλειψης των SV incompatibilities πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις. Σε πρώτη φάση εντοπίζονται οι ασυμβατότητες. Αμέσως μετά, οι ασυμβατότητες που έχουν εντοπιστεί κατηγοριοποιούνται σε σχετικές και μη σχετικές. Οι μη σχετικές ασυμβατότητες προκύπτουν ως εξής: Αντικαθιστώντας μια υπηρεσία διαδικτύου *S* από μια υπηρεσία διαδικτύου *T* η οποία διαθέτει μια επιπλέον λειτουργία m σε σχέση με την *S*. Αν γίνει η υπόθεση ότι η εφαρμογή πελάτη που έχει σχεδιαστεί για να εκτελεί μια υπηρεσία *S* θα έχει την δυνατότητα να εκτελέσει τις λειτουργίες της *T* με την διαφορά ότι δεν θα μπορεί να εκτελέσει την m λόγω ασυμβατότητας, τότε την ασυμβατότητα που εμφανίζεται για την m ονομάζεται μη σχετική ασυμβατότητα. Οι μη σχετικές αγνοούνται. Από τις εναπομείναντες καταγράφονται αυτές που δεν συμβαίνουν στην πράξη με βάση την δυναμική ανάλυση εκτέλεσης της εφαρμογής του πελάτη. Αυτές που απομένουν είναι οι σχετικές ασυμβατότητες. Οι ασυμβατότητες αυτές αποφεύγονται με την αυτόματη παραγωγή ενός μικρού κομματιού κώδικα (cross-stub) το οποίο ουσιαστικά θα αποτελεί το διαμεσολαβητή μεταξύ της εφαρμογής του πελάτη και της εκάστοτε υπηρεσίας διαδικτύου. Το συγκεκριμένο κομμάτι κώδικα εκτελείται την ώρα που λαμβάνει χώρα η επικοινωνία μεταξύ της εφαρμογής του πελάτη και της υπηρεσίας διαδικτύου με την οποία παρουσιάζονται οι ασυμβατότητες.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

2.6.3. Παραγωγή προσαρμογέων (Adapters)

Το πρόβλημα της επίτευξης της διαλειτουργικότητας των υπηρεσιών διαδικτύου με ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών των πελατών είναι ένα αρκετά σύνθετο και δυσεπίλυτο πρόβλημα λόγω του εύρους των ασυμβατοτήτων (διεπαφές, πρωτόκολλα, απαίτηση πόρων, κ.α.) που εμφανίζονται μεταξύ υπηρεσιών διαδικτύου που παρέχουν παρόμοιες λειτουργίες. Η επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος θα βοηθήσει του πελάτες των υπηρεσιών διαδικτύου να χρησιμοποιούν με αποδοτικότερο και οικονομικότερο τρόπο τις υπηρεσίες που επιθυμούν καθώς δεν θα υπάρχει απαίτηση για την χρήση πολλαπλών διαφορετικών εφαρμογών. Το γεγονός ότι με λιγότερες εφαρμογές θα είναι εφικτή η χρήση μεγαλύτερου πλήθους υπηρεσιών (υψηλή διαλειτουργικότητα) θα οδηγήσει σε μείωση του κόστους χρήσης των υπηρεσιών διαδικτύου από τους πελάτες, καθώς δεν θα απαιτείται η ανάπτυξη, συντήρηση και εκμάθηση πολλών εφαρμογών που κάθε μία θα αντιστοιχεί αποκλειστικά σε μία υπηρεσία διαδικτύου. Επιπροσθέτως, η αποδοτικότητα των υπηρεσιών διαδικτύου θα αυξηθεί σημαντικά καθώς με μια εφαρμογή ο πελάτης θα έχει την δυνατότητα πρόσβασης και χρήσης πολλών παρόμοιων υπηρεσιών διαδικτύου. Για να επιχειρηθεί επίλυση του προβλήματος προτείνεται ως λύση η παραγωγή προσαρμογέων (adapters) οι οποίοι παρέχουν υποστήριξη για τον εντοπισμό και επίλυση των αναντιστοιχιών που εμφανίζονται μεταξύ των διεπαφών των υπηρεσιών διαδικτύου και των πρωτοκόλλων που αυτές χρησιμοποιούν. Οι προσαρμογείς αυτοί, είναι ουσιαστικά υπηρεσίες διαδικτύου που παίζουν τον ρόλο του μεσολαβητή μεταξύ των υπηρεσιών διαδικτύου στις οποίες εμφανίζονται ασυμβατότητες, με απώτερο σκοπό την επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ τους.

Μια τεχνική για την αυτοματοποιημένη και δυναμική ανάπτυξη προσαρμογέων προτείνεται και στο [16]. Ειδικότερα, στη προτεινόμενη τεχνική για να επιτευχθεί η ανάπτυξη προσαρμογέων επιβάλλεται ο εντοπισμός και η επίλυση ασυμβατοτήτων που εμφανίζονται μεταξύ των διεπαφών του πελάτη μια υπηρεσίας διαδικτύου και της υπηρεσίας που χρησιμοποιεί καθώς και οι ασυμβατότητες των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούν η υπηρεσία και ο πελάτης της. Οι ασυμβατότητες αυτές ταξινομούνται σε κλάσεις με βάση τις οποίες πραγματοποιούνται και οι επιλύσεις των ασυμβατοτήτων αυτών. Οι πιο χρήσιμες κλάσεις ασυμβατοτήτων που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

χρησιμοποιούνται από την συγγραφική ομάδα για την παραγωγή των προσαρμογέων είναι η εξής:

α) Κλάση ασυμβατοτήτων των μηνυμάτων. Η κλάση αυτή περιλαμβάνει ασυμβατότητες που αφορούν την εμφάνιση διαφορετικών τύπων και ονομάτων των πεδίων των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ της υπηρεσίας διαδικτύου και του πελάτη της.

β) Κλάση ασυμβατοτήτων που αφορά αναντιστοιχίες στο πλήθος των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται. Η συγκεκριμένη κλάση αφορά ασυμβατότητες που εμφανίζονται όταν ένα είδος μηνύματος από την υπηρεσία διαδικτύου χωρίζεται σε ένα πλήθος μηνυμάτων στον πελάτη, ή το ανάποδο.

γ) Κλάση ασυμβατοτήτων που αφορά μηνύματα του αποστολέα τα οποία δεν αντιστοιχούν σε κάποιο μήνυμα του παραλήπτη.

δ) Κλάση ασυμβατοτήτων πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Αυτή η κλάση αφορά διαφορές στα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούν τα δύο επικοινωνούντα μέρη (υπηρεσία διαδικτύου – πελάτης υπηρεσίας). Κατά την διάρκεια της ανταλλαγής μηνυμάτων μεταξύ υπηρεσίας και πελάτη μπορεί με βάση το πρωτόκολλο της υπηρεσίας διαδικτύου να υπάρχει η απαίτηση λήψης κάποιας ακολουθίας μηνυμάτων με διαφορετική σειρά από ότι τα αποστέλλει ο πελάτης της υπηρεσίας.

Για να ικανοποιηθεί ο στόχος της επίτευξης της διαλειτουργικότητας των υπηρεσιών διαδικτύου με πολλές εφαρμογές πελατών, η συγγραφική ομάδα υποθέτει ότι ο εντοπισμός και η επίλυση των ασυμβατοτήτων που ανήκουν σε κάποια από τις προηγούμενες κλάσεις όπως αυτές παρουσιάστηκαν είναι μείζονος σημασίας. Η προσπάθεια για τον εντοπισμό και επίλυση των ασυμβατοτήτων κινείται σε δύο βασικούς άξονες. Ο πρώτος άξονας αφορά την παροχή υποστήριξης για τον εντοπισμό ασυμβατοτήτων που αφορούν τις διεπαφές, της υπηρεσίας και των πελατών, και στην εύρεση της κατάλληλης εισόδου για τις συναρτήσεις αντιστοίχισης (mapping function) οι οποίες ως σκοπό έχουν την επίλυση των συγκεκριμένων ασυμβατοτήτων. Ο δεύτερος άξονας αφορά την παροχή υποστήριξης για τον

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εντοπισμό ασυμβατοτήτων που αφορούν τα πρωτόκολλα που διέπουν την επικοινωνία μεταξύ υπηρεσίας και πελάτη. Μετά τον εντοπισμό του συγκεκριμένου τύπου ασυμβατότητας πραγματοποιείται και η παραγωγή του προσαρμογέα (adapter) εφόσον οι ασυμβατότητες που έχουν εντοπιστεί στο επίπεδο των πρωτοκόλλων δεν έχουν οδηγήσει σε κατάσταση αδιεξόδου (deadlock). Ως αδιέξοδο ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία και τα δύο επικοινωνούντα μέρη βρίσκονται στην ίδια κατάσταση και αναμένουν την εκτέλεση της ίδιας ενέργειας από το έτερο μέρος. Για παράδειγμα και η υπηρεσία διαδικτύου και η εφαρμογή του πελάτη αναμένουν για την λήψη ενός μηνύματος επιβεβαίωσης. Στην περίπτωση που υπάρξει αδιέξοδο πραγματοποιείται η παραγωγή ενός δέντρου αναντιστοιχιών (mismatch tree) το οποίο παρέχει μια περιεκτική αναπαράσταση όλων των καταστάσεων αδιεξόδου που εμφανίζονται κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ μιας υπηρεσίας διαδικτύου και του πελάτη, καθώς και λεπτομερή περιγραφή των μηνυμάτων που οδηγούν σε κατάσταση αδιεξόδου. Με βάση το δέντρο αναντιστοιχιών παρέχονται πληροφορίες με τις οποίες γίνεται εφικτή η αποφυγή των καταστάσεων αδιεξόδου που προκύπτουν και γίνεται έτσι δυνατή η παραγωγή του προσαρμογέα.

Αναφορικά με το πρώτο άξονα θα πρέπει να τονιστεί ότι η ταυτοποίηση των ασυμβατοτήτων των διεπαφών γίνεται με την μέθοδο εντοπισμού των αναντιστοιχιών μεταξύ των δεδομένων που απαρτίζουν τις διεπαφές της υπηρεσίας και του πελάτη (schema matching). Σχετικά με τον δεύτερο άξονα, θα πρέπει να τονιστεί ότι αφού έχουν εντοπιστεί τα ταιριάσματα μεταξύ των διεπαφών (πρώτος άξονας) πραγματοποιείται έλεγχος για τις αναντιστοιχίες μεταξύ των πρωτοκόλλων επικοινωνίας της υπηρεσίας διαδικτύου και της εφαρμογής του πελάτη που χρησιμοποιεί την συγκεκριμένη υπηρεσία. Όπως τονίστηκε, υπάρχουν δύο είδη αναντιστοιχιών στο επίπεδο των πρωτοκόλλων. Το πρώτο είδος αναντιστοιχίας αφορά την διαφορετική σειρά με την οποία κάποιο από τα επικοινωνούντα μέρη αναμένει τα μηνύματα που δέχεται. Το δεύτερο είδος αφορά την κατάσταση κατά την οποία κάποιο από τα επικοινωνούντα μέρη αναμένει κάποιο είδος μηνύματος το οποίο δεν είναι δυνατόν να λάβει από την οντότητα με την οποία επικοινωνεί. Μετά τον εντοπισμό των αναντιστοιχιών των πρωτοκόλλων παράγεται ο προσαρμογέας (adapter).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Μια ακόμη τεχνική για να πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη και η δυναμική παραγωγή ενός προσαρμογέα για αλληλεπιδράσεις μεταξύ υπηρεσιών διαδικτύου περιγράφεται και στο [14]. Ειδικότερα, στην προτεινόμενη τεχνική προτείνεται ένα πλαίσιο το οποίο πραγματοποιεί την παραγωγή προσαρμογέων υπηρεσιών διαδικτύου οι οποίες περιγράφονται με γλώσσα BPEL (*Web Services Business Process Execution Language* (WS-BPEL)). Σε αυτήν την τεχνική η καινοτομία που εισάγεται σχετικά με την αντιμετώπιση του προβλήματος της δυναμικής παραγωγής προσαρμογέων αφορά σε πρώτη φάση την δυνατότητα αντικατάστασης των διεργασιών που εκτελούν υπηρεσίες διαδικτύου την ώρα που εκτελούνται στο σύστημα που συμμετέχουν (runtime substitution). Σε δεύτερη φάση παρέχεται από την δεδομένη τεχνική ένας μηχανισμός παρακολούθησής (monitoring a running web service) τους την ώρα που εκτελούνται μέσα στο γενικότερο σύστημα.

Στην δυναμική παραγωγή προσαρμογέα προσανατολίζονται και οι [3],[8]. Οι συγκεκριμένες εργασίες εστιάζονται περισσότερο στην σύνθεση υπηρεσιών διαδικτύου ενός συστήματος για να επιτύχει την εξυπηρέτηση νέων απαιτήσεων οι οποίες στο αρχικό στάδιο δεν είχαν προβλεφτεί. Ειδικότερα, στις συγκεκριμένες τεχνικές προτείνεται μια νέα αρχιτεκτονική συστήματος η οποία συνδυάζει δυναμικά υπηρεσίες διαδικτύου με απώτερο σκοπό την επίλυση νέων προκλήσεων που πιθανόν να προκύψουν, χωρίς να επέλθει κάποια διακοπή στην λειτουργία του συστήματος. Επίσης, σκοπός των συγκεκριμένων τεχνικών είναι και η δυναμική τροποποίηση των συνθέσεων των υπηρεσιών διαδικτύου κατά το δοκούν την ώρα που εκτελείται το σύστημα.

Η επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος έγκειται στο γεγονός ότι νέες προκύπτουσες ανάγκες του συστήματος εξυπηρετούνται από συνδυασμό ήδη υπαρχουσών υπηρεσιών διαδικτύου δυναμικά. Η δυναμική φύση του προτεινόμενου συστήματος παραμερίζει την εκ των προτέρων ταυτοποίηση των υπηρεσιών που καθορίζουν το σύστημα. Ο εντοπισμός των υποψήφιων υπηρεσιών διαδικτύου (discovery of alternative services) που μπορούν να συντεθούν για το επιθυμητό αποτέλεσμα αλλά και η τελική επιλογή (selection of services) αυτών που θα αποτελέσουν την σύνθεση πραγματοποιείται σε δύο στάδια.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο πρώτο στάδιο εξασφαλίζεται ότι το συνολικό σύστημα που συνδυάζει τις υπηρεσίες διαδικτύου πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο τόσο για τον εντοπισμό των υπηρεσιών όσο και για την επιλογή τους αλλά και για την επίλυση πιθανών ασυμβατοτήτων που μπορούν να προκύψουν κατά τον συνδυασμό ασύμβατων υπηρεσιών διαδικτύου. Στο δεύτερο στάδιο η γλώσσα που χρησιμοποιείται από το σύστημα για να πραγματοποιηθεί ο συνδυασμός των υπηρεσιών πρέπει να υποστηρίζει όχι μόνο τον καθορισμό της σειράς με την οποία θα πραγματοποιούνται οι κλήσεις των συνδυασμένων υπηρεσιών διαδικτύου, αλλά και τον καθορισμό πολιτικών αυτοδιαμόρφωσης οι οποίες θέτουν όρια στην επιλογή των υπηρεσιών που θα λάβουν μέρος στην σύνθεση αλλά και στην διαπραγμάτευση των ενεργειών τους κατά τον χρόνο εκτέλεσής τους.

2.6.4. Συνεισφορά της προτεινόμενης εργασίας

Η παρούσα διατριβή εκμεταλλεύεται και βελτιώνει αρκετά στοιχεία από τα θέματα που παρουσιάστηκαν στο υπόβαθρο αλλά και την βιβλιογραφία με απώτερο σκοπό την αντιμετώπιση του προβλήματος της αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου. Στο προτεινόμενο πλαίσιο με το οποίο ασχολείται η διατριβή και περιγράφεται στο ακόλουθο κεφάλαιο, χρησιμοποιούνται και βελτιώνονται βασικές ιδέες που παρουσιαστήκαν σε προηγούμενες παραγράφους για την επίλυση θεμάτων που ανέκυψαν κατά την αντιμετώπιση του προβλήματος της αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου. Ειδικότερα, ο αντικειμενικός σκοπός της προτεινόμενης από την διατριβή λύσης είναι ίδιος με αυτόν της [21]. Δηλαδή, η επίτευξη αντικατάστασης μη αφηρημένων υπηρεσιών διαδικτύου που χρησιμοποιούνται από κάποια εφαρμογή του πελάτη, με απώτερο σκοπό την βελτίωση της απόδοσης του υπολογιστικού συστήματος. Βασική διαφορά αλλά και βελτίωση της προτεινόμενης λύσης σε σχέση με την προσέγγιση [21] είναι το ότι η διαδικασία της οργάνωσης των υπηρεσιών διαδικτύου γίνεται αυτοματοποιημένα, χρησιμοποιώντας ως κριτήρια συγκεκριμένες σχέσεις αντικατάστασης χωρίς να καθορίζεται αυθαίρετα από τον χρήστη η υπηρεσία διαδικτύου που θα διαδραματίσει τον εκπρόσωπο της εκάστοτε ομάδας. Παρόμοια βελτίωση παρουσιάζεται και σε σχέση με την [13] στην οποία ο χρήστης όριζε χειροκίνητα τις συσχετίσεις (mapping) μεταξύ των μελών ενός προτύπου, ανάγκη η

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

οποία εξαλείφεται στο προτεινόμενο πλαίσιο. Επίσης, μετά την σύγκριση και την εύρεση αντικαταστάτριας υπηρεσίας διαδικτύου το προτεινόμενο πλαίσιο διατηρεί τις αντιστοιχίες μεταξύ των διεπαφών των υπηρεσιών που πρόκειται να αντικατασταθούν και παρέχεται η δυνατότητα παραγωγής προσαρμογέας (adapter) με τον τρόπο παρόμοιο που περιγράφηκε και στην [16].

Σκοπός της διατριβής είναι η παροχή ενός αποδοτικού πλαισίου αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου με δυνατότητες παραγωγής προσαρμογέων που πρακτικά θα ολοκληρώνουν την αντικατάσταση. Το προτεινόμενο πλαίσιο βασίζεται στην σύγκριση των διεπαφών των υπηρεσιών διαδικτύου και στην οργάνωση τους σε ομάδες με απώτερο σκοπό την αποδοτικότερη αναζήτηση υποψήφιων υπηρεσιών διαδικτύου για αντικατάσταση. Το συγκεκριμένο πλαίσιο συνεπικουρείται από ένα σύνολο σχέσεων αντικατάστασης οι οποίες καθορίζουν τη δυνατότητα πραγματοποίησης αντικατάστασης. Επίσης, το συγκεκριμένο πλαίσιο για να πραγματοποιήσει αποδοτικά τόσο την οργάνωση όσο και την αναζήτηση υπηρεσιών διαδικτύου, περιλαμβάνει και έναν αποδοτικό αλγόριθμο ο οποίος επιφορτίζεται με την αποδοτική σύγκριση των διεπαφών των υπηρεσιών διαδικτύου. Κατά την αναζήτηση για υποψήφια αντικαταστάτρια υπηρεσία διαδικτύου παράγονται δυναμικά τα ταιριάσματα (mapping) που μπορεί να προκύψουν όταν υπάρχει δυνατότητα αντικατάστασης μεταξύ δύο υπηρεσιών διαδικτύου με βάση τις σχέσεις αντικατάστασης. Τα ταιριάσματα αυτά παράγονται για κάθε συγκρινόμενο ζεύγος διεπαφών υπηρεσιών διαδικτύου. Τέλος, το προτεινόμενο πλαίσιο παρέχει την δυνατότητα παραγωγής προσαρμογέα βασιζόμενο στα ταιριάσματα που παράγονται.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

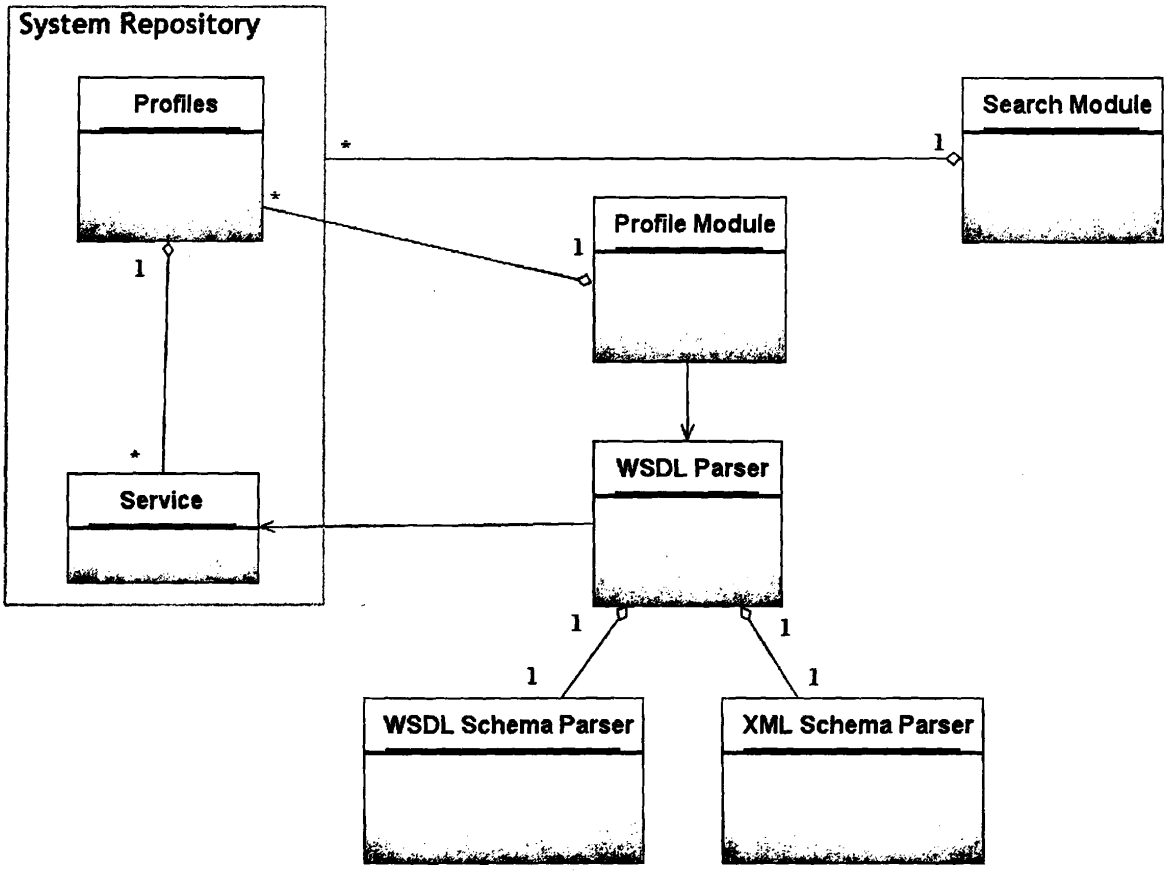
3.1 Εισαγωγή
3.2 Σχέσεις Αντικατάστασης
3.3 Εύρεση Σχέσεων Αντικατάστασης
3.4 Οργάνωση σε κλάσεις ισοδυναμίας
3.5 Αναζήτηση αντικαταστάτριας υπηρεσίας διαδικτύου
3.6 Εξαγωγή αντιστοιχίσεων
3.7 Από τις αντιστοιχίσεις στην παραγωγή προσαρμογέων
3.8 Δομή του Συστήματος

3.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο καθορίζονται βασικά ζητήματα που αφορούν την αποδοτική αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου. Ειδικότερα, περιγράφεται το προτεινόμενο πλαίσιο της παρούσας διατριβής για την επίλυση του προβλήματος της αποδοτικής αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου. Μια γενική μορφή της αρχιτεκτονικής του προτεινόμενου πλαισίου αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη (Σχήμα 1): Το πρώτο μέρος της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής αποτελεί ο αναλυτής των υπηρεσιών διαδικτύου (WSDL Parser) που εισάγονται στο σύστημα με την μορφή WSDL εγγράφων (WSDL Documents). Ο αναλυτής υπηρεσιών διαδικτύου επιφορτίζεται με την κατασκευή της απαραίτητης δομής (Service) στην οποία αποθηκεύονται πληροφορίες για κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συστήματος. Ο αναλυτής υπηρεσιών διαδικτύου χρησιμοποιεί δύο εξωτερικές βιβλιοθήκες (WSDL Schema Parser, XML Schema Parser) που τον βοηθούν να επιτύχει τον σκοπό του. Το δεύτερο μέρος της

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αρχιτεκτονικής αποτελεί η μονάδα κατασκευής των κλάσεων ισοδυναμίας (Profile Module) η οποία οργανώνει της υπηρεσίες διαδικτύου (Services) που έχουν εισαχθεί στο σύστημα σε κλάσεις ισοδυναμίας (Profiles) για αποδοτικότερη αναζήτηση. Το τρίτο μέρος της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής αποτελεί τον χώρο αποθήκευσης (System Repository) των κλάσεων ισοδυναμίας (Profiles) και των επεξεργασμένων υπηρεσιών διαδικτύου (Service) που χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια της αντικατάστασης. Το τελευταίο μέρος της αρχιτεκτονικής του πλαισίου αποτελεί η μονάδα αναζήτησης (Search Module) η οποία χρησιμοποιεί ως είσοδο τα περιεχόμενα του χώρου αποθήκευσης (Profiles, Services) για να αναζητήσει πιθανούς αντικαταστάτες για μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου (Service).



Σχήμα 3.1 Βασική αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου περιγράφονται οι σχέσεις αντικατάστασης που χρησιμοποιούνται από το συγκεκριμένο πλαίσιο ως βάση για την αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου. Οι σχέσεις αυτές αποτελούν το βασικό εργαλείο για την αποδοτική αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου. Ακολούθως γίνεται περιγραφή της μεθόδου εύρεσης σχέσεων αντικατάστασης, πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή

του προβλήματος που προσπαθεί να επιλύσει η παρούσα διατριβή. Εντοπίζονται οι παράγοντες που συντελούν στην εγγενή δυσκολία εύρεσης αντικαταστάτριας υπηρεσίας διαδικτύου αλλά και στην απαίτηση πολλών πόρων αλλά και χρόνου για την επίλυση του δεδομένου προβλήματος.

Στη συνέχεια, περιγράφεται η βασική οργάνωση των διαθέσιμων υπηρεσιών διαδικτύου σε κλάσεις ισοδυναμίας (προφίλ) με βάση τις σχέσεις αντικατάστασης. Η προτεινόμενη οργάνωση σκοπό έχει την βελτίωση της απόδοσης της αναζήτησης υποψήφιων για αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου. Στην προαναφερθείσα οργάνωση στηρίζεται και η βασική μεθοδολογία με την οποία πραγματοποιείται η αναζήτηση για εύρεση υποψήφιων υπηρεσιών διαδικτύου. Με δεδομένη την υπηρεσία διαδικτύου που πρόκειται να αντικατασταθεί, το προτεινόμενο πλαίσιο, κατά την διάρκεια της αναζήτησης, παράγει ένα σύνολο αντιστοιχήσεων (mapping) στις περιπτώσεις όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση. Οι αντιστοιχίσεις αυτές αφορούν τις λειτουργίες και τα συστατικά των μηνυμάτων εισόδου εξόδου των υπηρεσιών διαδικτύου αν και εφόσον λάβει χώρα η αντικατάσταση μεταξύ των αντιστοιχισμένων υπηρεσιών διαδικτύου. Πρακτικά, οι αντιστοιχίσεις μεταξύ της προς αντικατάσταση υπηρεσίας διαδικτύου και των υποψήφιων υπηρεσιών παρέχουν έναν οδηγό αντικατάστασης. Ο οδηγός αυτός αποσαφηνίζει αναλυτικά τον τρόπο με τον οποίο θα αντικατασταθούν οι επιμέρους λειτουργίες και τα συστατικά των μηνυμάτων εισόδου εξόδου της προς αντικατάσταση υπηρεσίας διαδικτύου με αυτή που θα επιλεγεί να την αντικαταστήσει. Με βάση τις επιμέρους αντιστοιχίσεις παρουσιάζεται μια μεθοδολογία παραγωγής προσαρμογέων (adapters).

3.2. Σχέσεις Αντικατάστασης

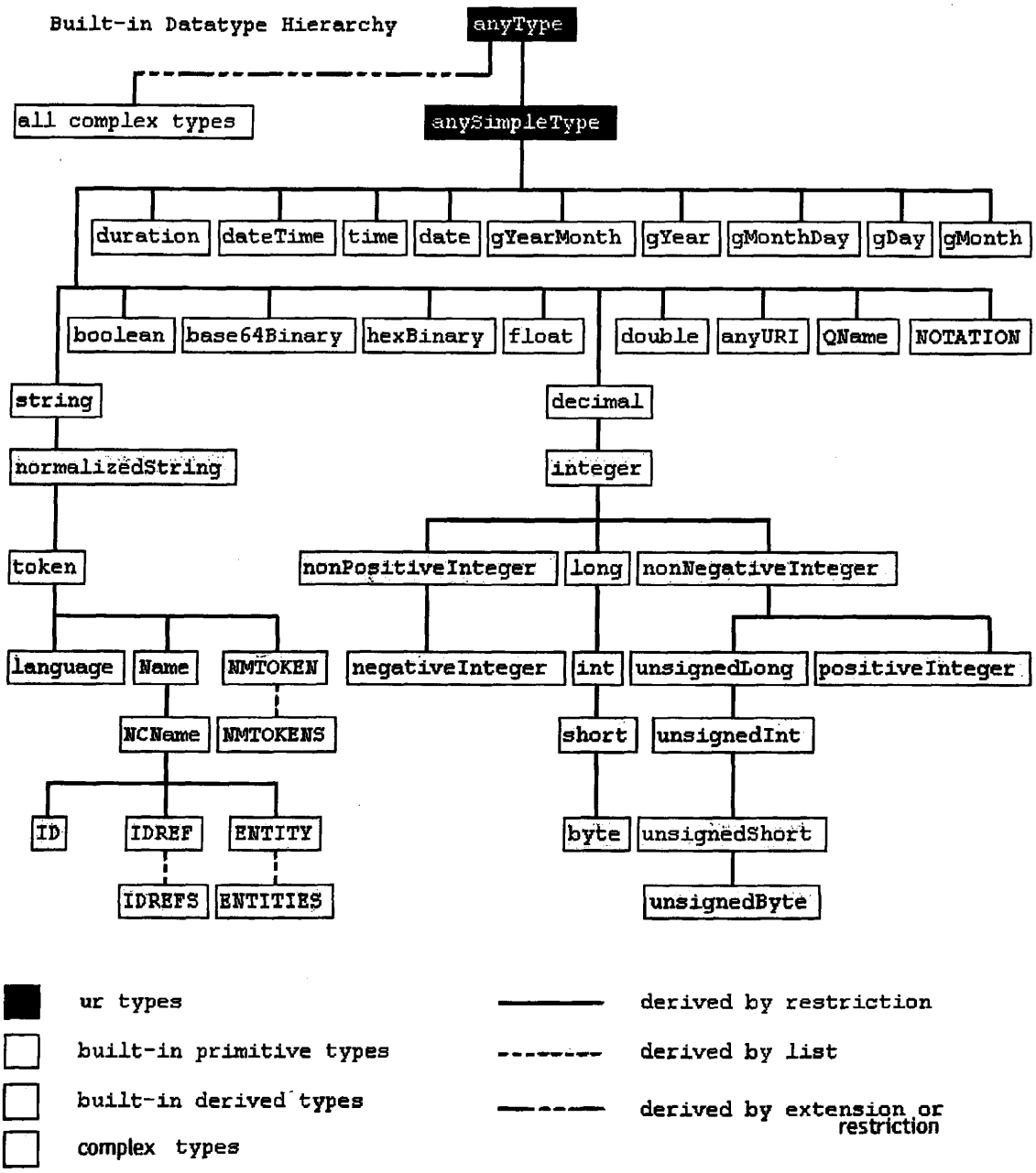
Όπως τονίστηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, βασικό μέλημα της παρούσας διατριβής είναι η παροχή ενός αποδοτικού μηχανισμού αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου. Η διαδικασία της αντικατάστασης βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις σχέσεις αντικατάστασης οι οποίες καθορίζουν πότε μια υπηρεσία διαδικτύου P είναι υποψήφια αντικαταστάτρια μιας δεδομένης υπηρεσίας διαδικτύου S η οποία οδεύει

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

για αντικατάσταση. Όπως έχει ήδη αναφερθεί (Κεφάλαιο 1) στόχος είναι να αντικατασταθεί η *S* με μια ισοδύναμη υπηρεσία διαδικτύου *P* ή με μια υπηρεσία διαδικτύου *P* η οποία αποτελεί εξειδίκευση της *S*.

Χωρίς βλάβη της γενικότητας γίνεται η υπόθεση ότι οι υπηρεσίες διαδικτύου που θα μετέχουν στην αντικατάσταση θα ακολουθούν το πρότυπο αρχιτεκτονικής υπηρεσιών διαδικτύου W3C. Σύμφωνα με αυτή την αρχιτεκτονική κάθε υπηρεσία διαδικτύου διαθέτει μια διεπαφή (PortType), η οποία αποτελείται από ένα σύνολο λειτουργιών (operations). Κάθε λειτουργία παρέχει ένα τμήμα της συνολικής λειτουργικότητας της υπηρεσίας διαδικτύου. Επίσης, κάθε λειτουργία για να εκτελεστεί, αποστέλλει ή λαμβάνει μηνύματα. Ειδικότερα, σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρότυπο κάθε λειτουργία ως αποτέλεσμα της εκτέλεσής της μπορεί να αποστείλει το πολύ ένα μήνυμα εξόδου (Output Message). Ως είσοδο κάθε λειτουργία μπορεί να λάβει το πολύ ένα μήνυμα εισόδου (Input Message). Σε πολλές υπηρεσίες διαδικτύου που ακολουθούν το πρότυπο W3C δίνεται η δυνατότητα αποστολής ή λήψης μηνυμάτων σφάλματος (Fault Message) στην περίπτωση που υπάρξει δυσλειτουργία κατά την διάρκεια της εκτέλεσης μιας λειτουργίας για να ενημερωθεί ο πελάτης της υπηρεσίας διαδικτύου ότι υπήρξε κάποιο πρόβλημα κατά την εκτέλεσή της. Ο αριθμός των μηνυμάτων σφάλματος που αποστέλλονται μπορεί να ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση της δυσλειτουργίας. Κάθε ένα από τα μηνύματα που προαναφέρθηκαν αποτελείται από ένα ξεχωριστό σύνολο μερών (Parts). Κάθε μέρος χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο XML τύπων. Οι θεμελιώδης XML τύποι και τα παράγωγά τους για το πρότυπο W3C είναι οργανωμένα σε μια ιεραρχία (Σχήμα 3.2).

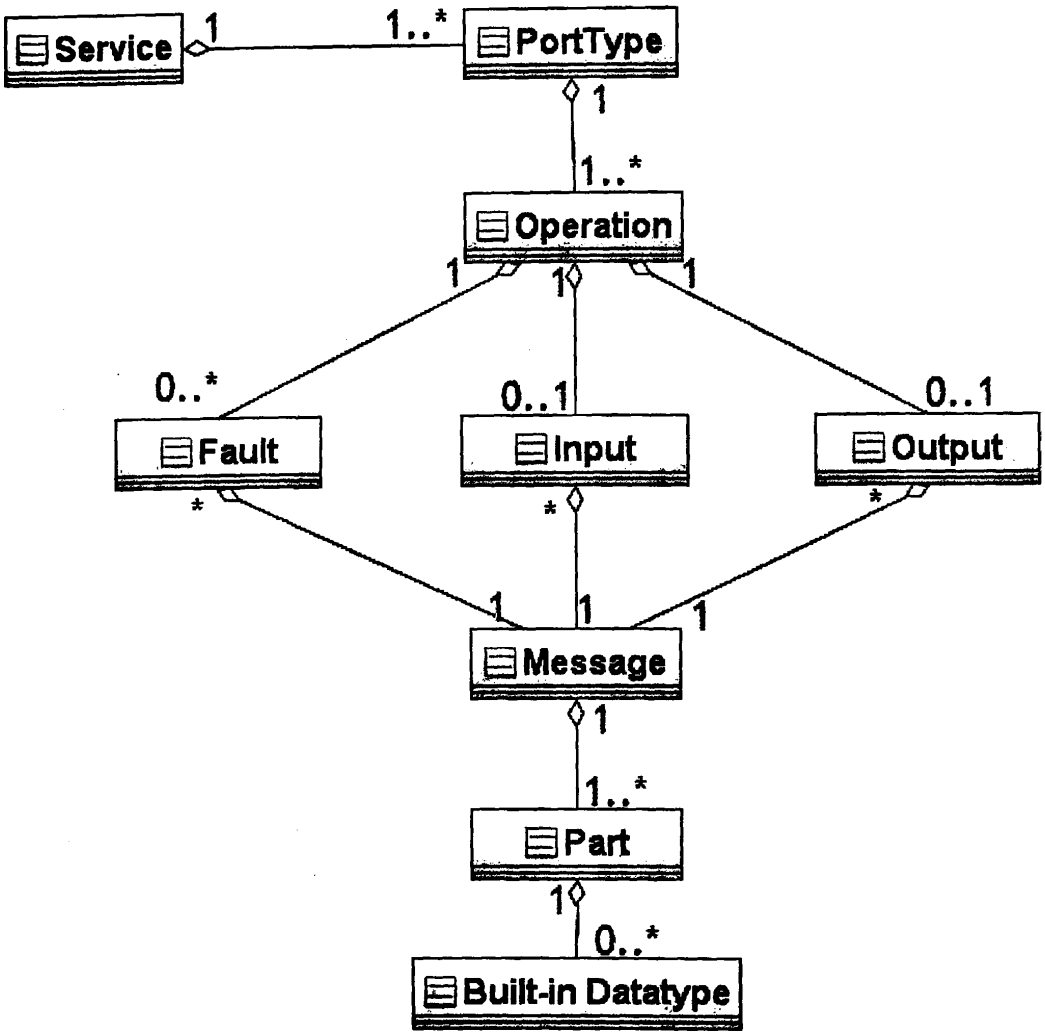
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.2 Ιεραρχία XML τύπων κατά W3C.

Η δομική οργάνωση κάθε υπηρεσίας διαδικτύου σύμφωνα με το πρότυπο W3C παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.3 .

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.3 Μοντέλο υπηρεσιών διαδικτύου κατά το πρότυπο W3C.

Με δεδομένο το μοντέλο των υπηρεσιών διαδικτύου W3C παρακάτω ορίζονται οι σχέσεις που διέπουν την αντικατάστασή τους.

3.2.1. Σχέση Ισοδυναμίας

Για να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση δύο υπηρεσιών διαδικτύου είναι προφανές ότι πρέπει να συγκριθούν μεταξύ τους τα αντίστοιχα δομικά στοιχεία της κάθε υπηρεσίας διαδικτύου, ξεκινώντας από τις διεπαφές και καταλήγοντας στους XML τύπους. Η πιο ξεκάθαρη περίπτωση και η πιο εύκολα αντιληπτή είναι η περίπτωση κατά την οποία είναι επιθυμητή η αντικατάσταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου με μια ισοδύναμή της. Για να είναι μια υπηρεσία διαδικτύου ισοδύναμη με μια άλλη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

επιβάλλεται οι δύο υπηρεσίες διαδικτύου να είναι ισοδύναμες, τόσο προς την δομή τους (ίσος αριθμός διεπαφών, λειτουργιών), όσο και ως προς τα δεδομένα που ανταλλάσουν με τα αντίστοιχα μηνύματα (XML τύποι των μηνυμάτων). Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι κάθε δομικό στοιχειό της προς αντικατάσταση υπηρεσίας διαδικτύου μπορεί να αντικατασταθεί από ένα αντίστοιχο ισοδύναμο δομικό στοιχείο της αντικαταστάτριας υπηρεσίας διαδικτύου.

Από τα προηγούμενα είναι εύκολο να διαπιστωθεί ότι μια διεπαφή *S* (PortType) μιας υπηρεσίας διαδικτύου μπορεί να αντικατασταθεί από μια ισοδύναμη της διεπαφή *P* (PortType) αν υπάρχει μια ένα προς ένα και επί αντιστοιχία μεταξύ των λειτουργιών της *S* και *P* τέτοια ώστε, οι XML τύποι (built-in types) των μηνυμάτων εισόδου κάθε αντιστοιχισμένου ζεύγους λειτουργιών αλλά και οι XML τύποι (built-in types) των μηνυμάτων εξόδου κάθε αντιστοιχισμένου ζεύγους λειτουργιών να είναι ισοδύναμοι (δηλ. ίδιου XML τύπου). Οι προηγούμενες διαπιστώσεις οδηγούν στον ακόλουθο ορισμό ο οποίος ορίζει την *σχέση ισοδυναμίας*.

Ορισμός: Σχέση Ισοδυναμίας: Η διεπαφή *S* (PortType) μιας υπηρεσίας διαδικτύου είναι ισοδύναμη με μια διεπαφή *P* (PortType) αν υπάρχει μια ένα-προς-ένα και επί αντιστοιχία μεταξύ: (1) των λειτουργιών της *S* και των λειτουργιών της *P*, (2) μεταξύ των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εισόδου κάθε λειτουργίας της *S* με τους XML τύπους (built-in types) του μηνύματος εισόδου της αντίστοιχης λειτουργίας της *P*, (3) μεταξύ των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εξόδου κάθε λειτουργίας της *S* με τους XML τύπους (built-in types) του μηνύματος εξόδου της αντίστοιχης λειτουργίας της *P*, με τέτοιο τρόπο ώστε τα αντίστοιχα δεδομένα να είναι ισοδύναμα (ίδιοι XML τύποι).

Με βάση τον προηγούμενο ορισμό εύκολα εξάγεται το συμπέρασμα ότι όταν δύο υπηρεσίες διαδικτύου συνδέονται με την *σχέση ισοδυναμίας* κάθε μία από αυτές μπορεί να αντικαταστήσει την άλλη.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.2.2. Σχέση εξειδίκευσης

Κατά την αντικατάσταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου δεν είναι πάντα δυνατός ο εντοπισμός μιας ισοδύναμης αντικαταστάτριας. Σε αυτή την περίπτωση για να γίνει η αντικατάσταση πρέπει να υπάρξουν κανόνες αντικατάστασης τέτοιοι ώστε να εξασφαλίζουν ότι η αντικατάσταση μπορεί να λάβει χώρα, χωρίς να τηρούνται οι αυστηροί περιορισμοί που περιγράφονται από τον προηγούμενο ορισμό.

Ένα εργαλείο που βοηθά προς αυτή την κατεύθυνση είναι και η αρχή LSP [10](Liskov Substitution Principle). Γενικά, η αρχή αυτή καθορίζει βασικούς κανόνες ορθότητας της αντικατάστασης οι οποίοι εξασφαλίζουν ότι περιπτώσεις εμφανίσεων ενός τύπου *S* σε ένα συγκεκριμένο λογισμικό μπορούν να αντικατασταθούν από έναν πιο εξειδικευμένο τύπο *P*. Ειδικότερα, για τον ορισμό της *σχέσης εξειδίκευσης* χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι βασικοί κανόνες που προέρχονται από την αρχή LSP. Έστω μια υπηρεσία διαδικτύου διαθέτει την διεπαφή *S* και η δεύτερη διαθέτει την διεπαφή *P*. Έστω ότι είναι επιθυμητή η αντικατάσταση της διεπαφής *S* από την *P*. Οι προτεινόμενοι κανόνες είναι:

Contra-variance κανόνας για τα μηνύματα **εισόδου** των υπηρεσιών διαδικτύου: Κάθε λειτουργία OP_s της διεπαφής *S* αντιστοιχίζεται με μια λειτουργία OP_p της διεπαφής *P* (1) με την προϋπόθεση ότι το πλήθος των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εισόδου της OP_s είναι μεγαλύτερο ή ίσο του πλήθους των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εισόδου της OP_p, (2) κάθε XML τύπος ενός μηνύματος εισόδου της OP_s πρέπει να είναι παράγωγο (subtype - derived) του XML τύπου της OP_p από τον οποίο πρόκειται να αντικατασταθεί.

Co-variance κανόνας για τα μηνύματα **εξόδου** των υπηρεσιών διαδικτύου: Κάθε λειτουργία OP_s της διεπαφής *S* αντιστοιχίζεται με μια λειτουργία OP_p της διεπαφής *P* (1) με την προϋπόθεση ότι το πλήθος των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εξόδου της OP_s είναι μικρότερο ή ίσο του πλήθους των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εξόδου της OP_p, (2) κάθε XML τύπος ενός μηνύματος εξόδου της OP_p πρέπει να είναι παράγωγο (subtype - derived) του XML τύπου της OP_s από τον οποίο πρόκειται να αντικατασταθεί.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Με βάση τους προηγούμενους κανόνες μπορεί να διατυπωθεί ο ορισμός για την σχέση εξειδίκευσης μεταξύ δύο υπηρεσιών διαδικτύου. Η σχέση αυτή επιτρέπει την αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου οι οποίες δεν είναι ισοδύναμες.

Ορισμός: Σχέση εξειδίκευσης: Η διεπαφή *P* (PortType) μιας υπηρεσίας διαδικτύου αποτελεί εξειδίκευση μιας διεπαφή *S* (PortType) αν υπάρχει μια ένα-προς-ένα (όχι απαραίτητα επί) αντιστοιχία μεταξύ: (1) των λειτουργιών της *S* και των λειτουργιών της *P*, (2) μεταξύ των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εισόδου κάθε λειτουργίας της *P* με τους XML τύπους (built-in types) του μηνύματος εισόδου της αντίστοιχης λειτουργίας της *P*, (3) μεταξύ των XML τύπων (built-in types) του μηνύματος εξόδου κάθε λειτουργίας της *S* με τους XML τύπους (built-in types) του μηνύματος εξόδου της αντίστοιχης λειτουργίας της *S*, ώστε τα αντίστοιχα δεδομένα να είναι ισοδύναμα (ίδιοι XML τύποι) ή να συμφωνούν με τους κανόνες Contra-variance/ Co-variance.

3.3. Εύρεση Σχέσεων Αντικατάστασης

Έχοντας περιγράψει τις σχέσεις αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου, στην παρούσα παράγραφο πραγματοποιείται ενδελεχής περιγραφή του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιείται η εύρεση των σχέσεων μεταξύ υπηρεσιών διαδικτύου. Για να είναι εφικτή η αντικατάσταση δύο υπηρεσιών διαδικτύου πρέπει να εντοπιστεί κάποια σχέση αντικατάστασης που να συνδέει τις συγκρινόμενες διεπαφές μεταξύ τους (PortTypes). Όπως ορίζουν οι προτεινόμενες σχέσεις για να υπάρξει κάποια σχέση αντικατάστασης μεταξύ των συγκρινόμενων διεπαφών πρέπει να υπάρξει τουλάχιστον αντιστοιχία ένα-προς-ένα μεταξύ των λειτουργιών των συγκρινόμενων διεπαφών, μεταξύ των built-in types των μηνυμάτων εισόδου τους και μεταξύ των built-in types των μηνυμάτων εξόδου τους με τέτοιο τρόπο ώστε τα αντίστοιχα δεδομένα να είναι ισοδύναμα (ίδιοι XML τύποι) ή να συμφωνούν με τους κανόνες LSP Contra-variance/ Co-variance.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.3.1. Το Πρόβλημα της Εύρεσης Σχέσεων Αντικατάστασης

Για την εύρεση σχέσεων αντικατάστασης μεταξύ των συγκρινόμενων διεπαφών πρέπει να υπάρξει μια συγκεκριμένη διαδικασία η οποία θα αποφαίνεται για το κατά πόσο είναι εφικτή η σύναψη σχέσης αντικατάστασης μεταξύ των συγκρινόμενων διεπαφών ανάλογα τις προϋποθέσεις που επιτάσσει η εκάστοτε σχέση αντικατάστασης.

Ειδικότερα, για να υπάρξει εντοπισμός μιας σχέσης ισοδυναμίας μεταξύ δύο διεπαφών πρέπει να εντοπιστεί μια ένα-προς-ένα και επί αντιστοίχιση μεταξύ **ισοδύναμων** λειτουργιών των συγκρινόμενων διεπαφών. Για να λάβει χώρα αυτό το γεγονός, πρέπει μεταξύ ενός **ισοδύναμου** ζεύγους λειτουργιών να υπάρχει ένα-προς-ένα και επί αντιστοιχία μεταξύ των built-in types των μηνυμάτων εισόδου των λειτουργιών αυτών έτσι ώστε κάθε αντιστοιχισμένο ζεύγος built-in types να είναι μεταξύ τους **ισοδύναμα**. Η ίδια σχέση πρέπει να ισχύει και μεταξύ built-in types των μηνυμάτων εξόδου του ίδιου ζεύγους των **ισοδύναμων** λειτουργιών. Δηλαδή, πρέπει να υπάρχει μια ένα-προς-ένα και επί αντιστοιχία των built-in types των μηνυμάτων εξόδου έτσι ώστε κάθε αντιστοιχισμένο ζεύγος να είναι και μεταξύ τους **ισοδύναμα**.

Για να εντοπιστεί μια σχέση εξειδίκευσης μεταξύ δύο διεπαφών απαιτείται να εντοπιστεί μια ένα-προς-ένα (όχι απαραίτητα επί) αντιστοίχιση μεταξύ **συναφών** λειτουργιών των συγκρινόμενων διεπαφών. **Συναφείς** θεωρούνται οι λειτουργίες οι οποίες αντιστοιχίζονται μέσω των κανόνων Contra-variance για τα built-in types των μηνυμάτων εισόδου και Co-variance για τα built-in types των μηνυμάτων εξόδου εξόδου.

Λόγω των πιο γενικών κανόνων κατά τον καθορισμό της σχέσης εξειδίκευσης είναι σύνηθες φαινόμενο μεταξύ δύο συγκρινόμενων διεπαφών να υπάρχουν πολλαπλές αντιστοιχίσεις μεταξύ των λειτουργιών και των built-in types οι οποίες να πληρούν τα κριτήρια της σχέσης εξειδίκευσης. Στην περίπτωση αυτή στόχος είναι η εύρεση της καλύτερης δυνατής αντιστοίχισης, δηλαδή αυτής που αντιστοιχίζει τις πλέον **συναφείς** λειτουργίες. Για να είναι δυνατή η εύρεση της καλύτερης δυνατής αντιστοίχησης λειτουργιών κατά την αντικατάσταση μιας διεπαφής S από μια άλλη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

διεπαφή P επιβάλλεται να υπάρχει κάποια μετρική για να είναι εφικτή η σύγκριση μεταξύ των υποψήφιων αντιστοιχίσεων. Για να ποσοτικοποιηθεί η ποιότητα μιας **δεδομένης** αντιστοίχησης λειτουργιών (αντιστοίχιση της λειτουργίας OPs της S με την λειτουργία OPp της P), η οποία θεωρείται ότι έχει επιλεγεί ως η βέλτιστη αντιστοίχιση, ορίζεται η μετρική έλλειψης συνάφειας των αντιστοιχιζόμενων λειτουργιών ($Lcohesion_{op}$).

$$(1) Lcohesion_{op}(OP_s, OP_p) = \sum_{\forall(\mu(i_{OPs}),\mu(i_{OPp}))} Lcohesion_{in}(i_{OPs}, i_{OPp}) + \sum_{\forall(\mu(o_{OPs}),\mu(o_{OPp}))} Lcohesion_{out}(o_{OPs}, o_{OPp})$$

με το σύμβολο μ προσδιορίζεται ο XML τύπος που έχει επιλεγεί κατά την βέλτιστοι αντιστοίχιση των XML τύπων. Δηλαδή το ζεύγος $\mu(i_{OPs})$, $\mu(i_{OPp})$ προσδιορίζει το αντιστοιχισμένο ζεύγος που επιλέγεται κατά την συσχέτιση. Ο ίδιος συμβολισμός ισχύει και για τις αντιστοιχίσεις μεταξύ των αντιστοιχισμένων λειτουργιών ($\mu(OP_s)$, $\mu(OP_p)$).

όπου $Lcohesion_{in}$ (i_{OPs}, i_{OPp}) είναι η έλλειψη συνάφειας μεταξύ του αντιστοιχισμένου ζεύγους (i_{OPs}, i_{OPp}) built-in types μηνυμάτων **εισόδου** που έχει επιλεγεί κατά την αντικατάσταση της OP_s από την OP_p.

όπου $Lcohesion_{out}(o_{OPs}, o_{OPp})$ είναι η έλλειψη συνάφειας μεταξύ του αντιστοιχισμένου ζεύγους (o_{OPs}, o_{OPp}) built-in types μηνυμάτων **εξόδου** που έχει επιλεγεί κατά την αντικατάσταση της OP_s από την OP_p.

Άρα για την (1) μπορεί να τονιστεί ότι η έλλειψη συνάφειας δύο αντιστοιχισμένων λειτουργιών ορίζεται ως το άθροισμα της έλλειψης συνάφειας για κάθε ζεύγος built-in types εισόδου που έχει επιλεγεί ως βέλτιστη αντιστοιχία των μηνυμάτων εισόδου συν το άθροισμα έλλειψης συνάφειας για κάθε ζεύγος built-in types εξόδου που έχει επιλεγεί ως βέλτιστη αντιστοιχία των μηνυμάτων εξόδου.

Η σχέση (1) όπως αυτή περιγράφηκε προτείνει μια μετρική η οποία παρέχει έναν προσδιορισμό ο οποίος καθορίζει επακριβώς το κατά πόσο δύο λειτουργίες είναι συναφείς μεταξύ τους. Είναι γνωστό ότι οι υπηρεσίες διαδικτύου παρέχουν ένα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

σύνολο από λειτουργιές, οπότε κατά την αντικατάσταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου πρέπει να υπάρχει μια μετρική η οποία να ποσοτικοποιεί με την σειρά της την ποιότητα της αντικατάστασης συνολικά για όλες τις λειτουργίες που λαμβάνουν μέρος στην αντικατάσταση των υπηρεσιών διαδικτύου που ανήκουν. Δηλαδή είναι θεμιτό να υπάρχει μια μετρική η οποία κατά την σύγκριση δύο υπηρεσιών διαδικτύου να μας παρέχει απτές πληροφορίες για το κατά πόσο μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση των δεδομένων υπηρεσιών διαδικτύου. Η συγκεκριμένη μετρική προσδιορίζει συνολικά την ποιότητα μιας αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου. Η μετρική αυτή εύκολα εξάγεται από την μετρική της σχέσης (1) καθώς είναι προφανές ότι κατά την αντικατάσταση δύο υπηρεσιών διαδικτύου η ποιότητα της αντικατάστασης καθορίζεται από το σύνολο της έλλειψης συνάφειας των λειτουργιών που αντιστοιχίζονται μεταξύ τους. Η μετρική αυτή ονομάζεται έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης (Lack of Quality of Substitution – LQS). Η μετρική αυτή καθορίζει την ποιότητα της αντικατάστασης της διεπαφής *S* από την *P* ανάλογα με την σχέση αντικατάστασης που έχει προσδιοριστεί (Ισοδυναμίας ή εξειδίκευσης) και ορίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$(2) LQS(S,P) = \sum_{\forall(\mu(OP_s),\mu(OP_p))} Lcohesion_{op}(OP_s, OP_p)$$

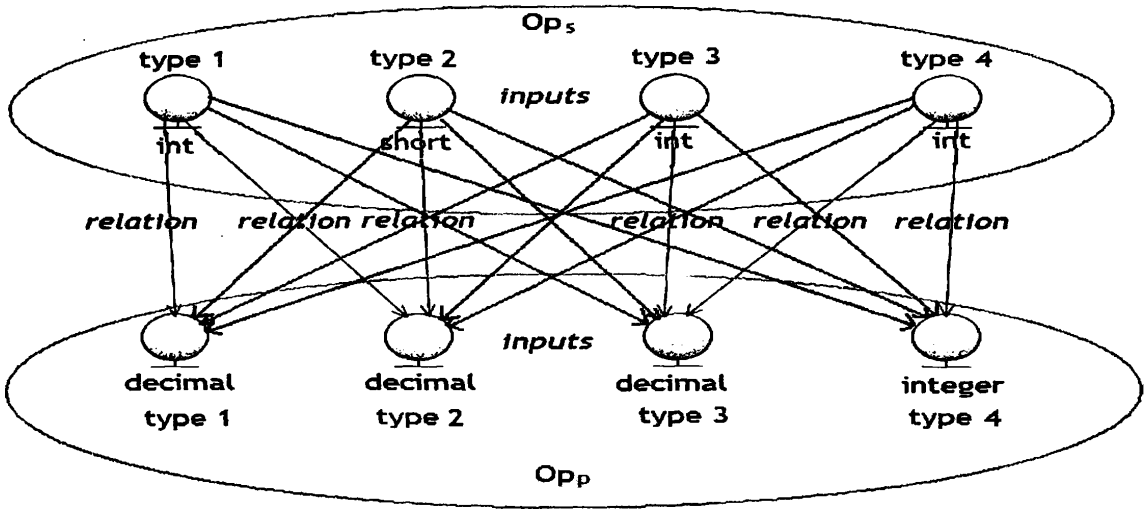
Όπου $Lcohesion_{op}(OP_s, OP_p)$ είναι η έλλειψη συνάφειας μεταξύ του αντιστοιχισμένου ζεύγους των λειτουργιών (OP_s, OP_p) που έχει επιλεγεί κατά την αντικατάσταση της διεπαφής *S* από την *P*.

Άρα για την (2) μπορεί να τονιστεί ότι η έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης δύο αντιστοιχισμένων διεπαφών ορίζεται ως το άθροισμα της έλλειψης συνάφειας μεταξύ κάθε ζεύγους λειτουργιών (OP_s, OP_p) που έχει επιλεγεί ως βέλτιστη αντιστοιχία των λειτουργιών.

Για να γίνει πιο κατανοητή η διαδικασία υπολογισμού της έλλειψης συνάφειας παρατίθεται το ακόλουθο παράδειγμα. Στο παράδειγμα (Σχήμα 3.4) μια λειτουργία OP_s αντικαθίσταται με μια άλλη λειτουργία OP_p και περιγράφεται ο υπολογισμός της

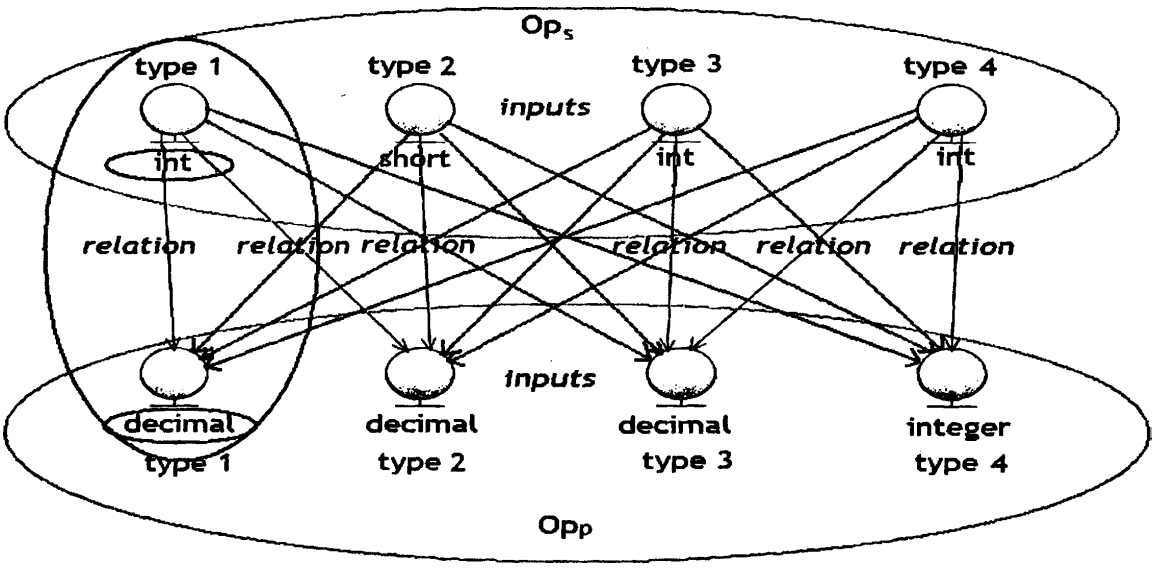
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

έλλειψης συνάφειας για τα built-in types των δύο μηνυμάτων **εισόδου** των συγκρινόμενων λειτουργιών (Εξετάζεται ο κανόνας Contra - variance):



Σχήμα 3.4 Αντικατάσταση built-in types των μηνυμάτων εισόδου (OP_s=>OP_p).

Στο Σχήμα 3.4 φαίνονται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί που μπορούν να υπάρξουν κατά την διαδικασία της αντικατάστασης των buil-in types της OP_s με αυτά της OP_p. Ο υπολογισμός της έλλειψης συνάφειας πραγματοποιείται για κάθε πιθανή συσχέτιση (i_{OPs}, i_{OPp}) εξετάζοντας τους εκάστοτε συσχετιζόμενους XML τύπους των εισόδων με τον κανόνα Contra – variance.

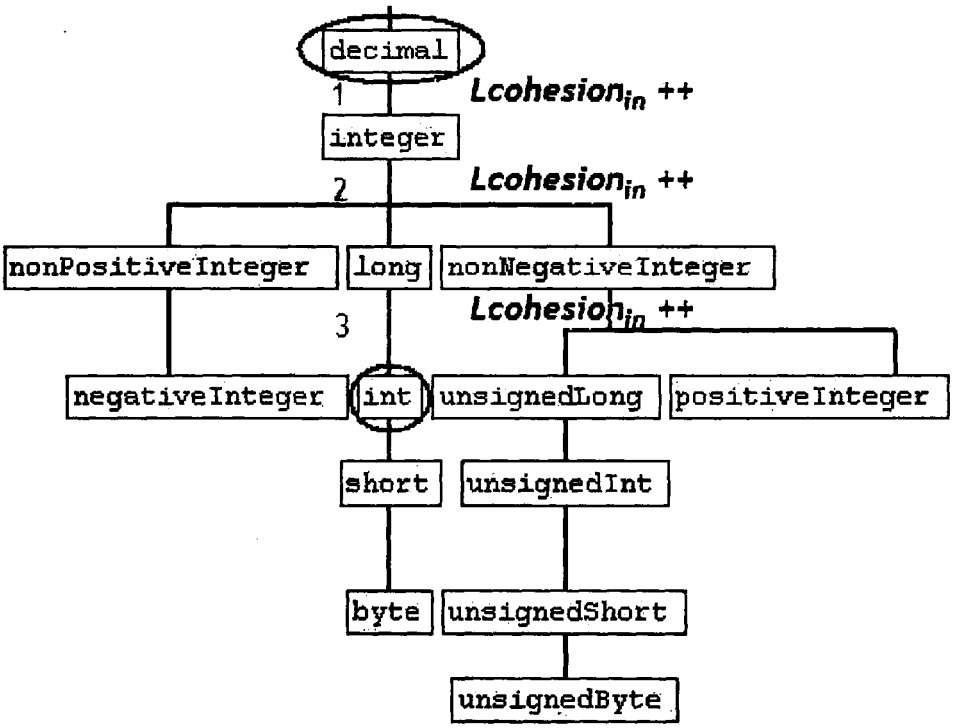


Σχήμα 3.5 Εξέταση μεταξύ πιθανής συσχέτισης δύο built-in types.

Εφόσον ισχύει ο κανόνας Contra – variance δηλαδή εφόσον ο XML τύπος που πρόκειται να αντικατασταθεί είναι παράγωγο του τύπου που πρόκειται να το

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αντικαταστήσει, τότε το μέτρο της συνάφειας για την συγκεκριμένη αντικατάσταση ορίζεται ως η διαφορά των επιπέδων των δύο συγκρινόμενων τύπων στην ιεραρχία των XML τύπων. Στο Σχήμα 3.6 παρατίθεται παράδειγμα υπολογισμού έλλειψης συνάφειας για αντικατάσταση του XML τύπου int μηνύματος εισόδου με τον XML τύπο decimal, όπως έχει επισημανθεί στο Σχήμα 3.5 ($Lcohesion_{in}(int, decimal) = 3$).

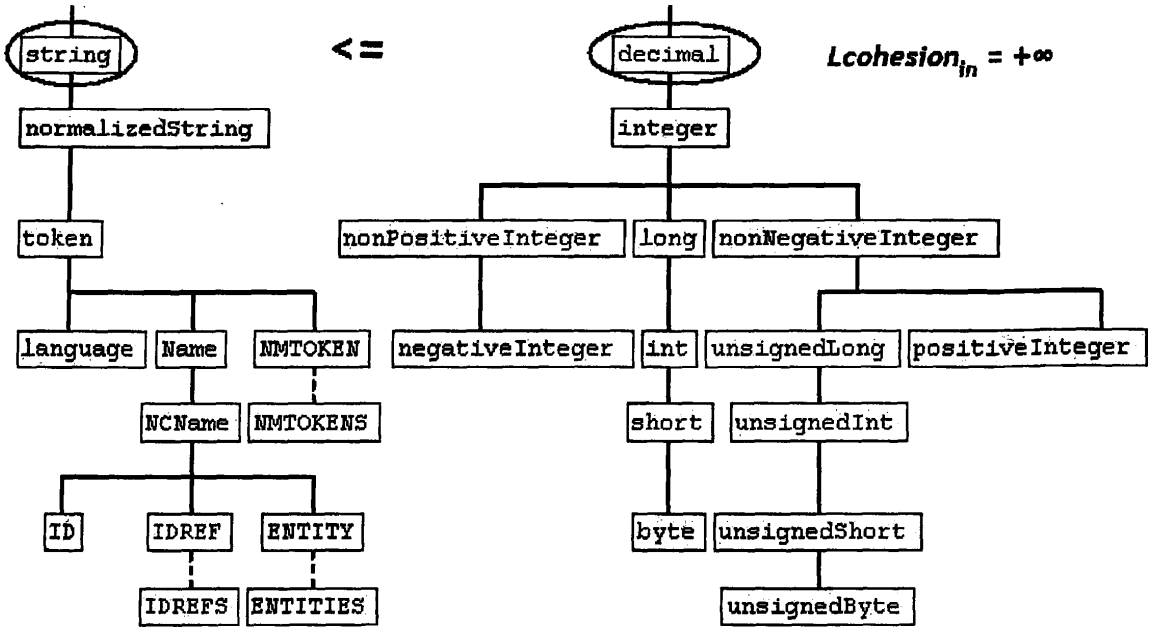


Σχήμα 3.6 Το μέτρο συνάφειας κατά την αντικατάσταση int => decimal.

Το μέτρο της έλλειψης συνάφειας της συγκεκριμένης αντικατάστασης (δηλαδή της αντικατάστασης του τύπου int από τον decimal) είναι ίσο με 3 μονάδες ($Lcohesion_{in}(i(type1)_s, i(type1)_p) = 3$). Στην περίπτωση που ο XML τύπος που αντικαθίσταται, δεν αντιστοιχίζεται με κάποιον που να είναι παράγωγό του τότε η συγκεκριμένη αντικατάσταση δεν είναι εφικτή και η έλλειψη συνάφειας είναι άπειρη. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση που ο προς αντικατάσταση XML τύπος, αντιστοιχίζεται με κάποιον που ανήκει σε διαφορετικό υποδέντρο της ιεραρχίας XML (έλλειψη συνάφειας άπειρη). Μια τέτοια ανέφικτη παρουσιάζεται και στο Σχήμα 3.7. Ειδικότερα, στο Σχήμα 3.7 είναι επιθυμητή η αντικατάσταση ενός XML τύπου ενός μηνύματος εισόδου το οποίο έχει τύπο decimal με έναν υποψήφιο XML τύπο μηνύματος εισόδου τύπου string. Η συγκεκριμένη αντικατάσταση σύμφωνα με τον

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

κανόνα Contra-variance είναι ανέφικτη δηλαδή η έλλειψη συνάφειας είναι άπειρη (+∞).



Σχήμα 3.7 Υπολογισμός της συνάφειας αντικατάστασης decimal => string.

Για να εξεταστεί το κατά πόσο μια λειτουργία μπορεί να αντικατασταθεί με μια άλλη πρέπει η συγκεκριμένη διαδικασία υπολογισμού έλλειψης συνάφειας για XML τύπους πρέπει να επαναληφθεί για όλους τους συνδυασμούς συσχετίσεων των XML τύπων. Οπότε επιστρέφοντας στο Σχήμα 3.5 και εκτελώντας την διαδικασία που περιγράφηκε, για να υπολογιστεί η ελάχιστης έλλειψης συνάφειας υπολογίζεται ένας πίνακας ο οποίος προσδιορίζει την έλλειψη συνάφειας κάθε XML τύπου στον άξονα Y με τον αντίστοιχο στον άξονα X όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.8. Υπενθυμίζεται ότι στο συγκεκριμένο παράδειγμα πρέπει να αντικατασταθεί η λειτουργία OP_s από την OP_p (OP_s=>OP_p). Τα built-in types της OP_s βρίσκονται στον άξονα Y και της OP_p στον άξονα X. Οι αριθμοί που υπάρχουν στα κελιά προσδιορίζουν την έλλειψη συνάφειας του i built-in type από το j σύμφωνα με τον κανόνα Contra-variance.

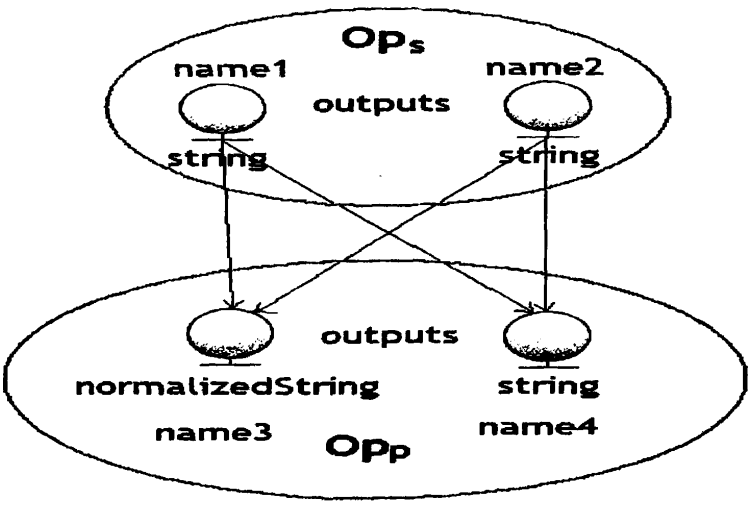
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Op1 inputs	Op2 inputs: decimal	decimal	decimal	integer
int	3	3	3	2
short	4	4	4	3
int	3	3	3	2
int	3	3	3	2

Σχήμα 3.8 Πίνακας συνάφειας built-in types μηνυμάτων εισόδου.

Με βάση τον πίνακα του Σχήματος 3.8 μπορεί να υπολογιστεί η βέλτιστη αντιστοιχία μεταξύ των built-in types εισόδου των δύο λειτουργιών ώστε το άθροισμα έλλειψης συνάφειας ($\sum_{\forall(\mu(i_{OPs}),\mu(i_{OPp}))} Lcohesion_{in}(i_{OPs}, i_{OPp})$) να ελαχιστοποιείται.

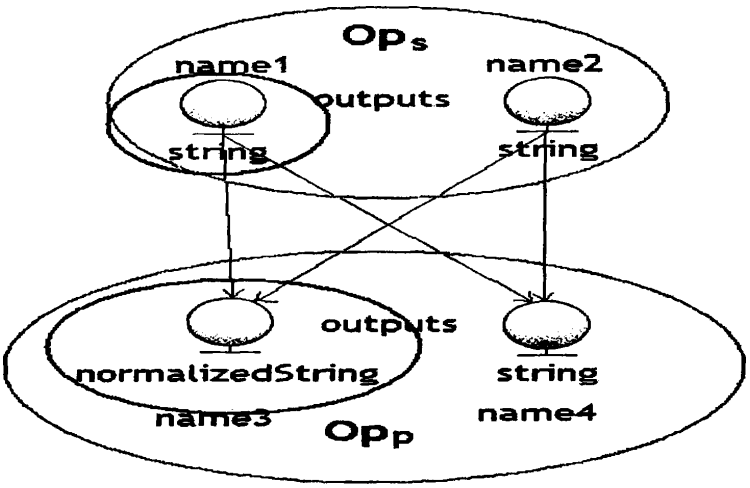
Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τα built-in types μηνυμάτων **εξόδου** για τον υπολογισμό της έλλειψης συνάφειας, εφαρμόζοντας αυτή την φορά τον κανόνα Co - variance. Για να ολοκληρωθεί η αντικατάσταση της λειτουργίας OP_s από OP_p πρέπει να εξεταστούν και τα built-in types των δύο μηνυμάτων εξόδου όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.9.



Σχήμα 3.9 Αντικατάσταση built-in types των μηνυμάτων εξόδου (OP_s => OP_p).

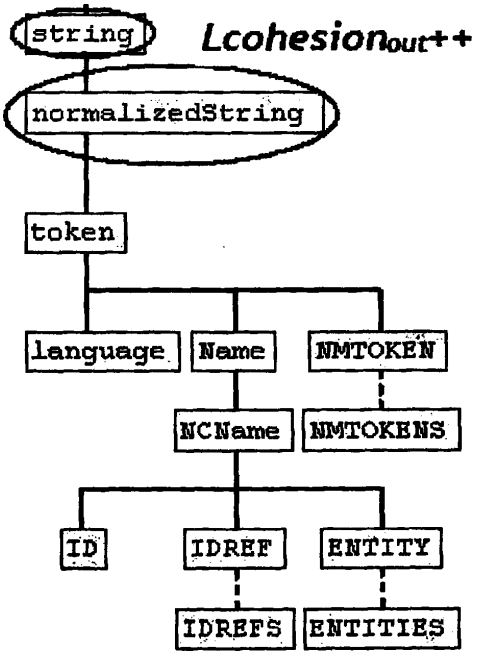
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Με τον ίδιο τρόπο όπως και για τα μηνύματα εισόδου κατασκευάζεται ο πίνακας έλλειψης συνάφειας ο οποίος περιέχει την έλλειψη συνάφειας για όλους του δυνατούς συνδυασμούς των built-in types της OP_s και της OP_p. Η έλλειψη συνάφειας αυτή την φορά υπολογίζονται με βάση τον κανόνα Co-variance για τον λόγο του ότι τα built-in types που συγκρίνονται προέρχονται από μηνύματα εξόδου. Στο Σχήμα 3.10 παρουσιάζεται ο τρόπος υπολογισμού της έλλειψης συνάφειας με βάση τον κανόνα Co-variance.



Σχήμα 3.10 Εξέταση μεταξύ πιθανής συσχέτισης δύο built-in types..

Η έλλειψη συνάφειας των συγκρινόμενων built-in types είναι 1 ($Lcohesion_{out}(o(string)_s, o(normalizedString)_p) = 1$) και προκύπτει από το Σχήμα 3.11.



Σχήμα 3.11 Υπολογισμός έλλειψης συνάφειας string => normalizedString.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στην συγκεκριμένη συσχέτιση η έλλειψη συνάφειας είναι ένα καθώς και τα δύο εξεταζόμενα built-in types βρίσκονται στο ίδιο μονοπάτι και το built-in type normalizedString βρίσκεται ένα επίπεδο χαμηλότερα σε σχέση με το built-in type string. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα θα εξεταστεί η περίπτωση στην οποία κάποιο built-in type αντικαθίσταται από ισοδύναμό του (π.χ. string => string). Σε αυτή την περίπτωση το η έλλειψη συνάφειας είναι μηδέν. Με βάση τα προηγούμενα ο πίνακας αντικατάστασης για το Σχήμα 3.10 παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.12.

Ops outputs \ Opp outputs	normalized String	string
string	1	0
string	1	0

Σχήμα 3.12 Πίνακας έλλειψης συνάφειας built-in types μηνυμάτων εξόδου.

Με βάση τον πίνακα του Σχήματος 3.12 μπορεί να υπολογιστεί η βέλτιστη αντιστοιχία αντικατάστασης μεταξύ των built-in types εξόδου των δύο λειτουργιών ώστε το άθροισμα συνάφειας να ελαχιστοποιείται $\sum_{\forall(\mu(o_{OPs}),\mu(o_{OPp}))} Lcohesion_{out}(o_{OPs}, o_{OPp})$.

3.3.2. Η χρήση των μετρικών από το προτεινόμενο πλαίσιο

Με βάση τα όσα παρουσιάστηκαν μέχρι στιγμής είναι προφανές ότι βασικό ρόλο κατά την εύρεση σχέσεων αντικατάστασης από το προτεινόμενο πλαίσιο θα διαδραματίζουν οι μετρικές που μόλις παρουσιάστηκαν. Ανάλογα με την σχέση που επιλέγεται για να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση δύο υπηρεσιών διαδικτύου οι μετρικές υπολογίζουν την συνάφεια και την ποιότητα της αντικατάστασης και με βάση αυτές λαμβάνεται η απόφαση για το κατά πόσο μπορεί να λάβει χώρα η αντικατάσταση δύο δεδομένων υπηρεσιών διαδικτύου. Ειδικότερα, όπως

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

παρουσιάστηκε και στο προηγούμενο παράδειγμα, οι τιμές που μπορεί να λάβει η μετρική έλλειψης συνάφειας για δύο συγκρινόμενα built-in types εισόδου ($Lcohesion_{in}(iOP_s, iOP_p)$) ανάλογα με την σχέση με την οποία πραγματοποιείται η αντικατάσταση είναι:

- $Lcohesion_{in}(iOP_s, iOP_p) = 0$ αν τα built-in types που συγκρίνονται είναι ισοδύναμα μεταξύ τους ανεξαρτήτως την σχέση που εξετάζεται.
- $Lcohesion_{in}(iOP_s, iOP_p) = +\infty$ αν κατά την αναζήτηση σχέσης ισοδυναμίας τα δύο συγκρινόμενα built-in types εισόδου δεν είναι ισοδύναμα ή αν κατά την αναζήτηση σχέσης εξειδίκευσης δεν ισχύει ο κανόνας Contra – variance για τα συγκρινόμενα built-in types εισόδου.
- $Lcohesion_{in}(iOP_s, iOP_p) > 0$ αν κατά την αναζήτηση σχέσης εξειδίκευσης ισχύει ο κανόνας Contra – variance για τα συγκρινόμενα built-in types εισόδου υπολογίζοντας την έλλειψη συνάφειας βάση του κανόνα αυτού.

Αντίστοιχες τιμές λαμβάνει και η μετρική έλλειψης συνοχής για τα συγκρινόμενα built-in types μηνυμάτων εξόδου (OPs, OPp) ($Lcohesion_{out}(oOP_s, oOP_p)$) ανάλογα με την σχέση με την οποία πραγματοποιείται η αντικατάσταση:

- $Lcohesion_{out}(oOP_s, oOP_p) = 0$ αν τα built-in types που συγκρίνονται είναι ισοδύναμα μεταξύ τους ανεξαρτήτως την σχέση που εξετάζεται.
- $Lcohesion_{out}(oOP_s, oOP_p) = +\infty$ αν κατά την αναζήτηση σχέσης ισοδυναμίας τα δύο συγκρινόμενα built-in types εισόδου δεν είναι ισοδύναμα ή αν κατά την αναζήτηση σχέσης εξειδίκευσης δεν ισχύει ο κανόνας Co – variance για τα συγκρινόμενα built-in types εξόδου.
- $Lcohesion_{out}(oOP_s, oOP_p) > 0$ αν κατά την αναζήτηση σχέσης εξειδίκευσης ισχύει ο κανόνας Co – variance για τα συγκρινόμενα built-in types εισόδου υπολογίζοντας την έλλειψη συνοχής βάση του κανόνα αυτού.

Για τον λόγω του ότι η μετρική έλλειψης συνάφειας των λειτουργιών υπολογίζεται από την σχέση (1) είναι προφανές ότι η συγκεκριμένη μετρική μπορεί να λάβει τις ακόλουθες τιμές οι οποίες αφορούν την σύγκριση δύο λειτουργιών που η μία (*OPs*) προέρχεται από την προς αντικατάσταση διεπαφή *S* και η δεύτερη (*OPp*) από την υποψήφια αντικαταστάτρια διεπαφή *P*:

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

- $Lcohesion_{OP}(OP_s, OP_p) = 0$ αν οι συγκρινόμενες λειτουργίες είναι ισοδύναμες ή συναφής με βάση τις προϋποθέσεις της σχέσης ισοδυναμίας ή τις προϋποθέσεις της σχέσης εξειδίκευσης.
- $Lcohesion_{OP}(OP_s, OP_p) = +\infty$ αν οι συγκρινόμενες λειτουργίες δεν μπορούν να αντιστοιχιστούν ανεξαρτήτως της σχέσης αντικατάστασης που εξετάζεται.
- $Lcohesion_{OP}(OP_s, OP_p) > 0$ αν οι συγκρινόμενες λειτουργίες είναι συναφείς με βάση του κανόνες της σχέσης εξειδίκευσης.

Με βάση την σχέση (2) αναφορικά με την μετρική έλλειψης ποιότητας αντικατάστασης μεταξύ δύο συγκρινόμενων διεπαφών (S, P) οι τιμές που μπορεί να λάβει κατά την σύγκριση των δύο συγκεκριμένων διεπαφών καθορίζουν το κατά πόσο είναι εφικτή η αντικατάσταση ανάλογα με την εξεταζόμενη σχέση αντικατάστασης. Οι τιμές που μπορεί να λάβει η συγκεκριμένη μετρική είναι οι εξής:

- $LQS(S, P) = 0$ αν οι συγκρινόμενες διεπαφές είναι συναφείς με βάση τις προϋποθέσεις της σχέσης ισοδυναμίας ή τις προϋποθέσεις της σχέσης εξειδίκευσης. Δηλαδή, η διεπαφή P δύναται να αντικαταστήσει την S ανάλογα με την σχέση που έχουν πραγματοποιηθεί οι συγκρίσεις.
- $LQS(S, P) = +\infty$ αν οι διεπαφή P δεν μπορεί να αντικαταστήσει την S ανεξαρτήτως της σχέσης αντικατάστασης που εξετάζεται.
- $LQS(S, P) > 0$ αν οι διεπαφή P είναι συναφής με την διεπαφή S και μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση της S από την P με βάση την σχέση εξειδίκευσης.

Μια βασική παράμετρος του υπολογισμού των μετρικών συνάφειας και ποιότητας αντικατάστασης στην οποία δεν έγινε εκτενής αναφορά μέχρι τώρα είναι το ότι πρέπει η ποσότητα που αυτές προσδιορίζουν να είναι η ελάχιστη δυνατή. Ειδικότερα, τόσο η μετρική έλλειψης συνάφειας κατά την αντιστοίχιση των built-in types εισόδου όσο και η μετρική έλλειψης συνάφειας κατά την αντιστοίχιση των built-in types εξόδου πρέπει να είναι η βέλτιστη, δηλαδή η ελάχιστη δυνατή. Η τεχνική που χρησιμοποιείται από το προτεινόμενο πλαίσιο για την ελαχιστοποίηση της έλλειψης συνάφειας παρουσιάζεται στην ακόλουθη παράγραφο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.3.3. Αποδοτική εύρεση Σχέσεων Αντικατάστασης

Με βάση το δεδομένο ότι η αντιστοίχηση που θα πραγματοποιηθεί μεταξύ των built-in types, λειτουργιών και διεπαφών που συγκρίνονται επιβάλλεται να είναι η βέλτιστη ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν μικρότερη έλλειψη συνάφειας, πρέπει να προσδιοριστεί ένας μηχανισμός ο οποίος να είναι επιφορτισμένος με την εύρεση βέλτιστων αντιστοιχίσεων. Αυτός μηχανισμός εκτός από την ορθότητα από την οποία επιβάλλεται να διακατέχεται αναφορικά με την εύρεση βέλτιστων αντιστοιχίσεων, θα πρέπει να λειτουργεί και αποδοτικά. Αυτό το γεγονός πρέπει να λαμβάνει χώρα γιατί, όπως τονίστηκε το πρόβλημα της απόφασης για το αν μπορεί να πραγματοποιηθεί μια αντικατάσταση μια διεπαφής S από μια άλλη P διασπάται σε τρία διαφορετικά υποπροβλήματα αντιστοίχησης. Το πρώτο αφορά την βέλτιστη αντιστοίχηση μεταξύ των built-in types μηνυμάτων εισόδου (ελαχιστοποίηση $\sum_{\forall(\mu(i_{OPs}),\mu(i_{OPp}))} Lcohesion_{in}(i_{OPs}, i_{OPp})$), το δεύτερο αφορά την βέλτιστη αντιστοίχηση μεταξύ των built-in types μηνυμάτων εξόδου (ελαχιστοποίηση $\sum_{\forall(\mu(o_{OPs}),\mu(o_{OPp}))} Lcohesion_{out}(o_{OPs}, o_{OPp})$) και το τρίτο την βέλτιστη αντιστοίχηση μεταξύ των λειτουργιών των συγκρινόμενων διεπαφών (ελαχιστοποίηση $\sum_{\forall(\mu(OP_s),\mu(OP_p))} Lcohesion_{op}(OP_s, OP_p)$).

Η πιο απλοϊκή και τετριμμένη λύση είναι να εντοπιστούν, για κάθε μία από τις τρεις αντιστοιχήσεις, όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί ένα-προς-ένα και να επιλεγεί αυτός που προσφέρει την ελάχιστη έλλειψη συνάφειας. Αυτή η λύση όμως για να εκτελεστεί χρειάζεται εκθετικό χρόνο το οποίο δεν είναι αποδεκτό. Από τα προηγούμενα είναι προφανές το ότι το πρόβλημα ανάγεται σε πρόβλημα βέλτιστης ανάθεσης (assignment problem). Δηλαδή για τον πίνακα του Σχήματος 3.8, στην παρούσα φάση πρέπει κάθε built-in type του άξονα Y να αντικατασταθεί από έναν built-in type του άξονα X τέτοιο ώστε να μην υπάρχει αλληλοεπικάλυψη κατά την ανάθεση, δηλαδή να μην ανατίθενται δύο built-in types του X σε έναν Y, αλλά και η έλλειψη συνάφειας να ελαχιστοποιείται. Σε αντίθεση με την λύση που απαιτεί εκθετικό χρόνο, η παρούσα διατριβή χρησιμοποιεί την αποδοτικότερη λύση που προτάθηκε από την [5] η οποία αποτελεί επέκταση της [15] για τετραγωνικούς πίνακες. Η [5] η οποία

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

βασίζεται στη [15] επιλύει το πρόβλημα βέλτιστης ανάθεσης σε πολυωνυμικό χρόνο ($O(n^3)$) και εμφανίζεται πολλές φορές στην βιβλιογραφία με το όνομα hungarian algorithm. Οπότε με την χρήση της [5] υπολογίζεται αποδοτικά το ελάχιστο δυνατό άθροισμα έλλειψης συνάφειας από την ένα-προς-ένα ανάθεση built-in types του πίνακα του Σχήματος 3.8. Η επιλογή που πραγματοποιείται με την εκτέλεση του αλγορίθμου που προτείνεται στην [5] για τον πίνακα του Σχήματος 3.8 και παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχήμα.

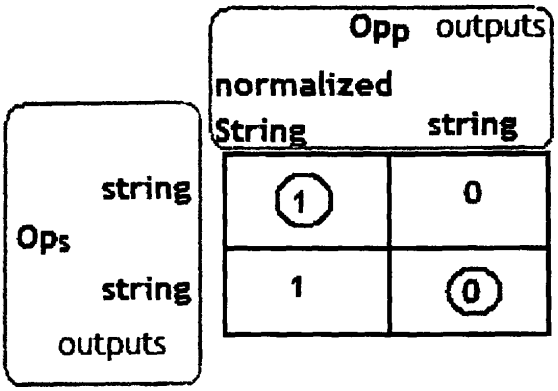
Op_s inputs \ Op_p inputs	decimal	decimal	decimal	integer
int	3	3	3	2
short	4	4	4	3
int	3	3	3	2
int	3	3	3	2

Σχήμα 3.13 Η βέλτιστη ανάθεση των built-in types που αντικαθίστανται.

Η συνολική έλλειψη συνάφειας των built-in types των δύο μηνυμάτων εισόδου των λειτουργιών αυτών είναι 12.

Όπως και με τα μηνύματα εισόδου έτσι και σε αυτή την περίπτωση με την χρήση της [5] υπολογίζεται αποδοτικά το ελάχιστο δυνατό άθροισμα έλλειψης συνάφειας από την ένα-προς-ένα ανάθεση built-in types εξόδου του πίνακα του Σχήματος 3.12.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

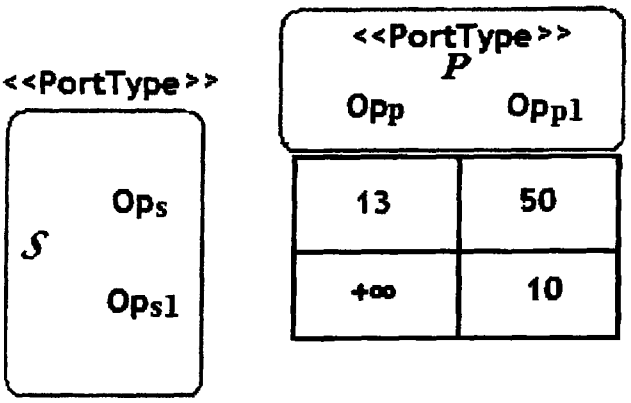


Σχήμα 3.14 Η βέλτιστη ανάθεση των built-in types που αντικαθίστανται.

Η συνολική έλλειψη συνάφειας των built-in types των δύο μηνυμάτων εξόδου των συγκρινόμενων λειτουργιών OP_s και OP_p είναι 1. Συνοψίζοντας, έλλειψη συνάφειας της λειτουργίας OP_s από την OP_p βάση της Σχέση (1) είναι ίση με το άθροισμα έλλειψης συνάφειας των built-in types των μηνυμάτων εισόδου και της έλλειψης συνάφειας των built-in types των μηνυμάτων εξόδου, δηλαδή 13. Στην περίπτωση που και η διεπαφή που αντικαθίσταται και η διεπαφή που την αντικαθιστά διαθέτουν περισσότερες από μία λειτουργίες τότε για να παρθεί απόφαση για το κατά πόσο είναι εφικτή η αντικατάσταση θα πρέπει να ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία αποδοτικής αντιστοίχισης με αυτή που περιγράφηκε για τα built-in types. Δηλαδή για κάθε λειτουργία της S πρέπει να εξεταστούν, όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί για αντικατάσταση με κάθε μία από τις λειτουργίες της P. Εξετάζοντας όλους τους πιθανούς συνδυασμούς εξάγεται για κάθε ζεύγος λειτουργιών έλλειψη συνάφειας μεταξύ αυτών των λειτουργιών ($Lcohesion_{OP}(OP_s, OP_p)$), η οποία προκύπτει από το άθροισμα της έλλειψης συνάφειας των built-in types των μηνυμάτων εισόδου ($Lcohesion_{in}(iOP_s, iOP_p)$) και εξόδου ($Lcohesion_{out}(oOP_s, oOP_p)$) κάθε λειτουργίας που μετέχει στον συνδυασμό. Παραβάλλοντας σε ένα πίνακα όλες τις πιθανές ελλείψεις συνάφειας για κάθε υποψήφιο ζεύγος λειτουργιών, αποφασίζονται μέσω του αλγορίθμου που προτείνεται στην [5] οι αντιστοιχίσεις αντικατάστασης των λειτουργιών που διαθέτουν την ελάχιστη δυνατή έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης (LQS). Για παράδειγμα έστω ότι η διεπαφή S διέθετε μια ακόμη λειτουργία OP_{s1} και η διεπαφή P διέθετε μια ακόμη λειτουργία την OP_{p1}. Έστω επίσης ότι μετά από τις

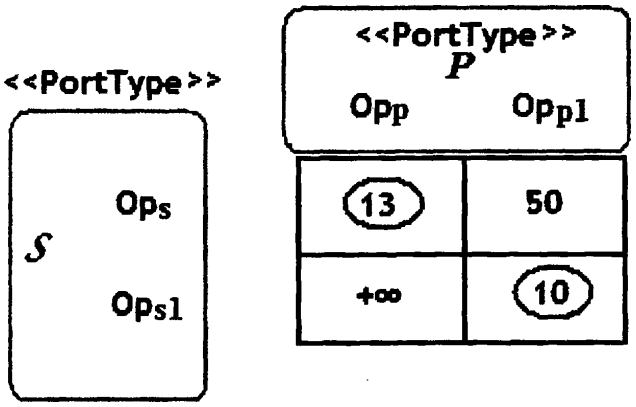
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

συγκρίσεις για τα built-in types εισόδου και εξόδου προέκυπτε ότι για κάθε συνδυασμό συγκρινόμενης λειτουργίας ο πίνακας έλλειψης συνάφειας λειτουργιών είναι αυτός που παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχήμα.



Σχήμα 3.15 Πίνακας έλλειψης συνάφειας λειτουργιών.

Για να είναι εφικτή η αντικατάσταση της διεπαφής *S* από την διεπαφή *P* πρέπει να βρεθεί πεπερασμένη έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης η οποία επιπροσθέτως πρέπει να είναι και η ελάχιστη δυνατή. Στην προκειμένη περίπτωση η ελάχιστη έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης εξάγεται όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις με την χρήση του αλγορίθμου της [5] και το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχήμα.



Σχήμα 3.16 Η αντιστοίχιση των λειτουργιών κατά την αντικατάσταση.

Η συνολική έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης κατά την αντικατάσταση της διεπαφής *S* από την διεπαφή *P* είναι 23. Βάση του πίνακα του Σχήματος 3.16 κατά την επικείμενη αντικατάσταση η λειτουργία OP_s της *S* αντικαθίσταται από την λειτουργία OP_p της *P* με έλλειψη συνάφειας 13 και η λειτουργία OP_{s1} της S αντικαθίσταται από την λειτουργία OP_{p1} της P με έλλειψη συνάφειας 10. Σε

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

περίπτωση που η συνολική ελάχιστη έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης ήταν μη πεπερασμένος αριθμός (+∞) τότε εξάγεται το συμπέρασμα ότι δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί αντικατάσταση των δύο συγκρινόμενων διεπαφών.

3.3.4. Περίπτωση Χρήσης: CiteseerAPI Service

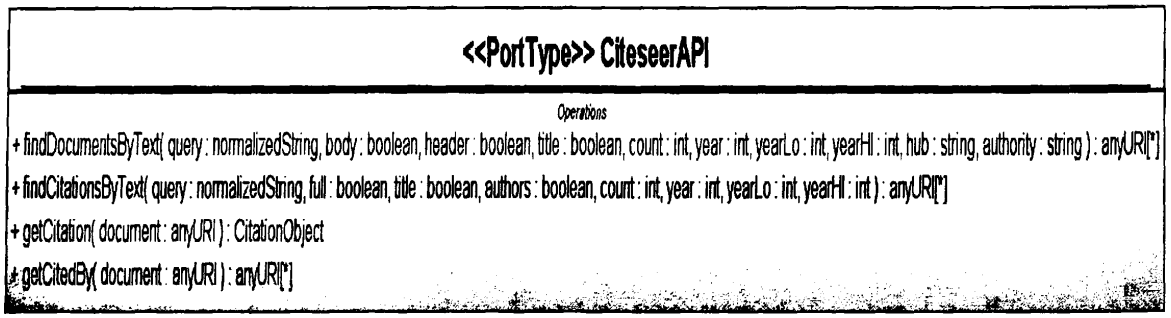
Για να γίνει πιο κατανοητή η διαδικασία εντοπισμού σχέσεων αντικατάστασης παρατίθεται ένα παράδειγμα, το οποίο αναλυτικά επιδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται η διαδικασία αντικατάστασης. Το παράδειγμα που παρουσιάζεται χρησιμοποιεί υπηρεσίες διαδικτύου οι οποίες κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται ως μηχανές αναζήτησης και ως ψηφιακές βιβλιοθήκες επιστημονικών και ακαδημαϊκών ερευνών (Citeseer – like Web Services). Επιπροσθέτως, κοινό στοιχείο των συγκεκριμένων υπηρεσιών διαδικτύου είναι το ότι χρησιμοποιούν προγραμματιστικές διεπαφές διασύνδεσης (APIs – Application Programming Interface) προκειμένου να καταστεί εφικτή η διαλειτουργικότητα και η διασύνδεσή τους με οποιαδήποτε ανεξάρτητο λογισμικό ή εξωτερική ψηφιακή βιβλιοθήκη [17]. Οι εν λόγω υπηρεσίες διαδικτύου για να επιτύχουν τους αντικειμενικούς σκοπούς τους χρησιμοποιούν διεπαφές (APIs) με σύνολο λειτουργιών σύμφωνο με αυτό που προτάθηκε στην [17]. Με βάση τα προηγούμενα και επειδή κάθε διεπαφή (PortType) είναι το σημείο πρόσβασης κάθε υπηρεσίας διαδικτύου, έστω ότι είναι επιθυμητό σε ένα υπολογιστικό σύστημα να αντικατασταθεί η διεπαφή μιας υπηρεσίας διαδικτύου η οποία είναι υλοποιημένη σύμφωνα με τις προτάσεις της [17] και έχει όνομα *CiteseerAPI* (Σχήμα 3.17).

Η υπηρεσία αυτή παρέχει ένα API για χρήση ενός συνόλου λειτουργιών που αφορούν τον χειρισμό ερευνητικών εγγράφων καθώς και τον χειρισμό των αναφορών σε άλλα έγγραφα που διαθέτει το κάθε τέτοιο έγγραφο. Ειδικότερα, η πρώτη λειτουργία της συγκεκριμένης διεπαφής (findDocumentsByText) είναι επιφορτισμένη με την αναζήτηση εγγράφων με παρόμοιο τρόπο όπως και στις γνωστές μηχανές αναζήτησης ερευνητικών εγγράφων (Google Scolar, Citeseer). Η αναζήτηση πραγματοποιείται με βάση ένα σύνολο παραμέτρων. Οι παράμετροι αυτοί στο πλαίσιο της διεπαφής αποτελούν το μήνυμα εισόδου. Πιο συγκεκριμένα, η λειτουργία

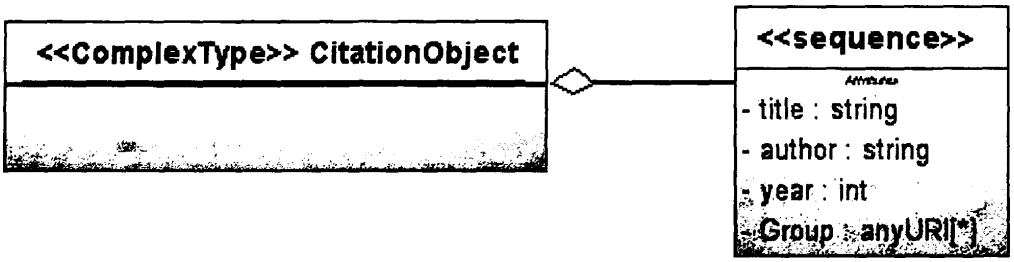
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

δέχεται ως όρισμα την ερώτηση (query), η οποία περιέχει το επιθυμητό στοιχείο αναζήτησης του κειμένου (π.χ. λέξη ή φράση κειμένου) με το οποίο θα πραγματοποιηθεί η αναζήτηση. Επίσης, η λειτουργία δέχεται ως όρισμα το αν η αναζήτηση θα πραγματοποιηθεί στο βασικό κορμό (body) των κειμένων που είναι αποθηκευμένα στην ψηφιακή βιβλιοθήκη. Ακόμη καθορίζεται αν η ερώτηση θα αναζητηθεί και στους τίτλους των κειμένων (title) ή στις κεφαλίδες τους (header). Τέλος, υπάρχουν και διάφορες άλλες παράμετροι οι οποίες συγκεκριμενοποιούν περαιτέρω την αναζήτηση (χρονιά δημοσίευσης – year, χρονικό διάστημα που έγινε η δημοσίευση – yearLo yearHi , αριθμός αναφορών – count κ.ά.). Το αποτέλεσμα που επιστρέφει η συγκεκριμένη λειτουργία είναι μια λίστα από URIs (Uniform Resource Identifier) των κειμένων που πληρούν τις προϋποθέσεις των εκάστοτε παραμέτρων. Κάθε κείμενο που είναι αποθηκευμένο στην ψηφιακή βιβλιοθήκη χαρακτηρίζεται και από ένα URI έτσι ώστε να είναι εύκολος ο εντοπισμός του. Τα αποτελέσματα αυτής της λειτουργίας αποτελούν το μήνυμα εξόδου. Πρακτικά, κάθε παράμετρος που χρησιμοποιείται είτε ως είσοδος για την λειτουργία, είτε ως έξοδος αποτελεί έναν βασικό XML τύπο (built-in type). Ουσιαστικά όλοι οι παράμετροι εισόδου είναι βασικοί XML τύποι (built-in types) του μηνύματος εισόδου και τα εξαγόμενα αποτελέσματα είναι βασικοί XML τύποι (built-in types) του μηνύματος εξόδου. Και οι υπόλοιπες λειτουργίες της διεπαφής *CiteseerAPI* λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με την πρώτη λειτουργία που μόλις περιγράφηκε. Η λειτουργία findCitationsByText χρησιμοποιείται για την εύρεση των αναφορών σε κείμενα (Citations). Ως αποτέλεσμα επιστρέφει μια λίστα από URIs σε αναφορές κειμένων που ταιριάζουν με τις παραμέτρους εισόδου. Η τρίτη λειτουργία επιστρέφει ένα αντικείμενο αναφοράς (CitationObject) όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.18 παίρνοντας ως όρισμα ένα URI κειμένου. Η τέταρτη (getCitedBy) επιστρέφει μια λίστα κειμένων από τα αποθηκευμένα στην ηλεκτρονική βιβλιοθήκη κείμενα (URIs) τα οποία περιέχουν αναφορά στο κείμενο που δίδεται ως παράμετρος.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

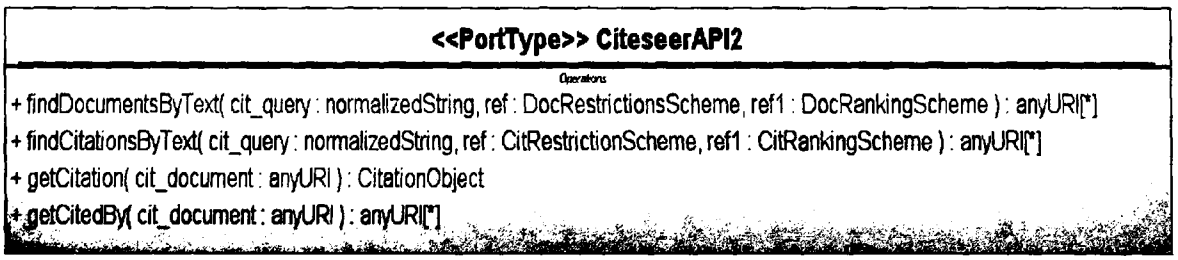


Σχήμα 3.17 Η υποψήφια προς την αντικατάσταση διεπαφή *CitesserAPI.*



Σχήμα 3.18 Σύνθετος τύπος CitationObject.

Προχωρώντας στο παράδειγμα έστω ότι την προηγούμενη διεπαφή καλείται να την αντικαταστήσει η διεπαφή *CiteseerAPI2* (Σχήμα 3.19) η οποία και αυτή είναι δομημένη σύμφωνα με την [17] και αποτελεί ένα δεύτερο σημείο πρόσβασης της υπηρεσίας διαδικτύου.

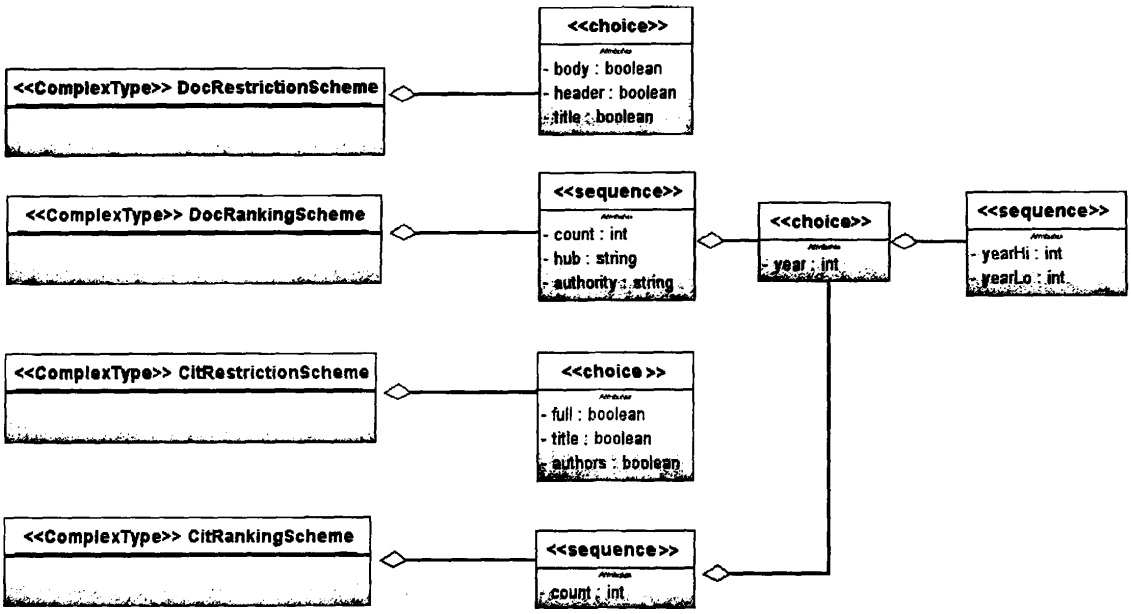


Σχήμα 3.19 Η διεπαφή *CiteseerAPI2.*

Σε σχέση με την διεπαφή του Σχήματος 3.17 η συγκεκριμένη διεπαφή διαθέτει λειτουργίες με όμοια λειτουργικότητα αλλά με διαφορετικό αριθμό και τύπο παραμέτρων. Οι παράμετροι εισόδου όπως τονίστηκε λαμβάνονται μέσω του

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

μηνύματος εισόδου για κάθε λειτουργία και οι παράμετροι εξόδου επιστρέφονται μέσω του μηνύματος εξόδου της ίδιας λειτουργίας. Επίσης, είναι προφανές ότι πολλές από τις παραμέτρους των λειτουργιών της διεπαφής του Σχήματος 3.19 δεν χρησιμοποιούν βασικούς τύπους XML αλλά σύνθετους (ComplexTypes). Το πώς είναι δομημένοι αυτοί οι σύνθετοι τύποι παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.20.



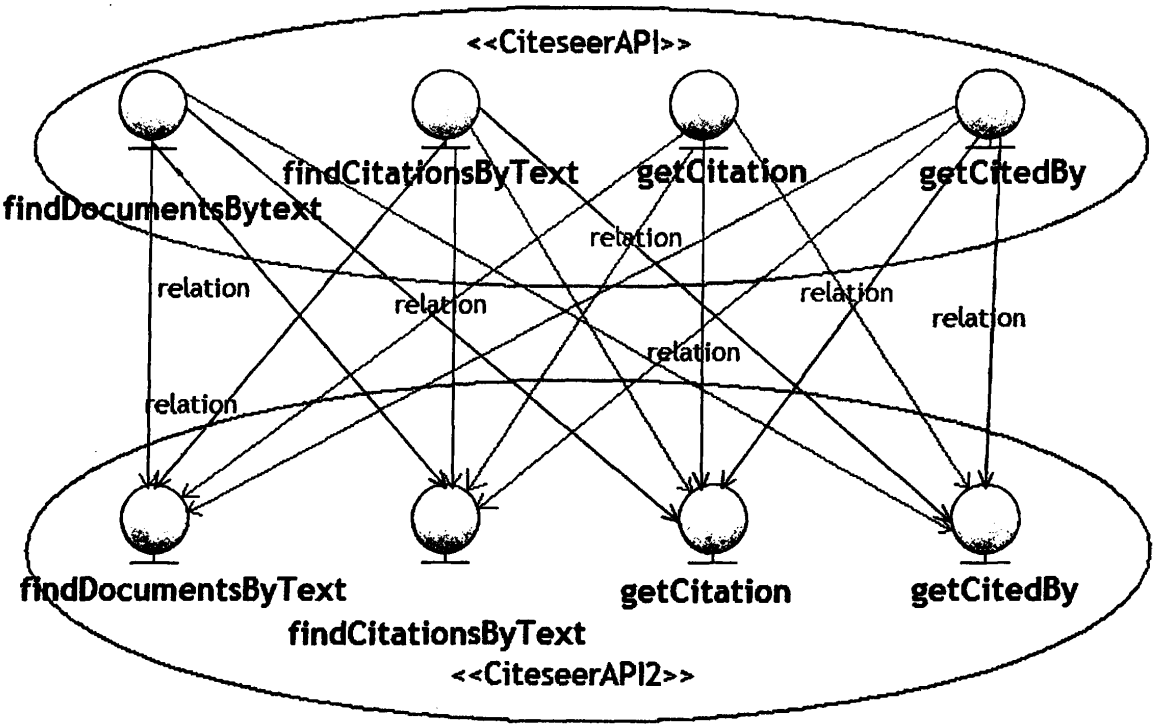
Σχήμα 3.20 Οι σύνθετοι τύποι της διεπαφής *CiteseerAPI2*.

Το πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι η εύρεση ενός τρόπου ώστε να εξεταστεί το κατά πόσο είναι εφικτή η αντικατάσταση των δύο προτεινόμενων διεπαφών. Και εφόσον βρεθεί ότι είναι εφικτή η αντικατάσταση να πραγματοποιηθεί. Για να υπάρξει δυνατότητα αντικατάστασης των δύο διεπαφών μεταξύ τους πρέπει να υπάρξει κάποια συσχέτιση μεταξύ των δύο χρησιμοποιώντας κάποια από τις σχέσεις αντικατάστασης που προτάθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Ειδικότερα, για να είναι εφικτή η αντικατάσταση, επιβάλλεται από τις σχέσεις αντικατάστασης η εύρεση ένα-προς-ένα αντιστοιχίσεων (1) μεταξύ των επιμέρους λειτουργιών, (2) των built-in types των μηνυμάτων εισόδου των αντιστοιχισμένων λειτουργιών, (3) καθώς και των built-in types των μηνυμάτων εξόδου των αντιστοιχισμένων λειτουργιών έτσι ώστε οι αντιστοιχίσεις των built-in types να είναι σύμφωνες με τους κανόνες LSP Contra-variance/ Co-variance.

Διαθέτοντας το πλήρες σύνολο των υποψήφιων συσχετίσεων (Σχήμα 3.21) που αφορούν τις λειτουργιές των διεπαφών που συμμετέχουν στην αντικατάσταση πρέπει

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

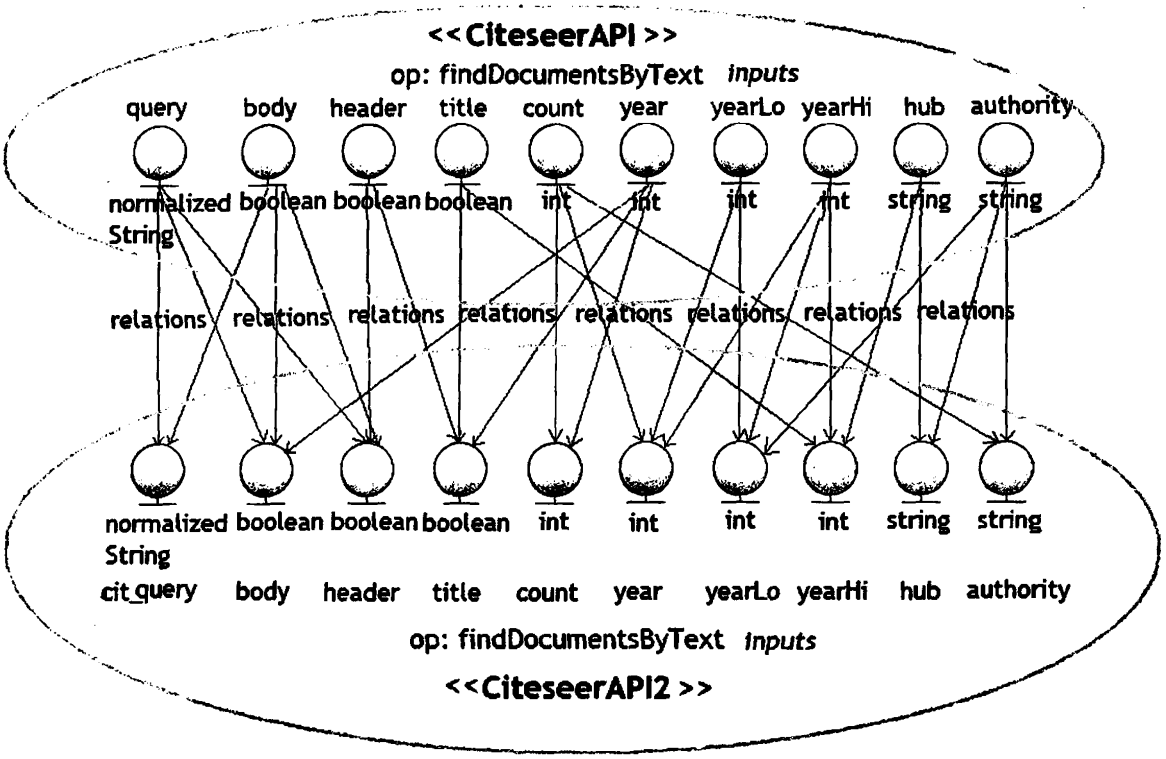
να επιλεγεί ένα υποσύνολο αυτών το οποίο να πληροί τις προϋποθέσεις κάποιας από τις δύο σχέσεις αντικατάστασης ώστε να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση.



Σχήμα 3.21 Εύρεση συσχετίσεων μεταξύ των λειτουργιών.

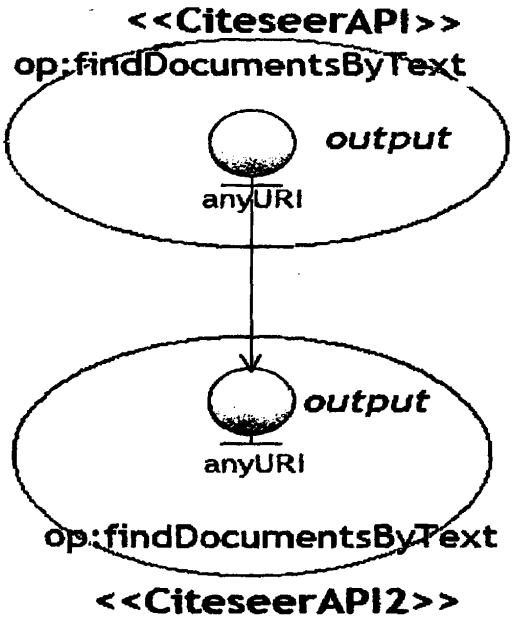
Για να εντοπιστεί το επιθυμητό υποσύνολο συσχετίσεων μεταξύ των λειτουργιών (Σχήμα 3.21) πρέπει σε πρώτη φάση να βρεθούν αντιστοιχίσεις μεταξύ των built-in types του μηνύματος εισόδου και των built-in types του μηνύματος εξόδου των αντιστοιχισμένων λειτουργιών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.22 Εύρεση συσχετίσεων μεταξύ built-in types μηνύματος εισόδου.

Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για τα built-in types του μηνύματος **εξόδου** που προέρχονται και από τις δύο συγκρινόμενες λειτουργίες. Στο Σχήμα 3.23 παρατίθεται το πλήρες σύνολο αντιστοιχίσεων των built-in types των δύο μηνυμάτων εξόδου που προέρχονται από τις συγκρινόμενες λειτουργίες findDocumentsByText.



Σχήμα 3.23 Εύρεση συσχετίσεων μεταξύ built-in types των μηνυμάτων εξόδου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Για να επιλυθεί το πρόβλημα της εύρεσης ένα-προς-ένα ή ένα-προς-ένα και επί αντιστοιχίας μεταξύ των συγκρινόμενων μερών, όπως επιτάσσουν οι σχέσεις αντικατάστασης, πρέπει να εξεταστούν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί για συσχέτιση (τόσο μεταξύ των λειτουργιών όσο και μεταξύ των built-in types) και να επιλεχθούν αυτοί που μας οδηγούν στο επιθυμητό αποτέλεσμα (ορθή αντικατάσταση με βάση τις σχέσεις αντικατάστασης) με την ελάχιστη δυνατή έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης (LQS). Υπενθυμίζεται σε αυτό το σημείο ότι ο υπολογισμός της ελάχιστης έλλειψης ποιότητας αντικατάστασης κατά την αντικατάσταση μεταξύ των δύο συγκρινόμενων διεπαφών πραγματοποιείται με βάση την διαδικασία αντικατάστασης αλλά και τις μετρικές που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 3.3.3 .

Ακολουθώντας την διαδικασία αντικατάστασης της παραγράφου 3.3.3, σε πρώτη φάση ελέγχεται το κατά πόσο μπορεί να υπάρξει αντιστοιχία μεταξύ των built-in types εισόδου για κάθε συγκρινόμενο ζεύγος λειτουργιών. Στο Σχήμα 3.24 παρουσιάζεται ο πίνακας έλλειψης συνάφειας των built-in types των δύο μηνυμάτων **εισόδου** για το ζεύγος λειτουργιών findDocumentsText (από την διεπαφή *CiteseerAPI*) και findDocumentsText (από την διεπαφή *CiteseerAPI2*).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

<<CiteseerAPI>> operation: findDocumentsByText		<<CiteseerAPI2>> operation: findDocumentsByText									
		cit_query normalized String	body boolean	header boolean	title boolean	count int	year int	yearLo int	yearHi int	hub string	autority string
query	normalized String	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	1	1
body	boolean	+∞	0	0	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
header	boolean	+∞	0	0	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
title	boolean	+∞	0	0	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
count	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
year	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
yearLo	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
yearHi	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
hub	string	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0
autority	string	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0

Σχήμα 3.24 Η αντιστοίχιση built-in types των δύο μηνυμάτων εισόδου.

Για τον πίνακα του Σχήματος 3.23 όπως περιγράφηκε στη παράγραφο 3.3.1 και με την βοήθεια του αλγορίθμου που προτείνεται και στην [5] υπολογίζεται η ελάχιστη δυνατή έλλειψη συνάφειας των built-in types των δύο μηνυμάτων εισόδου της λειτουργίας όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.25.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

<<CiteseerAPI>> operation: findDocumentsByText		<<CiteseerAPI2>> operation: findDocumentsByText									
		cit_query	body	header	title	count	year	yearLo	yearHi	hub	autority
		normalized String	boolean	boolean	boolean	int	int	int	int	string	string
query	normalized String	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	1	1
body	boolean	+∞	0	0	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
header	boolean	+∞	0	0	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
title	boolean	+∞	0	0	0	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
count	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
year	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
yearLo	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
yearHi	int	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	+∞	+∞
hub	string	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0
autority	string	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0

Σχήμα 3.25 Επιλογή ελάχιστης έλλειψης συνάφειας built-in types εισόδου.

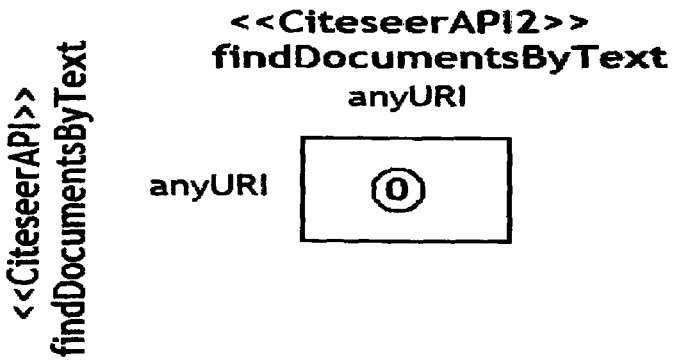
Η συνολική έλλειψη συνάφειας είναι μηδέν. Με βάση την αντιστοίχηση που πραγματοποιήθηκε κάθε επιλεγμένη (κυκλωμένη έλλειψη συνάφειας) συντεταγμένη (i, j) του πίνακα του Σχήματος 3.25 αποτελεί την προτεινόμενη αντικατάσταση του i built-in type της διεπαφής *CiteseerAPI* από το j built-in type της *CiteseerAPI2*. Η αντίστοιχη διαδικασία ακολουθείται και για την αντικατάσταση των built-in types των δύο μηνυμάτων εξόδου (ένα μήνυμα για κάθε λειτουργία). Ο πίνακας αντικατάστασης παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.26.

<<CiteseerAPI>> findDocumentsByText	<<CiteseerAPI2>> findDocumentsByText anyURI
anyURI	0

Σχήμα 3.26 Η αντιστοίχιση built-in types μηνυμάτων εξόδου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Και στην συγκεκριμένη περίπτωση η έλλειψη συνάφειας των built-in types μηνυμάτων εξόδου είναι μηδενική (Σχήμα 3.27). Οπότε κατά την αντικατάσταση της διεπαφής *CiteseerAPI* από την *CiteseerAPI2* η λειτουργία της πρώτης διεπαφής findDocumentsByText μπορεί να αντικατασταθεί από την λειτουργία με το ίδιο όνομα της δεύτερης διεπαφής με αντιστοιχία ένα-προς-ένα και επί ως προς τα built-in types εισόδου και εξόδου αλλά και με έλλειψη συνάφειας (Άθροισμα έλλειψης συνάφειας ίσο με μηδέν).



Σχήμα 3.27 Επιλογή ελάχιστης έλλειψης συνάφειας built-in types εξόδου.

Για να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα αναφορικά με το αν η αντικατάσταση της διεπαφής *CiteseerAPI* από την διεπαφή *CiteseerAPI2* είναι εφικτή να πραγματοποιηθεί πρέπει να εξεταστούν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί αντικατάστασης για των λειτουργίες των συγκεκριμένων διεπαφών.

Ο πίνακας αντικατάστασης συνολικά των λειτουργιών για τις διεπαφές *CiteseerAPI* και *CiteseerAPI2* παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.28.

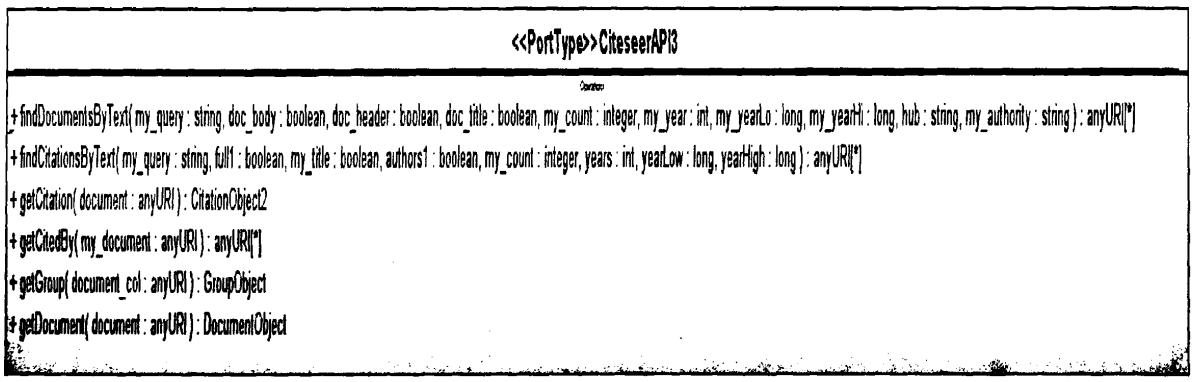
<<CiteSeerAPI>>	findDocumentsByText	findCitationsByText	getCitation	getCitedBy
<<CiteseerAPI>> findDocumentsByText	0	+ ∞	+ ∞	+ ∞
findCitationsByText	+ ∞	0	+ ∞	+ ∞
getCitation	+ ∞	+ ∞	0	+ ∞
getCitedBy	+ ∞	+ ∞	+ ∞	0

Σχήμα 3.28 Πίνακας αντικατάστασης λειτουργιών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Λόγω του γεγονότος ότι η συνολική έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης (LQS) των δύο συγκρινόμενων διεπαφών προκύπτει να είναι μηδενική και επειδή όλες οι συσχετίσεις μεταξύ των λειτουργιών αλλά και των built-in types είναι ένα-προς-ένα και επί (ίδιο πλήθος λειτουργιών και built-in types μεταξύ των συγκρινόμενων διεπαφών) συμπεραίνεται ότι η διεπαφή *CiteseerAPI* συσχετίζεται με Σχέση Ισοδυναμίας με την διεπαφή *CiteseerAPI2*. Δηλαδή η διεπαφή *CiteseerAPI* μπορεί να αντικατασταθεί από την διεπαφή *CiteseerAPI2* με βάση τους κανόνες που επιτάσσει η Σχέση Ισοδυναμίας.

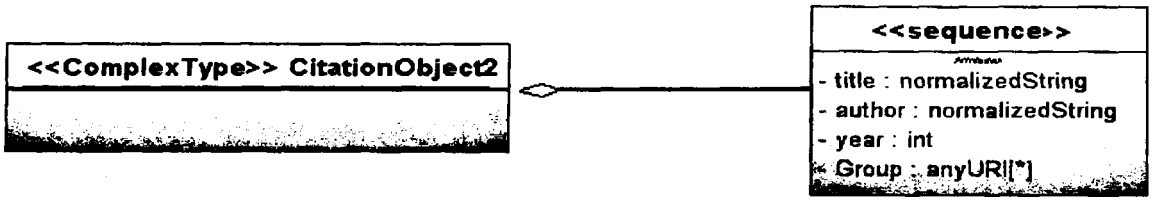
Στο επόμενο στάδιο το προηγούμενο παράδειγμα επεκτείνεται έτσι ώστε να παρουσιαστεί η διαδικασία εύρεσης Σχέσης Εξειδίκευσης. Έστω ότι είναι επιθυμητός ο έλεγχος για το κατά πόσο είναι εφικτή η αντικατάσταση της διεπαφής του Σχήματος 3.17 (*CiteseerAPI*) από την διεπαφή του Σχήματος 3.29 (*CiteseerAPI3*).



Σχήμα 3.29 Η διεπαφή CiteseerAPI3.

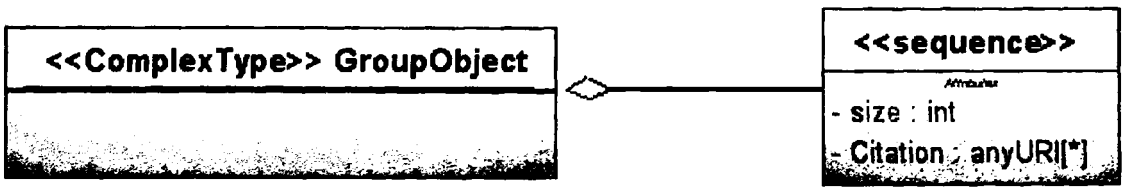
Η λειτουργικότητα, οι παράμετροι καθώς και τα δεδομένα επιστροφής των τεσσάρων πρώτων λειτουργιών (findDocumentsByText, findCitationsByText, getCitation, getCitedBy) της συγκεκριμένης διεπαφής έχουν περιγραφεί σε προγενέστερο στάδιο του παρόντος κεφαλαίου όταν περιγραφόταν η διεπαφή *CiteseerAPI*. Μια διαφορά της διεπαφής *CiteseerAPI3* σε σχέση με την διεπαφή *CiteseerAPI* εντοπίζεται αναφορικά στα δεδομένα που επιστρέφει η λειτουργία getCitation. Στην διεπαφή *CiteseerAPI3* τα επιστρεφόμενα δεδομένα της συγκεκριμένη λειτουργίας έχουν την δομή που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.30.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.30 Σύνθετος τύπος CitationObject2.

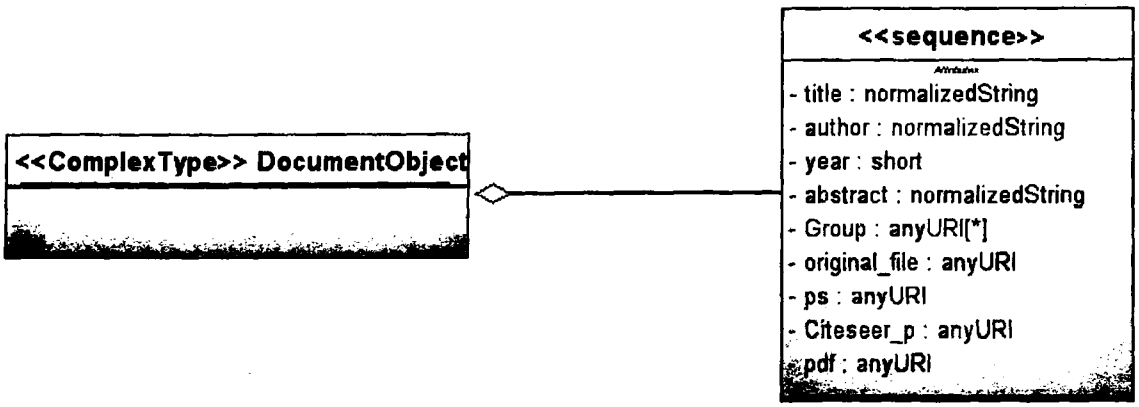
Επίσης, μερικές από τις παραμέτρους της findDocumentsByText της διεπαφής *CiteseerAPI3* διαφέρουν σε σχέση με τις παραμέτρους της αντίστοιχης λειτουργίας της διεπαφής *CiteseerAPI*. Επίσης, η διεπαφή *CiteseerAPI3* σε σχέση με αυτές που ήδη έχουν παρουσιαστεί διαθέτει δύο επιπλέον λειτουργίες (getGroup, getDocument). Η λειτουργία getGroup δέχεται ως παράμετρο το URI ενός κειμένου που είναι ήδη εισηγμένο στο σύστημα που χρησιμοποιεί την συγκεκριμένη διεπαφή και επιστρέφει την ομάδα κειμένων (Group) στην οποία ανήκει το συγκεκριμένο κείμενο. Η ομάδα στην οποία μετέχει το κάθε κείμενο κατασκευάζεται με βάση τις αναφορές (citations) που διαθέτουν τα κείμενα που απαρτίζουν τα μέλη της ομάδας. Η λειτουργία getGroup επιστρέφει ένα αντικείμενο ομάδας (GroupObject) το οποίο εξάγεται με βάση την παράμετρο που έλαβε η συγκεκριμένη λειτουργία. Η δομή του αντικειμένου της ομάδας (GroupObject) παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.31.



Σχήμα 3.31 Σύνθετος τύπος GroupObject.

Η λειτουργία στην οποία δεν έγινε ακόμη αναφορά είναι η getDocument. Η συγκεκριμένη λειτουργία λαμβάνει ως παράμετρο ένα URI ενός κειμένου και επιστρέφει ως αποτέλεσμα έναν σύνθετο τύπο, ο οποίος αποτελεί αντικείμενο κειμένου (DocumentObject) με δομή και ιδιότητες που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.32.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.32 Σύνθετος τύπος DocumentObject.

Σκοπός της συγκεκριμένης επέκτασης του παραδείγματος είναι να επεξηγηθεί το τι συμβαίνει όταν μια διεπαφή (*CiteseerAPI*) καλείται να αντικατασταθεί από μια άλλη (*CiteseerAPI3*) της οποίας τόσο οι λειτουργίες όσο και τα built-in types εισόδου και εξόδου **δεν** μπορούν να αντιστοιχιστούν με ένα-προς-ένα και **επί** αντιστοιχία με αυτά της πρώτης διεπαφής.

Αναλύοντας περισσότερο το συγκεκριμένο παράδειγμα πρέπει να τονιστεί ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση η διεπαφή *CiteseerAPI* καλείται να αντικατασταθεί από την διεπαφή *CiteseerAPI3*. Σε πρώτη φάση είναι προφανές το γεγονός ότι οι δύο διεπαφές δεν μπορούν να αντιστοιχιστούν με την Σχέση Ισοδυναμίας καθώς δεν υπάρχει δυνατότητα για ένα-προς-ένα και επί αντιστοίχιση μεταξύ των λειτουργιών διότι το πλήθος τους στις δύο συγκρινόμενες διεπαφές διαφέρει. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για τα ζεύγη των συγκρινόμενων built-in types των μηνυμάτων εισόδου και εξόδου. Αναλύοντας περαιτέρω το δοθέν πρόβλημα και χρησιμοποιώντας τις τεχνικές και του κανόνες που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 3.3.3 σε τελική φάση για να υπάρξει απόφαση για το αν σχετίζονται με Σχέση Εξειδίκευσης οι δύο συγκρινόμενες διεπαφές θα πρέπει να εντοπιστεί πεπερασμένη έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης (LQS). Δηλαδή στο πίνακα του Σχήματος 3.33 (Χ άγνωστη έλλειψη συνάφειας μέχρι στιγμής) θα πρέπει να εντοπιστούν αντιστοιχίσεις μεταξύ των λειτουργιών των δύο συγκρινόμενων διεπαφών τέτοιες ώστε η ελάχιστη έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης να είναι πεπερασμένη.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

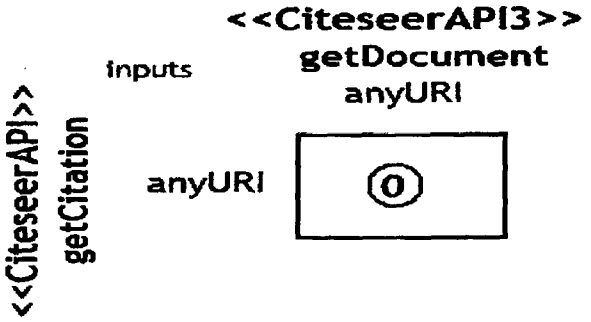
<<CiteSeerAPI>>	<<CiteSeerAPI3>>					
	findDocumentsByText	findCitationsByText	getCitation	getCitedBy	getGroup	getDocument
findDocumentsByText	x	x	x	x	x	x
findCitationsByText	x	x	x	x	x	x
getCitation	x	x	x	x	x	x
getCitedBy	x	x	x	x	x	x

Σχήμα 3.33 Πίνακας αντικατάστασης λειτουργιών.

Όπως έχει τονιστεί και στην παράγραφο 3.3.3 για να υπολογιστεί η έλλειψη συνάφειας μεταξύ δύο λειτουργιών (κάθε συντεταγμένη (i, j) του πίνακα του Σχήματος 3.34) πρέπει να υπολογιστεί η έλλειψη συνάφειας των built-in types των μηνυμάτων εισόδου και ακολούθως των μηνυμάτων εξόδου σεβόμενοι πάντα του κανόνες LSP Contra-variance/ Co-variance.

Για λόγους οικονομίας χώρου δεν παρουσιάζονται όλοι πίνακες αντικατάστασης των built-in types με βάση τους οποίους προκύπτουν οι ελλείψεις συνάφειας για τον πίνακα του Σχήματος 3.33 αλλά επιλέγεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα αντικατάστασης δύο λειτουργιών το οποίο είναι αντιπροσωπευτικό για την εκτέλεση όλης της διαδικασίας. Ειδικότερα, επιλέγεται η περίπτωση αντικατάστασης της λειτουργίας getCitation της διεπαφής *CiteseerAPI* από την λειτουργία getDocument της διεπαφής *CiteseerAPI3*. Για τα built-in types που προέρχονται από μηνύματα εισόδου για τις συγκρινόμενες λειτουργίες ακολουθεί ο πίνακας έλλειψης συνάφειας του Σχήματος 3.34.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.34 Πίνακας αντικατάστασης built-in types εισόδου.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τα built-in types των συγκρινόμενων μηνυμάτων εξόδου όπως παρουσιάζεται στον πίνακα του Σχήματος 3.35. Στη σύγκριση των μηνυμάτων εξόδου για τις δύο λειτουργίες μετέχουν όλα τα built-in types είτε αυτά προέρχονται από σύνθετους τύπους (Complex types) είτε όχι.

outputs		<<CiteseerAPI3>> getDocument								
		title	author	year	abstract	original file	Group	ps	Citeseer_p	pdf
		normalized string	normalized string	short	normalized string	anyURI	anyURI	anyURI	anyURI	anyURI
<<CiteseerAPI>> getCitation title	string	1	1	+∞	1	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
author	string	1	1	+∞	1	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
year	int	+∞	+∞	1	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
group	anyURI	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	0

Σχήμα 3.35 Πίνακας αντικατάστασης built-in types εξόδου.

Μετά τον υπολογισμό του πίνακα έλλειψης συνάφειας υπολογίζονται οι αντιστοιχίσεις μέσω της τεχνικής που προτείνεται στο [5] η οποία ελαχιστοποιεί το την έλλειψη συνάφειας. Η συνολική έλλειψη συνάφειας των built-in types αυτών είναι 3 και ο υπολογισμός του παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.36.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

<<CiteseerAPI>> getCitation — outputs	<<CiteseerAPI3>> getDocument: title (normalized string)	author (normalized string)	year (short)	abstract (normalized string)	Group (anyURI)	original file (anyURI)	ps (anyURI)	Citeseer_p (anyURI)	pdf (anyURI)
title (string)	1	1	+∞	1	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
author (string)	1	1	+∞	1	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
year (int)	+∞	+∞	1	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞	+∞
group (anyURI)	+∞	+∞	+∞	+∞	0	0	0	0	0

Σχήμα 3.36 Έλλειψη συνάφειας built-in types εξόδου.

Υπενθυμίζεται ότι η συνολική έλλειψη συνάφειας της λειτουργίας getCitation από την getDocument είναι ίση με το άθροισμα της έλλειψης συνάφειας των built-in types εισόδου και των built-in types εξόδου. Οπότε στην συγκεκριμένη περίπτωση λειτουργιών η έλλειψης συνάφειας είναι ίση με 3 (Σχήμα 3.37).

<<CiteseerAPI>>	<<CiteSeerAPI3>> findDocumentsByText	findCitationsByText	getCitation	getCitedBy	getGroup	getDocument
findDocumentsByText	x	x	x	x	x	x
findCitationsByText	x	x	x	x	x	x
getCitation	x	x	x	x	x	3
getCitedBy	x	x	x	x	x	x

Σχήμα 3.37 Πίνακας έλλειψης συνάφειας λειτουργιών.

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίζεται η έλλειψη συνάφειας μεταξύ όλων των δυνατών συνδυασμών των συγκρινόμενων λειτουργιών. Τελικά ο πίνακας του Σχήματος 3.37 μετά την ολοκλήρωση των υπολογισμών έλλειψης συνάφειας των λειτουργιών θα έχει την μορφή του Σχήματος 3.38.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

<<CiteSeerAPI>>	<<CiteSeerAPI3>> findDocumentsByText	findCitationsByText	getCitation	getCitedBy	getGroup	getDocument
findDocumentsByText	5	5	+∞	+∞	+∞	+∞
findCitationsByText	+∞	5	+∞	+∞	+∞	+∞
getCitation	+∞	+∞	2	+∞	+∞	3
getCitedBy	+∞	+∞	0	0	0	0

Σχήμα 3.38 Πίνακας έλλειψης συνάφειας λειτουργιών.

Με βάση τον πίνακα του Σχήματος 3.38 υπολογίζεται η ελάχιστη ποιότητα αντικατάστασης (LQS - Σχέση (2)) της διεπαφής *CiteseerAPI* από την διεπαφή *CiteseerAPI3* με την βοήθεια του αλγορίθμου που προτείνει η [5] όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.39.

<<CiteSeerAPI>>	<<CiteSeerAPI3>> findDocumentsByText	findCitationsByText	getCitation	getCitedBy	getGroup	getDocument
findDocumentsByText	5	5	+∞	+∞	+∞	+∞
findCitationsByText	+∞	5	+∞	+∞	+∞	+∞
getCitation	+∞	+∞	2	+∞	+∞	3
getCitedBy	+∞	+∞	0	0	0	0

Σχήμα 3.39 Υπολογισμός ελάχιστης ποιότητας αντικατάστασης λειτουργιών.

Η συνολική ποιότητα αντικατάστασης προκύπτει ότι είναι 12 μονάδες. Επειδή η έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης στην προκειμένη είναι πεπερασμένος αριθμός (LQS > 0) αλλά και για το λόγο του ότι υπάρχει ένα-προς-ένα αλλά **όχι** επί

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αντιστοιχία μεταξύ των built-in types αλλά και των λειτουργιών προκύπτει ότι, η διεπαφή *CiteseerAPI* συσχετίζεται με **Σχέση Εξειδίκευσης** με την διεπαφή *CiteseerAPI3*. Με βάση την αντιστοίχηση που έχει προκύψει κατά τον εντοπισμό της ελάχιστης συνάφειας των λειτουργιών στο Σχήμα 3.39 πραγματοποιείται και η αντικατάσταση των λειτουργιών των συγκρινόμενων διεπαφών όταν λάβει χώρα η αντικατάσταση.

3.4. Οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας

Έχοντας περιγράψει την μεθοδολογία για την εύρεση διεπαφών κατάλληλων για να αντικαταστήσουν μια δεδομένη διεπαφή χρησιμοποιώντας ως εργαλείο για την επίτευξη του στόχου, τις σχέσεις αντικατάστασης, είναι απαραίτητο να προταθεί ένας τρόπος βελτίωσης της απόδοσης του μηχανισμού αντικατάστασης των διεπαφών. Η βελτίωση επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί καθώς η πολυπλοκότητα της διαδικασίας αντικατάστασης αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με το πλήθος των διεπαφών που διαδραματίζουν τον ρόλο του υποψήφιου αντικαταστάτη για μια δεδομένη διεπαφή *S* που οδεύει προς αντικατάσταση. Ουσιαστικά, αυξάνοντας τους υποψήφιους αντικαταστάτες η διαδικασία αντικατάστασης μιας διεπαφής γίνεται πιο πολύπλοκη διότι αυξάνεται το πλήθος των συγκρίσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν με βάση τις σχέσεις αντικατάστασης, έτσι ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη αντικαταστάτρια μέσω των αποτελεσμάτων που θα εξαχθούν. Οι διεπαφές που είναι διαθέσιμες, έχουν αναλυθεί (WSDL Parser - Σχήμα 3.1) και επεξεργαστεί και βρίσκονται συγκεντρωμένες στην αποθήκη υπηρεσιών διαδικτύου (System Repository) του συστήματος. Μια υπηρεσία διαδικτύου η οποία για διάφορους λόγους πρέπει να αντικατασταθεί, αναλύεται (WSDL Parser - Σχήμα 3.1) και αυτή, ώστε να έρθει σε μορφή που να μπορεί να την χειριστεί το προτεινόμενο σύστημα (Service – Σχήμα 3.1).

Για να επιτευχθεί βελτίωση της απόδοσης του συστήματος πρέπει να εντοπιστεί ένας αποδοτικός τρόπος οργάνωσης των υποψήφιων αντικαταστατριών (Service – Σχήμα 3.1) ώστε να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι συγκρίσεις που θα πραγματοποιηθούν μεταξύ της προς αντικατάσταση υπηρεσίας διαδικτύου και των

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

υποψήφιων αντικαταστατών. Ο τρόπος που προτείνεται είναι η δημιουργία κλάσεων ισοδυναμίας (προφίλ).

3.4.1. Οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας

Μια Κλάση Ισοδυναμίας (Profile – Σχήμα 3.1) αποτελεί ένα σύνολο υπηρεσιών διαδικτύου (Service – Σχήμα 3.1) τέτοιο ώστε οι υπηρεσίες διαδικτύου που μετέχουν στο σύνολο αυτό να είναι ισοδύναμες, δηλαδή να συσχετίζονται μεταξύ τους με την Σχέση Ισοδυναμίας. Κάθε κλάση ισοδυναμίας διαθέτει μια υπηρεσία διαδικτύου η οποία διαδραματίζει τον ρόλο του εκπροσώπου της κλάσης κατά την διαδικασία της αναζήτησης υποψήφιων αντικαταστατριών για μια υπηρεσία διαδικτύου S που οδεύει για αντικατάσταση.

Με την συγκεκριμένη οργάνωση πολλές υπηρεσίες διαδικτύου που είναι ενταγμένες στην αποθήκη υπηρεσιών διαδικτύου (System Repository – Σχήμα 3.1) του προτεινόμενου συστήματος οργανώνονται σε ομάδες (Κλάσεις Ισοδυναμίας -> Profile – Σχήμα 3.1) οι οποίες εκπροσωπούνται από μια υπηρεσία διαδικτύου που έχει χαρακτηριστεί ως εκπρόσωπος της κάθε ομάδας. Επειδή, όπως τονίστηκε η Σχέση Ισοδυναμίας συνδέει *ισοδύναμες* υπηρεσίες διαδικτύου σε κάθε ομάδα είναι εφικτό όλες οι υπηρεσίες διαδικτύου της ομάδας να εκπροσωπούνται από μια οποιαδήποτε ισοδύναμη υπηρεσία που μετέχει στην συγκεκριμένη ομάδα. Με αυτό τον τρόπο όταν πραγματοποιείται αναζήτηση για την εύρεση σχέσεων αντικατάστασης για την υπηρεσία διαδικτύου *S* η οποία αντικαθίσταται, οι συγκρίσεις πραγματοποιούνται **μόνο** μεταξύ της *S* και των εκπροσώπων τον Κλάσεων Ισοδυναμίας μειώνοντας έτσι δραστικά το πλήθος των συγκρίσεων που πραγματοποιούνται κατά την αντικατάσταση της *S*.

Επίσης, με την ολοκλήρωση της οργάνωσης σε ομάδες μπορούν να πραγματοποιηθούν συσχετίσεις μεταξύ των Κλάσεων Ισοδυναμίας (δηλ. των εκπροσώπων τους) που κατασκευάζονται μέσω της Σχέσης Εξειδίκευσης. Η χρησιμότητα των συσχετίσεων αυτών είναι εύλογη όταν μια υπηρεσία διαδικτύου *S* αναζητεί υποψήφιους αντικαταστάτες μέσω των κλάσεων ισοδυναμίας και εντοπίσει

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εκπρόσωπο κλάσης *P* με τον οποίο συσχετίζεται με την Σχέση Ισοδυναμίας. Είναι χρήσιμο στα αποτελέσματα των συγκρίσεων που εξάγονται για την S να μπορούν να εισάγονται αυτόματα χωρίς επιπλέον επιβάρυνση συγκρίσεων και συσχετίσεις για υπηρεσίες διαδικτύου που αφορούν τις Κλάσεις Ισοδυναμίας με τις οποίες υπάρχει Σχέση Εξειδίκευσης με την P έτσι ώστε μέσω των αποτελεσμάτων να δίνεται η δυνατότητα τελικής επιλογής με ποια υπηρεσία διαδικτύου είναι επιθυμητή η αντικατάσταση της *S*.

3.4.2. Διαδικασία Οργάνωσης Κλάσεων Ισοδυναμίας

Σκοπός της παρούσας παραγράφου είναι να περιγραφεί η διαδικασία οργάνωσης των Κλάσεων Ισοδυναμίας για δύο διαφορετικές περιπτώσεις. Η περιγραφή της πρώτης περίπτωσης ξεκινά από την στιγμή που δεν υφίσταται οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Δηλαδή, η περιγραφή της συγκεκριμένης περίπτωσης ξεκινά από το αρχικό στάδιο του συστήματος. Η δεύτερη περίπτωση περιγράφει την ίδια διαδικασία οργάνωσης στην περίπτωση που ήδη καταχωρημένες σε προγενέστερο στάδιο λειτουργία του συστήματος υπηρεσίες διαδικτύου έχουν οργανωθεί σε Κλάσεις Ισοδυναμίας.

Αναφορικά με την πρώτη περίπτωση, έστω μια υπηρεσία διαδικτύου *X* καταχωρείται στο σύστημα για οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας και εισάγεται στην αποθήκη υπηρεσιών διαδικτύου (System Repository – Σχήμα 3.1). Σε αυτή την περίπτωση για το λόγο του ότι δεν υπάρχουν οργανωμένες Κλάσεις Ισοδυναμίας (αρχικό στάδιο του συστήματος) δημιουργείται η πρώτη Κλάση Ισοδυναμίας της οποίας εκπρόσωπος ορίζεται η υπηρεσία διαδικτύου *X*.

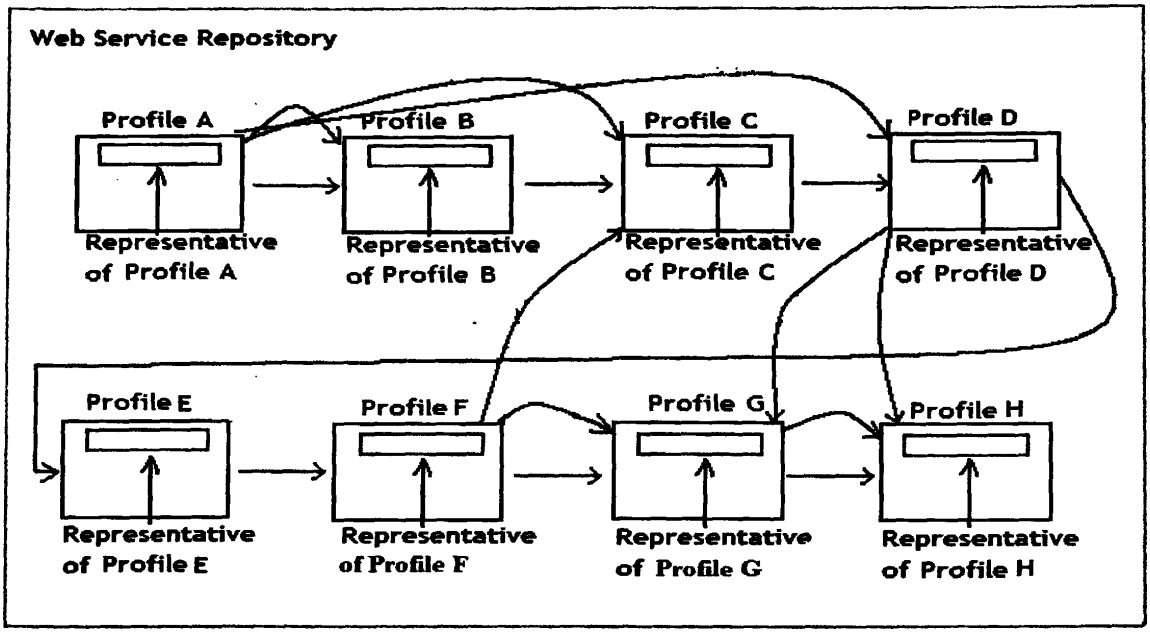
Στην δεύτερη περίπτωση στην οποία ήδη έχουν δημιουργηθεί Κλάσεις Ισοδυναμίας, η υπηρεσία διαδικτύου *X* που μόλις καταχωρήθηκε στο σύστημα για οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας αναζητεί στις υπάρχουσες Κλάσεις Ισοδυναμίας της αποθήκης, αυτές με τις οποίες μπορεί να συσχετιστεί με Σχέση Ισοδυναμίας. Η αναζήτηση για Σχέση Ισοδυναμίας πραγματοποιείται εξετάζοντας την υπηρεσία διαδικτύου *X* με τους εκπροσώπους των ήδη δημιουργημένων Κλάσεων Ισοδυναμίας μέχρι να βρεθεί

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Σχέση Ισοδυναμίας. Στην περίπτωση που βρει κάποια Κλάση Ισοδυναμίας με τον εκπρόσωπο της οποίας να συσχετίζεται με Σχέση Ισοδυναμίας, τότε η υπηρεσία διαδικτύου X εντάσσεται στην συγκεκριμένη Κλάση Ισοδυναμίας. Σε περίπτωση που δεν εντοπιστεί εκπρόσωπος κάποιας ήδη δημιουργημένης Κλάσης Ισοδυναμίας με τον οποίο να συσχετίζεται με Σχέση Ισοδυναμίας, τότε δημιουργείται μια νέα Κλάση Ισοδυναμίας η οποία εντάσσεται στο σύστημα και ορίζεται ως εκπρόσωπός της η υπηρεσία διαδικτύου X. Οι υπηρεσίες διαδικτύου που εντάχθηκαν σε κάποια Κλάση Ισοδυναμίας δεν είναι πια διαθέσιμες για αναζήτηση.

Μετά την δημιουργία κάποιας νέας Κλάσης Ισοδυναμίας και στην περίπτωση που υπάρχουν και άλλες Κλάσεις Ισοδυναμίας στο σύστημα ο εκπρόσωπος της νέας Κλάσης Ισοδυναμίας εξετάζει το ενδεχόμενο συσχέτισής του και κατ'επέκταση όλης της Κλάσης στην οποία είναι εκπρόσωπος με Σχέση Εξειδίκευσης. Ειδικότερα, για τον εκπρόσωπο της νέας Κλάσης εξετάζεται το κατά πόσο μπορεί να συσχετιστεί με Σχέση Εξειδίκευσης με κάποια άλλη Κλάση Ισοδυναμίας. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη εξέταση του εκπροσώπου της νέας Κλάσης Ισοδυναμίας με όλους τους υπόλοιπους εκπροσώπους για πιθανές συσχετίσεις μέσω της Σχέσης Εξειδίκευσης. Παρόμοια διαδικασία ακολουθείται και από τους εκπροσώπους των άλλων Κλάσεων Ισοδυναμίας εξετάζοντας το ενδεχόμενο να διαθέτουν Σχέση Εξειδίκευσης με την νέα Κλάση Ισοδυναμίας. Με τον τρόπο αυτό, κάθε φορά που δημιουργείται μια νέα Κλάση Ισοδυναμίας, δημιουργούνται συσχετίσεις μεταξύ των Κλάσεων Ισοδυναμίας που προϋπήρχαν της νέας Κλάσης με την νέα. Στην περίπτωση που η νέα Κλάση Ισοδυναμίας που δημιουργήθηκε είναι και η πρώτη που οργανώθηκε στο σύστημα η συγκεκριμένη διαδικασία εύρεση Σχέσεων Εξειδίκευσης δεν εκτελείται. Η χρησιμότητα των συσχετίσεων μεταξύ των κλάσεων Ισοδυναμίας παρουσιάζεται στην παράγραφο 3.5. Η οργάνωση των Κλάσεων Ισοδυναμίας θα έχει την μορφή που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.40.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.40 Ενδεικτικό παράδειγμα οργάνωσης με Κλάσεις Ισοδυναμίας.

3.4.3. Περίπτωση Χρήσης: Citeseer-like Web Services

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία οργάνωσης των Κλάσεων Ισοδυναμίας χρησιμοποιώντας υπηρεσίες διαδικτύου με δομή και λειτουργικότητα όμοια με αυτές που περιγράφηκαν στον παράγραφο 3.3.4. Ειδικότερα, περιγράφεται η περίπτωση που το σύστημα έχει ολοκληρώσει την ανάλυση (Parsing) κάποιας υπηρεσίας διαδικτύου που εισάγεται στο σύστημα και αποθηκεύεται στην αποθήκη υπηρεσιών του συστήματος. Στην παρούσα φάση δεν υπάρχει οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας των υπηρεσιών διαδικτύου που μετέχουν στο σύστημα.

Αρχικά, στο σύστημα εισάγεται και αναλύεται η υπηρεσία διαδικτύου *CiteseerAPI2*. Για τον λόγω του ότι στο σύστημα δεν υπάρχει οργάνωση για Κλάσεις Ισοδυναμίας η συγκεκριμένη υπηρεσία δημιουργεί μια νέα Κλάση Ισοδυναμίας στη οποία επιπροσθέτως ανατίθεται και ως εκπρόσωπος. Ακολούθως, στο σύστημα εισάγεται η υπηρεσία διαδικτύου *CitesserAPI4* (Σχήμα 3.41). Σύμφωνα με την διαδικασία οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.4.2 η συγκεκριμένη υπηρεσία θα ενταχθεί στην ίδια Κλάση Ισοδυναμίας με την υπηρεσία

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

CiteseerAPI2 καθώς οι συγκεκριμένες υπηρεσίες διαδικτύου συσχετίζονται με Σχέση Ισοδυναμίας. Για τον λόγω του ότι δεν υπάρχουν άλλες Κλάσεις Ισοδυναμίας στο σύστημα δεν πραγματοποιείται αναζήτηση για εύρεση Σχέσης Εξειδίκευσης με εκπροσώπους άλλων Κλάσεων Ισοδυναμίας.

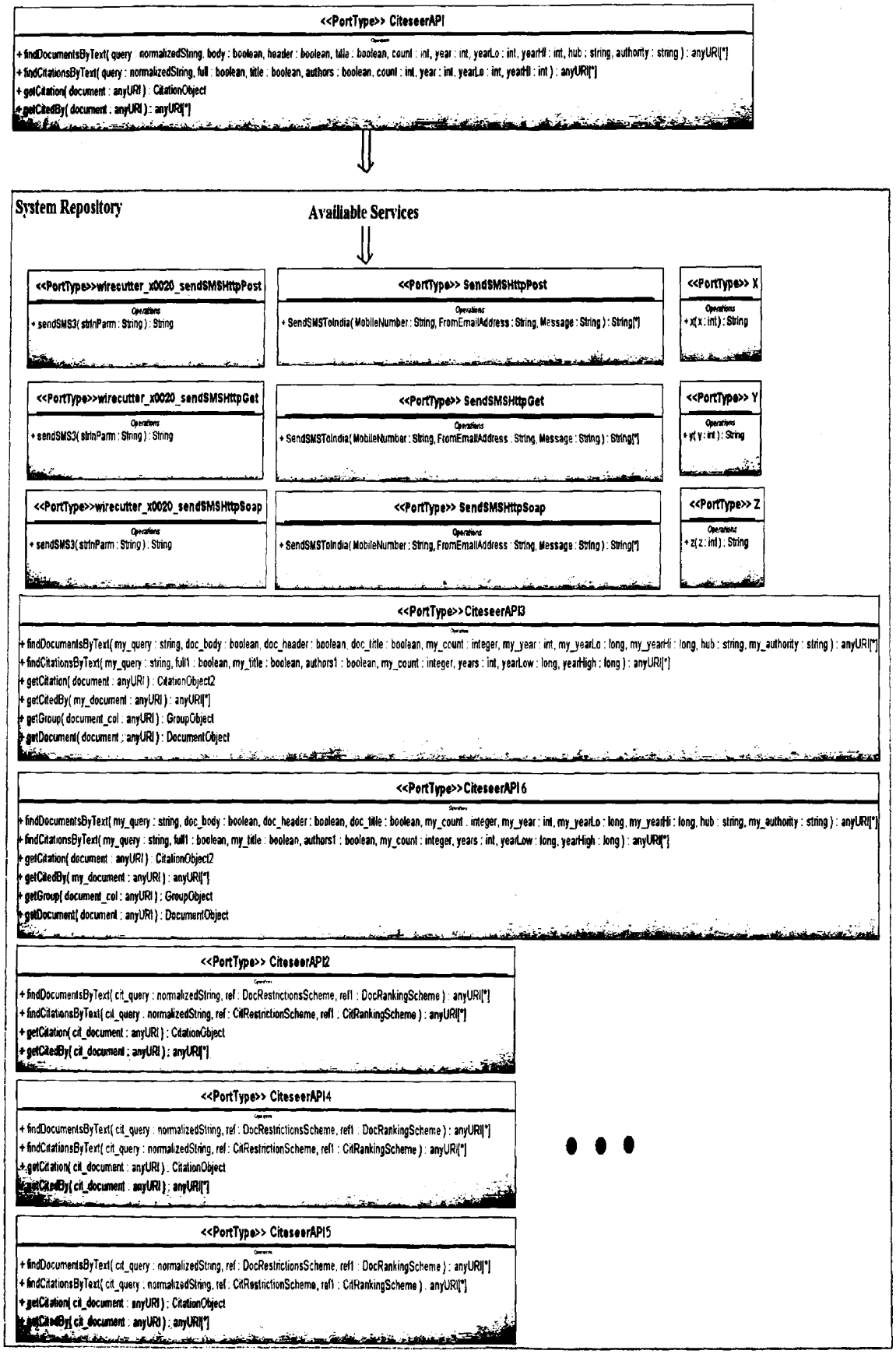
Ακολούθως, στο σύστημα εισάγεται η υπηρεσία διαδικτύου *CiteseerAPI3*. Η συγκεκριμένη υπηρεσία διαδικτύου δεν μπορεί να συσχετιστεί με Σχέση Ισοδυναμίας με τον εκπρόσωπο της μοναδικής Κλάσης Ισοδυναμίας που έχει δημιουργηθεί μέχρι τώρα στο σύστημα (*CiteseerAPI2*). Για τον λόγο αυτό σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.4.2. δημιουργείται μια νέα Κλάση Ισοδυναμίας της οποία εκπρόσωπος ορίζεται η υπηρεσία διαδικτύου *CiteseerAPI3* (Σχήμα 3.29). Λόγω του ότι υπάρχουν δύο Κλάσεις Ισοδυναμίας διαθέσιμες στην αποθήκη του συστήματος εξετάζεται το κατά πόσο μπορούν να συνδεθούν οι δύο Κλάσεις με σχέση Εξειδίκευσης. Προκύπτει ότι ο εκπρόσωπος της πρώτης Κλάσης Ισοδυναμίας που εισήχθη στο σύστημα (*CiteseerAPI2*) αποτελεί εξειδίκευση του εκπροσώπου της δεύτερης Κλάσης Ισοδυναμίας (*CiteseerAPI3*) του συστήματος. Έτσι σύμφωνα με τήν διαδικασία κατασκευής Κλάσεων Ισοδυναμίας οι δύο προαναφερόμενες Κλάσεις Ισοδυναμίας συσχετίζονται με Σχέση Εξειδίκευσης. Η συγκεκριμένη συσχέτιση απεικονίζεται στα παρεχόμενα Σχήματα ως βελάκι, το οποίο προσδιορίζει ότι τα μέλη της Κλάση Ισοδυναμίας που βρίσκεται στην αρχή του αποτελούν Εξειδίκευση των μελών της Κλάσης Ισοδυναμίας στην οποία καταλήγει. Τέλος, στο σύστημα εισάγεται η υπηρεσία διαδικτύου *CiteseerAPI6* (Σχήμα 3.41). Η συγκεκριμένη υπηρεσία για τον λόγω του ότι μπορεί να συσχετιστεί με Σχέση Ισοδυναμίας με την Κλάση Ισοδυναμίας της οποία εκπρόσωπος είναι η υπηρεσία *CiteseerAPI3*, εντάσσεται στην συγκεκριμένη Κλάση.

Εφαρμόζοντας την διαδικασία που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.4.2. οργανώνεται με τον ίδιο τρόπο η συνολική δομή που των Κλάσεων Ισοδυναμίας του συστήματος αν εισαχθούν σε αυτό σειριακά όλες οι υπηρεσίες διαδικτύου του Σχήματος 3.41. Η τελική οργάνωση των Κλάσεων Ισοδυναμίας παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.42. Υπενθυμίζεται ότι τα βελάκια απεικονίζουν τις Σχέσεις εξειδίκευσης μεταξύ των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Στο Σχήμα 3.41 παρουσιάζεται η δομή που θα είχαν οι εισηγμένες στο σύστημα υπηρεσίες διαδικτύου χωρίς την οργάνωση σε Κλάσεις

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

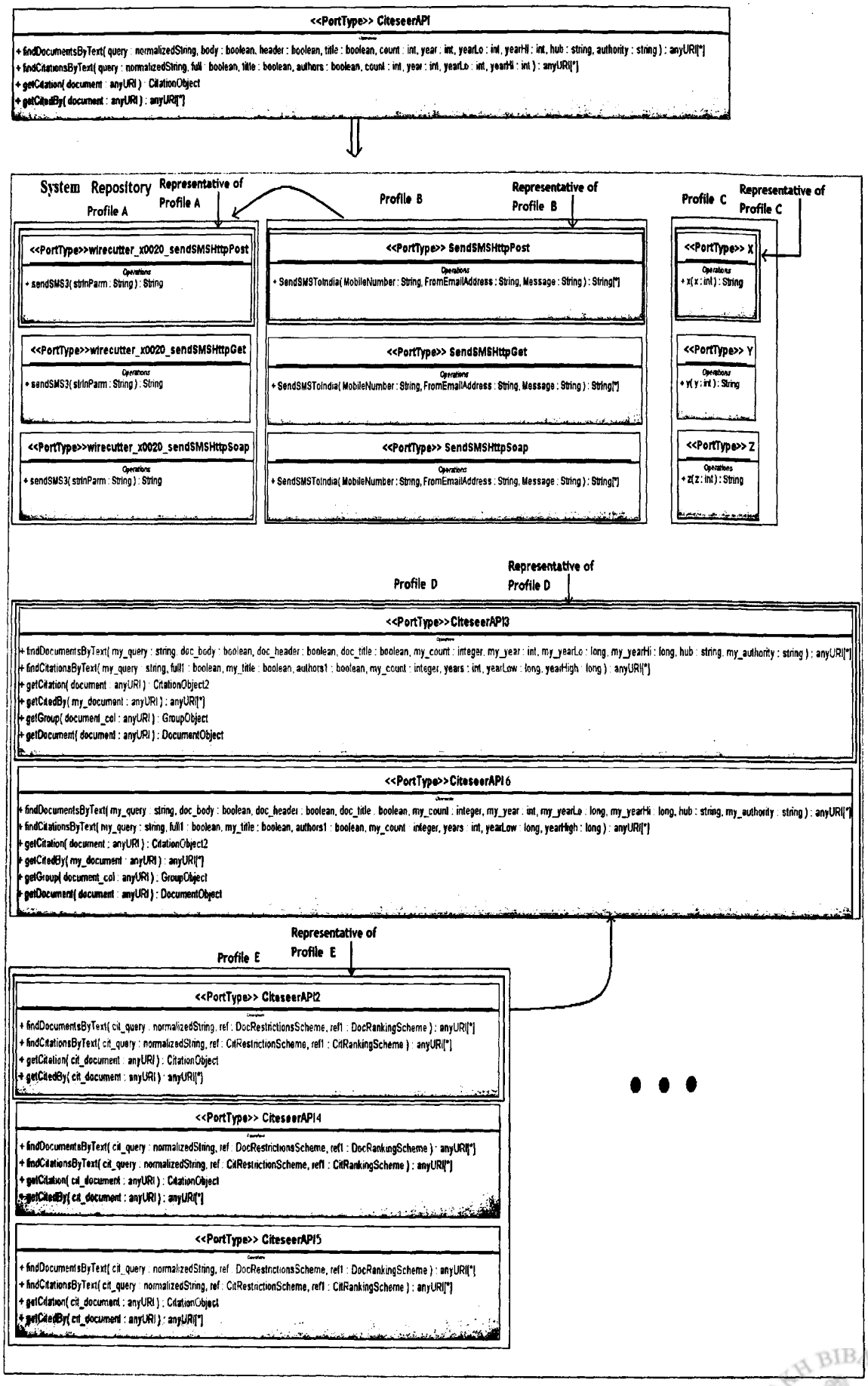
Ισοδυναμίας. Έτσι, η υπηρεσία *CiteseerAPI* που προορίζεται για αντικατάσταση πρέπει να εξετάσει τις Σχέσεις Αντικατάστασης ξεχωριστά με όλες τις υπηρεσίες του Σχήματος 3.41. Απεναντίας, με την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.42 η υπηρεσία που οδεύει για αντικατάσταση θα εξεταστεί μόνο με τους εκπροσώπους των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.41 Οργάνωση υπηρεσιών συστήματος χωρίς Κλάσεις Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.42 Οργάνωση υπηρεσιών συστήματος με Κλάσεις Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.5. Διαδικασία Αναζήτησης αντικαταστάτριας υπηρεσίας διαδικτύου

Μέχρι στιγμής έχουν περιγραφεί οι σχέσεις με τις οποίες αποφαίνεται το σύστημα για το κατά πόσο οι αντικαταστάσεις των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου είναι εφικτές, αλλά και ένας αποδοτικός τρόπος οργάνωσης των υπηρεσιών σε Κλάσεις Ισοδυναμίας (Profiles) για την πραγματοποίηση αποδοτικής αναζήτησης. Στην παρούσα παράγραφο περιγράφεται η διαδικασία με την οποία πραγματοποιείται αποδοτική αναζήτηση με την βοήθεια των σχέσεων που περιγράφηκαν αλλά και την οργάνωσης που προτάθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Αρχικά, πρέπει να τονιστεί το προτεινόμενο σύστημα παρέχει δύο δυνατότητες αναζήτησης για την εύρεση αντικαταστατών. Η πρώτη δυνατότητα αναζήτησης συμπεριλαμβάνει στα αποτελέσματα περιπτώσεις συσχετίσεων με Σχέσεις Ισοδυναμίας και περιπτώσεις υποψήφιων αντικαταστατών με τις οποίες υπάρχει συσχέτιση με την Σχέση Εξειδίκευσης. Αρχικά, η συγκεκριμένη περίπτωση εξετάζει την ύπαρξη Σχέσης Ισοδυναμίας μεταξύ των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου και σε περίπτωση που δεν υφίσταται τέτοια συσχέτιση η συγκεκριμένη δυνατότητα αναζήτησης εξετάζει και την περίπτωση συσχέτισης με Σχέση Εξειδίκευσης μεταξύ των ίδιων συγκρινόμενων μερών. Σε περίπτωση που υπάρξει συσχέτιση με την Σχέση Ισοδυναμίας μεταξύ της προς αντικατάστασης υπηρεσίας και της υποψήφιας αντικαταστάτριας στα αποτελέσματα εισάγονται και οι υπηρεσίες διαδικτύου με τις οποίες η υποψήφια αντικαταστάτρια που, εντοπίστηκε προηγουμένως, συσχετίζεται με Σχέση Εξειδίκευσης, εφόσον φυσικά υπάρχουν τέτοιες συσχετίσεις. Η δεύτερη δυνατότητα αναζητεί για υποψήφιες αντικαταστάτριες υπηρεσίες διαδικτύου με την χρήση αποκλειστικά της Σχέσης Ισοδυναμίας. Δηλαδή, για αυτή την περίπτωση εντοπίζονται και εξάγονται στα αποτελέσματα υποψήφιοι αντικαταστάτες, αποκλειστικά αυτοί με τους οποίους η υπηρεσία διαδικτύου που οδεύει για αντικατάσταση συσχετίζεται με Σχέση Ισοδυναμίας.

Οπότε, επιθυμώντας την αντικατάσταση μιας δεδομένης υπηρεσίας διαδικτύου S με μια από τις διαθέσιμες (System Repository) η αναζήτηση των υποψήφιων αντικαταστατριών πραγματοποιείται εξετάζοντας σειριακά κάθε μια από τις Κλάσεις Ισοδυναμίας (τους εκπροσώπους των Κλάσεων) οι οποίες έχουν δημιουργηθεί με σε

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

προγενέστερο στάδιο με τον τρόπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.4.2. Κατά την συγκεκριμένη εξέταση συγκεντρώνονται αναλυτικά αποτελέσματα που αφορούν την προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου τα οποία ως επί το πλείστον αποτελούν αποτελέσματα της εξέτασης με τις εκάστοτε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Πιο συγκεκριμένα συγκεντρώνονται στοιχεία αναφορικά με το κατά πόσο εφικτή είναι η αντικατάσταση με τον εκπρόσωπο μιας Κλάσης Ισοδυναμίας καθώς και με ποια σχέση είναι εφικτή η αντικατάσταση αλλά και με ποια έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης. Πρακτικά, τα αποτελέσματα εμπεριέχουν όλα τα στοιχεία για τις υποψήφιες αντικαταστάτριες υπηρεσίες διαδικτύου ώστε με βάση αυτά να αποφασιστεί με ποια υπηρεσία τελικά θα πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση. Το τι ακριβώς εμπεριέχουν τα συγκεκριμένα στοιχεία περιγράφεται στην ακόλουθη παράγραφο.

Επιστρέφοντας στην διαδικασία της σύγκρισης, έχοντας επιλέξει την πρώτη δυνατότητα αναζήτησης, για κάθε Κλάση Ισοδυναμίας εξετάζεται το κατά πόσο είναι εφικτή η αντικατάσταση της δεδομένης υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται, από τον εκπρόσωπο της συγκεκριμένης Κλάσης Ισοδυναμίας αρχικά μέσω της Σχέσης Ισοδυναμίας. Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η πραγματοποίηση της αντικατάστασης για την συγκεκριμένη σχέση πραγματοποιείται εξέταση για πιθανή αντικατάσταση μέσω της Σχέσης Εξειδίκευσης πάλι με τον εκπρόσωπο της ίδιας Κλάσης Ισοδυναμίας. Στην περίπτωση κατά την οποία εντοπιστεί ότι είναι εφικτή η αντικατάσταση της δεδομένης υπηρεσίας διαδικτύου μέσω της Σχέσης Ισοδυναμίας με τον εκπρόσωπο μιας Κλάσης Ισοδυναμίας στα αποτελέσματα εισάγεται ως πιθανός αντικαταστάτης ο εκπρόσωπος της συγκεκριμένης Κλάσης (και κατ'επέκταση όλα τα μέλη της Κλάσης λόγω ισοδυναμίας) αλλά και οι εκπρόσωποι των Κλάσεων Ισοδυναμίας με τις οποίες η εξεταζόμενη Κλάση Ισοδυναμίας συσχετιζόταν μέσω της Σχέσης Εξειδίκευσης. Αυτό συμβαίνει για τον λόγω του ότι αφού η δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου που οδεύει προς αντικατάσταση εντοπιστεί να συνδέεται με Σχέση Ισοδυναμίας με μια υπηρεσία X (εκπρόσωπος της εξεταζόμενης Κλάσης Ισοδυναμίας) τότε αυτό σημαίνει ότι είναι *ισοδύναμή* της. Για το λόγω αυτό αφού η υπηρεσία διαδικτύου X έχει ως πιθανούς αντικαταστάτες της τους εκπροσώπους των Κλάσεων Ισοδυναμίας με τους οποίους συνδέεται με την Σχέση Εξειδίκευσης τότε με τους ίδιους αλλά και με την ίδια σχέση (Σχέση Εξειδίκευσης)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

θα συνδέεται και η προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου. Οπότε και αυτά πρέπει να εισέλθουν στο αποτέλεσμα αντικατάστασης αυτομάτως.

Έχοντας επιλέξει την δεύτερη δυνατότητα αναζήτησης, το σύστημα εισάγει στα αποτελέσματα αποκλειστικά περιπτώσεις με τις οποίες η προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου συσχετίζεται με Σχέση Ισοδυναμίας. Δηλαδή, πραγματοποιώντας την αναζήτηση σειριακά για κάθε εκπρόσωπο μιας Κλάσης Ισοδυναμίας εξετάζεται το κατά πόσο η υπηρεσία διαδικτύου που αντικαθίσταται μπορεί να συσχετιστεί με Σχέση Ισοδυναμίας. Στην περίπτωση που η προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου βρεθεί να συσχετίζεται αποκλειστικά με Σχέση Εξειδίκευσης με τον εκπρόσωπο κάποιας Κλάσης τότε απλά ο εκπρόσωπος (και κατ'επέκταση όλα τα μέλη της Κλάσης) εισάγεται στα αποτελέσματα ως υποψήφιος αντικαταστάτης. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλα τις Κλάσεις Ισοδυναμίας που είναι διαθέσιμες. Τελικά, εξάγονται τα αποτελέσματα τα οποία εμπεριέχουν τους υποψήφιους αντικαταστάτες της διεπαφής που οδεύει για αντικατάσταση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.6. Εξαγωγή αντιστοιχίσεων

Στην παράγραφο αυτή γίνεται αναφορά στην δομή των αποτελεσμάτων που εξάγονται κατά την διαδικασία της αναζήτησης. Κατά την αναζήτηση πραγματοποιούνται συγκρίσεις διεπαφών για την εξέταση των σχέσεων αντικατάστασης. Κατά της συγκρίσεις διεπαφών όπως περιγράφηκε και στην παράγραφο 3.3 πραγματοποιούνται συγκρίσεις δομικών μερών των διεπαφών όπως είναι οι λειτουργίες και τα built-in types. Στα αποτελέσματα της κάθε σύγκρισης διεπαφών εισάγονται οι αντιστοιχίσεις, αν υπάρχουν, των δομικών μερών όπως αυτές προέκυψαν με βάση την διαδικασία που ακολουθείται ξεχωριστά για την κάθε σχέση όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.3.

Ειδικότερα, κατά την σύγκριση διεπαφών συγκεντρώνονται σε πρώτο στάδιο οι συσχετίσεις των built-in types που πιθανόν προκύπτουν. Αυτές οι συσχετίσεις προκύπτουν από την εξαγωγή της ελαχίστης έλλειψης συνάφειας built-in types εισόδου ή εξόδου. Όταν επιλέγεται μια συντεταγμένη (i, j) του συγκεκριμένου πίνακα με την βοήθεια του αλγορίθμου που προτείνεται στη [5] για τη συνολική ελάχιστη έλλειψη συνάφειας που αφορά τα built-in types, πρακτικά συσχετίζονται μεταξύ του το i built-in type με το j. Για αυτή τη συσχέτιση στα αποτελέσματα συγκεντρώνονται τα ονόματα, οι τύποι των συσχετιζόμενων built-in types και το αν είναι built-in types εισόδου ή εξόδου. Στο επόμενο στάδιο με βάση τις συσχετίσεις των built-in types η αντίστοιχη διαδικασία πραγματοποιείται και για τις λειτουργίες. Από τις συσχετίσεις που προκύπτουν από την επιλογή πίνακα ελάχιστης συνάφειας με βάση την [5] στα αποτελέσματα εισάγονται οι λειτουργίες που συσχετίζονται και οδηγούν στην ελάχιστη δυνατή συνάφεια. Σε αυτό το στάδιο εισάγονται στα αποτελέσματα τα ονόματα των συσχετιζόμενων λειτουργιών καθώς και η συνολική έλλειψη συνάφειας της μεταξύ τους αντικατάστασης. Τέλος, στα αποτελέσματα εισάγονται οι πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των διεπαφών όπως αυτές προκύπτουν από την εκτέλεση της διαδικασίας που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.3. Ειδικότερα, σε πρώτη φάση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εισάγεται το όνομα των διεπαφών που συσχετίζονται, ακολούθως εισάγεται ο τύπος της μεταξύ τους σχέσης (Ισοδυναμίας ή Εξειδίκευσης) και τέλος η συνολική έλλειψη ποιότητας αντικατάσταση (LQS). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ δύο διεπαφών συγκρατείται το όνομα των διεπαφών που συγκρίθηκαν και ο τύπος της σχέσης η οποία **δεν** λαμβάνει χώρα.

3.6.1. Περίπτωση Χρήσης: Citeseer-like Web Services

Στο Σχήμα 3.43 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα αποτελέσματος μετά από σύγκριση για εντοπισμό Σχέσης Ισοδυναμίας μεταξύ των διεπαφών *CiteseerAPI* και *CiteseerAPI2*.

PortTypes: CiteseerAPI ----------> CiteseerAPI2

Σχέση: Ισοδυναμίας

Συνολική Έλλειψη Ποιότητας Αντικατάστασης: 0

Συσχετίσεις Λειτουργιών

Λειτουργίες findDocumentsByText ----> findDocumentsByText Έλλειψη Συνάφειας : 0

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: query Type: normalizedString---> Name: cit_query Type: normalizedString

Name: Body Type: boolean ----------> Name: Body Type: boolean

Name: header Type: boolean ----------> Name: header Type: boolean

Name: title Type: boolean ----------> Name: title Type: boolean

Name: count Type: int ----------> Name: count Type: int

Name: year Type: int ----------> Name: year Type: int

Name: yearLo Type: int ----------> Name: yearLo Type: int

Name: yearHi Type: int ----------> Name: yearHi Type: int

Name: hub Type: string ----------> Name: hub Type: string

Name: authority Type: string ----------> Name: authority Type: string

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: result Type: anyURI----------> Name: result Type: anyURI

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Λειτουργίες findCitationsByText----------> findCitationsByText Έλλειψη Συνάφειας : 0

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: query Type: normalizedString---> Name: cit_query Type: normalizedString

Name: full Type: boolean ----------> Name: full Type: boolean

Name: title Type: boolean ----------> Name: title Type: boolean

Name: authors Type: boolean ----------> Name: authors Type: boolean

Name: count Type: int ----------> Name: count Type: int

Name: year Type: int ----------> Name: year Type: int

Name: yearLo Type: int ----------> Name: yearLo Type: int

Name: yearHi Type: int ----------> Name: yearHi Type: int

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: result Type: anyURI----------> Name: result Type: anyURI

Λειτουργίες getCitation ----------> getCitation Έλλειψη Συνάφειας : 0

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: document Type: anyURI ----------> Name: cit_document Type: anyURI

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: title Type: string ----------> Name: title Type: string

Name: author Type: string ----------> Name: author Type: string

Name: year Type: int ----------> Name: year Type: int

Name: Group Type: anyURI ----------> Name: Group Type: anyURI

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Λειτουργίες getCitedBy ----------> getCitedBy Έλλειψη Συνάφειας : 0

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: document Type: anyURI ----------> Name: cit_document Type: anyURI

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: result Type: anyURI ----------> Name: result Type: anyURI

Σχήμα 3.43 Αποτελέσματα συσχέτισης *CiteseerAPI* --> *CiteseerAPI2* Σχέση Ισοδυναμίας.

Στο Σχήμα 3.44 παρουσιάζεται παράδειγμα αποτελέσματος μετά από σύγκριση για εντοπισμό Σχέσης Εξειδίκευσης μεταξύ των διεπαφών *CiteseerAPI* και *CiteseerAPI3*.

PortTypes: CiteseerAPI ----------> CiteseerAPI3

Σχέση: Σχέση Εξειδίκευσης

Συνολική Έλλειψη Ποιότητας Αντικατάστασης: 12

Συσχετίσεις Λειτουργιών

Λειτουργίες findDocumentsByText ---------> findDocumentsByText Έλλειψη Συνάφειας : 5

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: query Type: normalizedString----------> Name: my_query Type: string

Name: Body Type: boolean ----------> Name: doc_body Type: boolean

Name: header Type: boolean ----------> Name: doc_header Type: boolean

Name: title Type: boolean ----------> Name: doc_title Type: boolean

Name: count Type: int ----------> Name: my_count Type: integer

Name: year Type: int ----------> Name: my_year Type: int

Name: yearLo Type: int ----------> Name: my_yearLo Type: long

Name: yearHi Type: int ----------> Name: my_yearHi Type: long

Name: hub Type: string ----------> Name: hub Type: string

Name: authority Type: string ----------> Name: my_authority Type: string

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: result Type: anyURI----------> Name: result Type: anyURI

Λειτουργίες findCitationsByText----------> findCitationsByText Έλλειψη Συνάφειας : 5

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: query Type: normalizedString----------> Name: my_query Type: string

Name: full Type: boolean ----------> Name: full1 Type: boolean

Name: title Type: boolean ----------> Name: my_title Type: boolean

Name: authors Type: boolean ----------> Name: authors1 Type: boolean

Name: count Type: int ----------> Name: my_count Type: integer

Name: year Type: int ----------> Name: years Type: int

Name: yearLo Type: int ----------> Name: yearLo Type: long

Name: yearHi Type: int ----------> Name: yearHi Type: long

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: result Type: anyURI----------> Name: result Type: anyURI

Λειτουργίες getCitation ----------> getCitation Έλλειψη Συνάφειας : 2

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: document Type: anyURI ----------> Name: document Type: anyURI

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: title Type: string ----------> Name: title Type: normalizedString

Name: author Type: string ----------> Name: author Type: normalizedstring

Name: year Type: int ----------> Name: year Type: int

Name: Group Type: anyURI ----------> Name: Group Type: anyURI

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Λειτουργίες getCitedBy ----------> getCitedBy Έλλειψη Συνάφειας : 0

Συσχετίσεις built-in types εισόδου

Name: document Type: anyURI ----------> Name: my_document Type: anyURI

Συσχετίσεις built-in types εξόδου

Name: result Type: anyURI ----------> Name: result Type: anyURI

Σχήμα 3.44 Αποτελέσματα συσχέτισης *CiteseerAPI* --> *CiteseerAPI3* Σχέση Εξειδίκευσης.

Στο Σχήμα 3.45 παρουσιάζεται παράδειγμα αποτελέσματος μετά από σύγκριση για εντοπισμό Σχέσης Ισοδυναμίας μεταξύ των διεπαφών *CiteseerAPI* και *CiteseerAPI3* (δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη αντικατάσταση).

PortTypes: CiteseerAPI ----------> CiteseerAPI3

Σχέση: Ισοδυναμίας

Συνολική Έλλειψη Ποιότητας Αντικατάστασης: $+\infty$

Σχήμα 3.45 Αποτελέσματα συσχέτισης *CiteseerAPI* --> *CiteseerAPI3* Σχέση Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.7. Παραγωγή Προσαρμογέων

Στο προτεινόμενο πλαίσιο μέχρι στιγμής έχει περιγραφεί η μεθοδολογία και τα εργαλεία επιλογής υποψήφιων αντικαταστατών για μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου. Στην παρούσα παράγραφο περιγράφεται η ολοκλήρωση της διαδικασίας της αντικατάστασης της δεδομένης υπηρεσίας με αυτή που έχει επιλεγεί βάση των αποτελεσμάτων που έχουν εξαχθεί.

Μέχρι το συγκεκριμένο σημείο το προτεινόμενο από την διατριβή πλαίσιο πραγματοποιεί την διαδικασία της αντικατάστασης μιας δεδομένης υπηρεσίας διαδικτύου εξάγοντας αποτελέσματα συσχετίσεων αναφορικά με τους υποψήφιους αντικαταστάτες. Με βάση τα συγκεκριμένα αποτελέσματα για να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση ο χρήστης καλείται να επιλέξει μια από τις υπηρεσίες διαδικτύου που ανήκει στα εξαγόμενα αποτελέσματα ώστε να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση.

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των αντιστοιχίσεων που εξήχθησαν με τον τρόπο που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, το τελικό στάδιο της αντικατάστασης περιλαμβάνει την παραγωγή ενός προσαρμογέα (Adapter) ο οποίος πραγματοποιεί τις αντιστοιχίσεις των κλήσεων των λειτουργιών της υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται με τις αντίστοιχες κλήσεις της επιλεγμένης από τον χρήστη αντικαταστάτριας υπηρεσίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

3.7.1. Υλοποίηση του Προσαρμογέα

Ειδικότερα, κατά την παραγωγή του προσαρμογέα δημιουργείται μια κλάση η οποία υλοποιεί τον προσαρμογέα και η οποία αντιστοιχίζει τις κλήσεις των λειτουργιών που παρέχονται από την προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου, σε κλήσεις της υπηρεσίας που έχει επιλεγεί ως η επιθυμητή αντικαταστάτρια βάση των αντιστοιχίσεων των αποτελεσμάτων που έχουν εξαχθεί κατά την αναζήτηση. Για να πραγματοποιηθεί η αντιστοίχιση των λειτουργιών επιβάλλεται πρώτα να πραγματοποιηθεί η αντιστοίχιση των XML τύπων εισόδου/ εξόδου των αντιστοιχιζόμενων λειτουργιών. Στην περίπτωση που οι XML τύποι που χρησιμοποιούνται ως παράμετροι στις λειτουργίες **δεν** είναι σύνθετοι τύποι (ComplexTypes) η αντιστοίχιση μεταξύ των XML τύπων στην κλάση του προσαρμογέα μπορεί να γίνει με πολύ απλό τρόπο. Σε διαφορετική περίπτωση πρέπει να γίνουν πιο πολύπλοκες μετατροπές κατά την αντιστοίχιση οι οποίοι αναλύονται ακολούθως.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα, αν γίνει η υπόθεση ότι η υπηρεσία διαδικτύου *S* αντικαθίσταται από την υπηρεσία διαδικτύου *P*, τότε η κλάση που υλοποιεί τον προσαρμογέα επιβάλλεται σε πρώτη φάση να διαθέτει μια αναφορά στην υπηρεσία διαδικτύου (δηλαδή μια αναφορά στο αντικείμενό της) *P*. Επίσης, η συγκεκριμένη κλάση πρέπει να διαθέτει αριθμό λειτουργιών όμοιο με της *S* με υλοποίηση σε κάθε μία τέτοια ώστε να εκτελεί τις αντιστοιχίσεις (mapping) που επιτάσσουν τα αποτελέσματα της αναζήτησης. Δηλαδή, οι λειτουργίες αυτές διαθέτουν όνομα και δομή (δηλαδή πλήθος παραμέτρων) όμοια με αυτές που προέρχονται από την *S* και στις υλοποιήσεις τους εκτελούνται οι λειτουργίες της *P* μέσω της αναφοράς που υπάρχει για την *P* έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν οι αντιστοιχίσεις που επιτάσσουν τα αποτελέσματα που εξήχθησαν και αφορούν την αντικατάσταση της *S* από την *P*.

3.7.2. Περιγραφή Χρήσης: Citeseer-like (Adapter)

Συνεχίζοντας το παράδειγμα αντικατάστασης της υπηρεσίας διαδικτύου *CiteseerAPI* (Σχήμα 3.17) από την υπηρεσία διαδικτύου *CiteseerAPI2* (Σχήμα 3.19) και

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

διαθέτοντας τα αποτελέσματα (Σχήμα 3.43) που εξάγει το προτεινόμενο πλαίσιο για την αντικατάσταση μέσω της **Σχέσης Ισοδυναμίας** μεταξύ των δύο υπηρεσιών παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχήμα η δομή της κλάσης του προσαρμογέα περιλαμβάνοντας αρχικά την μια απλή λειτουργία (getCitedBy) της υπηρεσίας *CiteseerAPI* η οποία δεν περιλαμβάνει σύνθετους τύπους στα μέρη (Parts) των μηνυμάτων εισόδου/ εξόδου που χρησιμοποιεί.

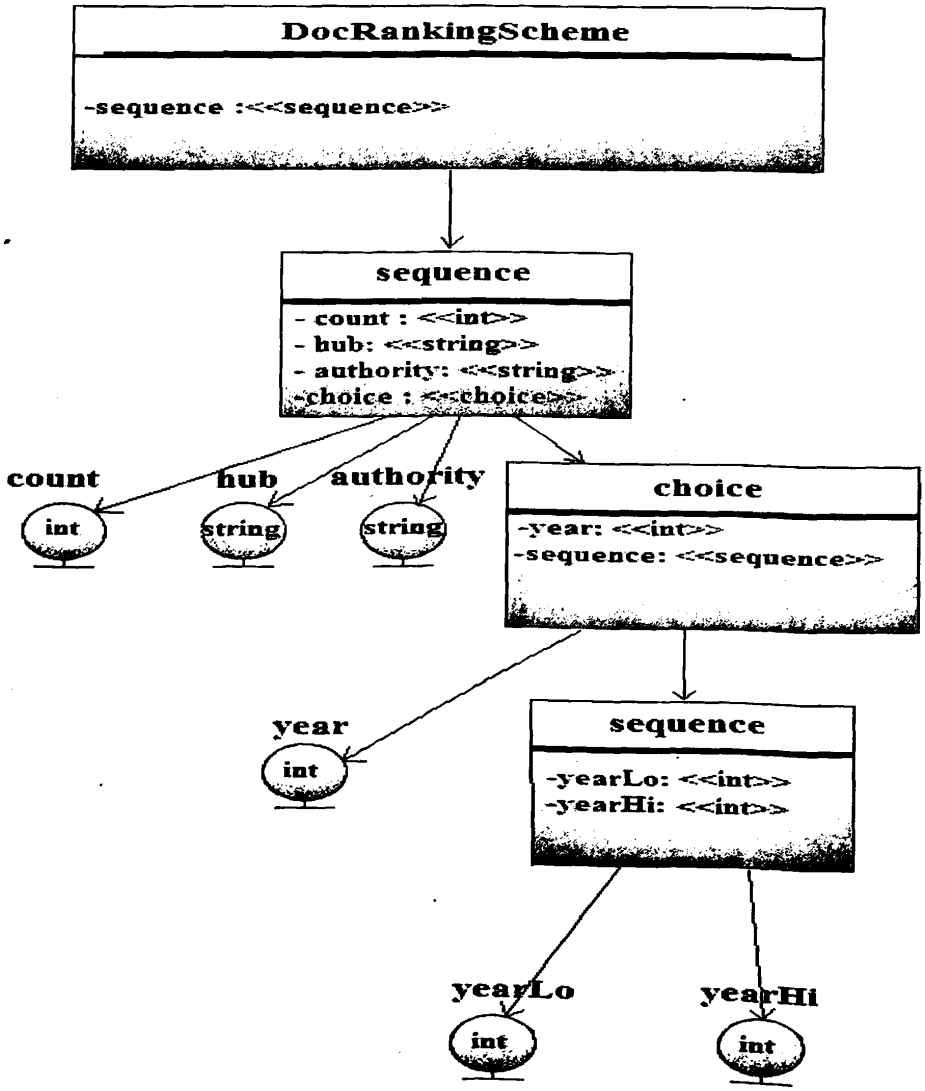
```
Class CiteseerAPI_CiteseerAPI2Adapter
{
        CiteseerAPI2 ref;   /*Αναφορά σε αντικείμενο (Service) CitesserAPI2*/

anyURI getCitedBy(anyURI document)
{
        anyURI result= ref.getCitedBy(document)
                        /* Υλοποίηση αντιστοίχισης για την λειτουργία getCitedBy*/
/*      CiteseerAPI          -->          CiteseerAPI2*/
/* Name: document Type: anyURI --> Name: cit_document Type: anyURI*/
        return result;
}
}
```

Σχήμα 3.46 Υλοποίηση προσαρμογέα που πραγματοποιεί τις αντιστοιχίσεις για την λειτουργία getCitedBy.

Στην παρούσα φάση ο προσαρμογέας έχει υλοποιήσει την αντιστοίχιση μόνο μιας λειτουργίας (getCitedBy) της προς αντικατάστασης υπηρεσίας διαδικτύου (*CiteseerAPI*) για να ολοκληρωθεί η παραγωγή του επιβάλλεται να υλοποιηθούν εντός της κλάσης CiteseerAPI_CiteseerAPI2Adapter όλες οι αντιστοιχίσεις των αποτελεσμάτων του Σχήματος 3.43. Η διαδικασία για τους XML τύπους που προέρχονται από σύνθετους τύπους (ComplexTypes) είναι πιο σύνθετη. Ειδικότερα, για τον λόγω του ότι υπάρχουν σύνθετοι τύποι οι οποίοι αναλύονται για να εξαχθούν οι βασικοί XML τύποι που βρίσκονται εμφωλευμένοι σε αυτούς, μια απλή ανάθεση (casting) κατά την αντιστοίχηση ενός απλού τύπου δεδομένου με έναν σύνθετο δεν θα είχε το επιθυμητό αποτέλεσμα, καθώς τα εξαγόμενα αποτελέσματα αφορούν

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

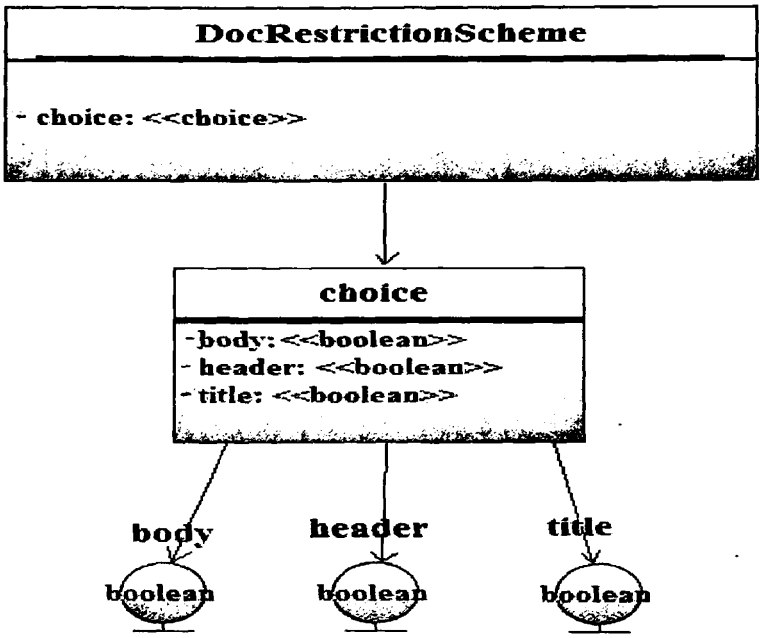
αντιστοιχίσεις μεταξύ βασικών XML τύπων. Δηλαδή, με βάση το παράδειγμα δεν μπορούμε να αντιστοιχίσουμε έναν βασικό τύπο με έναν σύνθετο (π.χ. boolean Body της CiteseerAPI με DocRestrictionScheme της *CiteseerAPI2*) καθώς κάτι τέτοιο δεν υφίσταται στα εξαγόμενα αποτελέσματα. Παρατηρείται ότι οι σύνθετοι τύποι μπορούν να απεικονιστούν καλύτερα με την μορφή ενός δέντρου. Δηλαδή ένας σύνθετος τύπος (ComplexType) μπορεί να απεικονιστεί με την βοήθεια της δομής ενός δέντρου στο οποίου υπάρχουν στην κορυφή και στα ενδιάμεσα επίπεδα πιθανοί σύνθετοι τύποι (ComplexTypes) και στα φύλλα του υπάρχουν οι βασικοί XML τύποι. Κάθε κόμβος του δέντρου περιλαμβάνει το όνομα του κόμβου αλλά και αναφορές στους τύπους (Complex ή Basic type) που πιθανόν να περιλαμβάνει ο συγκεκριμένος κόμβος. Στο ακόλουθο Σχήμα περιγράφεται ο σύνθετος τύπος DocRankingScheme (Σχήμα 3.20) της υπηρεσίας *CiteseerAPI2* με την μορφή δέντρου.



Σχήμα 3.47 Σύνθετος Τύπος DocRankingScheme οργανωμένος σε δέντρο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η δομή του σύνθετου τύπου DocRestrictionScheme ο οποίος χρησιμοποιείται από την μέθοδο findDocumentsByText υπηρεσίας διαδικτύου *CiteseerAPI2* παρουσιάζεται με τον δέντρο του επόμενου Σχήματος.



Σχήμα 3.48 Σύνθετος Τύπος DocRestrictionScheme οργανωμένος σε δέντρο.

Η οργάνωση αυτή των σύνθετων τύπων σε δέντρο βοηθά στη διαδικασία πραγματοποίησης των αντιστοιχίσεων που έχουν εξαχθεί από τα αποτελέσματα της αναζήτησης. Ειδικότερα, ο προσαρμογέας για να διευκολύνει τις αντιστοιχίσεις χρησιμοποιεί κάθε κόμβο του δέντρου ο οποίος δεν είναι φύλλο για να δημιουργήσει μια κλάση η οποία παράγεται δυναμικά. Κάθε κλάση περιέχει ως χαρακτηριστικά της τους βασικούς ή σύνθετους τύπους που εμπεριέχει κάθε κόμβος που δεν είναι φύλλο. Επίσης, διαθέτει ως λειτουργίες μεθόδους, οι οποίες επιστρέφουν αναφορές σε αντικείμενα τα οποία είναι χαρακτηριστικά της κλάσης (π.χ. string getcount(), string gethub()).

Την συγκεκριμένη δομή της κλάσης υιοθετούν όλοι κόμβοι του δέντρου εκτός των φύλλων που σχηματίζει ο εκάστοτε σύνθετος τύπος. Τα φύλλα είναι πρακτικά αντικείμενα βασικών XML τύπων. Με την χρήση των μεθόδων της εκάστοτε κλάσης που αντιστοιχεί σε ενδιάμεσο κόμβο ενός δέντρου μπορούν να επιστραφούν δεδομένα που βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα του δέντρου πραγματοποιώντας διαδοχικές

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

κλήσεις μεθόδων οι οποίες οδηγούν σε χαμηλότερα επίπεδα του δέντρου. Για παράδειγμα, αν υποτεθεί ότι ο προσαρμογέας κατά την επεξεργασία του σύνθετου τύπου DocRestrictionScheme (Σχήμα 3.47) έχει δημιουργήσει την ιεραρχία κλάσεων που αντιστοιχεί στο δέντρο του συγκεκριμένου σύνθετου τύπου τότε διαθέτοντας μια αναφορά (ref) σε αντικείμενο της κορυφής του δέντρου (class DocRestrictionScheme) είναι εφικτή η επιστροφή του βασικού XML τύπου yearLo από το χαμηλότερο επίπεδο του δέντρου εκτελώντας την ακόλουθη εντολή: ref.getsequence().getchoice().getsequence().getyearLo();. Η εντολή αυτή θα επιστρέψει ένα βασικό XML τύπο int. Στην περίπτωση που είναι επιθυμητή η αντιστοίχηση του συγκεκριμένου τύπου με κάποιον που επιτάσσουν τα αποτελέσματα τότε θα χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη εντολή για να πραγματοποιηθεί η αντιστοίχηση.

3.8. Αναλυτική Δομή του Συστήματος

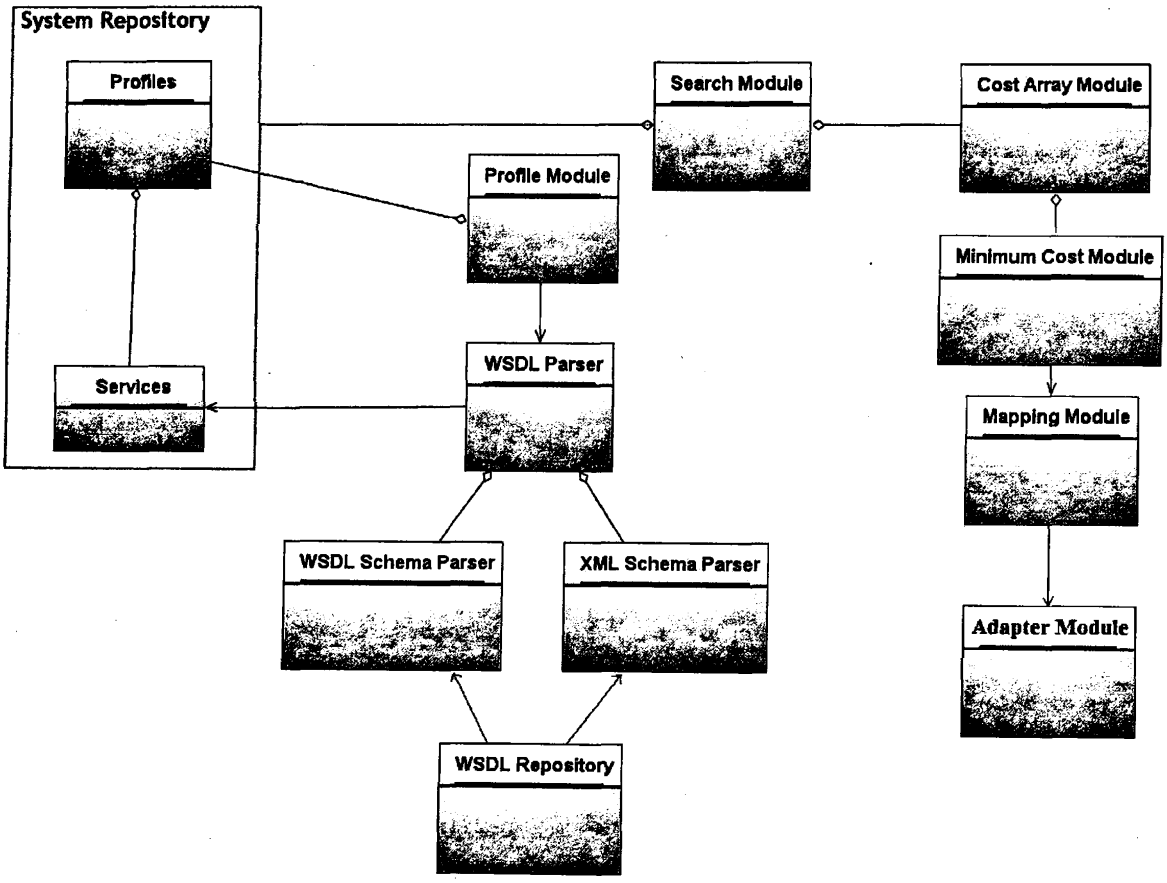
Στην παρούσα παράγραφο περιγράφεται η δομή του προτεινόμενου από την διατριβή συστήματος. Για να λειτουργήσει το σύστημα και για να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις μεταξύ διεπαφών αλλά και για να εξαχθούν οι συσχετίσεις μεταξύ των διεπαφών αλλά και τα αποτελέσματα, απαιτείται σε πρώτη φάση η δημιουργία μια δομής όμοιας με το Σχήμα 3.3 για κάθε υπηρεσία διαδικτύου που θα μετέχει στο σύστημα. Με την συγκεκριμένη δομή είναι εφικτή η διαχείριση της εκάστοτε διεπαφής μιας υπηρεσίας διαδικτύου έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν οι συγκρίσεις και οι εξαγωγές αποτελεσμάτων για την συνολική έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης. Οι υπηρεσίες διαδικτύου που μετέχουν στο σύστημα εισάγονται σε αυτό με την μορφή wsdl εγγράφων. Τα έγγραφα αυτά εισάγονται στο σύστημα από κάποια αποθήκη (Repository) στο οποίο είναι αποθηκευμένα.

Για να είναι εφικτή η οποιαδήποτε επεξεργασία τους και για καταλήξουν σε μορφή σύμφωνη με το Σχήμα 3.3 επιβάλλεται η ανάλυση των wsdl (parsing) εγγράφων. Η ανάλυση (parsing) των wsdl εγγράφων πραγματοποιείται με την βοήθεια εξωτερικών βιβλιοθηκών Java, οι οποίες είναι επιφορτισμένες με την εξαγωγή των απαραίτητων συστατικών (Wsdl Schema, XML Schema) της εκάστοτε υπηρεσίας διαδικτύου που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αναλύεται. Η πρώτη βιβλιοθήκη εξάγει [23] το μοντέλο της υπηρεσίας διαδικτύου (Wsdl Schema Parser) και η δεύτερη [24] το μοντέλο των built-in types (XML Schema Parser). Με την βοήθεια των βιβλιοθηκών αυτών κατασκευάζεται από τον αναλυτή του συστήματος (WSDL Parser) για κάθε υπηρεσία διαδικτύου που αναλύεται μια δομή όμοια με το Σχήμα 3.3 (Services). Ακολούθως, πραγματοποιείται η κατασκευή των Κλάσεων Ισοδυναμίας από το υποσύστημα κατασκευής και αποθήκευσης Κλάσεων Ισοδυναμίας (Profile Module) χρησιμοποιώντας για την κατασκευή των Κλάσεων το υποσύστημα αναζήτησης και εύρεσης εύρεση συσχετίσεων (Search Module). Μετά την οργάνωση των διαθέσιμων υπηρεσιών διαδικτύου σε ενός ιδίου τύπου δομή το υποσύστημα αναζήτησης (Search Module) πραγματοποιεί αναζητήσεις για εύρεση συσχετίσεων μεταξύ μιας υπηρεσίας υπηρεσιών διαδικτύου που επιθυμεί ο χρήστης του συστήματος και των διαθέσιμων Κλάσεων Ισοδυναμίας που βρίσκονται στο σύστημα. Για να το πετύχει αυτό, το υποσύστημα αναζήτησης χρησιμοποιεί ένα ακόμη υποσύστημα το οποίο είναι επιφορτισμένο με την παραγωγή των πινάκων έλλειψης συνάφειας μεταξύ των συγκρινόμενων built- in types και λειτουργιών (Cost Array Module). Με βάση τους σύγκεκριμένους πίνακες έλλειψης συνάφειας και ανάλογα με την σχέση αντικατάστασης που εξετάζεται εξάγεται η ελάχιστη έλλειψη συνάφειας με βάση την [5] (hungarian algorithm) από τους δεδομένους πίνακες μέσω του υποσυστήματος υπολογισμού ελαχίστης έλλειψης συνάφειας (Minimum Cost Module). Τέλος βάση των αποτελεσμάτων της ελάχιστη έλλειψης συνάφειας αλλά και ελάχιστης ποιότητας αντικατάστασης, από το υποσύστημα εξαγωγής συσχετίσεων (Mapping Module) εξάγονται τα αποτελέσματα των συσχετίσεων με την μορφή που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.6. Τα αποτελέσματα αυτά λαμβάνονται από το υποσύστημα παραγωγής προσαρμογέων και παράγεται δυναμικά ο προσαρμογέας, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.7, που υλοποιεί την αντικατάσταση (Adapter Module).Το σύστημα που μόλις περιγράφηκε παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.49.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 3.49 Το περιγραφόμενο από την διατριβή σύστημα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

4.1 Εισαγωγή
4.2 Περιγραφή Περιβάλλοντος Εκτέλεσης Πειραμάτων
4.3 Περιγραφή Συνόλων Δεδομένων
4.4 Πειραματική Μελέτη Κατασκευής Κλάσεων Ισοδυναμίας
4.5 Πειραματική Μελέτη Απόδοσης της Αναζήτησης
4.6 Συνεισφορά των Σχέσεων Αντικατάστασης στα αποτελέσματα της Αναζήτησης

4.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η πειραματική μελέτη που πραγματοποιήθηκε για την τεκμηρίωση της αποδοτικότητας του προτεινόμενου από την παρούσα διατριβή συστήματος για την αποδοτική αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου. Ειδικότερα, σε πρώτη φάση στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται το περιβάλλον στο οποίο εκτελέστηκαν τα πειράματα. Ακολούθως, περιγράφονται λεπτομέρειες που αφορούν την μορφή και την δομή των συνόλων δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκτέλεση των πειραμάτων. Τέλος, περιγράφονται οι τρεις διαφορετικές κατηγορίες πειραμάτων που εκτελέστηκαν με την απαραίτητη τεκμηρίωσή τους καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

4.2. Περιγραφή Περιβάλλοντος Εκτέλεσης Πειραμάτων

Το προτεινόμενο σύστημα αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου υλοποιήθηκε σε γλώσσα Java (έκδοση 1.6.0_04) με την βοήθεια της προγραμματιστικής πλατφόρμας Netbeans IDE 6.1. Οι βοηθητικές βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν την ανάλυση (Parsing) των αρχείων wsdl που χρησιμοποιούνται ως είσοδος στο προτεινόμενο σύστημα. Ειδικότερα, ο αναλυτής που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση και την παραγωγή των δομικών στοιχείων (WSDL Schema) κάθε διεπαφής που βρισκόταν στο εκάστοτε wsdl αρχείο ανήκει στην βιβλιοθήκη org.jvnet.wom.api.* [23]. Ο έτερος αναλυτής που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δομικών XML στοιχείων (XML Schema) των wsdl αρχείων ανήκει στην βιβλιοθήκη com.sun.xml.xsom.parser.* [24]. Για την κατασκευή του δέντρου της ιεραρχίας των XML τύπων (Σχήμα 3.1) αλλά και για την απλοποίηση των συγκρίσεων των built-in types χρησιμοποιήθηκε βιβλιοθήκη (nl.msd.jdots.*) κατασκευής δυναμικού δέντρου (JDots - Java Dynamic Object Tree System) [25].

Το σύστημα στο οποίο εκτελέστηκαν τα πειράματα, που θα περιγραφούν στις επόμενες παραγράφους του παρόντος κεφαλαίο, περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή Intel Core 2 Duo στα 2.5 GHz με 6MB Cache και εξωτερική μνήμη 3 GB RAM. Το λειτουργικό που χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο σύστημα είναι Microsoft Windows Vista 32-bit.

4.3. Περιγραφή Συνόλων Δεδομένων

Για την εκτέλεση των διαφόρων πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής χρησιμοποιήθηκαν **δύο** διαφορετικά σύνολα δεδομένων (DataSets). Το κάθε σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε απαρτίζεται από έναν αριθμό wsdl αρχείων (WSDL Documents). Τα αρχεία wsdl αυτά όπως έχει τονιστεί και σε προηγούμενα κεφάλαια περιέχουν περιγραφές υπηρεσιών διαδικτύου βασιζόμενα στην γλώσσα XML. Επιλέχθηκαν δύο διαφορετικά σύνολα δεδομένων που περιγράφουν διαφορετικές υπηρεσίες διαδικτύου το καθένα για να διαπιστωθεί η ορθή και αποδοτική συμπεριφορά του προτεινόμενου συστήματος ανεξάρτητα από τα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

δεδομένα που αυτό χρησιμοποιεί. Το πρώτο σύνολο δεδομένων (DataSet) που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική μελέτη προκύπτει από την έρευνα και κατηγοριοποίηση των αποτελεσμάτων μιας μηχανής αναζήτησης για υπηρεσίες διαδικτύου [9]. Το όνομα του συγκεκριμένου συνόλου δεδομένων είναι Woogle και προκύπτει από το όνομα της μηχανής αναζήτησης του [9] που παράγει ως αποτέλεσμα το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Το δεύτερο σύνολο δεδομένων (DataSet) που χρησιμοποιήθηκε συγκεντρώθηκε από τους συγγραφείς των εργασιών [11] και [12]. Το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων έχει το όνομα QWS.

Για να γίνει πιο σαφής η παρουσίαση των πειραματικών αποτελεσμάτων στις επόμενες παραγράφους αλλά και για να γίνουν πιο κατανοητές οι διαφορές των συνόλων δεδομένων αλλά και η επίδρασή τους στα πειραματικά αποτελέσματα, παρουσιάζονται σε αυτό το σημείο σημαντικές παράμετροι των συνόλων δεδομένων. Αυτές οι παράμετροι είναι κατά κύριο λόγο οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα και την αξιοπιστία του προτεινόμενου συστήματος αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου. Οι παράμετροι που θα παρουσιαστούν και αφορούν τα δύο σύνολα δεδομένων είναι το πλήθος των διεπαφών (# PortTypes) των υπηρεσιών διαδικτύου που απαρτίζουν το κάθε σύνολο, το συνολικό πλήθος των λειτουργιών (# Operations) τους και το συνολικό πλήθος των XML τύπων (# built-in types) που αντιστοιχεί σε κάθε σύνολο. Οι υπηρεσίες διαδικτύου για το σύνολο δεδομένων Woogle προέρχονται από 39 διαφορετικά αρχεία (WSDL Documents) και διαθέτει τις εξής συγκεντρωτικές παραμέτρους:

Woogle:

PortTypes: 91

Operations: 217

built-in types: 2497

Αναλυτικά στοιχεία που αφορούν το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Ειδικότερα, παρατίθενται στον συγκεκριμένο πίνακα στοιχεία που αφορούν το όνομα της κάθε διεπαφής, το πλήθος των λειτουργιών που διαθέτει καθώς και το πλήθος των built-in types κάθε διεπαφής.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πίνακας 4.1 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων DataSet: Woogle

PortType	#Λειτουργιών	#Built-in types
CCCheckerHttpGet	1	3
CCCheckerSoap	1	3
CurrencyConvertorSoap	1	3
CurrencyConvertorHttpPost	1	3
CurrencyConvertorHttpGet	1	3
CurrencywsHttpPost	2	7
CurrencywsHttpGet	2	7
CurrencywsSoap	2	7
WSCUVocalSoap	2	6
DateDifferenceServiceHttpPost	1	3
DateDifferenceServiceHttpGet	1	3
DateDifferenceServiceSoap	1	3
DOTSEmailValidateHttpGet	2	26
DOTSEmailValidateSoap	2	26
DOTSEmailValidateHttpPost	2	26
DOTSFastWeatherHttpPost	6	127
DOTSFastWeatherSoap	6	127
DOTSFastWeatherHttpGet	6	127
faxHttpGet	1	6
faxSoap	1	6
faxHttpPost	1	6
FlightServiceSoap	1	26
FlightServiceHttpPost	1	26
FlightServiceHttpGet	1	26
DOTSGeoPhoneHttpPost	3	45
DOTSGeoPhoneSoap	3	45
DOTSGeoPhoneHttpGet	3	45
IBANFunctionsHttpGet	3	10
IBANFunctionsSoap	3	10

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

IBANFunctionsHttpPost	3	10
InstantMessageAlertHttpPost	4	20
InstantMessageAlertSoap	4	20
InstantMessageAlertHttpGet	4	20
SMSSoap	1	6
LookupSoap	2	4
LUHNCheckerHttpPost	1	3
LUHNCheckerHttpGet	1	3
LUHNCheckerSoap	1	3
MessengerSoap	8	33
NumberGuessHttpPost	2	5
NumberGuessHttpGet	2	5
NumberGuessSoap	2	5
DOTSPackageTrackingSoap	14	351
DOTSPackageTrackingHttpPost	14	351
DOTSPackageTrackingHttpGet	14	351
piglatinHttpGet	1	2
piglatinHttpPost	1	2
piglatinSoap	1	2
POP3ServiceSoap	2	9
POP3ServiceHttpPost	2	9
POP3ServiceHttpGet	2	9
QueryIPHttpGet	1	3
QueryIPSoap	1	3
QueryIPHttpPost	1	3
JokeServiceSoap	2	9
RMDCalcServiceSoap	2	17
wirecutter_x0020_sendSMSHttpPost	1	2
wirecutter_x0020_sendSMSSoap	1	2
wirecutter_x0020_sendSMSHttpGet	1	2
SendSMSHttpGet	1	8
SendSMSSoap	1	8

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

SendSMSHttpPost	1	8
SimpleCalcHttpGet	4	12
SimpleCalcSoap	4	12
SQLDataSoapPortType	3	11
StockQuoteHttpPost	1	2
StockQuoteSoap	1	2
StockQuoteHttpGet	1	2
TimeServiceSoap	1	2
TimeServiceHttpGet	1	2
TranslateSoap	2	5
UnearnedFactorsServiceSoap	1	4
UnearnedFactorsServiceHttpGet	1	4
UnearnedFactorsServiceHttpPost	1	4
UPSTrackingHttpPost	2	55
UPSTrackingHttpGet	2	55
UPSTrackingSoap	2	55
ValidateEmailHttpGet	1	2
ValidateEmailSoap	1	2
ValidateEmailHttpPost	1	2
WeatherFetcherHttpGet	2	35
WeatherFetcherSoap	2	35
WeatherFetcherHttpPost	2	35
GxChartSoapPort	1	14
WhoIsServiceSoap	3	15
WhoIsServiceSoap2	3	18
WSChatSoap	7	32
WSChatHttpGet	1	4
WSChatHttpPost	1	4
wsHolidaysSoap	3	12
Zip_x0020_Code_x0020_UtilitesSoap	2	11

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οι υπηρεσίες διαδικτύου για το σύνολο δεδομένων QWS προέρχονται από 72 διαφορετικά αρχεία (WSDL Documents) και διαθέτει τις εξής συγκεντρωτικές παραμέτρους:

QWS:

PortTypes: 91

Operations: 250

built-in types: 3737

Αναλυτικά στοιχεία που αφορούν το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων παρουσιάζονται στον Πίνακας 4.2. Ειδικότερα, παρατίθενται στον συγκεκριμένο πίνακα στοιχεία που αφορούν το όνομα της κάθε διεπαφής, το πλήθος των λειτουργιών που διαθέτει καθώς και το πλήθος των built-in types κάθε διεπαφής.

Πίνακας 4.2 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων DataSet: QWS

PortTypes	#Λειτουργιών	#Built-in types
AccountServiceSoap	15	334
acq2xxPortType	1	2
AdServiceSoap	1	14
AmazonEC2PortType	20	120
AmazonHistoricalPricingPortType	4	398
AmedasSoap	1	3
AnalysisServiceSoap	2	9
AuthFSoap	1	7
AutoSuggestRegionSoap	1	3
BalancesSoap	4	27
BEPSoap	1	4
BEPHttpPost	1	4
BEPHttpGet	1	4
CityLocationsSoap	1	3

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

CodeGeneratorSoap	1	9
ConvertCSharp2VBServiceSoap	1	2
CountryInfoServiceSoap	14	103
creditPortType	1	1
CustomerInterface	1	4
CustomerWSSoap	2	14
DemoPortType	3	10
DoPaymentSoap	1	13
DOTSAddressPlusHttpGet	3	177
DOTSAddressPlusSoap	3	177
DOTSAddressPlusHttpPost	3	177
DOTSCurrencyExchangeSoap	4	28
DOTSCurrencyExchangeHttpGet	4	28
DOTSCurrencyExchangeHttpPost	4	28
EchoService	1	2
EmailSignupServiceSoap	1	8
esowebserviceSoap	2	23
FavoritesServiceSoap	1	3
FedEx_ServiceSoap	2	39
FileTransferInSoap	1	3
FinanceHttpPost	3	104
FinanceSoap	3	104
FlashServiceSoap	5	10
GeoCodeServiceSoap	1	3
getJokeSoap	1	2
Google_ServiceSoap	5	26
HashClassSoap	2	7
HrefServiceSoap	1	4
huzip	1	8
ICD9CodeHttpGet	1	3
ICD9CodeSoap	1	3
ICD9CodeHttpPost	1	3

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

LeadImportSoap	1	2
MediCareSupplierSoap	3	42
MemberWsHttpPost	1	3
MemberWsSoap	1	3
MemberWsHttpGet	1	3
MessageServiceSoap	2	8
peopleSOAP	2	166
PersonalausweisDeutschlandSoap	4	8
PInvokeServiceSoap	3	22
PRSoap	2	4
RegistrationServiceSoap	1	2
RenderServiceSoap	7	20
RequestManager	2	2
ResourcesPortType	5	10
RichPaymentsHttpPost	5	168
RichPaymentsHttpGet	5	168
RichPaymentsSoap	5	168
SendSmsHttpGet	2	12
SendSmsHttpPost	2	12
SendSmsSoap	2	12
Service1HttpGet	2	12
Service1Soap	2	12
Service1HttpPost	2	12
shortlynxSoap	1	3
SQLDataSoapPortType	3	11
SQLMutationWSSoap	2	8
SQL_x0020_Formatter__ServiceSoap	1	6
systomonasPortType	3	8
TaxDataBasicSoap	3	49
TB2ComObjSoapPort	3	4
TestSoap	1	3
Testing123SoapPort	13	20

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

TMServicesSoap	3	369
TrackMyIPWSSoap	1	2
TruTouchSoap	1	2
UserExistSoap	1	2
WeatherServiceSoap	1	16
WebServiceSoap	5	121
wikiwebserviceSoapPort	4	5
WSDLInteropTestDocLitPortType	1	2
Xignite13FSoap	2	56
Xignite13FHttpPost	2	56
Xignite13FHttpGet	2	56
xmxClientDictWebSvcSoap	1	2
zipcodesSoap	2	7

4.4. Πειραματική Μελέτη Κατασκευής Κλάσεων Ισοδυναμίας

Στο πρώτο πείραμα που πραγματοποιήθηκε, μετρήθηκε ο χρόνος (σε milliseconds) που απαιτεί το προτεινόμενο σύστημα για την οργάνωση της εκάστοτε υπηρεσίας διαδικτύου που προέρχεται από τα δύο διαφορετικά σύνολα δεδομένων (Dataset) σε Κλάσεις Ισοδυναμίας (Profiles). Ειδικότερα, κατά την εκτέλεση του συστήματος σε πρώτη φάση επιλέγεται το σύνολο δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί και θα αναλυθεί από το σύστημα τόσο για την οργάνωση των Κλάσεων ισοδυναμίας όσο και στην αναζήτηση υποψήφιων αντικαταστατών. Μετά την ανάλυση (parsing) των WSDL αρχείων που αφορούν το επιλεγμένο σύνολο δεδομένων από τον αναλυτή του προτεινόμενου συστήματος (WSDL Parser – Σχήμα 3.52), πραγματοποιείται από το σύστημα η οργάνωση των υπηρεσιών διαδικτύου του συνόλου που επιλέχθηκε σε Κλάσεις Ισοδυναμίας με την διαδικασία που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.4.2. Η διαδικασία οργάνωσης των συνόλων δεδομένων σε Κλάσεις Ισοδυναμίας εκτελείται μια φορά στο σύστημα, όταν εκκινεί την λειτουργία του. Με τον τρόπο αυτό, κατά την διάρκεια της αναζήτησης η υπηρεσία διαδικτύου που αντικαθίσταται χρησιμοποιεί την δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας που έχει κατασκευαστεί για να εντοπίσει υποψήφιους αντικαταστάτες.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

4.4.1. Η δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας για τα δύο σύνολα δεδομένων

Το πλήθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας που κατασκευάζονται στην περίπτωση που χρησιμοποιείται το σύνολο δεδομένων Woogle είναι 42. Ενώ το αντίστοιχο πλήθος για το σύνολο δεδομένων QWS είναι 57. Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται αναλυτικά στοιχεία των Κλάσεων Ισοδυναμίας που δημιουργήθηκαν για το σύνολο δεδομένων Woogle. Τα στοιχεία αυτά αφορούν την δομή της εκάστοτε Κλάσης Ισοδυναμίας (ποιες υπηρεσίες διαδικτύου εμπεριέχει κάθε κλάση και ποιος είναι ο εκπρόσωπος της κάθε Κλάσης Ισοδυναμίας), καθώς και στοιχεία των συσχετίσεων με βάση την Σχέση Εξειδίκευσης μεταξύ των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

Σε κάθε γραμμή του συγκεκριμένου πίνακα περιγράφονται τα συστατικά της εκάστοτε Κλάσης Ισοδυναμίας που έχει δημιουργηθεί για το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη στήλη του Πίνακα 4.3 παρουσιάζεται το αναγνωριστικό (id) της κάθε Κλάσης Ισοδυναμίας που δημιουργήθηκε για το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Το αναγνωριστικό κατά κάποιο τρόπο υποδεικνύει και την σειρά με την οποία κάθε Κλάση Ισοδυναμίας δημιουργήθηκε στο σύστημα. Στην δεύτερη στήλη του πίνακα παρουσιάζονται οι υπηρεσίες διαδικτύου που εμπεριέχονται στην εκάστοτε Κλάση και προσδιορίζεται ο εκπρόσωπος της κάθε Κλάσης (έντονη γραμματοσειρά). Στην τρίτη στήλη εμπεριέχονται τα αναγνωριστικά (id) των Κλάσεων Ισοδυναμίας με τα οποία η περιγραφόμενη Κλάση Ισοδυναμίας συσχετίζεται με Σχέση Εξειδίκευσης. Δηλαδή, στην συγκεκριμένη στήλη παρουσιάζονται οι Κλάσεις Ισοδυναμίας των οποίων η περιγραφόμενη Κλάση αποτελεί γενίκευση.

Πίνακας 4.3 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων Κλάσεων Ισοδυναμίας: Woogle

Id Κλάσης Ισοδυναμίας	Μέλη Κλάσης Ισοδυναμίας (Ονόματα υπηρεσιών)	Εξειδικεύσεις της περιγραφόμενης Κλάσης -Id

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

1	**CCCheckerHttpGet**, CCCheckerSoap, DateDifferenceServiceHttpPost, DateDifferenceServiceHttpGet, QueryIPHttpGet, QueryIPSoap, QueryIPHttpPost	1, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 30, 33, 35, 39, 41
2	**CurrencyConvertorSoap**, CurrencyConvertorHttpPost, CurrencyConvertorHttpGet	2
3	**CurrencywsHttpPost**, CurrencywsHttpGet, CurrencywsSoap	3, 6, 7, 11, 14, 19, 30, 33, 35, 39
4	**WSCUVocalSoap**	4, 14
5	**DateDifferenceServiceSoap**	5
6	**DOTSEmailValidateHttpGet**, DOTSEmailValidateSoap, DOTSEmailValidateHttpPost	6, 7, 11, 19, 33, 35
7	**DOTSFastWeatherHttpPost**, DOTSFastWeatherSoap, DOTSFastWeatherHttpGet	7, 19
8	**faxHttpGet**, faxSoap, faxHttpPost, SMSSoap	8, 1, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25, 28, 30, 33, 35, 39, 41
9	**FlightServiceSoap**	9
10	**FlightServiceHttpPost**, FlightServiceHttpGet	10
11	**DOTSGeoPhoneHttpPost**, DOTSGeoPhoneSoap, DOTSGeoPhoneHttpGet	11, 7, 19
12	**IBANFunctionsHttpGet**, IBANFunctionsSoap, IBANFunctionsHttpPost	12

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

13	**InstantMessageAlertHttpPost**, InstantMessageAlertSoap, InstantMessageAlertHttpGet	13, 7, 19, 39
14	**LookupSoap**	14
15	**LUHNCheckerHttpPost**, LUHNCheckerHttpGet, LUHNCheckerSoap	15
16	**MessengerSoap**	16
17	**NumberGuessHttpPost**, NumberGuessHttpGet	17, 39
18	**NumberGuessSoap**	18
19	**DOTSPackageTrackingSoap**, DOTSPackageTrackingHttpPost, DOTSPackageTrackingHttpGet	19
20	**piglatinHttpGet**, piglatinHttpPost, piglatinSoap, wirecutter_x0020_sendSMSHttpPost, wirecutter_x0020_sendSMSSoap, wirecutter_x0020_sendSMSHttpGet, StockQuoteHttpPost, StockQuoteSoap, StockQuoteHttpGet, TimeServiceHttpGet	20, 14, 15, 16, 30, 33, 35, 39, 41
21	**POP3ServiceSoap**	21, 3, 6, 7, 11, 14, 19, 30, 33, 35, 39
22	**POP3ServiceHttpPost**, POP3ServiceHttpGet	22, 3, 6, 7, 11, 12, 14, 19, 28, 30, 33, 35, 39
23	**JokeServiceSoap**	23
24	**RMDCalcServiceSoap**	24
25	**SendSMSHttpGet**, SendSMSSoap, SendSMSHttpPost	25, 6, 7, 10, 11, 19, 33, 35
26	**SimpleCalcHttpGet**	26, 39
27	**SimpleCalcSoap**	27

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

28	**SQLDataSoapPortType**	28, 7, 11, 19, 39
29	**TimeServiceSoap**	29
30	**TranslateSoap**	30, 14, 33, 35, 39
31	**UnearnedFactorsServiceSoap**	31
32	**UnearnedFactorsServiceHttpGet**, UnearnedFactorsServiceHttpPost	32, 10, 17, 26, 39, 40
33	**UPSTrackingHttpPost**, UPSTrackingHttpGet, UPSTrackingSoap	33
34	**ValidateEmailHttpGet**, ValidateEmailSoap, ValidateEmailHttpPost	34, 12, 15
35	**WeatherFetcherHttpGet**, WeatherFetcherSoap, WeatherFetcherHttpPost	35, 33
36	**GxChartSoapPort**	36, 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 28, 30, 33, 35, 39, 41, 42
37	**WhoIsServiceSoap**	37, 38
38	**WhoIsServiceSoap2**	38
39	**WSChatSoap**	39
40	**WSChatHttpGet**, WSChatHttpPost	40, 10, 17, 39
41	**wsHolidaysSoap**	41
42	**Zip_x0020_Code_x0020_UtilitesSoap**	42

Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται με το ίδιο τρόπο αναλυτικά στοιχεία των Κλάσεων Ισοδυναμίας που δημιουργήθηκαν για το σύνολο δεδομένων QWS.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Πίνακας 4.4 Πίνακας αναλυτικών στοιχείων Κλάσεων Ισοδυναμίας: QWS

Id Κλάσης Ισοδυναμίας	Μέλη Κλάσης Ισοδυναμίας (Ονόματα υπηρεσιών)	Εξειδικεύσεις της περιγραφόμενης Κλάσης -Id
1	**AccountServiceSoap**	1
2	**acq2xxPortType**, ConvertCSharp2VBServiceSoap, creditPortType, EchoService, getJokeSoap, LeadImportSoap, RegistrationServiceSoap, TrackMyIPWSSoap, WSDLInteropTestDocLitPortType, xmxClientDictWebSvcSoap	2, 1, 4, 14, 17, 20, 27, 32, 33, 34, 37, 39, 46, 48, 50, 53, 55, 57
3	**AdServiceSoap**	3, 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57
4	**AmazonEC2PortType**	4
5	**AmazonHistoricalPricingPortType**	5
6	**AmedasSoap**	6
7	**AnalysisServiceSoap**	7
8	**AuthFSoap**	8, 1

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

9	**AutoSuggestRegionSoap**, CityLocationsSoap, FavoritesServiceSoap, GeoCodeServiceSoap, MemberWsSoap	9, 1, 2, 4, 7, 14, 15, 16, 17, 20, 27, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 46, 48, 50, 53, 55, 57
10	**BalancesSoap**	10
11	**BEPSoap**	11
12	**BEPHttpPost**, BEPHttpGet	12, 20, 56
13	**CodeGeneratorSoap**	13, 1, 4, 8, 14, 19, 20, 25, 28, 31, 32, 34, 36, 40, 46, 47, 51, 53, 54, 56
14	**CountryInfoServiceSoap**	14
15	**CustomerInterface**	15
16	**CustomerWSSoap**	16
17	**DemoPortType**	17, 1, 4, 32
18	**DoPaymentSoap**	18, 14, 47
19	**DOTSAddressPlusHttpGet**, DOTSAddressPlusSoap, DOTSAddressPlusHttpPost	19
20	**DOTSCurrencyExchangeSoap**, DOTSCurrencyExchangeHttpGet, DOTSCurrencyExchangeHttpPost	20
21	**EmailSignupServiceSoap**	21, 1, 4, 25, 32, 54
22	**esowebserviceSoap**	22
23	**FedEx_ServiceSoap**	23, 1, 4, 14, 19, 20, 32, 34, 40, 47, 54, 56

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

24	**FileTransferInSoap**, ICD9CodeHttpGet, ICD9CodeSoap, ICD9CodeHttpPost, MemberWsHttpPost, MemberWsHttpGet, shortlynxSoap	24, 1, 2, 4, 8, 14, 17, 20, 27, 29, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 46, 48, 50, 53, 54, 55, 57
25	**FinanceHttpPost**	25
26	**FinanceSoap**	26
27	**FlashServiceSoap**, ResourcesPortType	27, 1, 4
28	**Google_ServiceSoap**	28, 1, 4, 14
29	**HashClassSoap**	29, 1, 4, 32
30	**HrefServiceSoap**	30, 1, 2, 4, 8, 14, 17, 20, 24, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57
31	**huzip**	31, 1, 4, 8, 14, 32, 47
32	**MediCareSupplierSoap**	32
33	**MessageServiceSoap**	33, 1, 4, 14, 17, 20, 27, 32, 34, 37, 46, 48, 50, 55, 57
34	**peopleSOAP**	34
35	**PersonalausweisDeutschlandSoap**	35, 1, 4
36	**PInvokeServiceSoap**	36, 1
37	**PRSoap**	37, 1, 4, 17, 27, 32, 46, 48, 50, 55

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

38	**RenderServiceSoap**	38
39	**RequestManager**	39
40	**RichPaymentsHttpPost**, RichPaymentsHttpGet, RichPaymentsSoap	40
41	**SendSmsHttpGet**, SendSmsHttpPost, SendSmsSoap	41, 1, 4, 14, 17, 20, 27, 28, 32, 33, 34, 36, 37, 43, 46, 47, 48, 50, 54, 55, 56, 57
42	**Service1HttpGet**, Service1Soap, Service1HttpPost	42, 1, 4, 14, 17, 20, 27, 28, 32, 33, 34, 36, 37, 43, 46, 47, 48, 50, 54, 55, 56, 57
43	**SQLDataSoapPortType**	43, 1, 4, 14, 20, 27, 28, 32, 46, 47, 48, 50, 54, 55
44	**SQLMutationWSSoap**	44, 39
45	**SQL_x0020_Formatter_x0020_Web_x0020_ServiceSoap**	45, 1, 2, 4, 8, 14, 17, 20, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57
46	**systomonasPortType**	46, 1, 4, 32
47	**TaxDataBasicSoap**	47

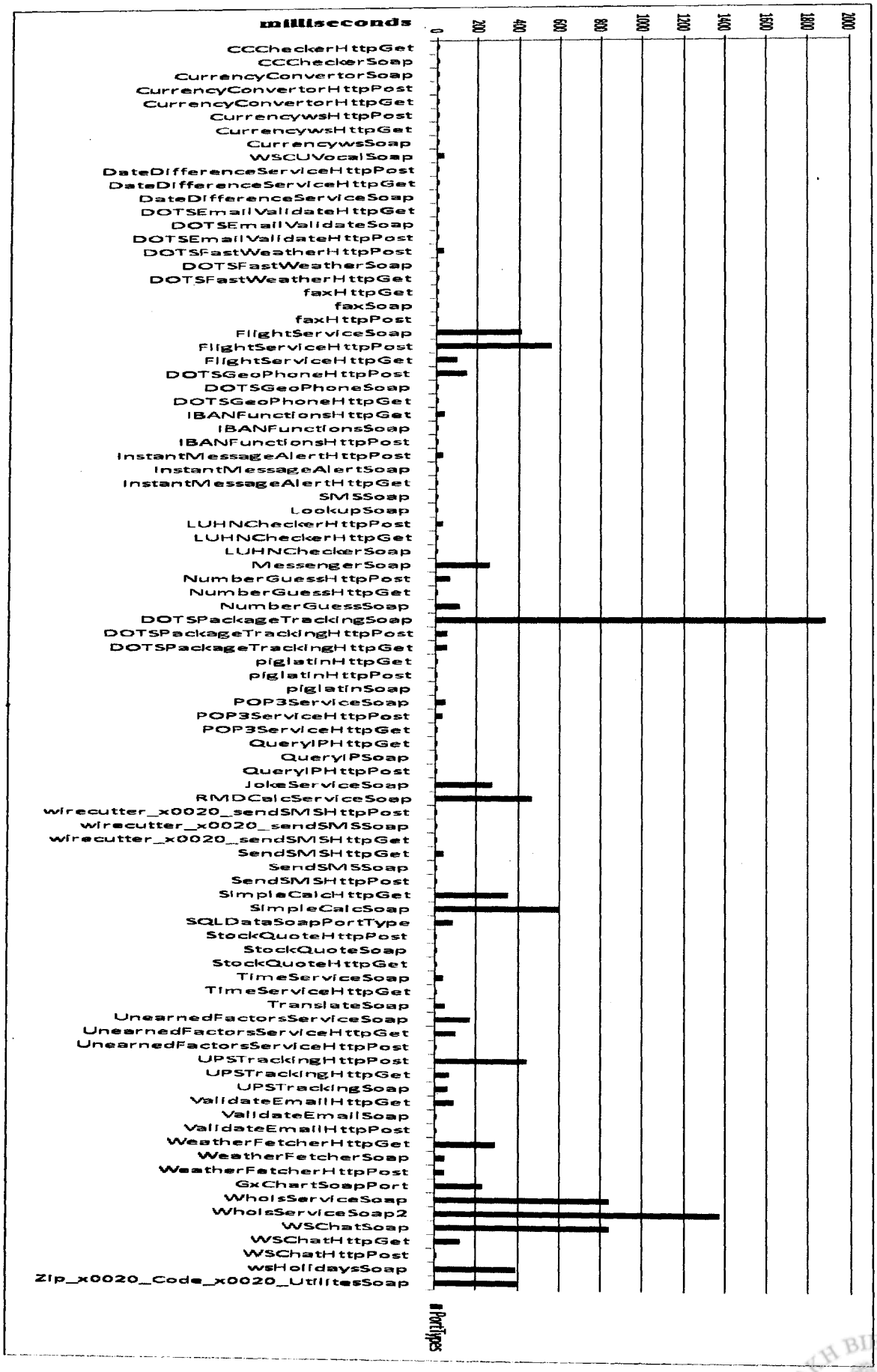
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

48	**TB2ComObjSoapPort**	48, 1, 4, 27, 32, 46, 50, 55
49	**TestSoap**	49
50	**Testing123SoapPort**	50
51	**TMServicesSoap**	51
52	**TruTouchSoap**, UserExistSoap	52, 1, 4, 32, 35
53	**WeatherServiceSoap**	53, 1, 34
54	**WebServiceSoap**	54
55	**wikiwebserviceSoapPort**	55, 1, 4, 27, 50
56	**Xignite13FSoap**, Xignite13FHttpPost, Xignite13FHttpGet	56
57	**zipcodesSoap**	57, 1, 4, 14, 17, 20, 27, 32, 34, 37, 46, 48, 50, 55

4.4.2. Χρόνος οργάνωσης κάθε υπηρεσίας διαδικτύου σε Κλάσεις Ισοδυναμίας

Σκοπός του συγκεκριμένου πειράματος είναι ο προσδιορισμός του χρόνου (se milliseconds) που απαιτείται για την κατασκευή των Κλάσεων Ισοδυναμίας για κάθε μία από την υπηρεσία διαδικτύου που προέρχεται από τα δύο σύνολα δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική μελέτη. Το συγκεκριμένο πείραμα παρουσιάζεται ξεχωριστά για τα δύο σύνολα δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν. Υπενθυμίζεται ότι η οργάνωση των Κλάσεων Ισοδυναμίας πραγματοποιείται με την διαδικασία που αναλύθηκε στην παράγραφο 3.4.2. Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζονται οι χρόνοι που απαιτούνται από την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle ώστε να ολοκληρώσει την διαδικασία οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Πρέπει να τονιστεί ότι οι υπηρεσίες διαδικτύου καταχωρούνται στο σύστημα η μία μετά την άλλη ξεκινώντας από την πρώτη υπηρεσία του Σχήματος 4.1. Οι υπόλοιπες εισέρχονται ακολουθώντας την σειρά από πάνω προς τα κάτω όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.1.

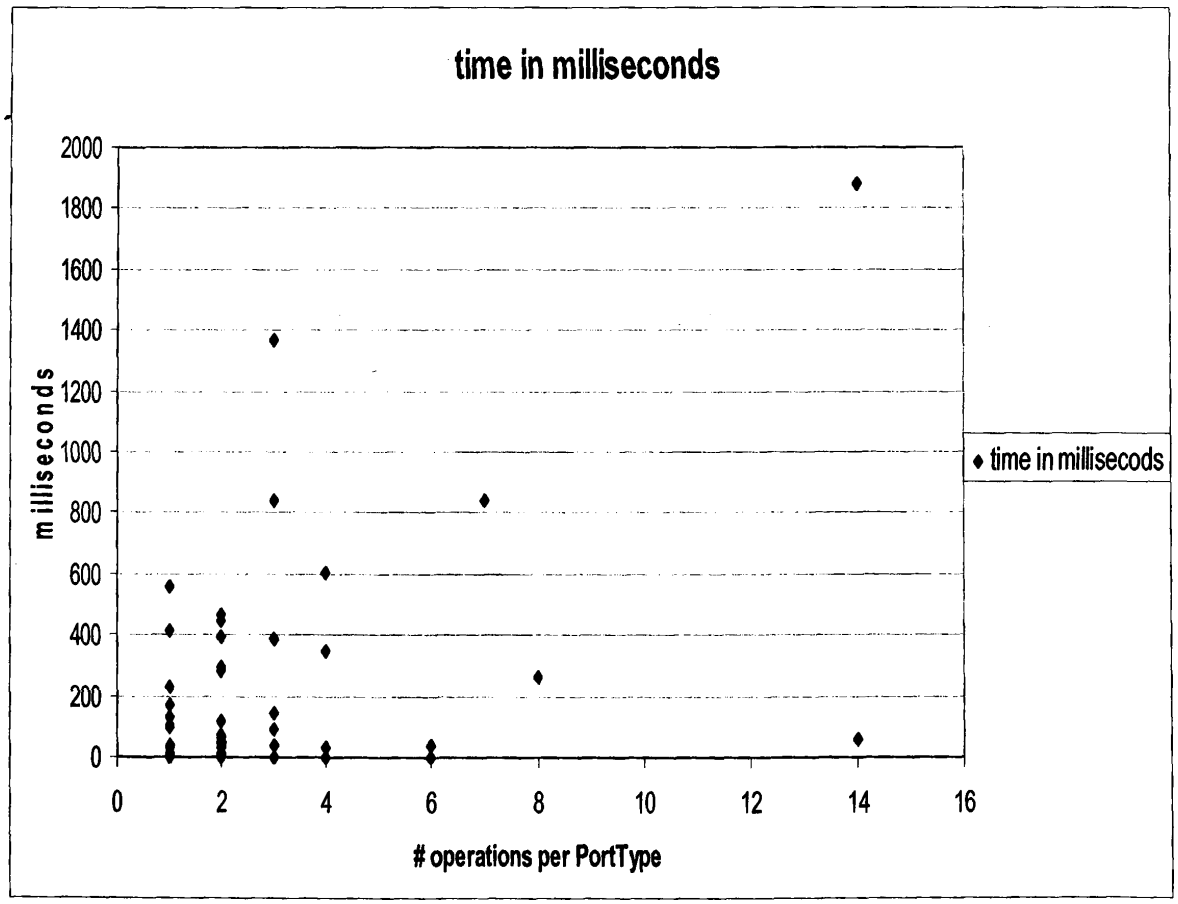
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.1 Χρόνος οργάνωσης Κλάσεων Ισοδυναμίας – Σύνολο δεδομένων Woogle.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

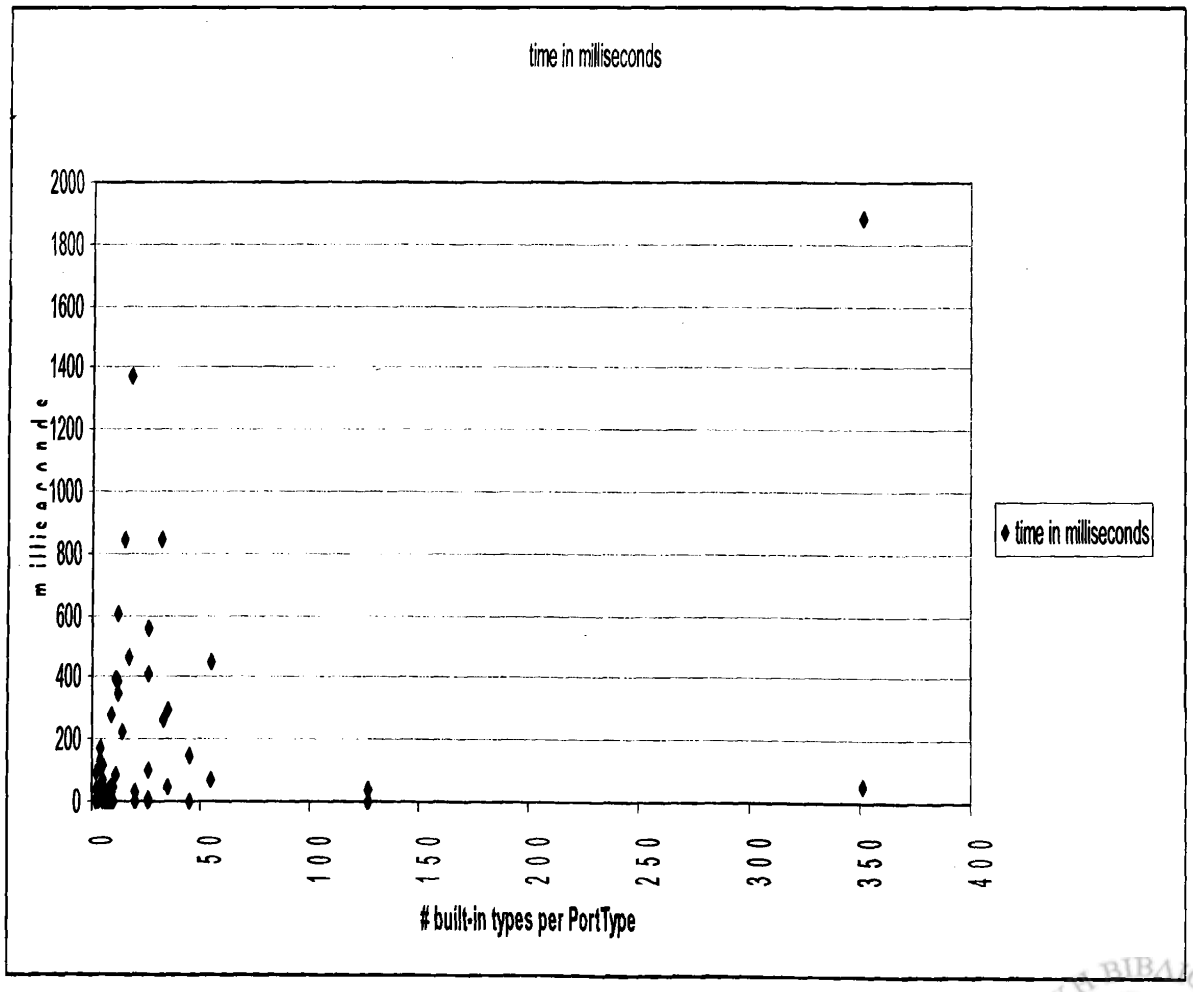
Στο Σχήμα 4.2 παρουσιάζονται οι χρόνοι που απαιτούνται από την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle ώστε να ολοκληρώσει την διαδικασία οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρουσιάζεται η διασπορά των χρόνων εισαγωγής σε Κλάσεις Ισοδυναμίας με βάση το πλήθος των λειτουργιών (operations) που διαθέτουν. Με το συγκεκριμένο Σχήμα παρουσιάζεται πως οι χρόνοι εισαγωγής μιας υπηρεσίας διαδικτύου επιρρεάζονται από το πλήθος των λειτουργιών που διαθέτει η κάθε υπηρεσία η οποία εισάγεται στις Κλάσεις Ισοδυναμίας. Στον άξονα χ απεικονίζεται τα πιθανά πλήθη των λειτουργιών που μπορούν να προκύψουν για κάθε υπηρεσία διαδικτύου κατά αύξουσα τάξη και στον άξονα y απεικονίζεται ο χρόνος (σε milliseconds) που απαιτείται για να οργανωθεί σε Κλάσεις Ισοδυναμίας η συγκεκριμένη υπηρεσία διαδικτύου με το συγκεκριμένο πλήθος λειτουργιών. Κάθε σημείο στο συγκεκριμένο Σχήμα προσδιορίζει τον χρόνο που χρειάστηκε μια υπηρεσία διαδικτύου με το συγκεκριμένο πλήθος λειτουργιών να εισαχθεί στη δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας.



Σχήμα 4.2 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των λειτουργιών (Woogle).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζονται οι χρόνοι που απαιτούνται από την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle ώστε να ολοκληρώσει την διαδικασία οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρουσιάζεται ταξινόμηση των αποτελεσμάτων με βάση το πλήθος των XML τύπων (built-in types) που διαθέτει η κάθε συγκρινόμενη υπηρεσία του συνόλου δεδομένων. Με το συγκεκριμένο Σχήμα παρουσιάζεται πως οι χρόνοι εισαγωγής μιας υπηρεσίας διαδικτύου επιρρεάζονται από το πλήθος των XML τύπων που διαθέτει η κάθε υπηρεσία. Στον άξονα χ απεικονίζεται το πλήθος XML τύπων για κάθε υπηρεσία διαδικτύου κατά αύξουσα τάξη και στον άξονα y απεικονίζεται ο χρόνος (σε milliseconds) που απαιτείται για να οργανωθεί σε Κλάσεις Ισοδυναμίας η υπηρεσία διαδικτύου η οποία διαθέτει συγκεκριμένο πλήθος XML τύπων (εισόδου/ εξόδου). Κάθε σημείο του συγκεκριμένου σχήματος επιδυκνύει για μια υπηρεσία με συγκεκριμένο αριθμό από XML τύπους (άξονας χ) το χρόνο που απαιτήθηκε (άξονας y) ώστε να εισαχθεί στη δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

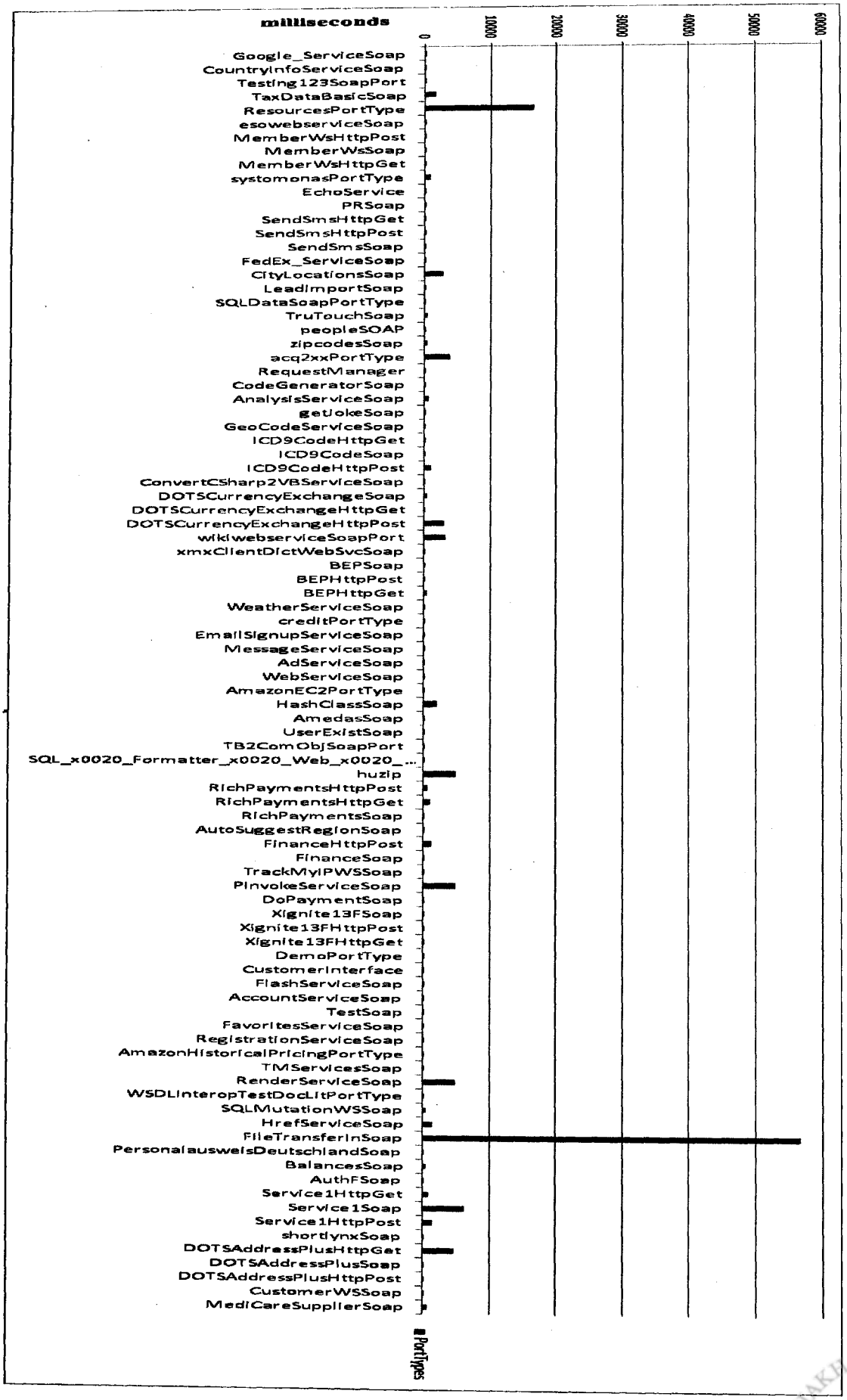


Σχήμα 4.3 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των built-in types (Woogle).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.4 παρουσιάζονται οι χρόνοι που απαιτούνται από την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS ώστε να ολοκληρώσει την διαδικασία οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Η σειρά με την οποία καταχωρούνται στο σύστημα οι υπηρεσίες διαδικτύου είναι ίδια με την προηγούμενη περίπτωση για το έτερο σύνολο δεδομένων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.4 Χρόνος οργάνωσης Κλάσεων Ισοδυναμίας – Σύνολο δεδομένων QWS.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τόσο από το Σχήμα 4.1 όσο και από το Σχήμα 4.4 παρατηρούνται διακυμάνσεις στο χρόνους που απαιτεί η κάθε υπηρεσία διαδικτύου ώστε να καταχωρηθεί στις Κλάσεις Ισοδυναμίας του συστήματος. Αυτές οι διακυμάνσεις οφείλονται σε συνδυασμό τριών διαφορετικών παραγόντων.

Ο πρώτος, αφορά το πλήθος λειτουργιών και built-in types που διαθέτει η εκάστοτε υπηρεσία. Μια υπηρεσία διαδικτύου η οποία διαθέτει λιγότερες λειτουργίες και συνολικά λιγότερα built-in types από κάποια άλλη υπηρεσία απαιτεί λιγότερες συγκρίσεις και άρα λιγότερο χρόνο για να πραγματοποιήσει τις συγκρίσεις που απαιτούνται για να καταχωρηθεί στο σύστημα. Οπότε ένας λόγος για τις διακυμάνσεις που παρατηρούνται είναι και το πλήθος των λειτουργιών και των built-in types των εκάστοτε υπηρεσιών διαδικτύου.

Ο δεύτερος παράγοντας αφορά την θέση της Κλάσης Ισοδυναμία στην δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Κατά την οργάνωση των Κλάσεων Ισοδυναμίας μια υπηρεσία διαδικτύου που καταχωρήθηκε στο σύστημα εξετάζει σύμφωνα με την διαδικασία της παραγράφου 3.4.2, σειριακά την μία μετά την άλλη τις Κλάσεις Ισοδυναμίας για εντοπισμό Σχέσης Ισοδυναμίας με κάποια από τις Κλάσεις Ισοδυναμίας. Όσο πιο νωρίς στην συγκεκριμένη δομή εντοπιστεί μια Κλάση Ισοδυναμίας με την οποία η υπηρεσία διαδικτύου που καταχωρήθηκε στο σύστημα έχει Σχέση Ισοδυναμίας τόσο πιο λίγες συγκρίσεις θα πραγματοποιηθούν κατά την καταχώρηση της συγκεκριμένης υπηρεσίας.

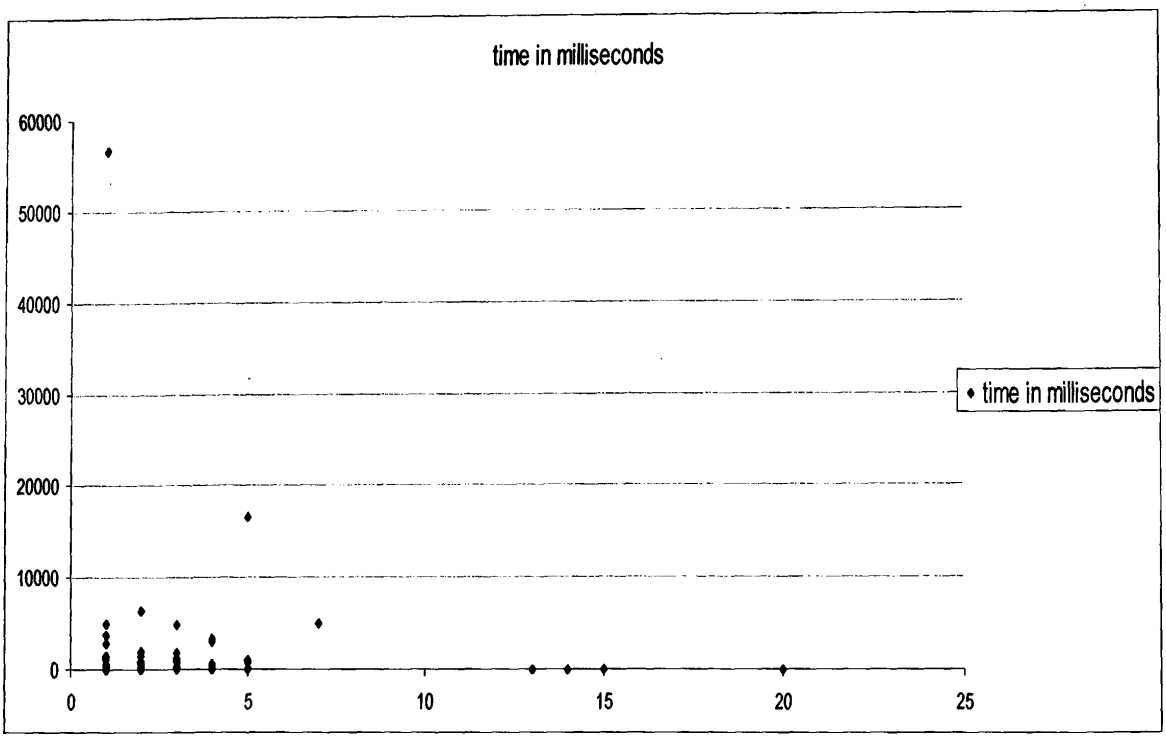
Ο τρίτος παράγοντας που επηρεάζει τις διακυμάνσεις χρόνου αφορά, το γεγονός ότι μερικές υπηρεσίες διαδικτύου όταν καταχωρούνται στο σύστημα δεν εντάσσονται σε καμία από τις ήδη υπάρχουσες μέχρι εκείνη την χρονική στιγμή Κλάσεις Ισοδυναμίας, καθώς δεν εντοπίζεται Σχέση Ισοδυναμίας με κανέναν από τους εκπροσώπους τους. Για τον προηγούμενο λόγο οι συγκεκριμένες υπηρεσίες διαδικτύου δημιουργούν μια νέα Κλάση Ισοδυναμίας στην οποία και εντάσσονται. Σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.4.2 σε περίπτωση που δημιουργηθεί μια νέα Κλάση Ισοδυναμίας εξετάζονται όλοι οι συνδυασμοί πιθανόν συσχετίσεων μέσω της Σχέσης Εξειδίκευσης μεταξύ της νέας Κλάσης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ισοδυναμίας και αυτών που ήδη υπάρχουν. Ανάλογες, συγκρίσεις πραγματοποιούνται και από τις ήδη υπάρχουσες Κλάσεις Ισοδυναμίας για να διαπιστωθεί το κατά πόσο η νέα Κλάση Ισοδυναμίας που δημιουργήθηκε αποτελεί εξειδίκευσή τους. Αυτές οι συγκρίσεις προσμετρούνται στον συνολικό χρόνο καταχώρησης της υπηρεσίας διαδικτύου που οργάνωσε την νέα Κλάση Ισοδυναμίας. Ένα στοιχείο που επιβαρύνει επιπλέον τον συγκεκριμένο παράγοντα αφορά το γεγονός ότι μπορεί να υπάρχει μεγάλο πλήθος Κλάσεων Ισοδυναμίας που ήδη έχουν οργανωθεί πριν από την νεοδημιουργηθείσα Κλάση. Έτσι οι συγκρίσεις για την Σχέση Εξειδίκευσης να επιβαρύνουν αρκετά την υπηρεσία εκπρόσωπο της νέας Κλάσης Ισοδυναμίας. Αυτός είναι και ένας λόγος που παρουσιάζονται σε μερικές περιπτώσεις τόσο μεγάλες αποκλείσεις στους χρόνους καταχώρησης των υπηρεσιών διαδικτύου.

Στο Σχήμα 4.5 παρουσιάζονται οι χρόνοι που απαιτούνται από την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS ώστε να ολοκληρώσει την διαδικασία οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρουσιάζεται η διασπορά των χρόνων εισαγωγής σε Κλάσεις Ισοδυναμίας με βάση το πλήθος των λειτουργιών (operations) που διαθέτουν. Με το συγκεκριμένο Σχήμα παρουσιάζεται πως οι χρόνοι εισαγωγής μιας υπηρεσίας διαδικτύου επιρρεάζονται από το πλήθος των λειτουργιών που διαθέτει η κάθε υπηρεσία η οποία εισάγεται στις Κλάσεις Ισοδυναμίας. Στον άξονα χ απεικονίζεται τα πιθανά πλήθη των λειτουργιών που μπορούν να προκύψουν για κάθε υπηρεσία διαδικτύου κατά αύξουσα τάξη και στον άξονα y απεικονίζεται ο χρόνος (σε milliseconds) που απαιτείται για να οργανωθεί σε Κλάσεις Ισοδυναμίας η συγκεκριμένη υπηρεσία διαδικτύου με το συγκεκριμένο πλήθος λειτουργιών. Κάθε σημείο στο συγκεκριμένο Σχήμα προσδιορίζει τον χρόνο που χρειάστηκε μια υπηρεσία διαδικτύου με το συγκεκριμένο πλήθος λειτουργιών να εισαχθεί στη δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας..

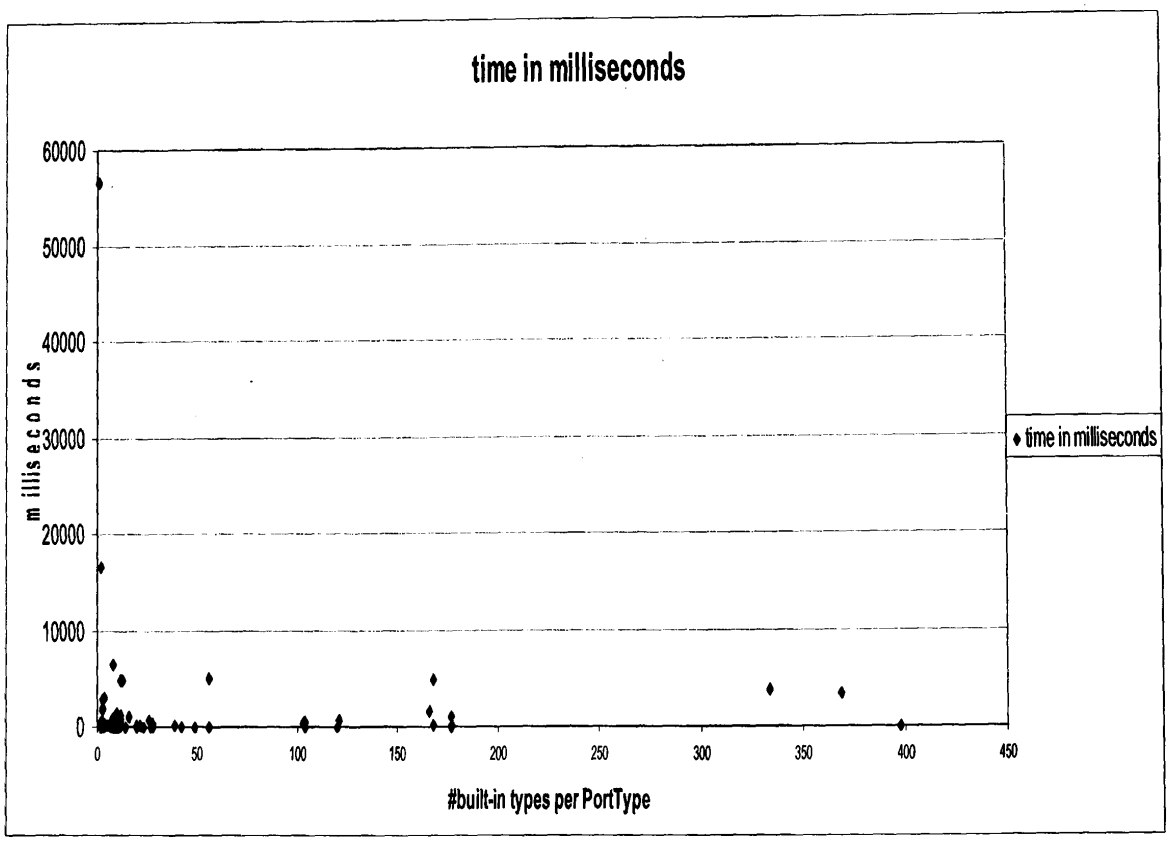
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.5 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των λειτουργιών (QWS).

Στο Σχήμα 4.6 παρουσιάζονται οι χρόνοι που απαιτούνται από την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS ώστε να ολοκληρώσει την διαδικασία οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρουσιάζεται ταξινόμηση των αποτελεσμάτων με βάση το πλήθος των XML τύπων (built-in types) που διαθέτει η κάθε συγκρινόμενη υπηρεσία του συνόλου δεδομένων. Με το συγκεκριμένο Σχήμα παρουσιάζεται πως οι χρόνοι εισαγωγής μιας υπηρεσίας διαδικτύου επιρρεάζονται από το πλήθος των XML τύπων που διαθέτει η κάθε υπηρεσία. Στον άξονα χ απεικονίζεται το πλήθος XML τύπων για κάθε υπηρεσία διαδικτύου κατά αύξουσα τάξη και στον άξονα y απεικονίζεται ο χρόνος (σε milliseconds) που απαιτείται για να οργανωθεί σε Κλάσεις Ισοδυναμίας η υπηρεσία διαδικτύου η οποία διαθέτει συγκεκριμένο πλήθος XML τύπων (εισόδου/ εξόδου). Κάθε σημείο του συγκεκριμένου σχήματος επιδυκνύει για μια υπηρεσία με συγκεκριμένο αριθμό από XML τύπους (άξονας χ) το χρόνο που απαιτήθηκε (άξονας y) ώστε να εισαχθεί στη δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.6 Χρόνοι Εισαγωγής σε σχέση με το πλήθος των built-in types (QWS).

4.5. Πειραματική Μελέτη Απόδοσης της Αναζήτησης

Στην δεύτερη κατηγορία πειραμάτων που πραγματοποιήθηκε μελετήθηκε η απόδοση αναζήτησης του προτεινόμενου συστήματος για την εύρεση υποψήφιων αντικαταστατριών υπηρεσιών διαδικτύου για μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου. Ειδικότερα, στόχος της δεύτερης κατηγορίας πειραμάτων είναι η ανάδειξη των οφελών στην απόδοση από τα οποία επωφελείται η διαδικασία της αναζήτησης ώστε να επιτύχει τον σκοπό της, δηλαδή την εύρεση υποψήφιων αντικαταστατών για μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου που αντικαθίσταται.

Στα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν ξεχωριστά και τα δύο σύνολα δεδομένων. Επίσης, εξετάζονται ξεχωριστά και οι δύο δυνατότητες αναζήτησης. Αρχικά, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την περίπτωση στην οποία μεταξύ των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου πραγματοποιείται εξέταση για Σχέση Ισοδυναμίας και σε περίπτωση που δεν υφίσταται τέτοια Σχέση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

πραγματοποιείται εξέταση για Σχέση Εξειδίκευσης μεταξύ των ίδιων συγκρινόμενων μερών. Ακολούθως, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την περίπτωση αναζήτησης στην οποία μεταξύ των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου πραγματοποιείται αποκλειστικά εξέταση για την Σχέση Ισοδυναμίας. Αρχικά, παρουσιάζονται οφέλη του προτεινόμενου πλαισίου που προκύπτουν από την διαδικασία της αναζήτησης στην οποία πρώτα εξετάζονται Σχέσεις Ισοδυναμίας με τους υποψήφιους αντικαταστάτες

4.5.1. Μελέτη Συνεισφοράς του προτεινόμενου πλαισίου στη διαδικασία Αναζήτησης

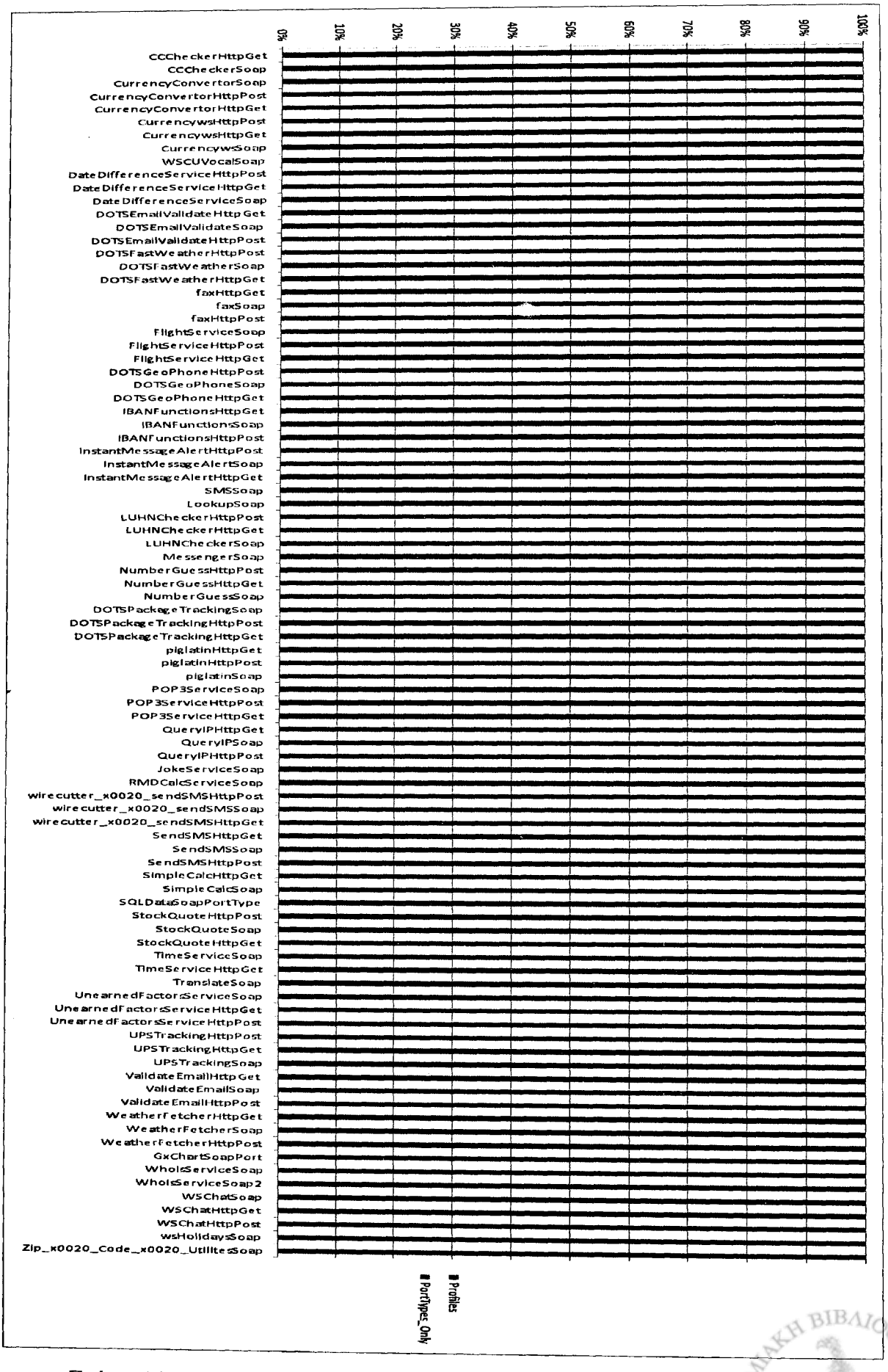
Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιείται για τα δύο σύνολα δεδομένων καθώς και για τις δύο δυνατότητες αναζήτησης και διαχωρίζεται σε δύο σκέλη. Στο πρώτο σκέλος για κάθε ένα από τα σύνολα δεδομένων αποτιμάται ο συνολικός χρόνος (σε milliseconds) εύρεσης υποψήφιων αντικαταστατών για κάθε μία από τις 91 υπηρεσίες διαδικτύου του κάθε συνόλου δεδομένων, χρησιμοποιώντας την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Στο δεύτερο σκέλος, πραγματοποιείται το ίδιο πείραμα αποτίμησης χρόνου αντικατάστασης **χωρίς** να υπάρχει οργάνωση του εκάστοτε χρησιμοποιούμενου συνόλου δεδομένων σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Οι χρόνοι που αποτιμώνται στα δύο προηγούμενα σκέλη συγκρίνονται μεταξύ τους σε ένα κοινό γράφημα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η διαδικασία της αναζήτησης για τους υποψήφιους αντικαταστάτες μιας υπηρεσίας διαδικτύου είναι αυτή που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.5..

Η περίπτωση αναζήτησης που χρησιμοποιείται σε αυτό το σημείο της μελέτης είναι αυτή στην οποία πραγματοποιείται εξέταση αρχικά για το κατά πόσο τα δύο συγκρινόμενα μέρη συνδέονται με Σχέση Ισοδυναμίας και σε περίπτωση που δεν ισχύει κάτι τέτοιο πραγματοποιείται εξέταση μεταξύ των ίδιων μερών για Σχέση Ισοδυναμίας. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι η διαδικασία της αναζήτησης μιας υπηρεσίας διαδικτύου στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιηθούν οι Κλάσεις Ισοδυναμίας διαφέρει από αυτήν της παραγράφου 3.5. Δηλαδή εξετάζεται, για κάθε διαθέσιμη υπηρεσία που προέρχεται από το σύνολο δεδομένων η ύπαρξη Σχέσης Ισοδυναμίας μεταξύ της προς αντικατάστασης υπηρεσίας διαδικτύου με αυτή που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

προέρχεται από το σύνολο δεδομένων. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει Σχέση Ισοδυναμίας με την εξεταζόμενη υπηρεσία διαδικτύου, εξετάζεται η ύπαρξη Σχέσεων Εξειδίκευσης με την ίδια υπηρεσία. Στην περίπτωση που υπάρξει Σχέση Ισοδυναμίας οι αντιστοιχίσεις της προς αντικατάστασης υπηρεσίας διαδικτύου με την συγκεκριμένη υπηρεσία διαδικτύου εισάγονται στα αποτελέσματα. Στην περίπτωση που δεν υπάρξει ούτε Σχέση Εξειδίκευσης μεταξύ τους η προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου εξετάζει την επόμενη υπηρεσία διαδικτύου του επιλεγμένου συνόλου δεδομένων. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλες τις διαθέσιμες υπηρεσίες διαδικτύου του συνόλου δεδομένων. Στο ακόλουθο Σχήμα παρατίθενται τα αποτελέσματα συνολικού χρόνου αντικατάστασης κάθε μιας από τις υπηρεσίες διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.7 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.7 κάθε οριζόντια γραμμή του διαγράμματος αποτελείται από το όνομα της υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται και ένα διάγραμμα χρόνου. Το διάγραμμα χρόνου προσδιορίζει τον συνολικό χρόνο που απαιτήθηκε από την διαδικασία της αναζήτησης να ολοκληρωθεί και για τα δύο προαναφερόμενα σκέλη. Δηλαδή, κάθε γραμμή του προηγούμενου Σχήματος προσδιορίζει το άθροισμα χρόνου που αποτελείται: Πρώτον από τον χρόνο της αναζήτησης για αντικατάσταση μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιώντας την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας και δεύτερον χωρίς την χρήση της οργάνωσης αυτής. Με το μπλε χρώμα απεικονίζεται η συνεισφορά στον συνολικό χρόνο του χρόνου αναζήτησης για την αντικατάσταση μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου χωρίς την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας ενώ με κόκκινο απεικονίζεται η συνεισφορά στον συνολικό χρόνο του χρόνου αντικατάστασης μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιώντας την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας.

Από το Σχήμα 4.7 παρατηρείται αισθητή βελτίωση του χρόνου αντικατάστασης με την χρήση των προτεινόμενων Κλάσεων Ισοδυναμίας. Αυτή η βελτίωση προέρχεται από το γεγονός ότι υπάρχει μια οργάνωση των διαθέσιμων υπηρεσιών διαδικτύου σε Κλάσεις Ισοδυναμίας οι οποίες μειώνουν το πλήθος των απαιτούμενων συγκρίσεων μεταξύ των υπηρεσιών διαδικτύου καθώς με την χρήση των Κλάσεων Ισοδυναμίας η υπηρεσία διαδικτύου που οδεύει για αντικατάσταση συγκρίνεται μόνο με τους εκπροσώπους των Κλάσεων αυτών και όχι με όλες τις διαθέσιμες υπηρεσίες διαδικτύου. Μια τελική παρατήρηση αφορά το γεγονός ότι σε κάποιες περιπτώσεις υπηρεσιών διαδικτύου που οδεύουν προς αντικατάσταση οι χρόνοι αναζήτησης για την περίπτωση χρήσης των Κλάσεων Ισοδυναμίας (ενδεικτικές περιπτώσεις: WSChatSoap, Zip_x0020_Code_x0020_UtilitesSoap) μεταξύ των δύο συγκρινόμενων περιπτώσεων είναι λίγο μεγαλύτεροι συγκριτικά με την μεγάλη πλειοψηφία των χρόνων, αν και πάντα η περίπτωση αντικατάστασης με την χρήση Κλάσεων Ισοδυναμίας υπερτερεί (έχει καλύτερο χρόνο αναζήτησης) έναντι της περίπτωσης που δεν χρησιμοποιούνται Κλάσεις Ισοδυναμίας. Η εξήγηση του συγκεκριμένου φαινομένου αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά το γεγονός ότι κατά την αντικατάσταση μιας υπηρεσίας διαδικτύου στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας, μια Κλάση της οποίας ο εκπρόσωπος μπορεί να αντικαταστήσει την δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

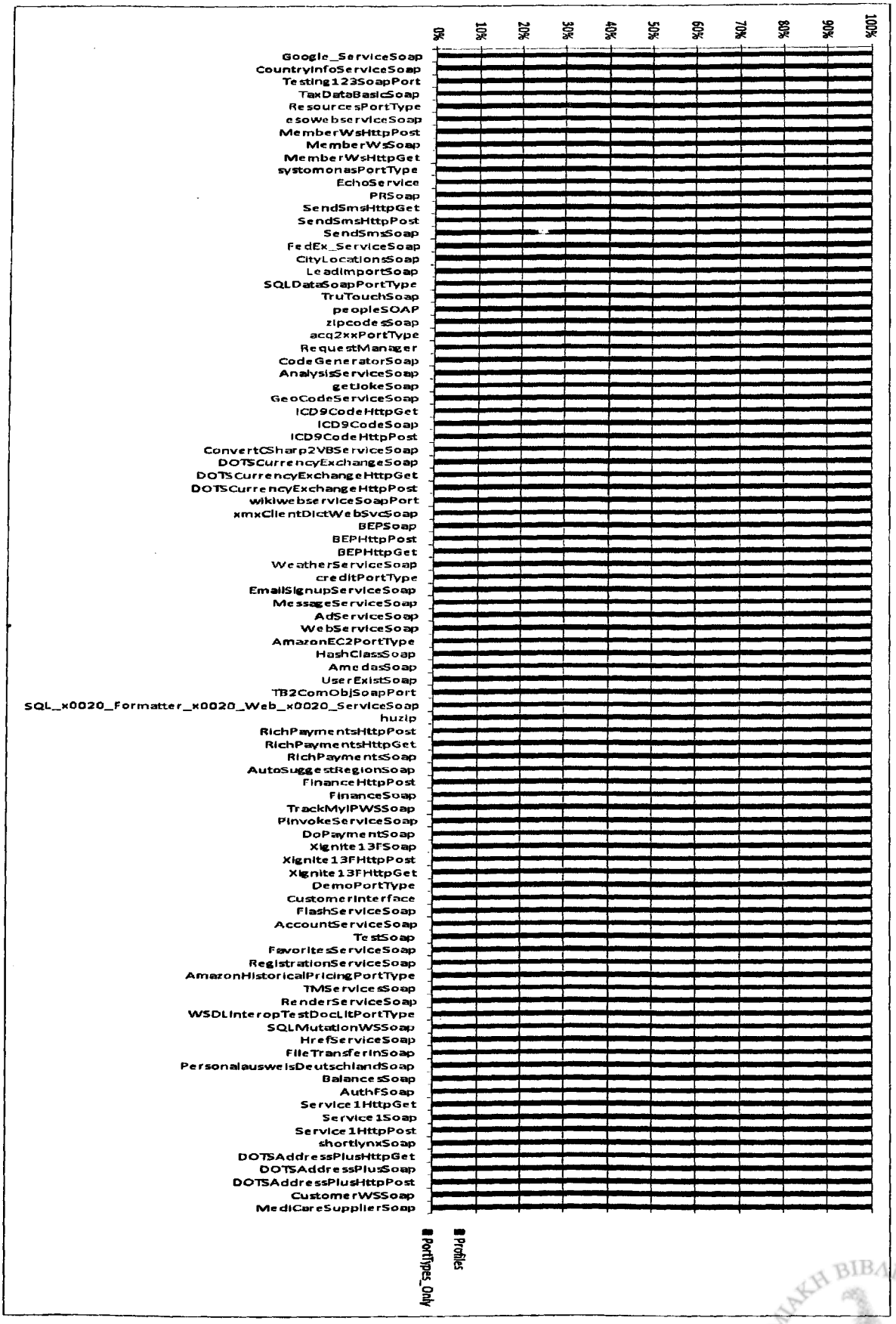
αντικαθίσταται, μπορεί να βρίσκεται στο τέλος της δομής (λίστας) των Κλάσεων Ισοδυναμίας και να εξεταστεί για παράδειγμα τελευταία. Πρέπει να μεσολαβήσουν δηλαδή όλες οι συγκρίσεις με τις Κλάσεις Ισοδυναμίας που βρίσκονται πριν από την συγκεκριμένη Κλάση, μιας και οι συγκρίσεις πραγματοποιούνται σειριακά, επιβαρύνοντας έτσι ουσιαστικά τον χρόνο αναζήτησης. Δηλαδή, στην συγκεκριμένη περίπτωση (χειρότερο σενάριο αναζήτησης) μπορεί να χρειαστεί να εξεταστούν ανεπιτυχώς όλες οι προηγούμενες Κλάσεις Ισοδυναμίας πριν από την Κλάση με την οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση η οποία βρίσκεται σε μια από τις τελευταίες θέσεις στην δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

Το δεύτερο μέρος της εξήγησης αφορά το γεγονός ότι κατά την αναζήτηση χωρίς την χρήση Κλάσεων Ισοδυναμίας, η προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου να απορρίπτει έναν μεγάλο αριθμό περιπτώσεων υποψήφιων αντικαταστατριών χωρίς να πραγματοποιεί συγκρίσεις οι οποίες απαιτούν την χρήση πινάκων λόγω των συνθηκών που επιτάσσουν οι σχέσεις αντικατάστασης (π.χ. μη συμβατός αριθμός λειτουργιών, built-in types). Δηλαδή, δεν πραγματοποιούνται πολλές συγκρίσεις οι οποίες για να αποφανθούν για το εάν πραγματοποιείται η αντικατάσταση των συγκρινόμενων υπηρεσιών χρησιμοποιούν πίνακες αντικατάστασης. Η χρήση των πινάκων αποτρέπεται γιατί αποκλείονται άμεσα πολλές περιπτώσεις υπηρεσιών διαδικτύου οι οποίες λόγω τον συνθηκών των Σχέσεων Αντικατάστασης (π.χ. μια υπηρεσία διαδικτύου με 3 λειτουργίες να συγκρίνεται για αντικατάσταση με μια υπηρεσία η οποία διαθέτει 1 λειτουργία) αποκλείονται άμεσα. Έτσι για κάποιες υπηρεσίες διαδικτύου η απόφαση λαμβάνεται χωρίς ιδιαίτερο υπολογιστικό κόστος (πλήθος συγκρίσεων) γεγονός που μειώνει τον συνολικό χρόνο αντικατάστασης για μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου.

Ο παράγοντας που μόλις αναφέρθηκε σε συνδυασμό με το πρώτο μέρος της εξήγησης οδηγούν σε μερικές ελάχιστες περιπτώσεις υπηρεσιών διαδικτύου στις οποίες οι χρόνοι αντικατάστασης για τις δύο περιπτώσεις (δηλαδή με οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας, και χωρίς Κλάσεις Ισοδυναμίας) να είναι πιο κοντά (ενδεικτικές περιπτώσεις: WSChatSoap, Zip_x0020_Code_x0020_UtilitesSoap) σε σχέση με την συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων. Στο ακόλουθο Σχήμα παρατίθενται τα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αποτελέσματα συνολικού χρόνου αντικατάστασης κάθε μιας από τις υπηρεσίες διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS.



Σχήμα 4.8 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο συγκεκριμένο Σχήμα όπως και στο προηγούμενο παρατηρείται αισθητή βελτίωση του χρόνου αναζήτησης αντικαταστατριών υπηρεσιών διαδικτύου. Το Σχήμα 4.8 παρέχει τις ίδιες πληροφορίες με το προηγούμενο απεικονίζοντας με μπλε χρώμα την συνεισφορά στον συνολικό χρόνο αναζήτησης, του χρόνου αναζήτησης **χωρίς** την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας, ενώ με κόκκινο χρόνο απεικονίζεται η συνεισφορά στον συνολικό χρόνο αναζήτησης, του χρόνου αναζήτησης με την οργάνωση του συγκεκριμένου συνόδου δεδομένων σε Κλάσεις Ισοδυναμίας. Η αναζήτηση διαθέτοντας τις Κλάσεις Ισοδυναμίας πραγματοποιείται και σε αυτή την περίπτωση με βάση τη διαδικασία που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.5 , ενώ στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται η οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας, η αναζήτηση πραγματοποιείται με τον τρόπο που περιγράφηκε και στην δικαιολόγηση της ανάλογης περίπτωσης του Σχήματος 4.7.

Η βελτίωση που αποκομίζεται και στην περίπτωση που χρησιμοποιείται το σύνολο δεδομένων QWS είναι αισθητή στην περίπτωση χρήσης των Κλάσεων Ισοδυναμίας και δικαιολογείται με όμοιο τρόπο με αυτόν που περιγράφηκε και στην περίπτωση του προηγούμενου συνόλου δεδομένων. Η διαφορά που παρατηρείται στην συγκεκριμένη περίπτωση και την εμφάνιση υψηλότερων χρόνων αναζήτησης κατά την χρήση των Κλάσεων Ισοδυναμίας σε σχέση με την απλή περίπτωση αναζήτησης οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός ότι με το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων δημιουργούνται περισσότερες Κλάσεις Ισοδυναμίας (# Profiles QWS = 57) σε σχέση με το προηγούμενο σύνολο δεδομένων (# Profiles Woogle = 42) και έτσι απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος ώστε να εξεταστούν όλες οι Κλάσεις Ισοδυναμίας. Επίσης, αξίζει να επισημανθεί για μια ακόμη φορά ότι το πλήθος των συνολικών υπηρεσιών διαδικτύου του εκάστοτε χρησιμοποιούμενου συνόλου είναι το ίδιο και για τα δύο σύνολα (# υπηρεσιών διαδικτύου QWS= # υπηρεσιών διαδικτύου Woogle= 91). Έτσι, λόγω των περισσότερων Κλάσεων Ισοδυναμίας που εμφανίζονται στην περίπτωση του συνόλου δεδομένων QWS η βελτίωση που παρέχεται από το προτεινόμενο πλαίσιο κατά την διαδικασία της αναζήτησης είναι συγκριτικά μικρότερη στο συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων, σε σχέση με την βελτίωση για το σύνολο δεδομένων Woogle.

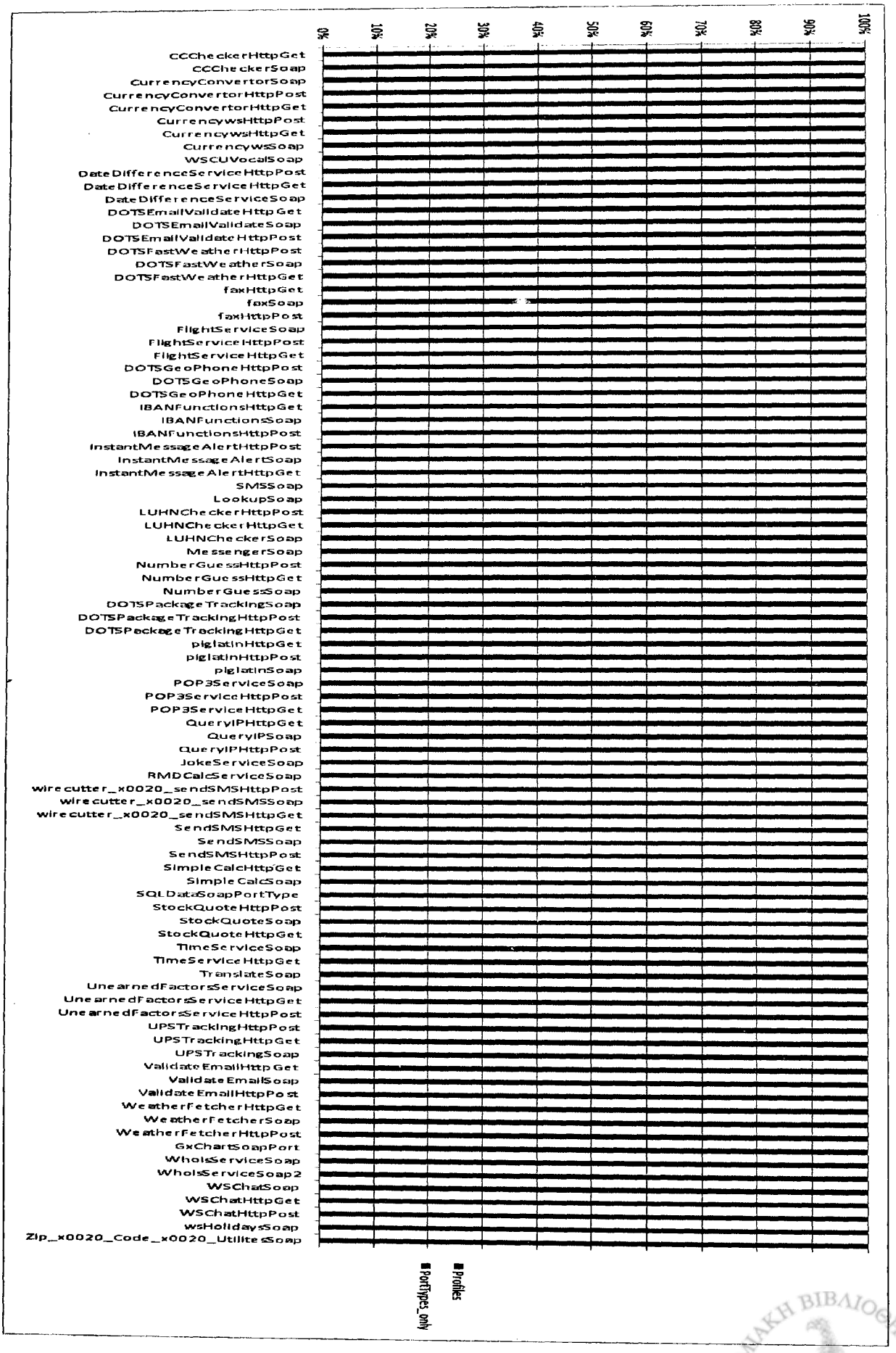
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Μια ακόμη σημαντική επισήμανση αφορά το γεγονός ότι μερικές υπηρεσίες διαδικτύου κατά την αναζήτηση με την χρήση της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας πλησιάζουν αρκετά (αν και πάντα ο συγκεκριμένο χρόνος είναι μικρότερος) τον χρόνο αναζήτησης χωρίς την χρήση των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το προαναφερόμενο γεγονός δικαιολογείται με όμοιο τρόπο με την δικαιολόγηση που παρατέθηκε για την παρόμοια περίπτωση του συνόλου δεδομένων Woogle. Στην περίπτωση του QWS υπάρχει η διαφορά του ότι οι χρόνοι αναζήτησης για μερικές υπηρεσίες διαδικτύου προσεγγίζουν περισσότερο τους χρόνους αναζήτησης της περίπτωσης που δεν χρησιμοποιούνται οι Κλάσεις Ισοδυναμίας. Αυτό πραγματοποιείται για τον λόγω του ότι το πλήθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας είναι μεγαλύτερο στην περίπτωση του QWS και το πλήθος αυτό είναι πιο κοντά στο συνολικό πλήθος των υπηρεσιών διαδικτύου (# υπηρεσιών διαδικτύου= 91) του συγκεκριμένου συνόλου δεδομένων. Έτσι απαιτούνται στο χειρότερο σενάριο αναζήτησης (δηλαδή στην περίπτωση που η Κλάση Ισοδυναμίας με την οποία μπορεί να αντικατασταθεί η προς αντικατάσταση υπηρεσία βρίσκεται στο τέλος της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας) περισσότερες αναζητήσεις και για αυτό το λόγο ο χρόνος αναζήτησης προσεγγίζει (είναι πάντα μικρότερος) από τον αντίστοιχο χρόνο της αναζήτησης για την περίπτωση χωρίς την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας.

Από τα δύο προηγούμενα Σχήματα παρατηρείται ότι και για τα δύο σύνολα δεδομένων στο προτεινόμενο πλαίσιο παρουσιάζει μια αισθητή βελτίωση στον χρόνο αναζήτησης με την χρήση της οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας η οποία κυμαίνεται από το 90% έως το 5%.

Η ίδια μελέτη πραγματοποιείται και για την δεύτερη δυνατότητα αναζήτησης που παρέχει το προτεινόμενο σύστημα. Ειδικότερα, παρουσιάζεται σε αυτό το σημείο η συνεισφορά του προτεινόμενου πλαισίου στην διαδικασία της αναζήτησης στην περίπτωση στην οποία χρησιμοποιείται η δυνατότητα αναζήτησης με χρήση αποκλειστικά της Σχέσης Ισοδυναμίας για την εξαγωγή των υποψήφιων αντικαταστατών. Τα πειράματα πραγματοποιούνται με τον ίδιο τρόπο όπως και με την πρώτη δυνατότητα αναζήτησης που μόλις περιγράφηκε. Στο Σχήμα 4.9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του συνολικού χρόνου αντικατάστασης κάθε μιας από τις υπηρεσίες διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.9 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

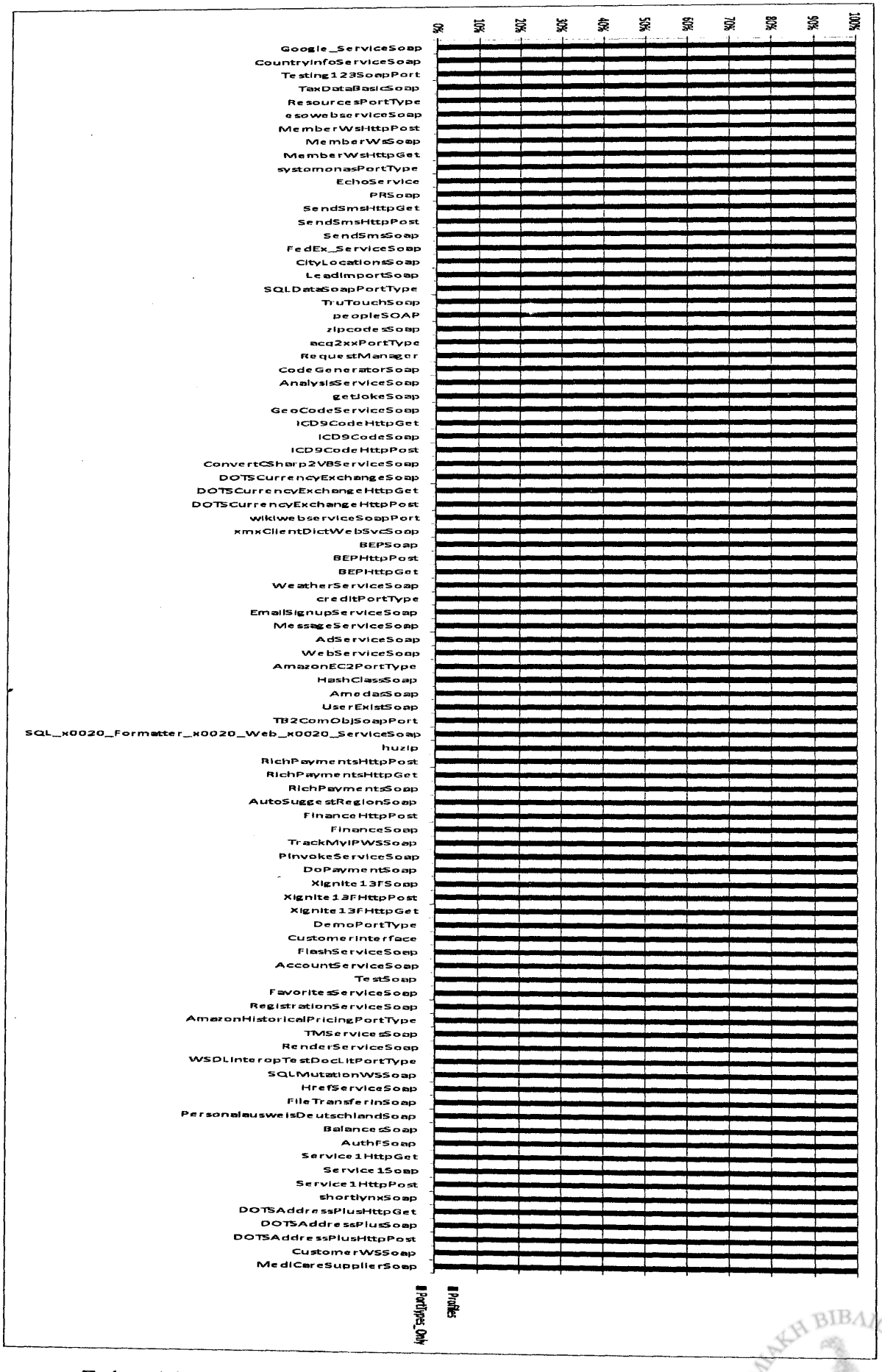
Κάθε γραμμή του προηγούμενου Σχήματος προσδιορίζει το άθροισμα χρόνου που αποτελείται: Πρώτον από τον χρόνο της συγκεκριμένης περίπτωσης αναζήτησης για την αντικατάσταση μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιώντας την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας και δεύτερον χωρίς την χρήση της οργάνωσης αυτής. Με το μπλε χρώμα απεικονίζεται η συνεισφορά στον συνολικό χρόνο του χρόνου αναζήτησης για την αντικατάσταση μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου χωρίς την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας ενώ με κόκκινο απεικονίζεται η συνεισφορά στον συνολικό χρόνο του χρόνου αντικατάστασης μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιώντας την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας.

Και από το Σχήμα 4.9 παρατηρείται αισθητή βελτίωση του χρόνου αντικατάστασης με την χρήση των προτεινόμενων Κλάσεων Ισοδυναμίας. Η βελτίωση προέρχεται για την συγκεκριμένη περίπτωση αναζήτησης, διότι όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις το πλήθος των συγκρίσεων με την χρήση των Κλάσεων Ισοδυναμίας μειώνεται αισθητά σε σχέση με την περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται η συγκεκριμένη οργάνωση. Όπως έχει τονιστεί στην αναζήτηση υποψήφιων αντικαταστατών για μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται οι Κλάσεις Ισοδυναμίας η προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου συγκρίνεται μόνο με τους εκπροσώπους των Κλάσεων αυτών. Επειδή ο αριθμός των Κλάσεων Ισοδυναμίας είναι μικρότερος σε σχέση με το συνολικό πλήθος των υπηρεσιών διαδικτύου του συστήματος απαιτούνται κατά την δεδομένη αναζήτηση λιγότερες συγκρίσεις και έτσι υπάρχει αισθητή βελτίωση των χρόνων αναζήτησης σε σχέση με την περίπτωση που δεν χρησιμοποιούνται οι Κλάσεις Ισοδυναμίας. Οι διάφορες διακυμάνσεις στους χρόνους αναζήτησης οφείλονται κατά κύριο λόγο στο μέγεθος της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Δηλαδή περιπτώσεις στις οποίες η συνεισφορά της οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας είναι μικρότερη συγκριτικά με άλλες οφείλεται στο γεγονός ότι στις συγκεκριμένες περιπτώσεις οι υπηρεσίες διαδικτύου που αντικαθίσταται βρίσκουν υποψήφιους αντικαταστάτες στις Κλάσεις Ισοδυναμίας που βρίσκονται στο τέλος της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του συνολικού χρόνου αντικατάστασης κάθε μιας από τις υπηρεσίες διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS για την περίπτωση αναζήτησης χρησιμοποιώντας αποκλειστικά την Σχέση Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.10 Συνεισφορά Χρόνων Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

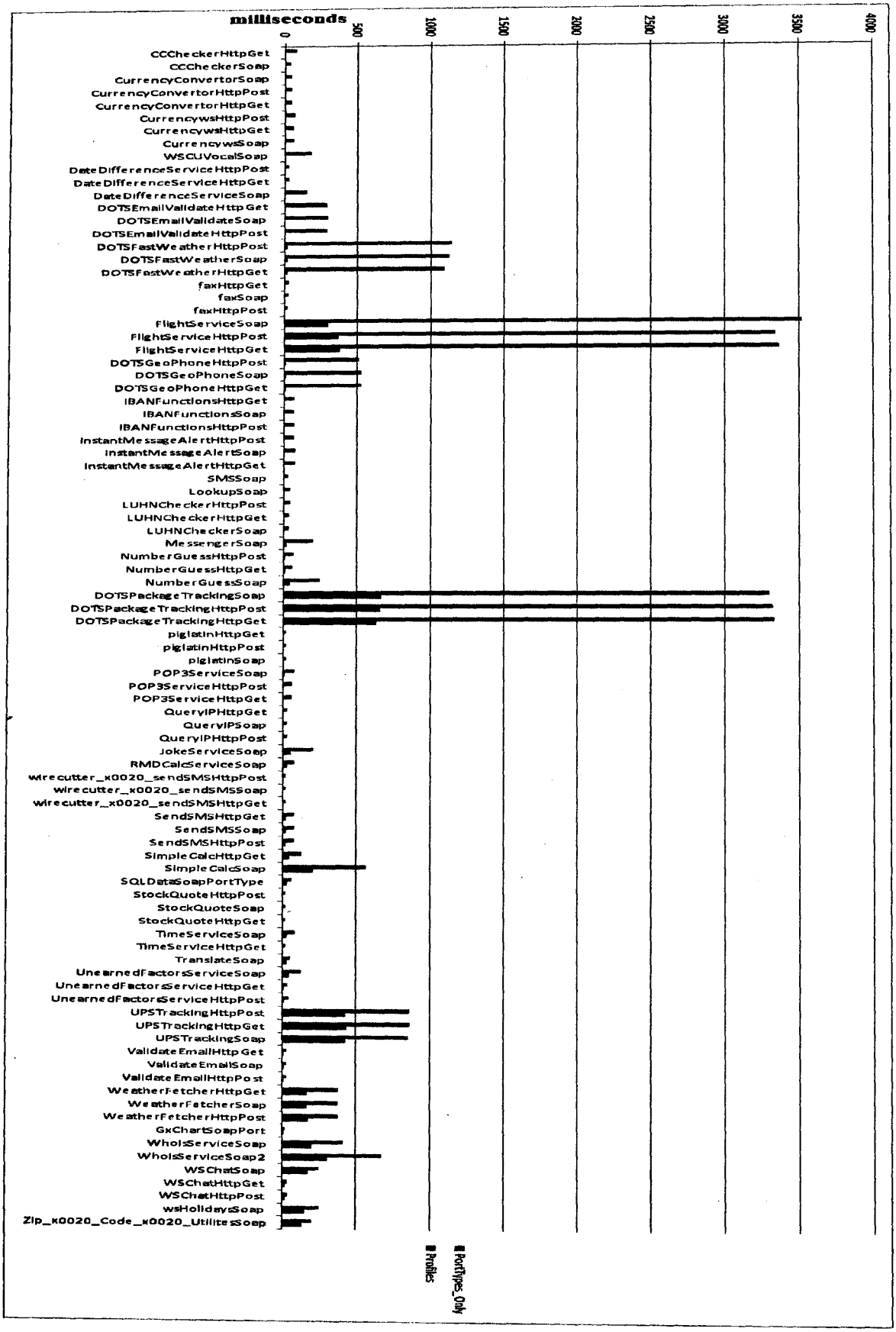
Από το Σχήμα 4.10 παρατηρείται αισθητή βελτίωση του χρόνου αντικατάστασης με την χρήση των προτεινόμενων Κλάσεων Ισοδυναμίας. Η βελτίωση προέρχεται για την συγκεκριμένη περίπτωση αναζήτησης, διότι όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις το πλήθος των συγκρίσεων με την χρήση των Κλάσεων Ισοδυναμίας μειώνεται αισθητά σε σχέση με την περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται η συγκεκριμένη οργάνωση. Οι διάφορες διακυμάνσεις στους χρόνους αναζήτησης οφείλονται και σε αυτή την περίπτωση κατά κύριο λόγο στο μέγεθος της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Δηλαδή περιπτώσεις στις οποίες η συνεισφορά της οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας είναι μικρότερη συγκριτικά με άλλες οφείλεται στο γεγονός ότι στις συγκεκριμένες περιπτώσεις οι υπηρεσίες διαδικτύου που αντικαθίσταται βρίσκουν υποψήφιους αντικαταστάτες στις Κλάσεις Ισοδυναμίας που βρίσκονται στο τέλος της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας.

Από τα δύο προηγούμενα Σχήματα, για την συγκεκριμένη περίπτωση αναζήτησης, παρατηρείται ότι και για τα δύο σύνολα δεδομένων στο προτεινόμενο πλαίσιο παρουσιάζει μια αισθητή βελτίωση στον χρόνο αναζήτησης με την χρήση της οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας η οποία κυμαίνεται από το 95% έως το 5%.

4.5.2. Μελέτη Χρόνου Αναζήτησης

Στο συγκεκριμένο πείραμα παρατίθενται οι χρόνοι αναζήτησης για τα δύο σύνολα δεδομένων έτσι ώστε να προσδιοριστεί πως αυτοί επηρεάζονται ανάλογα με την επιλογή του συνόλου δεδομένων που χρησιμοποιείται. Οι χρόνοι που παρατίθενται είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τα προηγούμενα Σχήματα. Δηλαδή, ο υπολογισμός της συνεισφοράς των μετρήσεων που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα σχήματα προέρχεται από τα ακόλουθα δύο Σχήματα. Η παράθεση των δύο νέων Σχημάτων πραγματοποιείται για να παρουσιαστούν τα ακριβή μεγέθη των μετρήσεων και για να επεξηγηθούν ως συνάρτηση των συνόλων δεδομένων που αφορούν. Σε πρώτη φάση παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.11 αναλυτικοί χρόνοι αναζήτησης (σε milliseconds) για το σύνολο δεδομένων Woogle.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.11 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.11 με το μπλε χρώμα απεικονίζεται ο συνολικός χρόνος σε milliseconds αναζήτησης αντικαταστατών της εκάστοτε υπηρεσίας διαδικτύου χωρίς την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας εξετάζοντας δηλαδή σειριακά την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων. Με το κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο συνολικός χρόνος αναζήτησης της υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιώντας την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας με την χρήση της διαδικασίας που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.5. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι χρησιμοποιείται η περίπτωση αναζήτησης η οποία περιλαμβάνει συγκρίσεις για εύρεση συσχετίσεων με βάση την Σχέσης Ισοδυναμίας και σε περίπτωση που αυτές δεν υπάρχουν μεταξύ των συγκρινόμενων μερών πραγματοποιούνται συγκρίσεις με βάση την Σχέση Εξειδίκευσης.

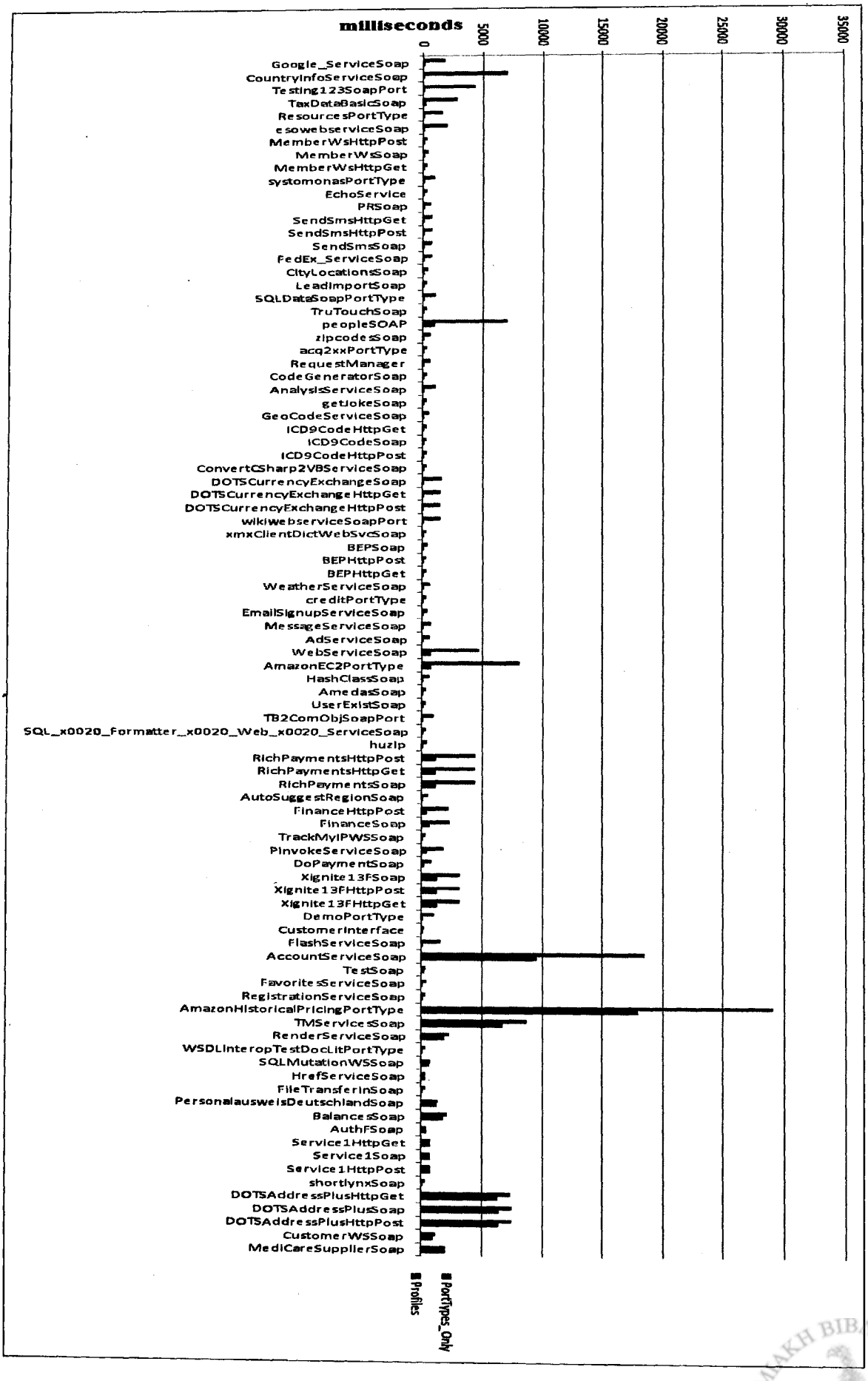
Σε πολλές υπηρεσίες διαδικτύου του συγκεκριμένου συνόλου δεδομένων (Woogle) ο συνολικός χρόνος αναζήτησης για υποψήφιους αντικαταστάτες μιας υπηρεσίας διαδικτύου για την περίπτωση που χρησιμοποιούνται οι Κλάσεις Ισοδυναμίας είναι τόσο μικρός (σε σχέση με τον συνολικό χρόνο αναζήτησης χωρίς την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας) που δεν μπορεί να φανεί στο Σχήμα 4.11. Όποτε η έλλειψη για μερικές υπηρεσίες διαδικτύου του γραφήματος που αφορά τον χρόνο αναζήτησης αντικαταστατών με την χρήση Κλάσεων Ισοδυναμίας σημαίνει ότι ο συγκεκριμένο χρόνος είναι πολύ μικρός. Οι αυξομειώσεις των χρόνων αναζήτησης από υπηρεσία σε υπηρεσία μπορεί να δικαιολογηθεί λαμβάνοντας υπόψη το πλήθος των λειτουργιών που διαθέτει η κάθε υπηρεσία αλλά και το πλήθος των built-in types κάθε υπηρεσίας. Όσο περισσότερες λειτουργίες και όσο περισσότερα built-in types διαθέτει μια υπηρεσία διαδικτύου που εξετάζεται για αντικατάσταση τόσο πιο χρονοβόρα είναι η σύγκριση της συγκεκριμένης υπηρεσίας διαδικτύου με τους υποψήφιους αντικαταστάτες γιατί απαιτείται μεγαλύτερο πλήθος συγκρίσεων.

Οι διαφορές στους χρόνους αναζήτησης μεταξύ της χρήσης της οργάνωσης σε Κλάσεις Ισοδυναμίας παρουσιάζουν αυξομειώσεις για τον ίδιο λόγο αλλά και λόγω του επηρεασμού που μπορεί να έχουν οι χρόνοι αναζήτησης ανάλογα με την θέση που μπορεί να έχει η Κλάση Ισοδυναμίας με την οποία μπορεί να υπάρξει αντικατάσταση στη δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Δηλαδή, οι χρόνοι αντικατάστασης επηρεάζονται εκτός από την δομή των υπηρεσιών διαδικτύου που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εξετάζονται για αντικατάσταση και από την θέση που έχει η Κλάση Ισοδυναμίας με την οποία προκύπτει Σχέση Ισοδυναμίας (χειρότερο δυνατό σενάριο = χειρότερος δυνατός χρόνος αν η Κλάση Ισοδυναμίας με την οποία εντοπίζεται Σχέση Ισοδυναμίας εξετάζεται τελευταία στη δομή που απαρτίζουν οι Κλάσεις Ισοδυναμίας) στη δομή των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Στο Σχήμα 4.12 παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι χρόνοι αναζήτησης για το σύνολο QWS.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



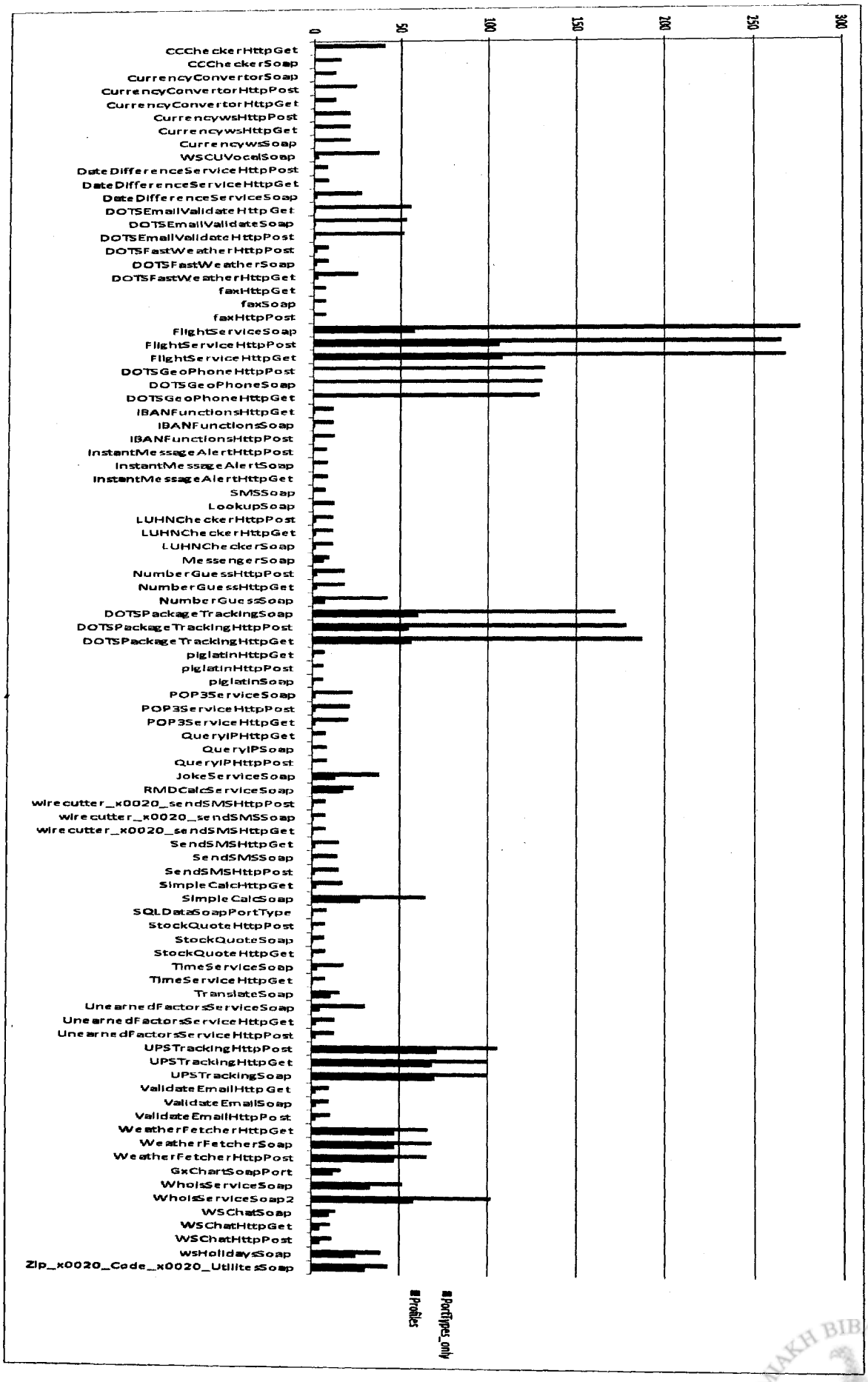
Σχήμα 4.12 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.12 όπως και στο Σχήμα 4.11 με το μπλε χρώμα απεικονίζεται ο συνολικός χρόνος σε milliseconds αναζήτησης αντικαταστατών της εκάστοτε υπηρεσίας διαδικτύου χωρίς την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας εξετάζοντας δηλαδή σειριακά την κάθε υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου δεδομένων. Με το κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο συνολικός χρόνος αναζήτησης της υπηρεσίας διαδικτύου χρησιμοποιώντας την οργάνωση σε Κλάσεις Ισοδυναμίας με την χρήση της διαδικασίας που περιγράφηκε στην παράγραφο 3.5. Και σε αυτό το πείραμα πρέπει να τονιστεί ότι χρησιμοποιείται η περίπτωση αναζήτησης η οποία περιλαμβάνει συγκρίσεις για εύρεση συσχετίσεων με βάση την Σχέσης Ισοδυναμίας και σε περίπτωση που αυτή δεν υπάρχουν μεταξύ των συγκρινόμενων μερών πραγματοποιούνται συγκρίσεις με βάση την Σχέση Εξειδίκευσης.. Οι διαφορές μεταξύ των χρόνων αναζήτησης των εκάστοτε υπηρεσιών διαδικτύου δικαιολογούνται με βάση τα όσα αναλύθηκαν και για το προηγούμενο Σχήμα (Σχήμα 4.11).

Ακολούθως, παρατίθενται οι χρόνοι αναζήτησης για τα δύο σύνολα δεδομένων στην περίπτωση που οι αναζητήσεις για τους υποψήφιους αντικαταστάτες πραγματοποιείται αποκλειστικά με την χρήση της Σχέσης Ισοδυναμίας, έτσι ώστε να προσδιοριστεί πως αυτοί επηρεάζονται ανάλογα με την επιλογή του συνόλου δεδομένων που χρησιμοποιείται. Στο Σχήμα 4.13 παρατίθενται οι χρόνοι αναζήτησης για το σύνολο δεδομένων Woogle χρησιμοποιώντας αποκλειστικά στην διαδικασία της αναζήτησης την Σχέση Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



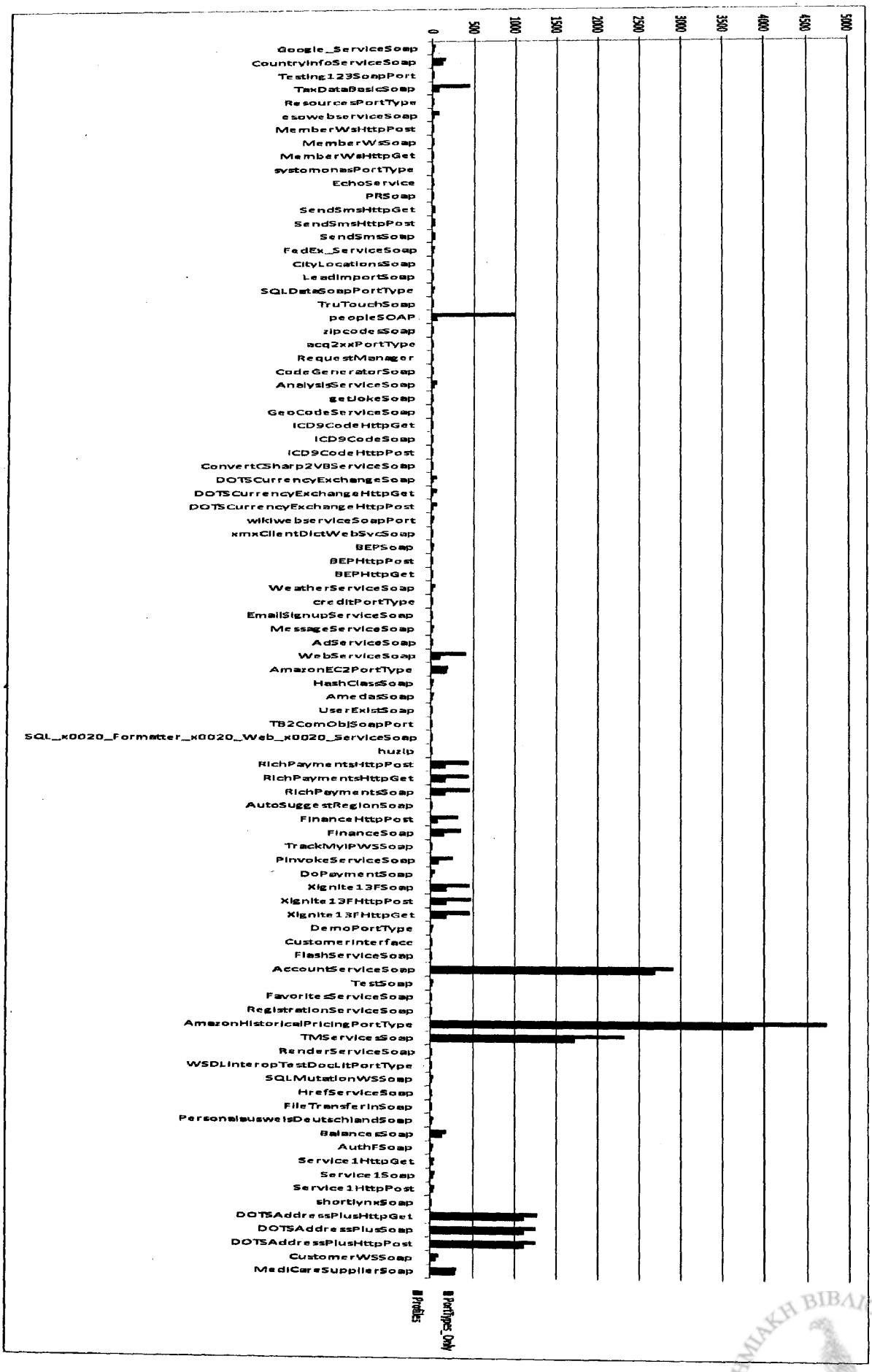
Σχήμα 4.13 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (Woogle).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η δικαιολόγηση των πειραματικών αποτελεσμάτων του Σχήματος 4.13 για την συγκεκριμένη περίπτωση αναζήτησης δικαιολογείται με βάση τα όσα περιγράφηκαν και για τα πειραματικά αποτελέσματα του Σχήματος 4.11. Μια βασική επισήμανση η οποία αξίζει να σημειωθεί αφορά το γεγονός ότι οι χρόνοι αναζήτησης για το Σχήμα 4.13 είναι μικρότεροι σε σχέση με τους αντίστοιχους που προκύπτουν από το πείραμα που παρουσιάζεται με το Σχήμα 4.11. Αυτό είναι απολύτως αναμενόμενο καθώς για το πείραμα του Σχήματος 4.13 χρησιμοποιείται άλλη διαδικασία αναζήτησης. Όπως τονίστηκε και σε προγενέστερο στάδιο η διαδικασία αναζήτησης του τελευταίου πειράματος (Σχήμα 4.13) περιλάμβανε αναζήτηση μόνο για Σχέση Ισοδυναμίας σε αντίθεση με την περίπτωση του Σχήματος 4.11 στο οποίο χρησιμοποιούνταν άλλη διαδικασία αναζήτησης η οποία περιλάμβανε αναζητήσεις και για τις δύο Σχέσεις Αντικατάστασης.

Στο Σχήμα 4.14 παρατίθενται οι χρόνοι αναζήτησης για το σύνολο δεδομένων Woogle χρησιμοποιώντας αποκλειστικά στην διαδικασία της αναζήτησης την Σχέση Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.14 Χρόνοι Αναζήτησης για σύνολο δεδομένων (QWS).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η δικαιολόγηση των πειραματικών αποτελεσμάτων του Σχήματος 4.14 για την συγκεκριμένη περίπτωση αναζήτησης δικαιολογείται με βάση τα όσα περιγράφηκαν και για τα πειραματικά αποτελέσματα του Σχήματος 4.12. Μια βασική επισήμανση η οποία αξίζει να σημειωθεί αφορά το γεγονός ότι οι χρόνοι αναζήτησης για το Σχήμα 4.14 είναι μικρότεροι σε σχέση με τους αντίστοιχους που προκύπτουν από το πείραμα που παρουσιάζεται με το Σχήμα 4.12. Αυτό είναι απολύτως αναμενόμενο καθώς για το πείραμα του Σχήματος 4.14 χρησιμοποιείται άλλη διαδικασία αναζήτησης. Όπως τονίστηκε και σε προγενέστερο στάδιο η διαδικασία αναζήτησης του τελευταίου πειράματος (Σχήμα 4.14) περιλάμβανε αναζήτηση μόνο για Σχέση Ισοδυναμίας σε αντίθεση με την περίπτωση του Σχήματος 4.12 στο οποίο χρησιμοποιούνταν άλλη διαδικασία αναζήτησης η οποία περιλάμβανε αναζητήσεις και για τις δύο Σχέσεις Αντικατάστασης.

Μια βασική παρατήρηση που επιβάλλεται να γίνει αφορά το γεγονός ότι στο σύνολο δεδομένων QWS οι χρόνοι αναζήτησης για το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σύγκριση με το σύνολο δεδομένων Woogle. Αυτό το γεγονός λαμβάνει χώρα για τρεις λόγους. Ο πρώτος αφορά το γεγονός ότι οι υπηρεσίες διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS έχουν περισσότερες λειτουργίες και built-in types σε σχέση με τις αντίστοιχες του συνόλου δεδομένων Woogle σύμφωνα με την ανάλυση που παρατίθεται στην παράγραφο 4.3 τα οποία οδηγούν σε μεγαλύτερο πλήθος συγκρίσεων για κάποιες υπηρεσίες διαδικτύου και άρα σε με μεγαλύτερο χρόνο αντικατάστασης τόσο για την περίπτωση που χρησιμοποιούνται Κλάσεις Ισοδυναμίας όσο και για την περίπτωση που δεν χρησιμοποιούνται Κλάσεις Ισοδυναμίας. Ο δεύτερος λόγος αφορά το γεγονός ότι για το σύνολο δεδομένων QWS κατασκευάζονται περισσότερες Κλάσεις Ισοδυναμίας γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερο πλήθος συγκρίσεων και άρα μεγαλύτερη χρονοτριβή για την διαδικασία αναζήτησης στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται Κλάσεις Ισοδυναμίας. Ο τρίτος λόγος αφορά το γεγονός ότι το σύνολο δεδομένων QWS διαθέτει μεγαλύτερη ποικιλομορφία built-in types σε κάθε υπηρεσία διαδικτύου γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερη χρονοτριβή καθώς όσο μεγαλύτερη ποικιλομορφία built-in types υπάρχει τόσο περισσότερες φορές απαιτείται ο υπολογισμός έλλειψης συνάφειας στο επίπεδο των built-in types. Σε συνδυασμό οι τρεις προηγούμενοι λόγοι οδηγούν σε αρκετά μεγαλύτερους χρόνους αναζήτησης για το σύνολο δεδομένων QWS σε σχέση με

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αυτούς του Woogle κατά την διάρκεια της αναζήτησης υποψήφιων αντικαταστατών και για τις δύο περιπτώσεις αναζήτησης.

4.6. Συνεισφορά των Σχέσεων Αντικατάστασης στα αποτελέσματα της Αναζήτησης

Στη παρούσα παράγραφο μελετάται το κατά πόσο τα αποτελέσματα που λαμβάνονται από το προτεινόμενο πλαίσιο είναι ορθά. Δηλαδή, μελετάται το κατά πόσο οι σχέσεις αντικατάστασης που έχουν προταθεί στο Κεφάλαιο 3 επιστρέφουν αποτελέσματα τα οποία είναι ωφέλημα. Ειδικότερα, μέχρι τώρα έχει προταθεί ένα πλαίσιο το οποίο μέσω δύο σχέσεων αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου επιστρέφει ένα σύνολο υποψήφιων αντικαταστατών για μια συγκεκριμένη υπηρεσία διαδικτύου την οποία δέχεται ως είσοδο.

Μέχρι την παρούσα φάση έχει περιγραφεί η μεθοδολογία με την οποία εντοπίζονται οι υποψήφιοι αντικαταστάτες μέσω των σχέσεων αντικατάστασης αλλά και η διαδικασία με την οποία η προηγούμενη μεθοδολογία μπορεί να εκτελεστεί αποδοτικά. Με βάση τα όσα έχουν διατυπωθεί μέχρι τώρα δεν έχει εξεταστεί η *ορθότητα* του παρεχόμενου πλαισίου, δηλαδή ότι τα επιστρεφόμενα αποτελέσματα του πλαισίου μπορούν όντως να αντικαταστήσουν επαρκώς την προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου, παρέχοντας ταυτόχρονα και την ίδια λειτουργικότητα με την παλαιά υπηρεσία διαδικτύου.

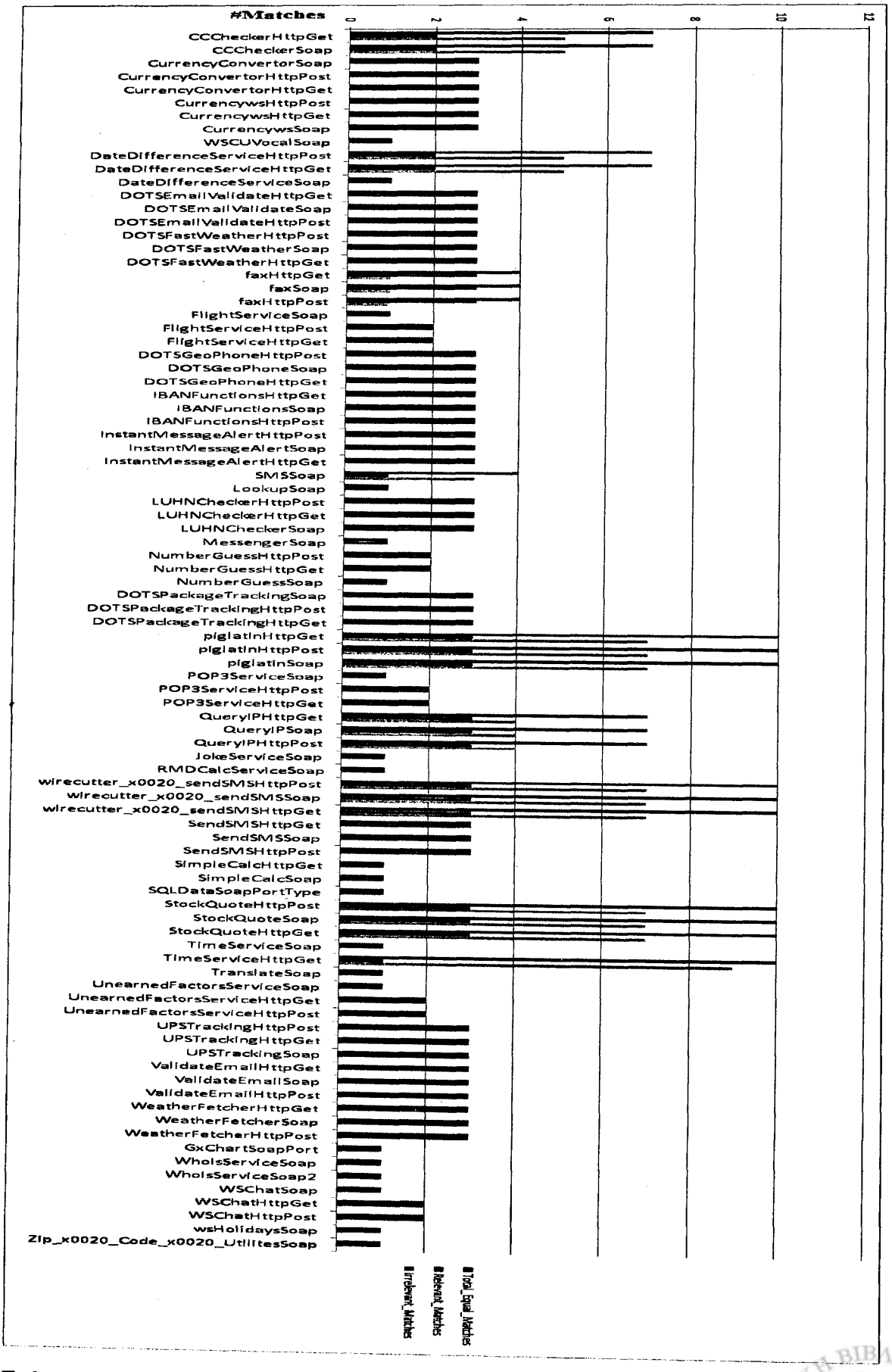
Στα προηγούμενα κεφάλαια περιγράφοντας την Σχέση Ισοδυναμίας αλλά και την Σχέση Εξειδίκευσης παρατηρήθηκε ότι και οι δύο σχέσεις αυτές, βασίζονται κατά κύριο λόγο στη συμβατότητα μεταξύ των built-in types των συγκρινόμενων λειτουργιών. Πρακτικά η Σχέση Ισοδυναμίας ή η Σχέση Εξειδίκευσης μεταξύ των built-in types ΔΕΝ εγγυάται ισοδυναμία ή εξειδίκευση από σημασιολογική άποψη μεταξύ των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου. Δεν έχει εξεταστεί μέχρι την παρούσα φάση το κατά πόσο μια υπηρεσία διαδικτύου που συνδέεται με Σχέση Ισοδυναμίας ή με Σχέση Εξειδίκευσης με μια υπηρεσία διαδικτύου που

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

αντικαθίσταται μπορεί όντος να επιτελέσει τον σκοπό που είναι επιθυμητός, δηλαδή να παρέχει όντος την λειτουργικότητα που είναι επιθυμητή.

Για να επιλυθεί το προηγούμενο πρόβλημα εξετάστηκαν τα αποτελέσματα που εξάγει το προτεινόμενο πλαίσιο και για τις δύο Σχέσεις Αντικατάστασης με βάση το πόσο αυτά είναι ***χρήσιμα***. Δηλαδή, εξετάστηκε το κατά πόσο οι υπηρεσίες διαδικτύου που εξάγονται ως αποτελέσματα αναζήτησης είναι όντως σημασιολογικά ισοδύναμες ή εξειδικεύσεις ανάλογα την περίπτωση, με τις υπηρεσίες διαδικτύου με τις οποίες πραγματοποιείται η εξέταση. Για να καταστεί κάτι τέτοιο εφικτό παρατίθενται τα ακόλουθα Σχήματα. Στο Σχήμα 4.15 παρατίθενται τα συνολικά αποτελέσματα αναζήτησης για την Σχέση Ισοδυναμίας για κάθε υπηρεσία διαδικτύου παρέχοντας μια αντιπαραβολή μεταξύ αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***χρήσιμα*** και αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***μη χρήσιμα*** για το σύνολο δεδομένων Woogle.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.15 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Ισοδυναμίας (Woogle).

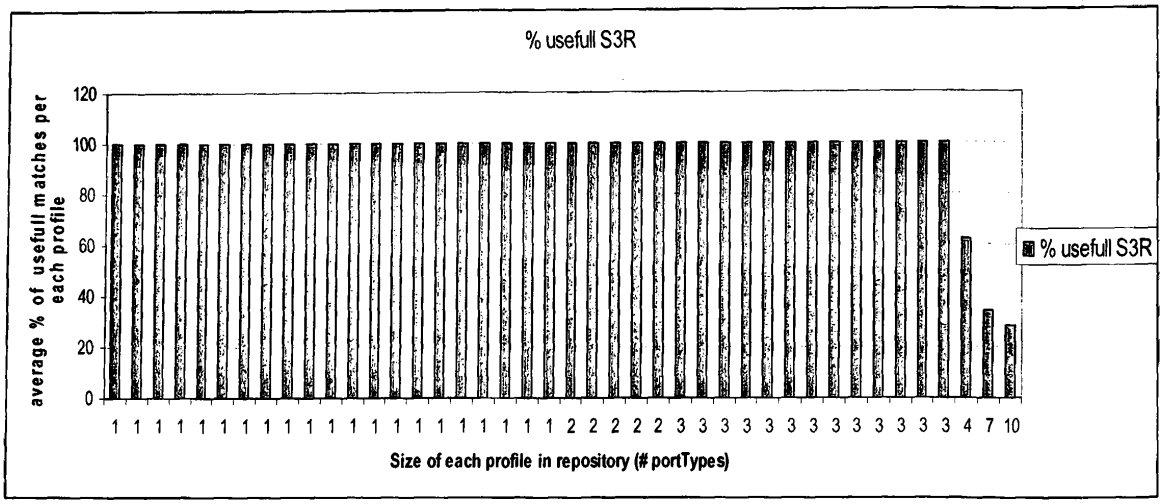
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.15 παρατίθενται τα αποτελέσματα αναζήτησης για την Σχέση Ισοδυναμίας της κάθε υπηρεσίας διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle. Ειδικότερα, παρατίθενται το πλήθος των υπηρεσιών με τις οποίες η εκάστοτε υπηρεσία διαδικτύου συνδέεται με Σχέση Ισοδυναμίας. Το συνολικό πλήθος των υπηρεσιών με τις οποίες η εκάστοτε υπηρεσία διαδικτύου συνδέεται με Σχέση Ισοδυναμίας αναπαρίσταται στο Σχήμα 4.15 με την κόκκινη γραμμή. Με την μπλε γραμμή αναπαρίσταται το πλήθος των ***χρήσιμων*** (σημασιολογικά) υπηρεσιών διαδικτύου που προέρχονται από το συνολικό πλήθος υπηρεσιών από τα εξαγόμενα αποτελέσματα για την εκάστοτε υπηρεσία διαδικτύου. Με την πράσινη γραμμή παρατίθενται το πλήθος των ***μη χρήσιμων*** υπηρεσιών διαδικτύου από το συνολικό πλήθος των υπηρεσιών με τις οποίες η εκάστοτε εξεταζόμενη υπηρεσία διαδικτύου συνδέεται με Σχέση Ισοδυναμίας.

Από το προηγούμενο Σχήμα είναι προφανές ότι για την συντριπτική των εξεταζόμενων υπηρεσιών διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle η επιστρεφόμενες υπηρεσίες διαδικτύου για την Σχέση Ισοδυναμίας είναι σημασιολογικά ορθές, δηλαδή είναι ***χρήσιμες***. Ειδικότερα, στο 80,2% των περιπτώσεων (δηλαδή των υπηρεσιών διαδικτύου που οδεύουν για αντικατάσταση) το προτεινόμενο σύστημα επιστρέφει αποτελέσματα τα οποία ως επί το πλείστον (πλήθος ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων > πλήθος ***μη χρήσιμων*** αποτελεσμάτων) είναι ***χρήσιμα***, επιστρέφει δηλαδή ως αποτέλεσμα αντιστοιχίσεις με υπηρεσίες διαδικτύου οι οποίες όντος μπορούν και από σημασιολογικής αλλά και από λειτουργικής άποψης να αντικαταστήσουν την εκάστοτε υπηρεσία διαδικτύου που οδεύει για αντικατάσταση.

Στο Σχήμα 4.16 παρουσιάζεται το ποσοστό των επιστρεφόμενων ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων σε σχέση με το μέγεθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας με τις οποίες η κάθε συγκρινόμενη υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου Woogle συνδέεται αποκλειστικά με Σχέση Ισοδυναμίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

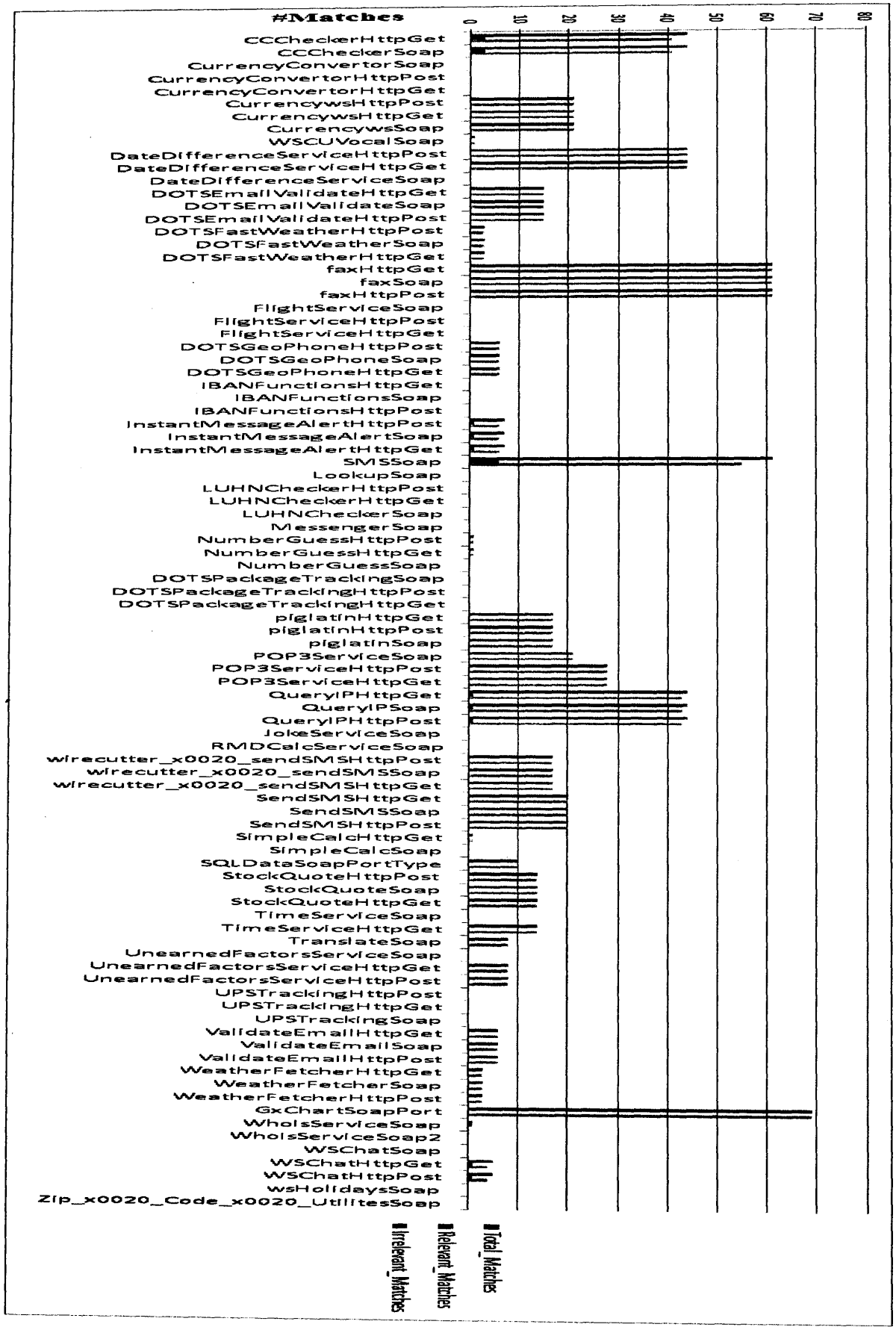


Σχήμα 4.16 Ποσοστό χρήσιμων επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων σε σχέση με το μέγεθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας - Σχέση Ισοδυναμίας (Woogle).

Το Σχήμα 4.16 αφορά το ποσοστό των χρήσιμων αποτελεσμάτων για την αναζήτηση αποκλειστικά με Σχέση Ισοδυναμίας. Τα συγκεκριμένα ποσοστά που απεικονείζονται στο συγκεκριμένο Σχήμα αφορούν τον *μέσο όρο* των ***χρήσιμων*** επιστρεφόμενων αποτελέσματων σε σχέση με το μέγεθος της Κλάσης Ισοδυναμίας με την οποία η εκάστοτε συγκρινόμενη υπηρεσία διαδικτύου που προέρχεται από το σύνολο δεδομένων Woogle και αναζητεί υποψήφιους αντικαταστάτες συνδέεται με Σχέση Ισοδυναμίας. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται το πλήθος των υπηρεσιών διαδικτύου που μετέχουν σε μια Κλάση Ισοδυναμίας τόσο τα χρήσιμα αποτελέσματα που θα επιστραφούν μετά από συσχέτιση κάποιας υπηρεσίας διαδικτύου με την συγκεκριμένη Κλάση Ισοδυναμίας είναι μειωμένα αφού το πλήθος των υπηρεσιών που μετέχουν στην κάθε Κλάση Ισοδυναμίας ξεπεράσει τον αριθμό 3.

Στο Σχήμα 4.17 παρατίθενται τα συνολικά αποτελέσματα αναζήτησης για την Σχέση Εξειδίκευσης για κάθε υπηρεσία διαδικτύου παρέχοντας μια αντιπαραβολή μεταξύ αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***χρήσιμα*** και αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***μη χρήσιμα*** για το σύνολο δεδομένων Woogle.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.17 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Εξειδίκευσης (Woogle).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο Σχήμα 4.17 παρατίθενται τα αποτελέσματα αναζήτησης για την Σχέση Εξειδίκευσης της κάθε υπηρεσίας διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle. Ειδικότερα, παρατίθενται το πλήθος των υπηρεσιών με τις οποίες η εκάστοτε υπηρεσία διαδικτύου συνδέεται με Σχέση Εξειδίκευσης. Όπως και στο Σχήμα 4.15 με την κόκκινη γραμμή αναπαριστάται το συνολικό πλήθος των αποτελεσμάτων με τα οποία η εκάστοτε προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου συσχετίζεται με Σχέση Εξειδίκευσης. Με την μπλε γραμμή αναπαρίσταται το πλήθος των ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων το οποίο προέρχεται από το συνολικό πλήθος αποτελεσμάτων και με την πράσινη γραμμή αναπαρίσταται το πλήθος των ***μη χρήσιμων*** αποτελεσμάτων, όπως αυτά ορίστηκαν σε προγενέστερο στάδιο. Πρέπει να τονιστεί ότι για τις περιπτώσεις για τις οποίες δεν υπάρχει η μπλε γραμμή το προτεινόμενο πλαίσιο δεν επιστρέφει καθόλου ***χρήσιμα*** αποτελέσματα για την συγκεκριμένη περίπτωση αντικατάστασης.

Από το Σχήμα 4.17 γίνεται εύκολα αντιληπτό για την Σχέση Εξειδίκευσης ότι το προτεινόμενο από την διατριβή πλαίσιο δεν εξάγει μεγάλο πλήθος ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων. Το φαινόμενο αυτό είναι αναμενόμενο καθώς οι προϋποθέσεις της Σχέσης Εξειδίκευσης είναι πιο γενικές και όχι τόσο δεσμευτικές σε σχέση με της προϋποθέσεις της Σχέσης Ισοδυναμίας. Οπότε και τα επιστρεφόμενα αποτελέσματα αναμένεται να μην διαθέτουν παρόμοια λειτουργικότητα (να μην επιτελούν τον σκοπό της υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται) με την υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται. Ειδικότερα, σε καμία από τις περιπτώσεις αντικατάστασης των υπηρεσιών διαδικτύου του συνόλου δεδομένων Woogle μέσω της Σχέσης Εξειδίκευσης δεν παρουσιάζεται πλήθος ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων μεγαλύτερο από το αντίστοιχο πλήθος των ***μη χρήσιμων*** αποτελεσμάτων.

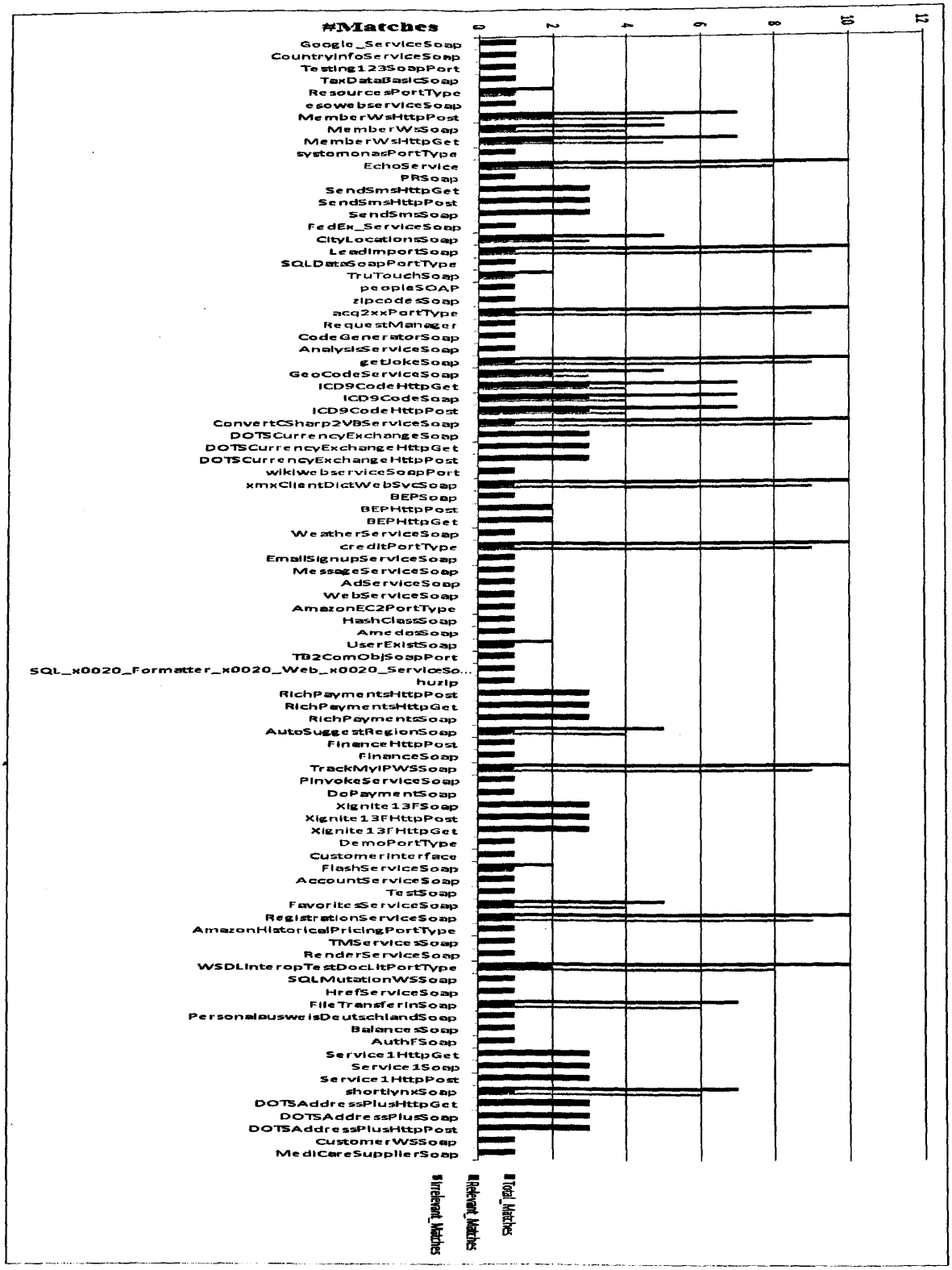
Μια ακόμη σημαντική παρατήρηση που πρέπει να πραγματοποιηθεί αφορά το γεγονός του πλήθους των επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων. Ειδικότερα, λόγω των πιο γενικών προϋποθέσεων της Σχέσης Εξειδίκευσης το πλήθος το επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων για κάθε περίπτωση αντικατάστασης είναι σαφώς μεγαλύτερο στην Σχέση Εξειδίκευσης από το αντίστοιχο επιστρεφόμενο πλήθος αποτελεσμάτων για την Σχέση Ισοδυναμίας. Και το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Μια τελευταία παρατήρηση που πρέπει να πραγματοποιηθεί αφορά τις τιμές που λαμβάνει η μετρική Έλλειψης Ποιότητας Αντικατάστασης στα αποτελέσματα του Σχήματος 4.17, καθώς όπως έχει τονιστεί η συγκεκριμένη μετρική μπορεί να λάβει και πεπερασμένες τιμές. Ειδικότερα, στην μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων η συγκεκριμένη μετρική, στις συγκρίσεις για εύρεση Σχέσης Εξειδίκευσης, λαμβάνει μηδενικές τιμές. Αυτό συμβαίνει γιατί στο σύνολο δεδομένων που εξετάστηκε η μεγάλη πλειοψηφία των built-in types είναι ίδιου τύπου (string). Έτσι όταν πραγματοποιούνται οι συγκρίσεις, η επιστρεφόμενη έλλειψη συνάφειας και έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης είναι μηδενικές. Ο ίδιος τύπος πειράματος πραγματοποιείται και για το σύνολο δεδομένων QWS.

Στο Σχήμα 4.18 παρατίθενται τα συνολικά αποτελέσματα αναζήτησης για την Σχέση Ισοδυναμίας για κάθε υπηρεσία διαδικτύου παρέχοντας μια αντιπαραβολή μεταξύ αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***χρήσιμα*** και αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***μη χρήσιμα*** για το σύνολο δεδομένων QWS.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



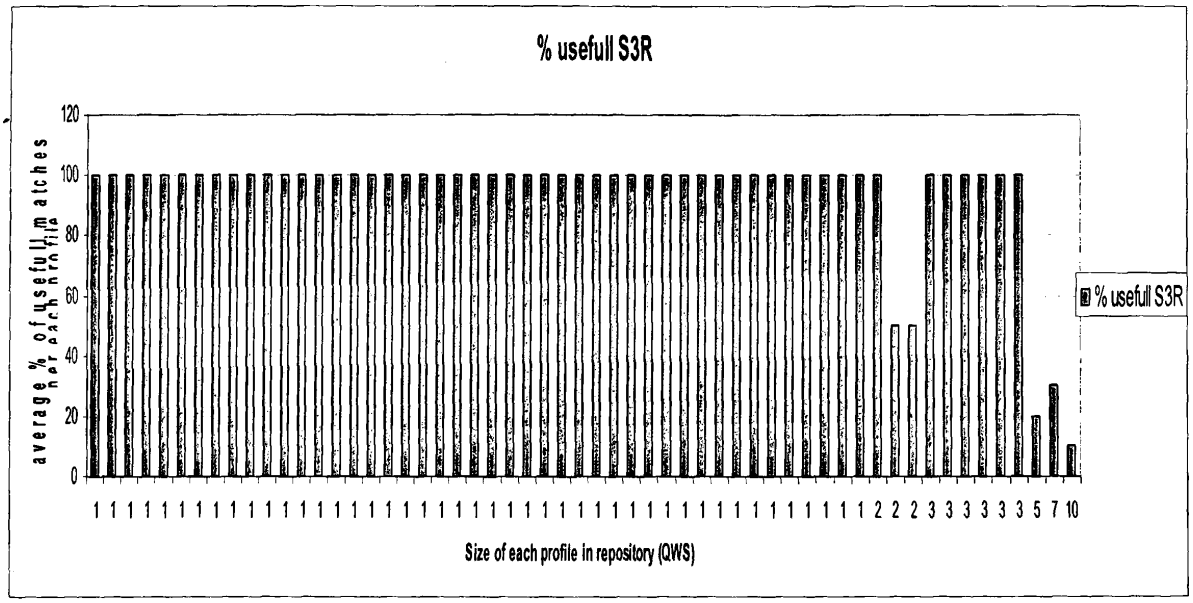
Σχήμα 4.18 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Ισοδυναμίας (QWS).

Από το προηγούμενο Σχήμα είναι προφανές ότι για την συντριπτική των εξεταζόμενων υπηρεσιών διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS η επιστρεφόμενες υπηρεσίες διαδικτύου για την Σχέση Ισοδυναμίας είναι

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

σημασιολογικά ορθές, δηλαδή είναι ***χρήσιμες***. Ειδικότερα, στο 75,8% των περιπτώσεων (δηλαδή των υπηρεσιών διαδικτύου που οδεύουν για αντικατάσταση) το προτεινόμενο σύστημα επιστρέφει αποτελέσματα τα οποία ως επί το πλείστον (πλήθος ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων > πλήθος ***μη χρήσιμων*** αποτελεσμάτων) είναι ***χρήσιμα***, επιστρέφει δηλαδή ως αποτέλεσμα αντιστοιχίσεις με υπηρεσίες διαδικτύου οι οποίες όντος μπορούν και από σημασιολογικής αλλά και από λειτουργικής άποψης να αντικαταστήσουν την εκάστοτε υπηρεσία διαδικτύου που οδεύει για αντικατάσταση.

Στο Σχήμα 4.19 παρουσιάζεται το ποσοστό των επιστρεφόμενων ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων σε σχέση με το μέγεθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας με τις οποίες η κάθε συγκρινόμενη υπηρεσία διαδικτύου του συνόλου QWS συνδέεται αποκλειστικά με Σχέση Ισοδυναμίας.



Σχήμα 4.19 Ποσοστό χρήσιμων επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων σε σχέση με το μέγεθος των Κλάσεων Ισοδυναμίας - Σχέση Ισοδυναμίας (QWS).

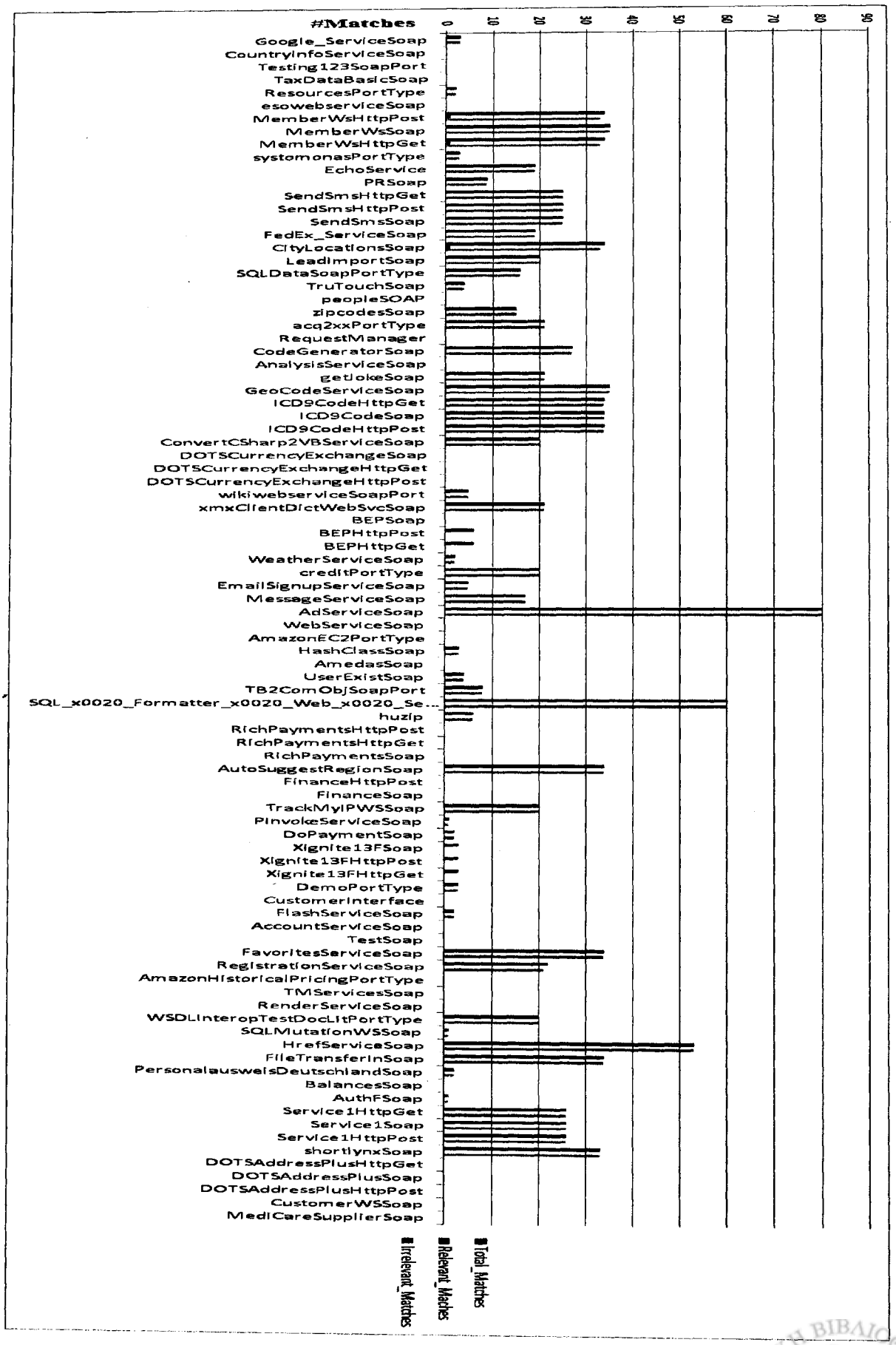
Το Σχήμα 4.19 αφορά το ποσοστό των χρήσιμων αποτελεσμάτων για την αναζήτηση αποκλειστικά με Σχέση Ισοδυναμίας. Τα συγκεκριμένα ποσοστά που απεικονείζονται στο συγκεκριμένο Σχήμα αφορούν τον *μέσο όρο* των ***χρήσιμων*** επιστρεφόμενων αποτελέσματων σε σχέση με το μέγεθος της Κλάσης Ισοδυναμίας με την οποία η εκάστοτε συγκρινόμενη υπηρεσία διαδικτύου που προέρχεται από το σύνολο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

δεδομένων QWS και αναζητεί υποψήφιους αντικαταστάτες συνδέεται με Σχέση Ισοδυναμίας. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται το πλήθος των υπηρεσιών διαδικτύου που μετέχουν σε μια Κλάση Ισοδυναμίας τόσο τα χρήσιμα αποτελέσματα που θα επιστραφούν μετά από συσχέτιση κάποιας υπηρεσίας διαδικτύου με την συγκεκριμένη Κλάση Ισοδυναμίας είναι μειωμένα αφού το πλήθος των υπηρεσιών που μετέχουν στην κάθε Κλάση Ισοδυναμίας ξεπεράσει τον αριθμό 3.

Στο Σχήμα 4.20 παρατίθενται τα συνολικά αποτελέσματα αναζήτησης για την Σχέση Εξειδίκευσης για κάθε υπηρεσία διαδικτύου παρέχοντας μια αντιπαραβολή μεταξύ αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***χρήσιμα*** και αυτών που χαρακτηρίζονται ως ***μη χρήσιμα*** για το σύνολο δεδομένων QWS.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Σχήμα 4.20 Αποτελέσματα χρήσιμων και μη χρήσιμων αντικαταστατών Σχέση Εξειδίκευσης (QWS).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Από το Σχήμα 4.20 γίνεται εύκολα αντιληπτό για την Σχέση Εξειδίκευσης ότι το προτεινόμενο από την διατριβή πλαίσιο δεν εξάγει μεγάλο πλήθος ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων. Το φαινόμενο αυτό είναι αναμενόμενο καθώς οι προϋποθέσεις της Σχέσης Εξειδίκευσης είναι πιο γενικές και όχι τόσο δεσμευτικές σε σχέση με της προϋποθέσεις της Σχέσης Ισοδυναμίας. Οπότε και τα επιστρεφόμενα αποτελέσματα αναμένεται να μην διαθέτουν παρόμοια λειτουργικότητα (να μην επιτελούν τον σκοπό της υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται) με την υπηρεσίας διαδικτύου που αντικαθίσταται. Ειδικότερα, σε καμία από τις περιπτώσεις αντικατάστασης των υπηρεσιών διαδικτύου του συνόλου δεδομένων QWS μέσω της Σχέσης Εξειδίκευσης δεν παρουσιάζεται πλήθος ***χρήσιμων*** αποτελεσμάτων μεγαλύτερο από το αντίστοιχο πλήθος των ***μη χρήσιμων*** αποτελεσμάτων. Μια τελευταία παρατήρηση που πρέπει να πραγματοποιηθεί αφορά τις τιμές που λαμβάνει η μετρική Έλλειψης Ποιότητας Αντικατάστασης στα αποτελέσματα του Σχήματος 4.20, καθώς όπως έχει τονιστεί η συγκεκριμένη μετρική μπορεί να λάβει και πεπερασμένες τιμές. Ειδικότερα, στην μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων η συγκεκριμένη μετρική, στις συγκρίσεις για εύρεση Σχέσης Εξειδίκευσης, λαμβάνει μηδενικές τιμές (όπως και στο Σχήμα 4.18). Αυτό συμβαίνει γιατί στο σύνολο δεδομένων που εξετάστηκε η μεγάλη πλειοψηφία των built-in types είναι ίδιου τύπου (string). Έτσι όταν πραγματοποιούνται οι συγκρίσεις, η επιστρεφόμενη έλλειψη συνάφειας και έλλειψη ποιότητας αντικατάστασης είναι μηδενικές.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λόγω της μείζονος σημασίας που έχει η αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου, αλλά και για τον λόγο του ότι είναι δυνατόν πολλές διαφορετικές υπηρεσίες να είναι διαθέσιμες και συμβατές ώστε να αντικαταστήσουν μια δεδομένη υπηρεσία διαδικτύου είναι επιτακτική ανάγκη εντοπισμού ενός άμεσου και αποδοτικού τρόπου αντικατάστασης ο οποίος θα εξασφαλίζει την ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος.

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάστηκε ένα πλαίσιο το οποίο επιτρέπει την αποδοτική αντικατάσταση υπηρεσιών διαδικτύου, ελαχιστοποιώντας τις αλλαγές που πρέπει να πραγματοποιηθούν στον κώδικα της εφαρμογής που εκτελούσε την προς αντικατάσταση υπηρεσία διαδικτύου. Ειδικότερα, το πλαίσιο που αναλύθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια μειώνει δραστικά την πολυπλοκότητα του προβλήματος της αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου ομαδοποιώντας τις υπηρεσίες διαδικτύου που είναι διαθέσιμες ως πιθανοί αντικαταστάτες σε Κλάσεις Ισοδυναμίας (Profiles).

Ακρογωνιαίοι λίθοι για την διαδικασία της αντικατάστασης και οργάνωσης των υπηρεσιών διαδικτύου που προτάθηκε αποτελούν οι Σχέσεις Αντικατάστασης καθώς και οι μετρικές έλλειψης συνάφειας και έλλειψης ποιότητας αντικατάστασης, μεταξύ των επιμέρους συστατικών των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου που αναλύθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν.

Επίσης, βασικό ρόλο στην βελτίωση της απόδοσης του προτεινόμενου πλαισίου διαδραμάτισε και ο αλγόριθμος αποδοτικής βέλτιστης ανάθεσης [5] (hungarian algorithm) καθώς με την βοήθειά του οι συσχετίσεις μεταξύ των συγκρινόμενων μερών πραγματοποιούνται αποδοτικά βελτιστοποιώντας τις μετρικές έλλειψης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

συνάφειας και έλλειψης ποιότητας αντικατάστασης. Από την πειραματική μελέτη που πραγματοποιήθηκε (Κεφάλαιο 4) πιστοποιήθηκε η αποδοτικότητα και η εγκυρότητα των εξαγόμενων αποτελεσμάτων του προτεινόμενου πλαισίου.

Μελλοντικό στόχο της παρούσας διατριβής θα μπορούσε να αποτελέσει η οργάνωση και η υλοποίηση ενός γραφικού περιβάλλοντος το οποίο θα παρέχει μια συνολική επισκόπηση των αποτελεσμάτων που εξάγει το προτεινόμενο πλαίσιο, έτσι ώστε ο χρήστης του πλαισίου να μπορεί να αποφασίσει και να επιλέξει ευκολότερα, τον υποψήφιο αντικαταστάτη της υπηρεσίας που οδεύει για αντικατάσταση.

Έναν ακόμη μελλοντικό στόχο της παρούσας διατριβής θα μπορούσε να αποτελέσει η περαιτέρω βελτίωση της διαδικασίας της αναζήτησης ώστε αυτή να μπορέσει να λειτουργήσει παράλληλα εκτελώντας ταυτόχρονες αναζητήσεις σε διαφορετικά διαστήματα της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας. Ειδικότερα, θα ήταν θεμιτό μια αναζήτηση που πραγματοποιείται από κάποιον χρήστη του πλαισίου να μπορεί να διασπαστεί σε ανεξάρτητες αναζητήσεις ώστε αυτές να πραγματοποιούνται με την χρήση πολλών νημάτων σε διαφορετικά και ανεξάρτητα κάθε φορά υποσύνολα της δομής των Κλάσεων Ισοδυναμίας ταυτόχρονα.

Τέλος, ένας ακόμη μελλοντικός στόχος του προτεινόμενου από την διατριβή πλαισίου είναι η βελτίωση του αριθμού των **χρήσιμων** αποτελεσμάτων που εξάγει το προτεινόμενο πλαίσιο. Αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί, αν τα εξαγόμενα αποτελέσματα προέκυπταν από συνδυασμό δύο διαφορετικών συγκρίσεων. Η πρώτη σύγκριση θα αφορούσε τις συγκρίσεις που ήδη πραγματοποιεί το προτεινόμενο πλαίσιο στα built-in types και στις λειτουργίες των συγκρινόμενων υπηρεσιών διαδικτύου. Με βάση τα αποτελέσματα της πρώτης σύγκρισης, η δεύτερη σύγκριση θα αποτελούσε λεξικογραφικές συγκρίσεις μεταξύ των ονομάτων των λειτουργιών και των μερών (Parts) των μηνυμάτων από τα οποία προέρχονται τα built-in types για το οποία έχουν προκύψει συσχετίσεις από την πρώτη σύγκριση. Με τον τρόπο αυτό τα αποτελέσματα της πρώτης σύγκρισης εκκαθαρίζονται έτσι ώστε σε αυτά να συμμετέχουν αυτά για το οποία υπάρχουν συσχετίσεις μεταξύ με βάση τις Σχέσεις Αντικατάστασης, αλλά επιπλέον τα ονόματα των εκάστοτε συγκρινόμενων μερών μπορούν να συσχετιστούν λεξικογραφικά.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] S. Ajmani, B. Liskov and L. Shrira. "*Scheduling and Simulation: How to upgrade Distributed Systems*", Proceedings of the 9th conference on Hot Topics in Operating Systems, Vol. 9, pp 8-13, May. 2003.

[2] G. Alonso, F. Casati, H. Kuno and V. Machiraju. "*Web Services: Concepts, Architectures and Applications*", Springer Verlag 2004.

[3] D. Ardagna, M. Commuzzi, E. Mussi, B. Pernici and P. Plebani. "*PAWS: A Framework for Executing Adaptive Web-Service Processes*", IEEE Software, Vol. 24, pp 39-46, Nov./Dec. 2007.

[4] D. Athanasopoulos, A. V. Zarras and V. Issarny. "*Service Substitution Revisited*", IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering, pp 555-559, Nov. 2009.

[5] F. Burgeois and J. - C. Lassale. "*An extension of the Munkres algorithm for the assignment problem to rectangular matrices*", Communications of the ACM, Vol. 14, pp 802-804, 1971.

[6] S. Chawathe and H. Garcia - Molina. "*Meaningful Change Detection in Structured Data*", Proceedings ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, pp 26-37, May. 1997.

[7] S. Chawathe. "*Comparing Hierarchical Data in External Memory*", Proceedings of the 25th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB), pp 90-101, September. 1999.

[8] M. Colombo, E. Di Nitto and M. Mauri. "*SCENE: A Service Composition Execution Environment Supporting Dynamic Changes Disciplined Through Rules*", ICSOC 2006 In Service-Oriented Computing, Vol. 4294, pp 191-202, 2006.

[9] X. Dong, A. Halevy, J. Madhavan, E. Nemes and J. Zhang. "*Similarity Search for Web Services*", Proceedings of the Thirtieth international conference on Very large data bases- VLDB, Vol. 30, pp 372-384, 2004.

[10] B. Liskov and J. Wing. "*A Behavioral Notion of Subtyping*", ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS), Vol. 16, pp 1811-1841, 1994.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

[11] E. Al-Masri and Q. H. Mahmoud. "*Discovering the best web service*", 16th International Conference on World Wide Web (WWW), pp. 1257-1258, 2007.

[12] E. Al-Masri and Q. H. Mahmoud. "*QoS-based Discovery and Ranking of Web Services*", IEEE 16th International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN), pp. 529-534, 2007.

[13] L. Melloul and A. Fox. "*Reusable Functional Composition Patterns for Web Services*", IEEE International Conference on Web Services (ICWS'04), pp 498-505, 2004.

[14] O. Moser, F. Rosenberg and S. Dustdar. "*Non-intrusive Monitoring and Service Adaptation for WS-BPEL*", Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web, WWW 2008, pp 815-824, 2008.

[15] J. Munkres. "*Algorithms for the Assignment and Transportation Problems*", Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, Vol. 5, pp 32 - 38, March 1957.

[16] H. R. M. Nezhad, A. Martens, F. Curbera and F. Cassati. "*Semi-Automated Adaptation of Service Interactions*", Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web, pp 993-1002, 2007.

[17] Y. Petinot, C. L. Gilles, V. Bhatnagar, P. B. Teregowda, H. Han and I. Councill. "*CiteSeer-API: towards seamless resource location and interlinking for digital libraries*", Proceedings of the 2004 ACM CIKM International Conference on Information and Knowledge Management, pp 553-561, Nov. 2004.

[18] S. R. Ponnekanti and A. Fox. "*Interoperability among Independently Evolving Web Services*", Proceedings of the 5th ACM/IFIP/USENIX international conference on Middleware, Vol. 78, pp 331-351, 2004.

[19] S. R. Ponnekanti and A. Fox. "*Application-Service Interoperation without Standardized Service Interfaces*", First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom'03), pp 30-40, March 2003.

[20] T. Senivongse. "*Enabling Flexible Cross-Version Interoperability for Distributed Services*", Proceedings of the International Symposium on Distributed Objects and Applications, pp 201-210, 1999.

[21] Y. Taher, D. Benslimane, M-C. Fauvet and Z. Maamar. "*Towards an Approach for Web services Substitution*", 10th International Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS'06), pp 166-173, 2006.

[22] W. Vogels. "*Web Services Are Not Distributed Objects*", IEEE Internet Computing, Volume 7, pp 59-66, November 2003.

[23] WSDL Object Model. " *Java API for parsing WSDL Documents*", Java.net Open Project, HTTPS://WOM.DEV.JAVA.NET/INDEX.HTML, 2009.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

[24] XML Schema Object Model - XSOM. " *Java API for parsing XML Schemas*", Java.net Open Project, HTTPS://XSOM.DEV.JAVA.NET/, 2009.

[25] JDots - Java Dynamic Object Tree System. " *Java API for constructing trees of Java Objects that can communicate with each other*", http://www.xs4all.nl/~weertj/jdots/, 2009.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ

Ο **Μπουρνάζης Χρήστος** γεννήθηκε στης 6 Απριλίου 1985 στην Βέροια Ημαθίας. Αποφοίτησε τον Σεπτέμβριο του 2003 από το Ενιαίο Λύκειο Αριδαίας Ν. Πέλλας και τον ίδιο μήνα εισήχθη στο Προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Το Φλεβάρη του 2008 ολοκλήρωσε τις σπουδές λαμβάνοντας το πτυχίο και τον ίδιο μήνα εισήχθη στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του ίδιου τμήματος. Τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα εστιάζονται στο πρόβλημα της αποδοτικής αντικατάστασης υπηρεσιών διαδικτύου και στην παραγωγή προσαρμογέων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ