



**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ**

Σταυρούλα Παπαϊωάννου

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Ιούνιος 2012

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ**

ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ

ΕΠΒΛΕΠΟΥΣΑ:

ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΔΡ. Β. Α. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗ

Η ατομική αυτή Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης (Μ.Δ.Ε.) της κατεύθυνσης Δικτυοκεντρικών Συστημάτων του τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιά.

Περίληψη

Η ευελιξία, η αξιοπιστία και η ελευθερία που προσφέρουν οι ασύρματες επικοινωνίες αποτελούν τα βασικά αίτια για τη συνεχή έρευνα και τις προσπάθειες ανάπτυξης στον τομέα του Μελλοντικού Διαδικτύου (Future Internet). Οι νέες εξελίξεις που βρίσκονται στον ορίζοντα έχουν ως στόχο το Μελλοντικό Διαδίκτυο να είναι πιο γρήγορο, πιο έξυπνο, πιο ασφαλές και να αγκυλώνει όχι μόνο πληροφορίες και περιεχόμενο, αλλά επίσης, υπηρεσίες και αντικείμενα του φυσικού κόσμου. Απαιτήσεις οι οποίες βασίζονται σε διάφορων ειδών ανάγκες και προσδιορίζονται από τις νέες τεχνολογίες που εμφανίζονται, τις γενικότερες εξελίξεις στην τεχνολογία και την πληροφορική, αλλά και στις απαιτήσεις των χρηστών.

Οι εξελίξεις σε αυτούς τους τομείς θα εκκινήσουν ένα σύνολο αλλαγών που θα πραγματοποιηθούν στο Μελλοντικό Διαδίκτυο. Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για επικοινωνία, συνδεσιμότητα, νέες λειτουργικότητες και υπηρεσίες άμεσα προσβάσιμες ωθούν τις τεχνολογικές εξελίξεις. Στην παρούσα διπλωματική εργασία στόχος είναι ο σχεδιασμός οντολογίας για ένα σύστημα διαχείρισης υπηρεσιών, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη του τις παρούσες απαιτήσεις και την ανάγκη για αυτονομία και αυτοδιαχείριση, οι οποίες βασίζονται κυρίως στο πλαίσιο και στο δίκτυο.

Οι παραπάνω εξελίξεις οδήγησαν στην ανάγκη για τη δημιουργία ενός οντολογικού μοντέλου, το οποίο θα αναπαριστά το φυσικό και ψηφιακό κόσμο, τα συστατικά τους και θα περιγράφει τις σχέσεις ανάμεσα σε αυτά τα συστατικά, παρά την ετερογένεια που παρουσιάζουν.

Δίνεται έμφαση, λοιπόν, στην παρουσίαση της ανάλυσης και του σχεδιασμού της οντολογίας. Αναφέρονται αναλυτικά τα μέρη του Μελλοντικού Διαδικτύου και οι σχέσεις μεταξύ τους, καθώς και οι τρόποι αλληλεπίδρασης. Η χρήση της οντολογίας επιτρέπει την δυνατότητα του διαχωρισμού του Μελλοντικού Διαδικτύου στα μέρη από τα οποία αποτελείται, στην απόκτηση μια εμπειριστατωμένης οπτικής απέναντι στο Διαδίκτυο ως όλον ή ως αλληλεπιδρώντα μέρη, παρά ως ανεξάρτητα συστατικά.

Επιπλέον, είναι σημαντική η συνειδητοποίηση ότι αναδύονται νέες προδιαγραφές και προσδίδονται νέες δυνατότητες, οι οποίες είναι καινοτόμες και διαφοροποιούνται πλήρως από

τις παλαιότερες προσεγγίσεις, προσδίδοντας δυνατότητες αυτονομίας αναφορικά με την διαλειτουργικότητα, την αυτοδιαμόρφωση και την βελτιστοποίηση. Η αυτονομία που προσφέρει έχει αναδειχθεί ως η εξέλιξη της αυτοματοποιημένης διαχείρισης .

Τέλος, είναι σημαντική η μοντελοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου βάσει νέων προσεγγίσεων, οι οποίες είναι λειτουργικές, εύκολα αντιληπτές, προσφέρουν ευελιξία και προσαρμόζονται στην υπάρχουσα κατάσταση του Διαδικτύου, ενώ ταυτόχρονα είναι ικανές να καλύψουν τις συνεχώς αναδυόμενες απαιτήσεις.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί το επισφράγισμα μιας πορείας πλούσιας σε γνώσεις και εμπειρία. Στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Δικτυοκεντρικά Συστήματα», συνεργάστηκα με πολύ αξιόλογους ανθρώπους οι οποίοι με βοήθησαν να διευρύνω τους γνωστικούς και κοινωνικούς μου ορίζοντες ενώ παράλληλα, με την υποστήριξή τους, κατάφερα να φτάσω στο τέλος της πορείας αυτής.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της παρούσας διπλωματικής εργασίας κα. Βέρα Α. Σταυρουλάκη, Επίκουρη καθηγήτρια του τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς για τη συμβολή της σε αυτήν την εργασία. Όπως επίσης, και για την υπομονή και την καθοδήγηση που μου προσέφερε στη διάρκεια των σπουδών μου. Οι συμβουλές της ήταν καίριες και σημαντικές για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Επίσης, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους με στήριξαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας και

Τέλος, θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, η οποία χρειάστηκε αρκετές φορές να χωριστεί στα δύο ημισφαίρια της γης προκειμένου να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

Την ευχαριστώ για την υπομονή, τη στήριξη και την βαθιά κατανόηση που επέδειξε όλο αυτό το διάστημα.



Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iii
Ευχαριστίες	v
Κατάλογος σχημάτων.....	ix
Κατάλογος Πινάκων.....	x
Συντομέυσεις.....	xi
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Σκοπός και αντικείμενο εργασίας.....	1
Οντολογία και εξελίξεις.....	2
Δομή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.....	4
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	7
ΒΙΒΛΙΟΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	7
2.1 Εισαγωγή	7
2.2 Το διαδίκτυο σήμερα	7
2.3 Οι προσδοκίες για το Μελλοντικό Διαδίκτυο	11
2.4 Η εξέλιξη του Μελλοντικού Διαδικτύου βάσει οικονομικών, κοινωνικών και τεχνολογικών εξελίξεων	12
2.5 Ερευνητικές προσπάθειες στα πλαίσια του Μελλοντικού Διαδικτύου	13
2.6 Οντολογία: η σημασία της για την μοντελοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου	26
2.7 Διαφοροποίηση της λύσης από όσες έχουν αναπτυχθεί έως τώρα.....	28
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	30
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	30
3.1 Γενικές Απαιτήσεις.....	30
3.2 Διαχείριση και αυτοδιαχείριση στο Μελλοντικό Διαδίκτυο	36
4 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	43
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ	43
4.1 Το εργαλείο μοντελοποίησης PROTÉGÉ	43
4.2 OWL : η Γλώσσα Οντολογίας του Παγκοσμίου Ιστού.....	46
5 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	52
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΛΥΣΗΣ.....	52

5.1	Εισαγωγή.....	52
5.2	Βασικές Αρχές.....	54
5.2.1	Οντολογία ως Αιτιολογικός Σχεδιασμός.....	55
5.2.2	Τρόπος χρήσης μια οντολογίας.....	56
5.2.3	Πρωτυποποίηση:Βασικά στοιχεία στις Βάσεις Γνώσης.....	57
5.3	Στοιχεία που ώθησαν στο συγκεκριμένο σχεδιασμό.....	57
5.4	Μεθοδολογία μοντελοποίηση της λύσης.....	60
5.4.1	Μοντελοποίηση Πλαισίου, Οντολογίες και διαχείριση βάσει της πολιτικής.....	60
5.4.2	Μοντελοποίηση Πλαισίου.....	61
5.5	Μοντελοποίηση της λύσης.....	62
5.6	Οντολογίες.....	71
6 ^ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	82
	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΣΗΣ.....	82
6.1	Εισαγωγή.....	82
6.2	Πλεονεκτήματα.....	82
6.3	Μειονεκτήματα και ελλείψεις.....	84
7 ^ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	85
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	85
7.1	Ανακεφαλαίωση.....	85
7.2	Συμπεράσματα.....	87
7.3	Επίλογος – Μελλονική Έρευνα.....	88
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90

Κατάλογος σχημάτων

- Σχήμα 1.1:** Επισκόπηση της τρέχουσας εφαρμογής της πλατφόρμας εικονικοποίησης
- Σχήμα 1.2:** Δομή των εργασιών: Υπάρχουν τέσσερα πλαίσια εργασίας που εστιάζουν στην έρευνα (WP 1, 2, 3 and 6), ενώ το WP4 έχει ως στόχο την αντιμετώπιση δοκιμών σε παγκόσμιο επίπεδο. Το WP0 περιλαμβάνει θέματα ευρύτερα του ενός WP, όπως η εμπιστοσύνη, η κινητικότητα και η ενεργειακή αποδοτικότητα. Το WP5 εστιάζει focuses σε θέματα όπως η διάδοση
- Σχήμα 3.1:** Ορισμός των μεθόδων διαχείρισης self-x
- Σχήμα 3.2:** Γνωστικές και Self-Management υποκατηγορίες και ιδιότητες
- Σχήμα 3.3:** Δυναμική Προσθήκη ενός FBS
- Σχήμα 5.1:** Πρώτο επίπεδο ανάλυσης της οντολογίας
- Σχήμα 5.2:** Δεύτερο επίπεδο ανάλυσης της οντολογίας
- Σχήμα 5.3:** Τρίτο επίπεδο ανάλυσης της οντολογίας
- Σχήμα 5.4:** Ανάλυση των οντοτήτων της αυτοδιαχείρισης (Self-Management)
- Σχήμα 5.5:** Ανάλυση των οντοτήτων της Υποδομής (Infrastructure)
- Σχήμα 5.6:** Δεύτερο επίπεδο ανάλυσης
- Σχήμα 5.7:** Ανάλυση της οντότητας του Δικτύου (Network)
- Σχήμα 5.8:** Συνολική ανάλυση του τμήματος της οντολογίας που αφορά την υποδομής (Infrastructure)

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1

Υψηλού Επιπέδου Σχεδιασμός

Πίνακας 5.2

Ανάλυση του σχεδιασμού των κατηγοριών και του διαχωρισμού του γνωστικού κύκλου σε φάσεις

Συντομεύσεις

FI	Future Internet
TRX	Transceiver
RAT	Remote Access Technology
QoS	Quality of Service
CRD	Cognitive Reconfigurable Device
CNMS	Cognitive Network Management System
CAP	Cognitive Access Point
CORDIS	Community Research and Development Information Service
FIA	European Future Internet Assembly
FBS	Flexible Base Station
IaaS	Information as a Service
QoS	Quality of Service
OMF	Open Media Framework
SOA	Service Oriented Architecture
OWL	Web Ontology Language
RDF	Resource Description Framework
CAS	Context-Aware services
MT	Mobile Terminals
NO	Network Operators
AP	Access Points
XML	Extension Markup Language
WS	Web Service
OSS	Operation Support System

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός και αντικείμενο εργασίας

Τα τελευταία χρόνια οι συνεχείς εξελίξεις στον τεχνολογικό τομέα και οι σύγχρονες απαιτήσεις που έχουν αναπτυχθεί, έχουν επηρεάσει άμεσα το πλαίσιο στο οποίο γίνεται αντιληπτό το διαδίκτυο και τις προσδοκίες που υπάρχουν. Καθοδηγούμενο από την ταχεία διάδοση της τεχνολογίας, ιδίως της ευρυζωνικότητας και της κινητικότητας, το Διαδίκτυο αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη δημιουργικότητα και την καινοτομία.

Από την καθαρά ακαδημαϊκή χρήση του τη δεκαετία του 1980 έχει αναδειχτεί σε μια παγκόσμια ανοιχτή υποδομή για την παροχή πληροφοριών. Κατέχει πλέον κεντρική θέση στην ανθρώπινη καθημερινότητα, με πολλές και διαφορετικές μορφές, όπως η κοινωνική δικτύωση, η εργασία μέσω διαδικτύου (online), το ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce), η εξ αποστάσεως μάθηση (e-learning), οι τραπεζικές συναλλαγές, κα. Υπηρεσίες που σήμερα είναι διαθέσιμες ακόμη και εν κινήσει, με τη χρήση διαφόρων κινητών συσκευών. Η ευελιξία, η αξιοπιστία και η ελευθερία που προσφέρουν οι ασύρματες επικοινωνίες αποτελούν τα βασικά αίτια για την συνεχή έρευνα και τις προσπάθειες ανάπτυξης σε αυτόν τον τομέα. Οι νέες εξελίξεις που βρίσκονται στον ορίζοντα έχουν ως στόχο το Μελλοντικό Διαδίκτυο (Future Internet) είναι πιο γρήγορο, πιο έξυπνο, πιο ασφαλές και να αγκυλώνει όχι μόνο πληροφορίες και περιεχόμενο, αλλά επίσης, υπηρεσίες και αντικείμενα του φυσικού κόσμου.

Συνεπώς, οι εξελίξεις που έχουν επηρεάσει την ανάπτυξη του Μελλοντικού Διαδικτύου δεν είναι μόνο τεχνολογικές, αλλά οικονομικές και κοινωνικές. Οι οικονομικές εξελίξεις σχετίζονται με την διάσταση των υπηρεσιών ως εμπορικά αγαθά. Οι υπηρεσίες επόμενης γενιάς, οι οποίες θα σχετίζονται με την οικονομία και την κοινωνία θα είναι ευρέως διαδεδομένες. Θα παρουσιαστούν αλλαγές σε τομείς όπως ο τύπος, ραδιοτηλεοπτικές μεταδόσεις και τις τηλεπικοινωνίες. Τα προϊόντα θα αποκτήσουν μορφή υπηρεσιών. Η νέα οικονομία των υπηρεσιών που θα βασίζεται στη χρήση του διαδικτύου (Web-based Service Economy) θα συγχωνεύσει τον ψηφιακό και τον φυσικό κόσμο (Hourcade et al., 2009). Οι κοινωνικές

εξελίξεις σχετίζονται με την ευρυζωνικότητα και την πρόσβαση που θα υπάρχει στις υπηρεσίες. Η ανάγκη για πρόσβαση σε μια πληθώρα υπηρεσιών, αλλά και σε ενδεχόμενο συνδυασμό των υπηρεσιών αυτών, σηματοδοτούν την ανάγκη για συγκεκριμένες εξελίξεις. Οι υπηρεσίες στις οποίες ζητείται η πρόσβαση υλοποιούνται τις περισσότερες φορές με τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών, αλλά και διαφορετικών συσκευών. Συνεπώς, καθίσταται αναγκαία η διασυνδεσιμότητα και διαλειτουργικότητα ανάμεσα σε διαφορετικές τεχνολογίες και συσκευές. Οι παραπάνω εξελίξεις οδήγησαν στην ανάγκη για τη δημιουργία ενός οντολογικού μοντέλου, το οποίο θα αναπαριστά το φυσικό και ψηφιακό κόσμο, τα συστατικά τους και θα περιγράφει τις σχέσεις ανάμεσα σε αυτά τα συστατικά, παρά την ετερογένεια που παρουσιάζουν. Η ανάγκη αυτή προκύπτει, επίσης, και από τις νέες προσεγγίσεις που χρειάζονται στην αρχιτεκτονική, τις διασυνδέσεις, τον τρόπο διαχείρισης δεδομένων και ενσωμάτωσης όλων των διαφορετικών οντοτήτων του διαδικτύου, όπως οι συσκευές, οι αισθητήρες, οι υπηρεσίες και φυσικά οι άνθρωποι. Βλέπουμε τώρα την εμφάνιση αυτής της επόμενης γενιάς του Διαδικτύου, η οποία θα οδηγήσει σε μια πληθώρα νέων υπηρεσιών και θα έχουν ακόμα μεγαλύτερο αντίκτυπο στην κοινωνία και την οικονομία από ό, τι το διαδίκτυο σήμερα.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός μιας οντολογίας στην οποία θα περιγράφονται οι οντότητες τις οποίες καλείται να διαχειριστεί ένα σύστημα διαχείρισης για το Μελλοντικό Διαδίκτυο, η μοντελοποίηση της οντολογίας αυτής ώστε να είναι πολλαπλώς υλοποιήσιμη και ανεξάρτητη του τρόπου και των τεχνολογιών υλοποίησης, η παρουσίαση των βασικών εργαλείων και γλωσσών αναπαράστασης γνώσης (knowledge representation languages) και τέλος, η υλοποίηση ενός ενδεικτικού συστήματος διαχείρισης.

1.2 Οντολογία και εξελίξεις

Τα τελευταία χρόνια οι όροι Οντολογία (Ontology) και Οντολογική Μηχανική (Ontology Engineering) βρίσκονται στο επίκεντρο της προσοχής επιστημόνων και ερευνητικών ομάδων σε όλο τον κόσμο σε μια σειρά διαφορετικών επιστημονικών τομέων όπως της τεχνητής νοημοσύνης, της διαχείρισης γνώσης, καθώς και των τεχνολογιών του παγκόσμιου και ιδιαίτερα του σημασιολογικού ιστού. Ο όρος Οντολογική Μηχανική αναφέρεται σε μια τυπική

αναπαράσταση ενός συνόλου εννοιών κάποιου τομέα και των σχέσεων που υπάρχουν ανάμεσα σε αυτές τις έννοιες. Ουσιαστικά, αυτός είναι ο λόγος που βρίσκει εφαρμογή σε διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς.

Θεωρητικά, μια οντολογία είναι μια ρητή και τυπική προδιαγραφή μιας κοινής έννοιας. Καθιστά κοινό λεξιλόγιο και ταξινομία, τα οποία μοντελοποιούν έναν τομέα με τον ορισμό εννοιών ή αντικειμένων, τις ιδιότητες, τις σχέσεις μεταξύ τους και τους κανόνες που ρυθμίζουν τις αλληλεπιδράσεις εντός του τομέα. Στην πληροφορική ο ορισμός επεκτείνεται σε ένα βαθμό, καθώς, μια οντολογία εκπροσωπεί επίσημα το σύνολο της γνώσης, ως ένα σύνολο εννοιών μέσα σε έναν τομέα, καθώς και τις σχέσεις μεταξύ αυτών των εννοιών, συμπεριλαμβανομένων των σημασιολογικών διασυνδέσεων, ορισμένων κανόνων εξαγωγής συμπερασμάτων και της λογικής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επεξηγήσει την ύπαρξη των οντοτήτων ενός τομέα, τις σχέσεις ανάμεσα τους, αλλά και να περιγράψει τον ίδιο τον τομέα. Στην πιο απλή της μορφή, μπορεί να γίνει αντιληπτή ως μια ιεραρχική δομή δεδομένων, στην οποία περιέχονται όλες οι σχετικές με τον τομέα στον οποίο αναφέρεται οντότητες, οι σχέσεις και οι κανόνες αλληλεπίδρασης εντός του.

Το ζήτημα που προκύπτει βάσει των εξελίξεων, αλλά και των αναγκών που αυτές δημιουργούν είναι τα συστήματα να είναι σε θέση να αντιληφθούν πως, που και γιατί είναι προσβάσιμες οι πληροφορίες και οποιοδήποτε περιεχόμενο. Αυτού του είδους η προσέγγιση είναι σημαντική ώστε να επιτευχθεί η προσβασιμότητα. Επιπλέον, οι διαφορετικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται, οι διαφορετικές συσκευές και τερματικά, η αρχιτεκτονική, οι τύποι δικτύων και γενικότερα τα μέρη από τα οποία συνίσταται το διαδίκτυο, αποτελούν συστατικά ενός ετερογενούς συνόλου τα οποία καλούνται να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να αλληλεπιδράσουν, ώστε να επιτευχθεί η προσβασιμότητα, ενώ ταυτόχρονα να μην είναι ορατή η ετερογένεια.

Η Οντολογική Μηχανική προσφέρει το πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να μοντελοποιηθεί το διαδίκτυο, να οριστούν τα συστατικά στοιχεία του, οι παράμετροι τους, οι σχέσεις και αλληλεπιδράσεις και να ταυτόχρονα να επιτρέπει την ανεξαρτησία στον τρόπο υλοποίησης και στις τεχνολογίες.

1.3 Δομή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζονται αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο, οι σύγχρονες τεχνολογικές, κοινωνικές και οικονομικές εξελίξεις που οδήγησαν στο Μελλοντικό Διαδίκτυο βάσει των αναγκών που αναδείχτηκαν, καθώς και ο ορισμός του στόχου της εργασίας. Προσεγγίζονται με θεωρητικό τρόπο οι οντολογίες, με ιδιαίτερη έμφαση στα χαρακτηριστικά τους, τα κύρια συστατικά τους, τις βασικές αρχές σχεδίασης τους και κυρίως μέσα από την επιστήμη της πληροφορικής.

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εξής:

2ο κεφάλαιο:

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η κατάσταση του σημερινού διαδικτύου, καθώς και οι προσδοκίες που υπάρχουν, δεδομένων των κοινωνικών, οικονομικών και τεχνολογικών εξελίξεων που τις επηρεάζουν, εφόσον η χρήση του Διαδικτύου είναι εκτενής στη καθημερινότητα των ανθρώπων στις μέρες μας. Οι εξελίξεις σε αυτούς τους τομείς θα εκκινήσουν ένα σύνολο αλλαγών που θα πραγματοποιηθούν στο Μελλοντικό Διαδίκτυο. Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για επικοινωνία, συνδεσιμότητα, νέες λειτουργικότητες και υπηρεσίες άμεσα προσβάσιμες ωθούν τις τεχνολογικές εξελίξεις. Επιπλέον, παρουσιάζονται και αναλύονται διάφορες προσεγγίσεις που έχουν πραγματοποιηθεί προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι νέες ανάγκες που εμφανίζονται. Οι προσεγγίσεις αυτές αφορούν συγκεκριμένες έρευνες που πραγματοποιούνται ή έχουν πραγματοποιηθεί, αλλά και διάφορες πλατφόρμες στην επιστημονική κοινότητα οι οποίες έχουν διαμορφωθεί και διατίθενται για την έρευνα στο συγκεκριμένο πεδίο.

3^ο κεφάλαιο:

Το τρίτο κεφάλαιο έχει την καταγραφή των αναγκών και των απαιτήσεων που υπάρχουν για τον τρόπο λειτουργίας και τις δυνατότητες του Μελλοντικού Διαδικτύου. Απαιτήσεις οι οποίες βασίζονται ανάγκες και προσδιορίζονται από τις νέες τεχνολογίες που εμφανίζονται, τις γενικότερες εξελίξεις στην τεχνολογία και την πληροφορική, αλλά και στις απαιτήσεις των χρηστών. Ακόμη, γίνεται αναφορά στην ανάγκη για αυτο-διαχείριση, μια κομβική απαίτηση προκειμένου το Μελλοντικό Διαδίκτυο να είναι σε θέση να προσφέρει υπηρεσίες και

λειτουργικότητες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τις προσδοκίες των χρηστών. Η αυτόνομη διαχείριση, με την έννοια ότι απαιτεί μηδενική διαχείριση ή εάν υπάρχει η δυνατότητα αυτοδιαχείρισης (self-management) των τεχνολογιών δικτύωσης. Έχει πρόσφατα αναδειχθεί ως η εξέλιξη της αυτοματοποιημένης διαχείρισης.

4^ο κεφάλαιο:

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά στο εργαλείο σχεδιασμού της οντολογίας για το Μελλοντικό Διαδίκτυο, Protégé και την περιγραφική γλώσσα OWL. Επίσης, στον τρόπο προσέγγισης των οντολογιών, τα πλεονεκτήματα σχεδιασμού οντολογιών με το συγκεκριμένο εργαλείο και τον τρόπο με τον οποίο το εργαλείο δημιουργεί τις συνδέσεις του μοντέλου. Ένα εργαλείο για την κατασκευή του οποίου έχει χρησιμοποιηθεί η γλώσσα προγραμματισμού java και επιτρέπει την εξαγωγή του μοντέλου σε OWL και XML.

5^ο κεφάλαιο:

Σε αυτό το κεφάλαιο βρίσκεται η ανάλυση και ο σχεδιασμός της οντολογίας, καθώς επίσης παρουσιάζονται τα μέρη από τα οποία αποτελείται. Το μοντέλο αυτό παρουσιάζει τον τρόπο προσέγγισης της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας στο Μελλοντικό Διαδίκτυο και τις παραμέτρους τις οποίες λαμβάνει υπόψη. Αναφέρονται αναλυτικά τα μέρη του Μελλοντικού Διαδικτύου και οι σχέσεις μεταξύ τους, καθώς και οι τρόποι αλληλεπίδρασης. Τέλος, παρουσιάζεται η οντολογία αναλυτικά και πραγματοποιείται αιτιολόγηση του σχεδιασμού.

6^ο κεφάλαιο:

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται μια προσπάθεια εκτίμησης της απόδοσης της συγκεκριμένης λύσης, βάσει των απαιτήσεων που μπορεί να ικανοποιήσει, τον τρόπο προσέγγισης, και τις καινοτομίες που προσφέρει προκειμένου το Μελλοντικό Διαδίκτυο να επιτύχει τους στόχους του. Αναφέρονται τα πλεονεκτήματα της λύσης, τα μειονεκτήματα και ορισμένες ελλείψεις ή και επεκτάσεις που θα μπορούσαν να υπάρξουν.

7^ο κεφάλαιο:

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με τη συνοπτική ανακεφαλαίωση της και την παρουσίαση των συνολικών συμπερασμάτων, όπως αυτά εξάγονται από κάθε ένα από τα

προαναφερθέντα τμήματα της, καθώς και το μελλοντικό έργο που προκύπτει. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στο μελλοντικό έργο που προκύπτει από τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία και σε ποιούς τομείς αυτό εντοπίζεται.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εισαγωγή

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο εστιάζει στην βιβλιογραφική μελέτη γύρω από τις εξελίξεις αναφορικά με το διαδίκτυο σήμερα, τις προσδοκίες και τις απαιτήσεις που υπάρχουν για το μέλλον και την αναβάθμιση του, η οποία είναι αναγκαία για την κάλυψη των αναγκών και των νέων απαιτήσεων που υπάρχουν βάσει των οικονομικών, κοινωνικών και τεχνολογικών εξελίξεων. Επίσης, γίνεται αναφορά ερευνητικών προσπάθειών οι οποίες πραγματοποιούνται και σχετίζονται με το αντικείμενο που πραγματεύεται η συγκεκριμένη εργασία. Αρχικά μελετώνται οι προσεγγίσεις που έχουν πραγματοποιηθεί από διάφορες ερευνητικές ομάδες αναφορικά με το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Στη συνέχεια μελετώνται οι υλοποιήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί, αναλύεται ο τρόπος συσχέτισης του μελλοντικού διαδικτύου και των οντολογιών και τέλος, παρουσιάζονται οι διαφοροποιήσεις που υπάρχουν από τη λύση που προτείνει η παρούσα διπλωματική εργασία. Επιπλέον, γίνεται εκτενή αναφορά στην διαχείριση (management) και την αυτο-διαχείριση (self-management), οι οποίες αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που κατευθύνουν την έρευνα στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

2.2 Το διαδίκτυο σήμερα

Το Διαδίκτυο οδηγεί τις εξελίξεις στις κοινωνίες του 21ου αιώνα. Μέσα στα τελευταία 30 χρόνια το Διαδίκτυο έχει πραγματοποιήσει επανάσταση τόσο στην οικονομία όσο και την κοινωνία. Από την καθαρά ακαδημαϊκού δικτύου δημιουργία και χρήση του στις αρχές του 1980, το Διαδίκτυο έχει εξελιχθεί σε μια πραγματικά παγκόσμια ανοικτή υποδομή που υποστηρίζει την πληροφόρηση, την επικοινωνία και το εμπόριο.

Καθοδηγείται από την ταχεία διάδοση της τεχνολογίας και ειδικότερα όσο αφορά την ευρυζωνικότητα και την κινητικότητα (mobility), το Διαδίκτυο έχει γίνει ένα ισχυρό εργαλείο για τη δημιουργικότητα και την καινοτομία. Είναι πλέον βασικό στοιχείο της καθημερινότητας του ανθρώπου με πολλούς τρόπους, ενώ σε πολλές δραστηριότητες εκτοπίζει τις παραδοσιακές

οδούς, ενώ γίνεται όλο και πιο κυρίαρχη η χρήση του. Το Διαδίκτυο έχει φτάσει να αποτελεί το παγκόσμιο δίκτυο του 21ου αιώνα.

Η απόδειξη βρίσκεται στην ταχεία και σταθερή αύξηση των δοσοληψιών (traffic) στο Διαδίκτυο. Μέσα από τα στατιστικά στοιχεία μπορεί να επιβεβαιώσει κανείς τον τρόπο και το ποσοστό αυτής της αύξησης. Δεδομένα από διάφορες πηγές δείχνουν μια μακροπρόθεσμη τάση ανάπτυξης σε ετήσια βάση στις δοσοληψίες στο Διαδίκτυο περίπου 50-60% ανά έτος [Compilation of official and industry data monitored by Minnesota Internet Traffic Studies (MINTS), University of Minnesota. www.dtc.umn.edu/mints]. Αυτό ισοδυναμεί περίπου με εκατονταπλάσια αύξηση των δοσοληψιών του Διαδικτύου κάθε δεκαετία. Στο τέλος του 2008 μηνιαίο σύνολο δοσοληψιών στο Διαδίκτυο παγκοσμίως ήταν το 6500 petabytes.

Για να υπάρξει μια προοπτική, ώστε να γίνει αντιληπτό το μέγεθος 1000 petabytes (ή ένα exabyte), αρκεί να γίνει κατανοητό ότι αντιστοιχεί με 50.000 χρόνια αναπαραγωγής δεδομένων υψηλής ποιότητας από DVD. Τάσεις, όπως η χρήση της αρχιτεκτονικής από άκρο σε άκρο (peer-to-peer), για διανομή βίντεο και η παρακολούθηση τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας μέσω σύνδεσης (online) θα συνεχίσει να οδηγεί σε αύξηση της κυκλοφορίας εκθετική ποσοστά.

Στην Ευρώπη, ο ρυθμός ανάπτυξης φαίνεται να έχει εκτονωθεί το τελευταίο διάστημα με την οικονομική επιβράδυνση, σε ποσοστό περίπου 50% ανά έτος [European Internet Exchange Association, 2008 Report, www.euroix.net and TERENA (European National Research and Education Networks), www.terena.org], ωστόσο η τάση εξακολουθεί να σημειώνει σημαντική ανάπτυξη.

Από τις ταχύτερες αναπτύξεις παρατηρήθηκε η χρήση ασύρματης πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Παγκοσμίως ο όγκος των δεδομένων της χρήσης ασύρματης σύνδεσης είναι περίπου 33PB / μήνα και αυξάνεται πάνω από 100% ετησίως [CISCO, Global Mobile Data Traffic Forecast, Jan 2009]. Αυτό είναι μικρό σε σύγκριση με την παγκόσμια ενσύρματη κυκλοφορία δεδομένων, μόνο περίπου 0,5% του όγκου, αλλά ο ρυθμός ανάπτυξης είναι πολύ μεγαλύτερος, και η σημασία για τους χρήστες (όπως και οι τιμές που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν) είναι πολύ υψηλότερη σε βάση byte. Παρ'όλα αυτά, με την αναντιστοιχία στην χωρητικότητα, θα υπάρξει κάποιο χρονικό διάστημα πριν η ασύρματη κυκλοφορία δεδομένων (wireless traffic) έχει επιπτώσεις στη σπονδυλική στήλη του Διαδικτύου.

Πίσω από τα στατιστικά αυτά στοιχεία είναι ένα μίγμα οικονομικών και κοινωνικών τάσεις που επηρεάζουν το Διαδίκτυο. Η ψηφιακή σύγκλιση έχει μεταθέσει τις τεκτονικές πλάκες,

αλλάζοντας για πάντα το επιχειρηματικό τοπίο της πληροφορικής, των τηλεπικοινωνιών, την κατανάλωση ηλεκτρονικών και την βιομηχανία των μέσων επικοινωνίας. Οι νέες τεχνολογίες έχουν φέρει ένα κύμα με περιεχόμενο δημιουργημένο από τον ίδιο το χρήστη (user-generated) καθώς και το φαινόμενο Long Tail (“Long Tail Phenomenon”, είναι το φαινόμενο όπου όσο τα προϊόντα καθίστανται λιγότερο δεσμευμένα από τη φυσική διανομή και παραγωγή, η ζήτηση των καταναλωτών θα μετακινείται ολοένα και περισσότερο από τα πιο εμπορικά στα λιγότερο εμπορικά προϊόντα), που σημαίνει ότι τίποτα δεν είναι πάρα πολύ εξειδικευμένο ή πολύ αφανές για να εντοπιστεί στο Διαδίκτυο από κάποιο κοινό. Στοιχεία που επιβεβαιώνουν το γεγονός μπορούν να ληφθούν από διαδικτυακά καταστήματα όπως το Amazon. Νέες εφαρμογές, όπως η κοινωνική δικτύωση, αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η διαπροσωπική επικοινωνία και, ορισμένοι θα έλεγαν, ότι θέτουν την κοινωνία σε μια διαδικασία αναδιοργάνωσης. Νέα πρότυπα, όπως το cloud computing αποτελούν αναδυόμενες τεχνολογίες, οι οποίες διευρύνουν τις δυνατότητες για καινοτομία, απόδοση και συνεργασία σε επιχειρήσεις και οργανισμούς. Όλοι αυτοί οι παράγοντες προσθέσετε στην ανελέητη αύξηση της κίνησης στο Διαδίκτυο και συνεχώς ανεβάζουν τον πήχη όσον αφορά τις προσδοκίες των χρηστών και τις online εμπειρίες τους. Ενώ μέχρι πριν λίγα χρόνια ο μόνος τρόπος για να συνδεθεί κάποιος στο διαδίκτυο ήταν μέσω υπολογιστή, τώρα ένα ευρύ φάσμα συσκευών έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης στο Διαδίκτυο (Internet-enabled devices), όπως κινητά τηλέφωνα και PDAs, κονσόλες παιχνιδιών, τηλεοράσεις, GPS και βιομηχανικοί εξοπλισμοί. Ειδικότερα, η κινητή ευρυζωνικότητα (mobile broadband), η οποία έχει ξεκινήσει να χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη, θα φέρει μια ολόκληρη νέα διάσταση, προσφέροντας στους χρήστες τη δυνατότητα του «προσωπικού Διαδικτύου» (personal Internet) εν κινήσει. Ωστόσο προς το παρόν αυτό περιορίζεται από την έλλειψη υπηρεσιών (Hourcade et al, 2009). Παράλληλα, αντικείμενα καθημερινής χρήσης γίνονται όλο και πιο έξυπνα, καθώς η δυνατότητα παροχής συνεχούς σύνδεση στο διαδίκτυο και οι σύγχρονοι αισθητήρες τους επιτρέπουν να επικοινωνούν, ως μέρος του νέου «Διαδικτύου των Αντικειμένων» (Internet of Things).

Ωστόσο, αυτό το Μελλοντικό Διαδίκτυο δεν θα είναι μόνο μια εξέλιξη αυτού που έχουμε ήδη, αλλά ούτε ότι έχουμε σήμερα σε μεγαλύτερο βαθμό. Αντίθετα, απαιτούνται ριζικά νέες προσεγγίσεις. Νέες αρχιτεκτονικές, νέες διασυνδέσεις, νέοι τρόπους διαχείριση των δεδομένων, νέοι τρόποι ενσωμάτωσης όλων των διαφορετικών οντότητες στο Διαδίκτυο, όπως οι συσκευές, οι αισθητήρες, οι υπηρεσίες, τα αντικείμενα και, φυσικά, οι άνθρωποι. Στο μέλλον, η ιδέα ενός

δικτύου, το οποίο συνδέει τερματικά θα ξεθωριάσει. Αντίθετα, πρόκειται να υπάρξουν αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένων των τερματικών, τα οποία θα έχουν δυνατότητα ενός φωτοστέφανου τοπικής συνδεσιμότητας και αυτό θα είναι σε θέση να συνδεθεί με άλλα συνδεδεμένα φωτοστέφανα, συμπεριλαμβανομένων των δακτυλίων πρόσβασης (access rings), τη σπονδυλική στήλη του διαδικτύου (Internet backbone : αναφέρεται στους κύριους δρομολογητές δεδομένων μεταξύ των μεγάλων, στρατηγικά συνδεδεμένων δικτύων και τους κεντρικούς δρομολογητές του Διαδικτύου), κλπ. Το Διαδίκτυο θα είναι το άθροισμα όλων των παραπάνω.

Έτσι, κάθε αντικείμενο θα είναι σε θέση να έχει δυνατότητες τηλεπικοινωνιών ενσωματωμένες σε αυτό και μαζί με άλλα διάφορα αντικείμενα σε ένα δεδομένο περιβάλλον θα δημιουργήσει ένα δίκτυο επικοινωνίας. Το κάθε δίκτυο επικοινωνίας με τη σειρά του θα συνδεθεί με τα άλλα δίκτυα επικοινωνίας, σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό θα αποτελεί μια μεγάλη αλλαγή και θα υπάρξει σημαντικό αντίκτυπο εφόσον, πρακτικά, κάθε βιομηχανία θα πρέπει να μπει στη διαδικασία να παράγει προϊόντα με δυνατότητες τηλεπικοινωνίας, αλλά και οι λειτουργικότητες των προϊόντων αυτών θα εξαρτώνται από αυτές τις δυνατότητες επικοινωνίας, καθώς και το πλαίσιο στο οποίο ανήκουν.

Πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι το Μελλοντικό Διαδίκτυο θα έχει τη μορφή ενός απρόσκοπτου υφάσματος αποτελούμενο από τα κλασικά δίκτυα και αντικείμενα συνδεδεμένα σε αυτά. Κατά κάποιο τρόπο αυτή είναι η ιδέα για το Διαδίκτυο, όπως αρχικά είχε συλληφθεί, δηλαδή ένα δίκτυο δικτύων. Ωστόσο, μέχρι το 2020 αυτά τα δίκτυα θα ορίζονται τόσο ως δημόσιες υποδομές (public infrastructures), όσο και ως αντικείμενα θα δημιουργούνται δυναμικά από τα αντικείμενα που συνδέουν το ένα στο άλλο. Το περιεχόμενο και υπηρεσίες που θα διευκολύνουν αυτό το έργο θα βρίσκονται διαθέσιμα παντού και πάντα.

Προς το παρόν, παρατηρείτε η εμφάνιση της επόμενης γενιά του Διαδικτύου, η οποία θα οδηγήσει σε μια πληθώρα νέων υπηρεσιών και θα έχει ακόμη μεγαλύτερο αντίκτυπο στην κοινωνία και την οικονομία από ό, τι το Διαδίκτυο σήμερα. Το μέλλον της οικονομίας και της κοινωνίας είναι στενά συνδεδεμένο με το Μελλοντικό Διαδίκτυο (Hourcade et al, 2009).

Φυσικά, το μέλλον είναι εμφανώς δύσκολο να προβλεφθεί. Ωστόσο, είναι σαφές ότι υπάρχουν ζυμώσεις γύρω από το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Ένα σύνολο τεχνολογικών, οικονομικών και κοινωνικών παραγόντων αναδύεται, το οποίο οδηγεί στα πρόθυρα σημαντικών εξελίξεων. Οι

εξελίξεις αυτές θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν τόσο σημαντικές όσο η αρχική καινοτομία του ίδιου του Διαδικτύου.

2.3 Οι προσδοκίες για το Μελλοντικό Διαδίκτυο

Το Μελλοντικό Διαδίκτυο προβλέπεται να καλύψει ένα μεγάλο αριθμό συσκευών και τεχνολογιών δικτύωσης στις οποίες θα πρέπει να παρέχονται διάφορες εφαρμογές. Οι συσκευές μπορούν να περιλαμβάνουν διάφορα είδη εξοπλισμού που κυμαίνονται από τις συσκευές των χρηστών, όπως τηλέφωνα, υπολογιστές, PDA, δικτυωμένες συσκευές με αισθητήρες στο σπίτι, ενεργοποιητές (actuators) και άλλες έξυπνες συσκευές. Τεχνολογίες δικτύωσης περιλαμβάνουν μια σειρά από διαφορετικές επιλογές που είναι διαθέσιμες σήμερα, όπως το GSM, GPRS, UMTS, WLAN IEEE 802.11, IEEE 802,16 WiMAX, xDSL, ίνες, κλπ.. Νέες συσκευές και τεχνολογίες πρόσβασης, θα συνεχίζουν να εμφανίζονται. Προφανώς, μια σημαντική προϋπόθεση για το μέλλον του Διαδικτύου είναι τα συστήματα να είναι σε θέση να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά την πολυπλοκότητα και την ετερογένεια των υποδομών υλικού (hardware infrastructure), όσο αφορά τις συσκευές, αλλά και το πιο σημαντικό, όσο αναφορά τις τεχνολογίες δικτύωσης, προκειμένου να φιλοξενήσει αρκετές, παλιότερες και αναδυόμενες, κινητές, ασύρματες και ευρυζωνικές τεχνολογίες στο ίδιο περιβάλλον (Melia et al., 2007). Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η εν λόγω πολυπλοκότητα και να καλυφθούν οι ανάγκες του σημερινού κόσμου για ασύρματη συνδεσιμότητα, πρέπει να εισαχθεί σε ασύρματα συστήματα με προηγμένη διαχειριστική λειτουργικότητα, τα οποία θα καθιστούν δυνατή τη βέλτιστη λειτουργία από άκρο σε άκρο. Μια μεγάλη έρευνα για την υλοποίηση μιας αποτελεσματικής λύσης έχει επικεντρωθεί σε γνωστικά συστήματα. (ICT2010_VPFI_081209)

Ένα γνωστικό σύστημα μπορεί να οριστεί ως ένα σύστημα που περιέχει λειτουργίες αυτοδιαχείρισης για να αντιληφθεί την παρούσα κατάσταση του περιβάλλοντος, τον εντοπισμό πιθανών ζητημάτων ή προβλημάτων και κατά συνέπεια τον καθορισμό και τη διαμόρφωση της συμπεριφοράς του. Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των γνωστικών συστημάτων είναι η δυνατότητα να εκμάθησης και να δημιουργίας γνώσης, ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί στο μέλλον για τη λήψη αποφάσεων. Μία επιπλέον πρόκληση προκειμένου να καταστεί δυνατή η υλοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου είναι η ανάπτυξη των δυνατοτήτων εικονικοποίησης (virtualization), δηλαδή μηχανισμών που θα αφαιρούν την πολυπλοκότητα της υποδομής,

επιτρέποντας την εύκολη εισαγωγή των νέων μερών, και να διευκολύνουν την αξιοποίησή τους, μέσα από υψηλού επιπέδου διεπαφές (virtualisation). Τέτοια μέρη μπορεί να περιλαμβάνουν στοιχεία της υποδομής του δικτύου, συσκευές, self-x αλγόριθμοι, εφαρμογές, κλπ..

2.4 Η εξέλιξη του Μελλοντικού Διαδικτύου βάσει οικονομικών, κοινωνικών και τεχνολογικών εξελίξεων

Είναι σαφές ότι η υλοποίηση ενός περιβάλλοντος με συνεχή δυνατότητα επικοινωνίας συνεπάγεται μεγάλη πολυπλοκότητα της υποκείμενης υποδομής που αυξάνει καθώς τεχνολογίες δικτύωσης συνεχίζουν να εξελίσσονται και νέες αναδύονται. Ως εκ τούτου, η επιτυχία των μελλοντικών συστημάτων επικοινωνίας απαιτεί προηγμένη λειτουργικότητα διαχείρισης, τόσο στο δίκτυο όσο και την πλευρά της συσκευής του χρήστη. Η πιο πρόσφατη τάση προς την κατεύθυνση αυτή, στην περιοχή των Beyond 3G (B3G) επικοινωνιών, είναι ευπροσάρμοστα γνωστικά συστήματα (Thomas et al., 2006). Ειδικότερα, τα γνωστικά συστήματα βασίζονται στη δυνατότητα αναδιαμόρφωσης (reconfigurability) και περιλαμβάνουν δυνατότητες αυτο-διαχείρισης (self-management) και αυτο-βελτιστοποίησης (self-optimization). Την επίγνωση του χρήστη, την ενημέρωση της συσκευής, την πολιτική χρήσης, την λήψη αποφάσεων, την αναδιαμόρφωση και την εκμάθηση. Οι μηχανισμοί για την αντίληψη και την εκμάθηση στο συγκεκριμένο πλαίσιο (περιβάλλον) και οι πληροφορίες αναφορικά με το χρήστη είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των γνωστικών συστημάτων. Με βάση τις γνώσεις που αποκτώνται μέσω της εκμάθησης, τα γνωστικά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να καθορίσουν και να ρυθμίσουν τη λειτουργία τους όχι μόνο με τρόπο αντίδρασης, δηλαδή να ανταποκρίνεται στον εντοπισμό προβληματικών καταστάσεων, αλλά και προληπτικά, ώστε να αποφευχθεί ζητήματα που υπονομεύουν τη βέλτιστη λειτουργία του συστήματος. (Stavroulaki et al., 2010)

Η επιτυχία των μελλοντικών δικτύων τρίτης γενιάς θα πρέπει να καθοδηγείται από διαρκώς διαθέσιμες και εξατομικευμένες υπηρεσίες που μπορούν να προσφέρουν μια βελτιωμένη εμπειρία του χρήστη. Προκειμένου να στηρίξει την παροχή περισσότερων και καλύτερων υπηρεσιών στους χρήστες, και την ίδια στιγμή να αντιμετωπίζει την πολυπλοκότητα της υποδομής των διαχειριστών δικτύου (Network Operators), προηγμένες λειτουργίες διαχείρισης πρέπει να εισαχθεί στα ασύρματα συστήματα, τα οποία θα καθιστούν δυνατή τη βέλτιστη, από άκρο σε άκρο (end-to-end) λειτουργία. Διάφορες μορφές για συνεργατικά, αναδιαρθρώσιμα και

γνωστικά συστήματα έχουν αναπτυχθεί ως μέσο για την αντιμετώπιση πολλών από τις απαιτήσεις των μελλοντικών δικτύων. Ωστόσο, η συντριπτική πλειοψηφία από τις πλατφόρμες που έχουν υλοποιηθεί και έχουν υποστεί δοκιμές είναι ιδιόκτητες, ενώ αποτελούν προσαρμοσμένες λύσεις που εστιάζουν μόνο σε ορισμένες πτυχές των γνωστικών συστημάτων, π.χ. στις δυναμικές ικανότητες διαχείρισης. Ωστόσο, υπάρχουν και οι περιπτώσεις που συναντάμε πλατφόρμες με στόχο την ένταξη και τη διαχείριση των γνωστικών συστημάτων που αποσκοπούν στην εξομάλυνση της προόδου της εισαγωγής διαφόρων γνωστικών συστημάτων σε μελλοντικά δίκτυα.

2.5 Ερευνητικές προσπάθειες στα πλαίσια του Μελλοντικού Διαδικτύου

Η αντιμετώπιση όλων των ζητημάτων που προκύπτουν από το Μελλοντικό Διαδίκτυο και αναφέρθηκαν προηγουμένως, αλλά και οι απαιτήσεις που υπάρχουν έχουν οδηγήσει πολλές ερευνητικές ομάδες στην αναζήτηση λύσεων και τρόπων ικανοποίησης των αναδυόμενων αναγκών. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα πραγματοποιείται τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο όσο και σε διεθνές.

Στα πλαίσια του Μελλοντικού Διαδικτύου η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission) προωθεί διάφορα ερευνητικά προγράμματα στο πλαίσιο του CORDIS (Community Research and Development Information Service). Αυτή τη στιγμή η FIA (European Future Internet Assembly) είναι μια συνεργασία μεταξύ των έργων που έχουν αναγνωρίσει την ανάγκη ενίσχυσης των ευρωπαϊκών δραστηριοτήτων για το μέλλον του Διαδικτύου για τη διατήρηση της ευρωπαϊκής ανταγωνιστικότητας στην παγκόσμια αγορά. Συγκεντρώνει περίπου 150 ερευνητικά έργα που αποτελούν μέρος του Challenge 1 του προγράμματος ICT του FP7.

Ορισμένα από αυτά τα προγράμματα αποτελούν προσεγγίσεις τελευταίας αιχμής και σχετίζονται με τα δίκτυα του μέλλοντος, το cloud computing, το βασισμένο σε υπηρεσίες Διαδίκτυο και την προηγμένη ανάπτυξη λογισμικού, τα συνδεδεμένα αντικείμενα (Internet-connected objects) μέσω διαδικτύου και το Μελλοντικό Διαδίκτυο.

Ακολουθούν συνοπτικά διάφορα ερευνητικά προγράμματα τα οποία στοχεύουν στην αντιμετώπιση των αναγκών του Μελλοντικού Διαδικτύου, καθώς και πλατφόρμες που διατίθενται για την έρευνα που πραγματοποιείται ή θα ξεκινήσει από νέες ερευνητικές ομάδες στο μέλλον.

FIRE (Future Internet Research and Experimentation)

Το FIRE αποτελεί μια πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία αντιμετωπίζει την ανάγκη να πειραματισμό με τα δίκτυα, δημιουργώντας ένα πολυεπιστημονικό περιβάλλον για την έρευνα και την πειραματική επικύρωση ιδιαίτερα καινοτόμων και επαναστατικών ιδεών για νέα πρότυπα δικτύωσης και υπηρεσιών. Η συγκεκριμένη πρωτοβουλία προσφέρει μια πλατφόρμα και τα εργαλεία για τη δοκιμή νέων ιδεών για το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Προωθεί την έννοια της έρευνας με γνώμονα τον πειραματισμό, συνδυάζοντας το όραμα της ακαδημαϊκής έρευνας με την ευρείας κλίμακας δοκιμή και εφαρμογή η οποία απαιτείται για την βιομηχανία. Επιπλέον, συμβάλλει στη δημιουργία μιας δυναμικής, βιώσιμης και μεγάλης κλίμακας Ευρωπαϊκής Πειραματικής Εγκατάστασης, η οποία είναι κατασκευασμένη βάσει σταδιακής σύνδεσης και συνένωσης των υφιστάμενων και αναδύομενων δοκιμών για τις τεχνολογίες του Μελλοντικού Διαδικτύου. (<http://www.future-internet.eu/activities/fp7-projects.html#c47>)

Στόχος είναι η αντιμετώπιση των αναδύομενων προσδοκιών που έχουν δημιουργηθεί για το Διαδίκτυο, παρέχοντας ένα περιβάλλον έρευνας για τη διερεύνηση και την επικύρωση ιδιαίτερα καινοτόμων και επαναστατικών ιδέες.

Το FIRE συνδέει δυο αλληλένδετες διαστάσεις τους Μελλοντικού Διαδικτύου. Η πρώτη αφορά την προώθηση της έρευνας, των νέων και, ενδεχομένως, απρόβλεπτων εννοιών του Διαδικτύου, σε ένα πλαίσιο με γνώμονα τον πειραματισμό, την μακροπρόθεσμη, αλλά εμπειρική προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα του συστήματος της αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου. Η δεύτερη διάσταση, η οποία όμως σχετίζεται άμεσα με την πρώτη, αφορά την δυνατότητα να διατεθεί στους ερευνητές, στην βιομηχανία, αλλά και στον ακαδημαϊκό κόσμο, μια ολοκληρωμένη, βιώσιμη, δυναμική, μεγάλης κλίμακας πειραματική εγκατάσταση για την ανάπτυξη μελλοντικών τεχνολογιών του διαδικτύου, με τη συνένωση ή ενσωμάτωση υφιστάμενων ή σχεδιαζόμενων δοκιμών για τις αναδύομενες και μέλλουσες τεχνολογίες που θα διαμορφώσουν το Μελλοντικό Διαδίκτυο. (<http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire/>)

Το FIRE είναι επίσης ένα εξαιρετικό περιβάλλον για να κάνει μια εξειδικευμένη και ποσοτική έρευνα σχετικά με τον ευρύτερο αντίκτυπο των αλλαγών στο Διαδίκτυο, όχι μόνο βάσει των

τεχνολογιών, αλλά και σε κοινωνικο-οικονομικούς όρους. Συγκεκριμένα, ο στόχος είναι να αντιμετωπιστεί η κοινωνικο-οικονομικές απαιτήσεις και τα αποτελέσματα όσο το δυνατόν παράλληλα με τις τεχνικές απαιτήσεις και τα αποτελέσματα τους. Προκειμένου να καθοριστούν τα επιθυμητά αποτελέσματα, να οριστούν τα μέτρα και οι μετρήσεις της επίτευξης του στόχου, την εκτέλεση αναλυτικών και πειραματικών μετρήσεων επιδόσεων για την κοινωνική αποδοχή, την εμπειρία του χρήστη, την οικονομική βιωσιμότητα, κλπ..

Οι δραστηριότητες του προγράμματος FIRE είναι στρατηγικής σημασίας για την Ευρώπη, δεδομένου ότι προσελκύουν το ενδιαφέρον τόσο της βιομηχανία όσο και του ακαδημαϊκού κόσμου. Το FIRE αναμένεται να ενισχύσει την ευρωπαϊκή βιομηχανία με την παροχή των καινοτόμων ιδεών και πρακτικών μέσων για την ανάπτυξη προηγμένων τεχνολογιών δικτύωσης και ο πειραματισμού όσα αναφορά τα δίκτυα και τα επίπεδα εξυπηρέτησης και υπηρεσιών, έτσι ώστε να ενισχυθεί η ανταγωνιστικότητά τους στην παγκόσμια αγορά.

Το τελικό όφελος που αναμένεται από την πρωτοβουλία FIRE είναι ότι η βιομηχανία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και η έρευνα να είναι σε καλύτερη θέση αναφορικά με τις τεχνολογίες του Μελλοντικού Διαδικτύου και τις υπηρεσίες από ότι στο παρελθόν. Όντας επιτυχής, το FIRE μπορεί να παράσχει σημαντική συμβολή στην επανασχεδιασμό του χάρτη της ανταγωνιστικότητας της βιομηχανίας στις τεχνολογίες του Διαδικτύου, αξιοποιώντας επίσης το πιο ευνοϊκή κατάσταση όσον αφορά την Ευρώπη ως προς τις κινητές και ασύρματες τεχνολογίες. Θα συμβάλει επίσης στην ανάπτυξη των ακαδημαϊκών γνώσεων και ικανοτήτων στον συγκεκριμένο τομέα.

Το FIRE είναι ουσιαστικά ένας μηχανισμός για την κινητοποίηση ευρωπαϊκών πόρων γύρω από ένα κοινό θέμα, δημιουργώντας μια κρίσιμη μάζα εμπειρογνομosύνης και ενθάρρυνση των Ευρωπαίων να συνεργαστούν. (<http://www.future-internet.eu/activities/fp7-projects.html#c47>)

Στα πλαίσια του συγκεκριμένου προγράμματος υπάρχουν υποέργα τα οποία προσανατολίζονται στο Μελλοντικό Διαδίκτυο και προσφέρουν μια προσέγγιση από διαφορετική σκοπιά. Μια από τις ομάδες που εργάζονται στο πρόγραμμα FIRE ασχολείται με τα Συνδεδεμένα Νέφη (Federated Clouds). Το έργο τους αφορά την προσφορά υπηρεσιών προσανατολισμένη στην ποιότητα των υπηρεσιών. Εταίροι στο συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι το Πανεπιστήμιο του Southampton (IT Innovation Centre (UK)).

Σήμερα, οι πάροχοι Υποδομής ως Υπηρεσία (Infrastructure-as-a-Service - IaaS) περιγράφουν τις προσφορές τους με διαφορετικούς και περιορισμένους τρόπους. Δεδομένης της ετερογένειας και

της ελλιπούς πληροφορίας σχετικά με την αναμενόμενη συμπεριφορά των πόρων, οι καταναλωτές δεν μπορούν να γνωρίζουν τι πόρους χρειάζεται να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή, ιδίως όταν απαιτείται μια συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσιών (QoS). Εάν η εφαρμογή έχει ήδη προσαρμοστεί για το σύστημα του παρόχου IaaS τότε μπορεί να είναι δυνατό να γίνουν δοκιμές από την εφαρμογή και να μετρηθεί η απόδοση του, κλιμακώνοντας την ανάπτυξη του ανάλογα με τις απαιτήσεις. Ωστόσο, η έρευνα συνεχίζεται, καθώς δεν υπάρχουν τρόποι αντιμετώπισης ζητημάτων που μπορεί να προκύψουν από μη προσαρμογή της εφαρμογής ή την δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε περισσότερους του ενός παρόχους. Αυτή είναι και μια από τις βασικές προκλήσεις στη συγκεκριμένη προσέγγιση.

Ένα επίσης, υπόεργο που αφορά το Μελλοντικό Διαδίκτυο και την αντιμετώπιση των αναδυόμενων και μελλοντικών ζητημάτων είναι η Γνωστική Δικτύωση (Cognitive Networking), η οποία αφορά τη συνύπαρξη ασύρματων συσκευών. Εταίροι σε αυτό το πρόγραμμα είναι το IBBT (Belgium) και το imec (Interuniversity Microelectronics Centre, Belgium). Η πρόκληση που αντιμετωπίζεται εδώ αφορά τις συσκευές, όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα έξυπνα συστήματα ήχου κα., τα οποία ανταγωνίζονται για την πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο προκειμένου να μπορέσουν να εξασφαλίσουν όσο το δυνατό μεγαλύτερη ταχύτητα, με αποτέλεσμα η σύνδεση να είναι συχνά αργή ή να μην επιτυγχάνεται η επικοινωνία. Το έργο αυτό σχετίζεται κυρίως με την αντιμετώπιση των αναγκών του Μελλοντικού Διαδικτύου, ειδικά από τη στιγμή που η χρήση του αφορά την καθημερινότητα των χρηστών, τόσο σε επαγγελματικούς χώρους όσο και στο σπίτι. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η συνεχή ανάγκη για πρόσβαση στο Διαδίκτυο και η τάση για αυτοματοποίηση ακόμη και στο σπίτι έχει αναδείξει ζητήματα που αφορούν τον όγκο των δεδομένων που λαμβάνονται και αποστέλλονται. Η λύση που προσφέρει το συγκεκριμένο έργο αναπτύσσεται κυρίως γύρω από τις γνωστικές λύσεις δικτύωσης, οι οποίες βελτιστοποιούν την χρήση του ασύρματου φάσματος, με δυναμική μεταβαλλόμενη διαμόρφωση των ασύρματων αναμεταδοτών (radio transmitters) και / ή τις τηλεπικοινωνιακές στοίβες (communication stacks), με βάση τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργούν. Για την επίλυση του ζητήματος της συνύπαρξης, οι κόμβοι δυναμικά προκαλούν εναλλαγές μεταξύ των διαφορετικών καναλιών επικοινωνίας που βασίζονται στις τοπικές μετρήσεις θορύβου βασιζόμενα σε φασματικές μετρήσεις που συλλέγονται από ειδικές μηχανές ανίχνευσης.

FIREworks

Το έργο FIREWORKS είναι μια δράση στήριξης που ενώνει διάφορους ερευνητές και φορείς που σχετίζονται με την ανάπτυξη του Μελλοντικού Διαδικτύου. Διευκολύνει και αναπτύσσει ένα φόρουμ για τα ενδιαφερόμενα μέρη στην Ευρώπη και όχι μόνο, προκειμένου να υπάρξει συνεργασία για το μέλλον της έρευνας στο διαδίκτυο, που περιλαμβάνει μεγάλης κλίμακας πειραματισμό και απαιτεί κοινές εγκαταστάσεις για αυτή την έρευνα. Η ευρωπαϊκή προσέγγιση για την ενίσχυση της έρευνας έχει στόχο να συνδέσει και να συνενώσει τους πειραματικούς πόρους, ώστε η από κοινού έρευνα, και αύξηση της χρήσης των υφιστάμενων υποδομών για ακόμη πιο ανταγωνιστικές προοπτικές στο σχεδιασμό της μελλοντικής αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου και των τεχνολογιών (www.ict-fireworks.eu).

OPENLAB

Η έρευνα με γνώμονα τον πειραματισμό είναι το κλειδί της επιτυχίας για την εξερεύνηση των πιθανών τρόπων εξέλιξης του Μελλοντικού Διαδικτύου. Μια ανοικτή, γενικής χρήσης, κοινή πειραματική πλατφόρμα, μεγάλης κλίμακας και βιώσιμη, είναι ουσιαστικής σημασίας για την ευρωπαϊκή βιομηχανία και τον ακαδημαϊκό κόσμο σήμερα προκειμένου να καινοτομεί, αλλά και να έχει τη δυνατότητα να αξιολογήσει τις επιδόσεις των λύσεων τους.

Το OpenLab συγκεντρώνει τα βασικά στοιχεία για την αντιμετώπιση πρόκληση, αξιοποιώντας και βελτιώνοντας τα επιτυχή ευρωπαϊκά πρότυπα που εξυπηρετούν τις ανάγκες για έρευνα και πειραματισμό για το Μελλοντικό Διαδίκτυο (FIRE). Το έργο αυτό αναπτύσσει το λογισμικό και τα εργαλεία που επιτρέπουν μια επιλογή κατάλληλων δοκιμών για την υποστήριξη ποικίλων εφαρμογών και πρωτοκόλλων με τον πιο αποτελεσματικό και ευέλικτο τρόπο. Το έργο προσφέρει έλεγχο και πειραματικό ενδιάμεσο λογισμικό (middleware, λογισμικό που παρέχει υπηρεσίες εφαρμογών λογισμικού πέρα από εκείνες που διατίθενται από το λειτουργικό σύστημα) για να διευκολυνθεί η έγκαιρη χρήση των δοκιμών αυτών από τους ερευνητές τόσο στη βιομηχανία όσο και τον ακαδημαϊκό κόσμο, εκμεταλλευόμενο δικές του αποδεδειγμένες

τεχνολογίες, οι οποίες αναπτύχθηκαν κυρίως στα έργα OneLab και Panlab, καθώς και αντλώντας στοιχεία από άλλες εξίσου καλές έρευνες.

Το OpenLab έχει ως στόχο να επεκτείνει την έρευνα με προηγμένες δυνατότητες στον τομέα της κινητικότητας, των ασύρματων δικτύων, της παρακολούθησης και τον τομέα των διασυνδέσεων, και εισάγει νέες τεχνολογίες (π.χ. OpenFlow). Επιπλέον, το OpenLab θα συνεργαστεί με χρήστες, οι οποίοι θα προτείνουν καινοτόμους πειραματισμούς χρησιμοποιώντας τεχνολογίες και πλατφόρμες δοκιμών.

Το πρόγραμμα OpenLab προσφέρει πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα δοκιμών, παρέχοντας την υποδομή για πειραματισμό που προχωρά πέραν των όσων μπορούν να δοκιμαστούν στο Διαδίκτυο όπως είναι σήμερα.

Οι δοκιμές που πραγματοποιούνται περιλαμβάνουν:

- **PlanetLab Europe**, προσφέρει πρόσβαση σε πάνω από 1000 κόμβοι κατανεμημένους σε παγκόσμιο επίπεδο με βάση το σύστημα PlanetLab.
- **NIT/OS**, μια ασύρματη πλατφόρμα δοκιμών βάσει του OMF (**Open Media Framework**) που αποτελείται από 45 κόμβους που εφοδιασμένους με ένα συνδυασμό από Wi-Fi και το GNU-radios.
- **w-iLab.t**, ένα ασύρματο πλέγμα δικτυακών υποδομών και αισθητήρων των 180 κόμβων (συμπεριλαμβανομένων των 20 κινητών κόμβων).
- Δύο **IMS telco testbeds**, υποστηρίζει carrier-grade πλατφόρμες δικτύων επόμενης γενιάς που μπορούν να συνδεθούν με PSTN και IP τηλεφωνικές υπηρεσίες, και μπορούν να ερευνήσουν για νέα κατανομή των μέσων ενημέρωσης
- **ETOMIC**, μια πλατφόρμα δοκιμών υψηλής ακρίβειας μετρήσεων του δικτύου, η οποία διαθέτει δεκάδες δυνατότητα σύνδεσης με κόμβους του Διαδικτύου συγχρονισμένους μέσω GPS.
- **.SEL**, μια ιβρυδική πλατφόρμα δοκιμών ανεκτική σε καθυστερήσεις.
- **ns-3**, έναν δωρεάν ανοικτού κώδικα δικτυακό προσομοιωτή διακριτών γεγονότων
- **HEN (Heterogeneous Experimental Network)**, το οποίο επιτρέπει την εξομοίωση τοπολογιών με ελεγχόμενο τρόπο σε λειτουργία VLANs που συνδέουν πολλαπλές εικονικές μηχανές (virtual machines).

Στο συγκεκριμένο έργο είναι συντονιστές το UPMC (University Pierre and Marie CURIE, France) και ο καθηγητής Serge Fdida του ίδιου πανεπιστημίου. Η διάρκεια του έργου είναι από

τον Σεπτέμβριο του 2011 έως και τον Φεβρουάριο του 2014. Εταίροι στο πρόγραμμα αυτό είναι το UPMC το οποίο είναι και συντονιστής, η εταιρία Cosmote (Ελλάδα), η εταιρία Creative Systems Engineering (Ελλάδα), το πανεπιστήμιο ELTE (Ουγγαρία), το πανεπιστήμιο ETH Zurich (Ελβετία), η εταιρία Eurescom (Γερμανία), ο οργανισμός Fraunhofer (Γερμανία), το πανεπιστήμιο HUJI (Ισραήλ), η εταιρία IBBT (Βέλγιο), το ίδρυμα INRIA (Γαλλία), η εταιρία NICTA (Αυστραλία), το ETS (ETS Educational Training Systems - Καναδάς), τα πανεπιστήμια TUB (Γερμανία), UAM (Ισπανία), UCL (Ηνωμένο Βασίλειο) και Università di Pisa, (Ιταλία), το Πανεπιστήμιο Πατρών (Ελλάδα), το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Ελλάδα), και το ινστιτούτο Waterford Institute of Technology (Ιρλανδία).

(<http://www.onelab.eu/index.php/projects/openlab.html>)

OneLab2

Το έργο OneLab2 (An Open Federated Laboratory Supporting Network Research for the Future Internet) θα παρέχει ένα ανοιχτό ομοσπονδιακό εργαστήριο, χτισμένο στο PlanetLab Europe, το οποίο υποστηρίζει την έρευνα όσο αναφορά τα δίκτυα για το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Η έρευνα με γνώμονα τον πειραματισμό αποτελεί το κλειδί για της επιτυχίας για την εξερεύνηση του Μελλοντικού Διαδικτύου. Το έργο OneLab2 αξιοποιεί την πλατφόρμα δοκιμών από το αρχικό έργο OneLab, PlanetLab Europe (PLE) και διεθνή του προβολή ώστε να κάνει αυτή την εγκατάσταση πραγματικότητα. Οι εταίροι του OneLab2 χρησιμοποιούν το PlanetLab Europe, επεκτείνοντας τις υπηρεσίες του PlanetLab σε ολόκληρη την Ευρώπη και συνδέοντας το με άλλες υποδομές PlanetLab σε όλο τον κόσμο. Ουσιαστικά, είναι μια πρωτοβουλία, η οποία παρέχει μια ανοικτή, γενικής χρήσης, κοινή πειραματική εγκατάσταση μεγάλης κλίμακας.

Το έργο ενσωματώνει νέα χαρακτηριστικά και τεχνολογίες στο σύστημα. Το έργο αφορά άμεσα πιλοτικά προγράμματα που είναι δυνητικοί πελάτες της πλατφόρμας, δοκιμάζοντας νέες ιδέες. Το OneLab2 χτίζει PLE εισόδους σε ασυνήθιστα, περιβάλλοντα δικτύωσης αιχμής. Επιπλέον, επιπλέον, το OneLab2 ωθεί ένα συνολικό μοντέλο, το οποίο επιτρέπει στο PLE να αποτελέσει τη βάση για ένα μελλοντικό εξαιρετικά ετερογενές περιβάλλον επικοινωνιών.

Με βάση τα αποτελέσματα πολλών διαφορετικών ευρωπαϊκών και εθνικών έργων, το OneLab προσφέρει πρόσβαση σε μια σειρά από εργαλεία και πλατφόρμες δοκιμών,

συμπεριλαμβανομένου του PlanetLab Europe, της ασύρματης πλατφόρμας NITOS, και άλλες. (www.onelab.eu)

End-to-End Efficiency

Το έργο End-to-End Efficiency (E3) είναι ένα ιδιαίτερα φιλόδοξο έργο μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωση (FP7 EC Large Scale Integrating Project - IP) με στόχο την ενσωμάτωση των γνωστικών ασύρματων συστημάτων στο Beyond 3G (B3G) κόσμο, εξελίσσοντας τις τρέχουσες ετερογενείς ασύρματες υποδομές ενός συστήματος σε ένα ολοκληρωμένο, επεκτάσιμο και αποτελεσματικής διαχείρισης B3G πλαίσιο γνωστικού συστήματος. Ο βασικός στόχος του έργου E3 είναι να σχεδιάσει, να αναπτύξει καινοτόμες λύσεις για την εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας, της ευελιξίας και της κλιμάκωσης μεταξύ των υφιστάμενων και των μελλοντικών ασύρματων συστημάτων, τη διαχείριση του συνόλου την πολυπλοκότητα του συστήματος, και τη διασφάλιση της σύγκλισης για όλες τις τεχνολογίες πρόσβασης, τους επιχειρηματικούς τομείς και τις γεωγραφικές περιοχές. (<https://ict-e3.eu>)

Όσο αναφορά την επισκόπηση και τα επιτεύγματα, θα πρέπει να αναφερθεί ότι το έργο End-to-End Efficiency (E3) (<https://ict-e3.eu>) ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2008 και ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2009. started in January 2008 and finished in December 2009.

Ο κύριος στόχος του έργου End-to-End Efficiency (E3) ήταν η εισαγωγή της γνωστικών ασύρματων συστημάτων στον μελλοντικό κόσμο της επικοινωνίας ("B3G»).

Το έργο E3 συνέβαλε στους ακόλουθους τομείς της έρευνας:

- Επιχειρηματικά Μοντέλα (Business Models)
- Αρχιτεκτονική για Γνωστικά Συστήματα (Architecture of cognitive systems)
- Συνεργατικούς Αλγόριθμους (Collaborative Algorithms)
- Αυτόνομοι Αλγόριθμοι (Autonomous Algorithms)
- Enablers
- Prototype
- Τυποποίηση (Standardisation Work)

- Regulation Work

Επιπλέον, το έργο αυτό βασίστηκε σε μια διεθνή συνεργασία. Η κοινοπραξία του έργου E3 αποτελούνταν από έξι (6) κατασκευαστές εξοπλισμού (Alcatel Lucent, Ericsson, Nokia, Thales, NEC and Toshiba), τέσσερις (4) συντονιστές (ANFR, BNetzA, Ofcom and RA/AT), τέσσερις (4) διαχειριστές (DTAG, France Telecom, Telefonica and Telecom Italia), επτά (7) ακαδημαϊκούς φορείς (BUPT, FOKUS, UniS, UoA, UPC, UPRC and VUB) και ως σύμβουλο την εταιρία IDATE.

IEEE GLOBECOM 2010 : IMaCS

Αυτή η εργασία παρουσιάζει μια πλατφόρμα για την ένταξη και τη διαχείριση των γνωστικών συστημάτων (IMaCS) που αποσκοπεί στην εξομάλυνση της προόδου της εισαγωγής διάφορων γνωστικών συστημάτων σε μελλοντικά δίκτυα. Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα επιτεύγματα του παρελθόντος, η πλατφόρμα IMaCS παρουσιάζεται όχι μόνο να περιλαμβάνει διάφορα γνωστικά συστήματα διαχείρισης, επιτρέποντας έτσι την αποτελεσματική από άκρο σε άκρο (end-to-end) λειτουργία, αλλά επίσης να έχει ως στόχο την αφαίρεση της πολυπλοκότητας της σχετικής υποδομής. Στο σχεδιασμό έχει ακολουθηθεί μια προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (service-oriented) προσέγγιση, η οποία έχει ως στόχο την υλοποίηση μιας ανοικτής και επεκτάσιμης πλατφόρμας που θα επιτρέπει την προσθήκη, αφαίρεση ή την ενίσχυση των στοιχείων (γνωστικά συστήματα διαχείρισης, συσκευές, στοιχεία του δικτύου) σε ένα τρόπο εισόδου και λειτουργίας (plug and play).

Οι απαιτήσεις που προσπαθεί να καλύψει η συγκεκριμένη έρευνα, αφορά την ομαλή εισαγωγή νέων τεχνολογιών δικτύωσης και συσκευές. Είναι επίσης πολύ σημαντικό να διευκολυνθεί η παροχή νέων, εξελιγμένων κινητών εφαρμογών στα επιθυμητά επίπεδα ποιότητας, αποφεύγοντας συμφόρηση και τις στενώσεις. Έτσι, το μέλλον των υποδομών δικτύου πρέπει να ενσωματώσουν προηγμένες γνωστικές λειτουργίες διαχείρισης που θα εξασφαλίζουν την ορθή διαμόρφωση των στοιχείων του δικτύου και συσκευές του χρήστη και τη σωστή κατανομή του φορτίου, ανάλογα με τις απαιτήσεις των χρηστών και των εφαρμογών απαιτήσεων, το πλαίσιο και τις πολιτικές.

Αυτή η ερευνητική προσπάθεια παρουσιάζει μια πλατφόρμα για την ολοκλήρωση και τη διαχείριση

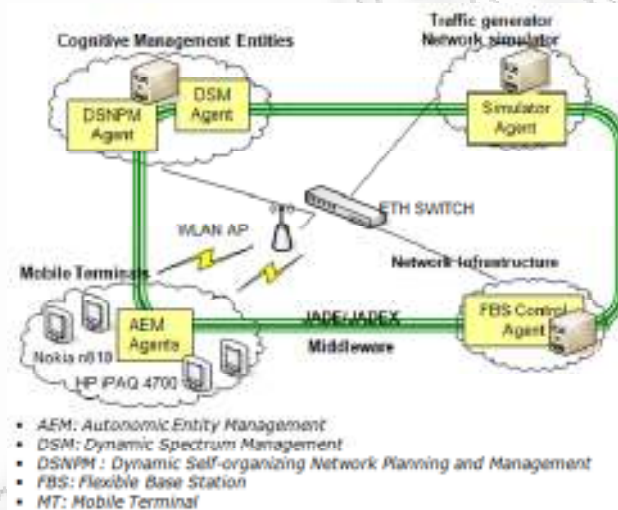
γνωστικών συστημάτων (IMaCS) που αποσκοπεί στην εξομάλυνση στην εξέλιξη στην εισαγωγή διάφορων γνωστικών σχημάτων στα μελλοντικά δίκτυα. Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα επιτεύγματα του παρελθόντος, η πλατφόρμα IMaCS, η οποία παρουσιάζεται στην παρούσα έρευνα δεν περιλαμβάνει μόνο διάφορα γνωστικά συστήματα διαχείρισης, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την αποτελεσματική από άκρο σε άκρο (end-to-end) λειτουργία, αλλά στοχεύει επίσης την αφαίρεση της πολυπλοκότητας της η βασική υποδομή. Μια προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (service-oriented) σχεδιαστική προσέγγιση έχει ακολουθηθεί, με στόχο την υλοποίηση μιας ανοικτής, επεκτάσιμη πλατφόρμα που θα επιτρέψει την προσθήκη, αφαίρεση ή ενίσχυση των συστατικών (γνωστικών συστημάτων διαχείρισης, συσκευών, στοιχείων του δικτύου) με έναν τρόπο εισόδου και λειτουργίας (plug and play). Τέλος, η έρευνα αυτή παρουσιάζει ενδεικτικά αποτελέσματα για την απόδοση της πλατφόρμας IMaCS. (V. Stavroulaki et al., 2010)

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρουσιάζει διάφορες γνωστικά λειτουργίες, όπως η αυτόνομη λήψης αποφάσεων αλγόριθμοι, η απόκτηση πληροφοριών, η διαχείριση της γνώσης. Κάθε συσκευή / στοιχείο του δικτύου της πλατφόρμας μπορεί να παρέχει ένα σύνολο υπηρεσιών. Για παράδειγμα, ένα Flexible Base Station (FBS), μπορεί να παρέχει ένα συνδυασμό μιας υπηρεσίας Πλαισίου (δηλαδή το καθεστώς σταθμού βάσης), μια υπηρεσία Προφίλ (δηλαδή το προφίλ του σταθμού βάσης) και Αναδιάρθρωση Υπηρεσιών (δηλαδή αναδιαμόρφωση σταθμού βάσης). Κατά παρόμοιο τρόπο οι υπηρεσίες / εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιήσουν άλλες υπηρεσίες. Για παράδειγμα συλλογιστικές ή λήψης αποφάσεων υπηρεσίες είναι σύνθετες υπηρεσίες που αξιοποιούν το Πλαίσιο, το Προφίλ, τη Διαχείριση της Γνώσης και Υπηρεσίες Αναδιάρθρωση. Ένα βασικό χαρακτηριστικό της προτεινόμενης πλατφόρμας εικονικοποίησης είναι η υποστήριξη για τη δυναμική ανάπτυξη, τη σύνθεση, την ανάπτυξη και την ανακάλυψη των υπηρεσιών, έτσι ώστε να επιτρέψετε στις συσκευές και τις υπηρεσίες για να διαφημίζουν και να περιγράψουν τις δυνατότητες, τα χαρακτηριστικά και τα βοηθητικά προγράμματα αυτά προσφέρουν. Επιπλέον, η λειτουργικότητα εντοχίστρωση είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί η ομαλή διαλειτουργικότητα των υπηρεσιών και των στοιχείων υλικού, πιθανώς προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές.

Η τρέχουσα εφαρμογή της προτεινόμενης πλατφόρμας εικονικοποίησης αποτελείται από ετερογενή στοιχεία του δικτύου και των τερματικών σταθμών και διευκολύνει την υποστήριξη των εξελιγμένων εφαρμογών. Προσφέρει λειτουργίες εικονικοποίησης μέσω υψηλού επιπέδου

διασυνδέσεων στα διάφορα μέρη. Πιο συγκεκριμένα, κάθε στοιχείο της πλατφόρμας, π.χ. ένα στοιχείο της υποδομής του δικτύου ή τερματικού, είναι συνδεδεμένο μέσω μιας υψηλού επιπέδου διεπαφής (βασισμένο στην XML) με άλλα μέρη. Αυτό διευκολύνει την ενσωμάτωση των διαφόρων στοιχεία υλικού και λογισμικού και επιτρέπει έτσι την πραγματοποίηση της επικύρωσης, της εκμετάλλευσης και επίδειξης δραστηριοτήτων σε ένα ευρύ φάσμα δοκιμαστικών περιπτώσεων (test cases).

Η JADE / JADEX agent πλατφόρμα έχει χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή αυτή. Το Σχήμα 1.1 που ακολουθεί παρέχει μια προβολή υψηλού επιπέδου της εφαρμογής της πλατφόρμας εικονικοποίησης που χρησιμοποιούνται για την επίδειξη των λειτουργιών για την αυτο-βελτιστοποίηση των γνωστικών δικτύων και συσκευών.



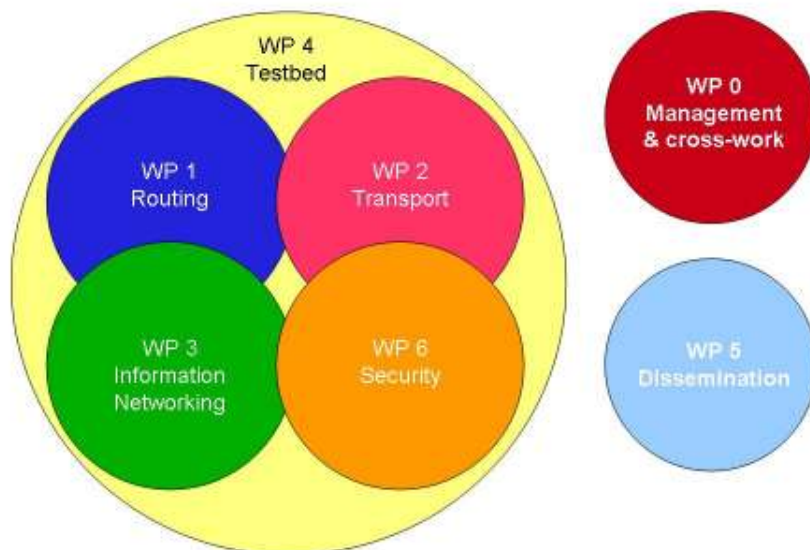
Σχήμα 1.1: Επισκόπηση της τρέχουσας εφαρμογής της πλατφόρμας εικονικοποίησης

Φινλανδικό πρόγραμμα έρευνας στο Μελλοντικό Διαδίκτυο (Finnish Future Internet Research Programme)

Πολλά σημεία συμφόρησης περιορίζουν την πρόοδο του Μελλοντικού Διαδικτύου. Τέτοια σημεία είναι η ανεπιθύμητη κίνηση, η συμφόρηση του συστήματος δρομολόγησης, η κινητικότητα και μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να αυξήσει την αξιοπιστία της σύνδεσης με το Διαδίκτυο για ένα δίκτυο IP, για την οποία χρησιμοποιείται ο αγγλικός όρος multi-homing, η αποζημίωση και η συμφόρηση, η ιδιωτικότητα και η απόδοση, και τέλος, η εμπιστοσύνη. Το κύριο θέμα του προγράμματος του Μελλοντικού Διαδικτύου (FI) είναι να αρθούν τα εμπόδια

που υπάρχουν προς μια ομαλή και αποτελεσματική πλατφόρμα που προσφέρει επίσης μια αποτελεσματική και διαφανή αγορά για καινοτομίες και νέες εφαρμογές.

Το σχέδιο του προγράμματος βασίζεται στην ατζέντας ερευνών για το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Στην πρώτη φάση, το πρόγραμμα για το Μελλοντικό Διαδίκτυο επικεντρώνεται σε τρεις βασικούς άξονες, την ύπαρξη ενός υγιούς συστήματος δρομολόγησης του Διαδικτύου, τη διερεύνηση τρόπων για να βελτιωθεί η ποιότητα της από άκρο σε άκρο σύνδεσης και την έρευνα για την εύρεση νέων τρόπων αποθήκευσης των πληροφοριών και την παράδοση. Στη δεύτερη φάση, η έρευνα για την ασφάλεια έφτασε στο σημείο να δημιουργήσει ένα νέο πακέτο εργασίας. Η προσέγγιση που πραγματοποιείται σε αυτό το πρόγραμμα εξετάζει λύσεις με άμεσο σχέδιο ανάπτυξης στα επόμενα λίγα χρόνια, καθώς και λύσεις που απαιτούν πιο θεμελιώδεις αλλαγές στην αρχιτεκτονική του Διαδικτύου και μπορεί να θεωρηθούν ως μακροπρόθεσμες ερευνητικές δραστηριότητες. Ακόμη, το πρόγραμμα αφορά διαφορετικές μεθοδολογίες από θεωρητική ανάλυση και προσομοίωση σε συγκεκριμένους πειραματισμούς σε ρεαλιστικά δικτυακά περιβάλλοντα. Επιπλέον, το πρόγραμμα προβλέπει μια πλατφόρμα δοκιμών που υποστηρίζει τους ερευνητές του προγράμματος με την παροχή βασικών υπηρεσιών και λειτουργιών για την πειραματική διερεύνηση των διαφόρων λύσεων δικτύωσης.



Σχήμα 1.2: Δομή των εργασιών: Υπάρχουν τέσσερα πλαίσια εργασίας που εστιάζουν στην έρευνα (WP 1, 2, 3 and 6), ενώ το WP4 έχει ως στόχο την αντιμετώπιση δοκιμών σε παγκόσμιο επίπεδο. Το WP0 περιλαμβάνει θέματα ευρύτερα

του ενός WP, όπως η εμπιστοσύνη, η κινητικότητα και η ενεργειακή αποδοτικότητα. Το WP5 εστιάζει focuses σε θέματα όπως η διάδοση.

Και αυτό το πρόγραμμα είναι αποτέλεσμα διεθνής συνεργασίας το οποίο αλληλεπιδρά ενεργά με τους διεθνείς οργανισμούς τυποποίησης, όπως το IETF, και τις ερευνητικές δραστηριοτήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, την Κίνα και τις ΗΠΑ με στόχο να αποφέρει σημαντικά αποτελέσματα στην παγκόσμια μελλοντική έρευνα στο Διαδίκτυο και την διαδικασία ανάπτυξης.

Τελικά, ο αντίκτυπος του προγράμματος θα είναι ορατός ως νέες επιχειρηματικές δυνατότητες τόσο για τους ήδη υπάρχοντες φορείς και για τους νεοεισερχόμενους στην αγορά του Μελλοντικού Διαδικτύου. Ειδικά το μακροπρόθεσμο όραμα του προγράμματος συνεπάγεται μια σημαντική αναδιάρθρωση των ρόλων των διαφόρων στρωμάτων δικτύωσης και τις στοιβες της εφαρμογής, τα οποία θα επηρεάσουν σημαντικά τις σημερινές συνθήκες της αγοράς και τις θέσεις των διάφορων παραγόντων που ενεργούν σε αυτό.

ΔΑΙΔΑΛΟΣ II

Μια ακόμη προσέγγιση στο Μελλοντικό Διαδίκτυο είναι το όραμα Δαίδαλος II, το οποίο ουσιαστικά αφορά την αρμονική ενσωμάτωση ετερογενών τεχνολογιών δικτύων που επιτρέπουν στους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων και παρόχους υπηρεσιών να προσφέρουν νέες και κερδοφόρες υπηρεσίες, παρέχοντας στους χρήστες πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα εξατομικευμένων υπηρεσιών φωνής, δεδομένων, και υπηρεσίες πολυμέσων. Σαράντα έξι (46) εταίροι από το χώρο της βιομηχανία και τον ακαδημαϊκό εργάζονται φιλόδοξα για την επίτευξη αυτού του οράματος. (www.ist-daidalos.org)

4WARD

Ένα επιπλέον πρόγραμμα που έχει ως στόχο την προσέγγιση στο Μελλοντικό Διαδίκτυο και την πρόταση λύσεων για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που προκύπτουν είναι το πρόγραμμα 4WARD που βρίσκεται υπό την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το πρόγραμμα 4WARD αφορά την

αντιμετώπιση του ζητήματος της αρχιτεκτονικής και του σχεδιασμού που προκύπτει για το Μελλοντικό Διαδίκτυο (Addressing Architecture and Design for the Future Internet). Η ανάγκη για διαρθρωτικές αλλαγές στο Διαδίκτυο γίνεται ολοένα και πιο εμφανής. Το πρόγραμμα 4WARD συνδυάζει μια σειρά ριζοσπαστικών αρχιτεκτονικών προσεγγίσεων που χτίζονται πάνω σε ένα ισχυρό κινητό και ασύρματο υπόβαθρο για το σχεδιασμό διαλειτουργικών και συμπληρωματικών αρχιτεκτονικών δικτύου. Περισσότερες πληροφορίες για το συγκεκριμένο πρόγραμμα υπάρχουν στο διαδικτυακό τόπο www.4ward-project.eu.

2.6 Οντολογία: η σημασία της για την μοντελοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου

Ο όρος Οντολογία αναφέρεται στο σύνολο των δραστηριοτήτων οι οποίες αφορούν στην διαδικασία ανάπτυξης οντολογιών, στον κύκλο ζωής τους, καθώς και στις μεθοδολογίες, στα εργαλεία και στις γλώσσες προγραμματισμού που απαιτούνται για την δημιουργία τους. Το ζητούμενο όμως είναι να γίνει αντιληπτό τι είναι οι οντολογίες και γιατί το τόσο μεγάλο ενδιαφέρον γύρω από αυτές, ειδικά στον τομέα του Μελλοντικού Διαδικτύου. (Κίκιρας, 2005)

Με τον όρο οντολογία στην πληροφορική εννοούμε το αποτέλεσμα της προσπάθειας σχηματοποίησης, με τρόπο εξαντλητικό, σχολαστικό και αδιαμφισβήτητο του εννοιολογικού σχήματος ενός τομέα. Μια οντολογία τυπικά είναι μια ιεραρχική δομή δεδομένων, στην οποία περιέχονται όλες οι σχετικές με τον τομέα στον οποίο αναφέρεται οντότητες και οι σχέσεις ανάμεσά τους, αλλά και όλοι οι κανόνες οι οποίοι ρυθμίζουν τις αλληλεπιδράσεις εντός του.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα μοντελοποιηθεί το Μελλοντικό Διαδίκτυο ως Οντολογία Περιοχής (Domain ontology). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι οντολογίες περιοχής εξαρτώμενες από τον στόχο (Task-dependent domain ontology). Οι οντολογίες οι οποίες αναφέρονται σε μια περιοχή, της οποίας όμως μοντελοποιούν μόνο ένα τμήμα ή διαδικασία της και για την μοντελοποίηση όμως της οποίας χρησιμοποιούν μόνο ένα ελάχιστο τμήμα της διατιθέμενης σε αυτήν γνώσης.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει μια δέσμευση όσο αναφορά την οντολογία (ontology commitment). Είναι μια συμφωνία για να χρησιμοποιούν ένα λεξιλόγιο (δηλ. ερωτήματα και ισχυρισμούς), με έναν τρόπο που είναι συνεπής, αλλά όχι πλήρης, σε σχέση με τη θεωρία που καθορίζεται από μια οντολογία. Δημιουργούνται πράκτορες (agents) που δεσμεύονται με τις

οντολογίες. Επίσης, σχεδιάζονται οντολογίες ώστε να υπάρχει η δυνατότητα διαμοιρασμού της γνώσης με τους πράκτορες και μεταξύ αυτών.

Ορισμένοι από τους σημαντικότερους λόγους ανάπτυξης μιας οντολογία (Κίκιρας, 2005) παρατίθενται είναι οι εξής:

- Για να μοιραστεί την κοινή κατανόηση της δομής των πληροφοριών με άλλους ανθρώπους ή υπολογιστικά συστήματα: Ο παραπάνω είναι ένας από τους περισσότερο κοινούς στόχους στην ανάπτυξη των οντολογιών. Για παράδειγμα, έστω διάφοροι ιστοχώροι οι οποίοι περιέχουν τραπεζικές πληροφορίες ή παρέχουν δικτυακές τραπεζικές υπηρεσίες. Εάν αυτοί οι ιστοχώροι μοιράζονται και δημοσιοποιούν την κοινή οντολογία όρων που χρησιμοποιούν, τότε κατάλληλα στοιχεία λογισμικού, όπως οι πράκτορες λογισμικού, μπορούν να εξάγουν και συγκρίνουν τις πληροφορίες που περιέχονται σε αυτούς τους διαφορετικούς ιστοχώρους, και στην συνέχεια να απαντήσουν σε ερωτήματα των χρηστών ή να χρησιμοποιήσουν τις συλλεγείσες πληροφορίες ως εισόδους σε άλλες εφαρμογές.
- Για να επιτρέψει την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης σε μια επιστημονική περιοχή: Ο λόγος αυτός ήταν μια από τις κατευθυντήριες δυνάμεις πίσω από το πρόσφατο κύμα στην ανάπτυξη της γιγάντωσης της έρευνας γύρω από τις οντολογίες. Παραδείγματος χάριν, σε πολλές διαφορετικές ερευνητικές περιοχές απαιτείται η μοντελοποίηση της έννοιας του χρόνου. Αυτή η μοντελοποίηση περιλαμβάνει τις έννοιες των χρονικών διαστημάτων, των σημείων στο χρόνο, των σχετικών μετρήσεων του, κ.τ.λ. Εάν μια ομάδα ερευνητών αναπτύξει μια τέτοια οντολογία λεπτομερώς για τις ανάγκες της επιστημονικής περιοχής τους, άλλοι μπορούν απλά να την επαναχρησιμοποιήσουν στις δικές τους περιοχές επιστημονικού ενδιαφέροντος. Επιπλέον, εάν απαιτείται η ανάπτυξη μιας μεγάλης οντολογίας για μια επιστημονική περιοχή, μπορεί κάποιος να ενοποιήσει διάφορες υπάρχουσες οντολογίες οι κάθε μια των οποίων περιγράφει ένα τμήμα από την μεγάλη περιοχή. Μπορούμε επίσης να επαναχρησιμοποιήσουμε μια γενική οντολογία και να την επεκτείνουμε έτσι ώστε να μπορούμε να περιγράψουμε μια περιοχή ενδιαφέροντος μας.

- Για να καταστήσει τις παραδοχές και υποθέσεις μιας περιοχής ρητές: Η ρητή μοντελοποίηση των αφηρημένων εννοιών μιας περιοχής που κρύβονται κατά την υλοποίηση μιας εφαρμογής, και η χρήση τέτοιων μοντέλων κατά την ανάπτυξη εφαρμογών επιτρέπουν την σχετικά εύκολη μεταβολή τους εάν η γνώση μας για την περιοχή αλλάξει. Η ενσωμάτωση σε προγραμματιστικό κώδικα των ιδιοτήτων των αφηρημένων εννοιών μιας περιοχής σχετικά με ένα φαινόμενο καθιστούν όχι μόνο δύσκολο τον εντοπισμό και κατανόηση τους αλλά επιπλέον δυσκολεύουν την μεταβολή τους εφόσον κάτι τέτοιο απαιτηθεί, ειδικότερα για κάποιον χωρίς πείρα στον προγραμματισμό. Επιπλέον, οι ρητές προδιαγραφές της γνώσης μιας επιστημονικής περιοχής είναι χρήσιμες για τους νέους χρήστες που πρέπει να μάθουν ποιοι όροι στην περιοχή σημαίνουν τι.

2.7 Διαφοροποίηση της λύσης από όσες έχουν αναπτυχθεί έως τώρα

Η συγκεκριμένη εργασία συγκριτικά με τις προσεγγίσεις που ήδη πραγματοποιούνται και που μερικές από τις οποίες αναφέρονται παραπάνω, αντιμετωπίζει το ζήτημα του Μελλοντικού Διαδικτύου από μια πιο σφαιρική σκοπιά και άρα πιο συνολικά. Οι παρούσες προσεγγίσεις σχετίζονται κυρίως με την υλοποίηση λύσεων βασισμένων σε συγκεκριμένες και μεμονωμένες απαιτήσεις που έχουν προκύψει. Ωστόσο, η παρούσα εργασία αντιμετωπίζει το ζήτημα του Μελλοντικού Διαδικτύου ως ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από διαφορετικού τύπου μέρη τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και ανταλλάσσουν πληροφορίες. Η προσέγγιση που πραγματοποιείται είναι πιο συνολική όσο αναφορά τα μέρη του Διαδικτύου και του Μελλοντικού Διαδικτύου και τους τρόπους που χρειάζεται να αντιμετωπιστεί προκειμένου να αντιμετωπιστεί το ζήτημα της ετερογένειας στα διαφορετικά επίπεδα και της ύπαρξης συνεχώς νέων απαιτήσεων. Επίσης, βασικό στοιχείο που διαφοροποιεί την προσέγγιση που πραγματοποιείται στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι ότι ένας από τους βασικούς στόχους είναι η κατανόηση της σημασίας επέκτασης της λύσης που προσφέρεται δεδομένων των αλλαγών και της συνεχούς εξάπλωσης του διαδικτύου, της εισαγωγής νέων ειδών υλικού, λογισμικού, εφαρμογών, αλλά και συσκευών που χρησιμοποιούν οι χρήστες. Επίσης, οι λόγοι και οι τρόποι που χρησιμοποιείται το όλο σύστημα που ονομάζουμε Διαδίκτυο συνεχώς

τροποποιούνται και εξελίσσονται, οπότε είναι πολύ σημαντικό να γίνει αντιληπτή η ανάγκη ευελιξίας και μια πιο συνολικής προσέγγισης του ζητήματος.

Όμως, πέρα από τις δομές και τις διαφοροποιήσεις που συναντώνται στο υλικό, στο λογισμικό και στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται, παρατηρούμε ότι υπάρχει η ανάγκη μια πιο σφαιρικής και εμπειριστατωμένης προσέγγισης, προκειμένου να τεθούν νέες βάσεις πάνω στις οποίες θα στηριχθεί το Μελλοντικό Διαδίκτυο και θα αναπτυχθεί. Η δυνατότητα να είναι ανοιχτό και κλιμακωτό, ώστε να μπορεί να διευρύνεται ανάλογα με τις συνεχιζόμενες απαιτήσεις και εξελίξεις είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Η φιλοσοφία γύρω από την γενικότερη αντίληψη περί διαδικτύου χρειάζεται να διευρυνθεί και να μπορέσουν να εισαχθούν νέες έννοιες. Το μοντέλο που αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο περιγράφει την φιλοσοφία και τον τρόπο αντιμετώπισης των παραπάνω ζητημάτων μέσω μιας σφαιρικής προσέγγισης του Μελλοντικού Διαδικτύου. Στην εργασία αυτή αντιμετωπίζεται ως ένα συνολικό σύστημα με διακριτά μέρη, τα οποία έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, απαιτήσεις, τρόπους επικοινωνίας και εργασίες που πρέπει να ολοκληρώσουν. Με τον τρόπο αυτό συνδέει τα μέρη του Μελλοντικού Διαδικτύου και συνθέτει ένα μοντέλο, το οποίο μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό και που περιγράφει το φυσικό επίπεδο, την υποδομή, τις διασυνδέσεις και την ανάγκη για καθορισμένη επικοινωνία μεταξύ των μερών του.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

3.1 Γενικές Απαιτήσεις

Οι εξελίξεις που επηρέασαν το Μελλοντικό Διαδίκτυο μπορεί να είναι οικονομικές και κοινωνικές, όμως είναι κυρίως τεχνολογικές. Δεδομένου των αλλαγών που προέκυψαν και τις υπηρεσίες επόμενης γενιάς, υπάρχει ένα σύνολο απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιηθούν προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί για το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Οι στόχοι αυτοί, σε συνδυασμό με τις τεχνολογικές εξελίξεις, την ταχεία διάδοση της τεχνολογίας, την ευρυζωνικότητα, την κινητικότητα και άλλων παραγόντων, όρισαν τις απαιτήσεις που υπάρχουν σήμερα προκειμένου να επιτευχθεί η λειτουργικότητα του Μελλοντικού Διαδικτύου, αλλά και να ικανοποιηθούν οι προσδοκίες που υπάρχουν.

Οι παραπάνω λόγοι οδήγησαν στην ανάγκη για μια προσέγγιση η οποία θα επιτρέψει τον διαχωρισμό του διαδικτύου στα στοιχεία του και τον ορισμό των σχέσεων, τον τρόπο συνεργασίας και σύνδεσης μεταξύ τους. Η οντολογική προσέγγιση την οποία πραγματοποιεί η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία ουσιαστικά πραγματοποιείται την αναπαράσταση του ψηφιακού και του φυσικού κόσμου, η οποία επιτρέπει τον κατακερματισμό των συστατικών του Μελλοντικού Διαδικτύου και στη συνέχεια την εστίαση στα συστατικά που το αποτελούν, προκειμένου να μπορέσουν να προσδιοριστούν συγκεκριμένες προδιαγραφές, ανάλογα με τα στοιχεία του, τα χαρακτηριστικά του κάθε στοιχείου, τις συνιστώσες και τις σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία αυτά. Επίσης, σημαντική παράμετρος είναι το εύρος των υπηρεσιών που θα πρέπει να παρέχονται και η ενορχήστρωση όλων των προσφερόμενων υπηρεσιών ώστε να επιτυγχάνεται η ομαλή λειτουργία τους.

Από την παρατήρηση των συστατικών του μελλοντικού διαδικτύου διαπιστώνονται οι μεταξύ τους διαφορές ως προς τον τύπο, καθώς ένα συστατικό μπορεί να είναι υλικό (hardware) ή λογισμικό (software), όπως μια εφαρμογή ή μια υπηρεσία. Παρ' όλ' αυτά, ακόμη και στην περίπτωση που αναφερόμαστε σε ένα μόνο τύπο ή μια κατηγορία του εκάστοτε τύπου, όπως για παράδειγμα τις συσκευές, παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία (π.χ. κινητά τηλέφωνα,

αισθητήρες, κάμερες, κ.α.), με διαφορετικό τρόπο χρήσης, διαφορετικό κατασκευαστή, διαφορετικό λογισμικό.

Συνεπώς, στόχος και απαίτηση, είναι τόσο το υλικό μέρος όσο και το λογισμικό να μπορούν να λειτουργήσουν αρμονικά, να παρέχουν την απαραίτητη λειτουργικότητα και να ικανοποιούν τις απαιτήσεις που έχουν δημιουργηθεί. Για την ακρίβεια, θα πρέπει να οριστούν οι σχέσεις που διέπουν τα συστατικά, οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους και ο τρόπος διασύνδεσης τους.

Επί της ουσίας, οι βασικές απαιτήσεις που προκύπτουν ταυτίζονται με την ικανοποίηση των απαιτήσεων του Μελλοντικού Διαδικτύου. Δηλαδή, θα πρέπει η οντολογία που θα σχεδιαστεί να αποτελεί μια προσέγγιση του Μελλοντικού Διαδικτύου. Επιπλέον, απαραίτητη είναι η δυναμική προσθήκη και αφαίρεση στοιχείων ώστε να επιτυγχάνεται και δυναμική ενημέρωση της οντολογίας, ακόμη και από έναν μη εξειδικευμένο χρήστη. Να είναι εύκολα αντιληπτή, καθώς και να επιτρέπει την ανεξαρτησία των συστατικών του, ώστε να εγγυάται την ανοικτότητα του συστήματος τόσο ως προς τη διασυνδεσιμότητά του με τις υπόλοιπες συσκευές και συστήματα, όσο και την ομαλή συνεργασία και λειτουργία μεταξύ των επιμέρους λειτουργικών εφαρμογών. Προϋπόθεση αυτού είναι η επικοινωνία να είναι πραγματικά αυτόνομη με την έννοια ότι απαιτεί μηδενική διαχείριση ή εάν υπάρχει η δυνατότητα αυτοδιαχείρισης (self-management) των τεχνολογιών δικτύωσης. Η αυτόματη διαχείριση έχει πρόσφατα αναδειχθεί ως η εξέλιξη της αυτοματοποιημένης διαχείρισης. Οι ποικίλοι και περίπλοκοι διαδικτυακοί πόροι και υπηρεσίες του Μελλοντικού διαδικτύου θα πρέπει να διαχειρίζονται αυτόματα και να περιλαμβάνουν δυνατότητες αυτοδιαχείρισης.

Οι παραπάνω απαιτήσεις έχουν ως επακόλουθο την απαίτηση για διαδικτυακή συνεργασία μεταξύ εφαρμογών και συστημάτων, τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα. Δηλαδή, η δυνατότητα οποιαδήποτε συνιστώσα ενός συστήματος να μπορεί να επικοινωνήσει και να διαλειτουργήσει μια κάποια άλλη, έστω και αν δεν έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί ώστε να είναι συμβατές. Στην συγκεκριμένη εργασία, η παραπάνω απαίτηση προϋποθέτει την επικοινωνία των οντοτήτων της οντολογίας και βασίζεται στις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στις οντότητες. Η δυναμικότητα μπορεί να γίνει αντιληπτή αν αναλογιστεί κανείς την κινητικότητα (mobility).

Ωστόσο, η οντολογία που θα δημιουργηθεί θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη ως προς τον τρόπο υλοποίησης, ώστε να αποτελέσει μοντέλο για το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Το μοντέλο αυτό θα πρέπει να είναι πολλαπλά υλοποιήσιμο και να μην υπάρχουν περιορισμοί, ωστόσο να παραμένει

πλήρες, συγκεκριμένο και ολοκληρωμένο. Η συγκεκριμένη απαίτηση προκύπτει από ανάγκη για μια πλατφόρμα που μπορεί να διευκολύνει την ενσωμάτωση/ολοκλήρωση των υφιστάμενων λύσεων (software και hardware) και νέων, αναδυόμενων γνωστικών συστημάτων, ούτως ώστε να αξιολογηθούν και επικυρωθούν πλήρως τα ενδεχόμενα γνωστικά συστήματα (cognitive systems).

Ορισμένες επιπλέον απαιτήσεις του Μελλοντικού Διαδικτύου, τις οποίες πρέπει να καλύπτει η οντολογία αφορούν το μοντέλο να είναι ανοικτό (openness), δυναμικό (dynamic) και να υπάρχει η δυνατότητα κλιμάκωσης (scalable). Πιο συγκεκριμένα να δίνει τη δυνατότητα στο σύστημα να αλληλεπιδρά συνεχώς με το περιβάλλον του, ενώ ταυτόχρονα να έχει την ικανότητα να χειριστεί την αυξανόμενη εργασία που προκύπτει με ένα αποτελεσματικό τρόπο και επίσης, την ικανότητά της να διευρυνθεί. Πιο αναλυτικά, θα πρέπει να είναι δυνατή η αλληλεπίδραση με τη μορφή των πληροφοριών, του υλικού και του λογισμικού, ώστε βάσει αυτού να μπορούν να γίνουν διαθέσιμες όλο και περισσότερες υπηρεσίες, ενώ ελαχιστοποιούνται οι περιπτώσεις περιορισμών στο είδος των υπηρεσιών ή/και στους «καταναλωτές» των υπηρεσιών. Με μια μακροπρόθεσμη θεώρηση αναδύεται η απαίτηση για δυνατότητα υποστήριξης της πληροφορικής, των δικτύων και των εφαρμογών του μέλλοντος. Κατά συνέπεια, εμφανίζεται η ανάγκη για δυναμικότητα, εφόσον η αλληλεπίδραση των παραπάνω συνιστωσών επιβάλλει το μοντέλο να είναι δυναμικό, καθώς είναι απαραίτητη η συνεχή προσθήκη και αφαίρεση συστατικών του διαδικτύου ανεξαρτήτως σε ποιιά από τις τρεις κατηγορίες ανήκει. Τέλος, η απαίτηση κλιμάκωσης (scalability) προκύπτει από τον φόρτο που προκύπτει από την εκπλήρωση των άλλων δύο απαιτήσεων (openness, dynamic). Όσο τα στοιχεία του Μελλοντικού Διαδικτύου επικοινωνούν όλο και περισσότερο μεταξύ τους, υπάρχει αλληλεπίδραση και συνεχής είσοδος και έξοδος υλικού και λογισμικού, γίνεται απαραίτητη η ικανότητα ενός μοντέλου, και κατ' επέκταση ενός συστήματος, να αναπτύσσετε συνεχώς προκειμένου να καλύψει τις νέες ανάγκες που προκύπτουν. Τα μεγαλύτερα δίκτυα αποτελούνται από χιλιάδες routers / switches και δεκάδες χιλιάδες συσκευές. Το ζήτημα είναι κατά πόσο είναι δυνατόν για τα συμβατικούς servers να μπορούν να διαχειριστούν ένα μεγάλο αριθμό συσκευών και να ανταποκριθούν με τη δέουσα ταχύτητα, προκειμένου να ικανοποιήσει τους στόχους του δικτύου. Η δυνατότητα κλιμάκωσης είναι μία από τις απαιτήσεις του μέλλοντος. Επιπλέον, τα συστήματα διαχείρισης και οι λειτουργίες του Μελλοντικού Διαδικτύου πρέπει να έχουν τη

δυνατότητα κλιμάκωσης και επέκτασης για να υποστηρίξουν εκατομμύρια διαφορετικές συσκευές δικτύου και παροχής υπηρεσιών.

Η ανοικτότητα (openness) της λύσης θα επιτρέψει την εισαγωγή των νέων στοιχείων του διαδικτύου και τεχνολογιών, αλλά και την αφαίρεση ή η αντικατάσταση των υπαρχόντων με ένα τρόπο plug 'n play. Η δυνατότητα αυτή με τη σειρά της απαιτεί την αφαίρεση της πολυπλοκότητας της υπάρχουσας υποδομής υλικού (hardware) και λογισμικού (software) μέσω υψηλού επιπέδου διεπαφών.

Ακόμη, ο σχεδιασμός που θα πραγματοποιηθεί να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει με αποτελεσματικότητα την πολυπλοκότητα και την ετερογένεια των υποδομών υλικού (hardware), από την άποψη των συσκευών, αλλά και, το πιο σημαντικό, από την άποψη των τεχνολογιών δικτύωσης, προκειμένου να φιλοξενήσει αρκετές διαφορετικές τεχνολογίες, παλαιότερες και αναδυόμενες, κινητές, ασύρματες και ευρυζωνικές τεχνολογίες στο ίδιο περιβάλλον.

Επίσης, θα πρέπει να εισαχθεί προηγμένη διαχειριστική λειτουργικότητα (advanced management functionality), η οποία θα πρέπει να εισαχθεί στα ασύρματα συστήματα, τα οποία θα καθιστούν δυνατή τη βέλτιστη λειτουργία από άκρο σε άκρο (end-to-end).

Ο σχεδιασμός του συστήματος βάσει της οντολογίας θα πρέπει να διευκολύνει την ένταξη των τεχνολογιών δικτύωσης και των συστημάτων διαχείρισης (cognitive, reconfigurable/ Software Defined Radio), καθώς και την εξέλιξη των τεχνολογιών (συμπεριλαμβανομένων των λειτουργιών διαχείρισης / αλγορίθμων) και να επιτρέπει την ταχύτερη εξάπλωση των νέων υπηρεσιών και εφαρμογών.

Μαζί με την επέκταση των τεχνολογιών δικτύωσης και των δυνατοτήτων τους, υπάρχει μια συνεχής αυξανόμενη ανάγκη για ορθολογική και οικονομική χρήση των λειτουργιών του διαδικτύου.

Συμπληρωματικά, η πρόκληση να καταστεί δυνατή η υλοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου (FI) είναι η ανάπτυξη των δυνατοτήτων της εικονικοποίησης (virtualisation), των υποδομών, με το να επιτραπεί η εύκολη εισαγωγή των νέων στοιχείων και με τη διευκόλυνση της αξιοποίησής τους, μέσα από υψηλού επιπέδου διεπαφές (high-level interfaces).

Μια επιπλέον σημαντική απαίτηση είναι η δυνατότητα παροχής υπηρεσιών ενορχήστρωσης (orchestration), η οποία θα σχετίζεται με τη λειτουργικότητα, καθώς είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί η ομαλή διαλειτουργικότητα των υπηρεσιών και των στοιχείων του υλικού (hardware), που πιθανότατα να προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές και να έχουν διαφορετικές προδιαγραφές. Η ενορχήστρωση θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι κάθε νέα υπηρεσία

που εισέρχεται σε ένα σύστημα δεν θα πρέπει να προκαλεί προβλήματα στη λειτουργία άλλων υπηρεσιών αλλά θα πρέπει να λειτουργεί αρμονικά με τις ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες, ακόμη και στην περίπτωση που πραγματοποιείται (service composition) συνδυασμός υπηρεσιών.

Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η χρήση προσαρμοστικών δικτύων (adaptive networks). Τα προσαρμοστικά δίκτυα συνδυάζουν τη δυναμικότητα σε ένα δίκτυο με δυναμικές αλλαγές στην τοπολογία του υφιστάμενου δικτύου. Η ενδιαφέρουσα αλληλεπίδραση της τοπικής και τοπογραφικής δυναμικής καθιστά δυνατή την αυτο-οργάνωση (self-organization) σε αυτού του τύπου τα δίκτυα.

Η οντολογική προσέγγιση αυτής της διπλωματικής εργασίας συνδέεται με την προσανατολισμένη στις υπηρεσίες πληροφορική (service oriented computing), όπου απαιτείται η διαχείριση υπηρεσιών. Κάθε υπηρεσία θα πρέπει να μπορεί να εγγραφεί στο σύστημα, να ανακαλύψει νέες υπηρεσίες και να τις χρησιμοποιήσει μαζί ή σε συνδυασμό. Κάθε υπηρεσία που θα εισέρχεται σε ένα σύστημα θα πρέπει να λειτουργεί αρμονικά με τις ήδη υπάρχουσες (service orchestration). Ο σχεδιασμός, λοιπόν, της οντολογίας θα πρέπει να επιτρέπει την καταχώρηση, ανακάλυψη, σύνθεση και ενορχήστρωση των υπηρεσιών που χρησιμοποιεί το υλικό μέρος της οντολογίας (hardware), αλλά και το λογισμικό (software).

Ταυτόχρονα, η οντολογία θα πρέπει να αποτελεί ένα μοντέλο ευέλικτο, το οποίο θα είναι ωστόσο, αρκετά συγκεκριμένο ως προς τις αρχές στις οποίες στηρίζεται, στο σχεδιασμό του και στη λύση που προτείνει ανεξαρτήτως από τις συγκεκριμένες τεχνολογίες που απαιτεί μια συγκεκριμένη μέθοδος υλοποίησης.

Ωστόσο, πέραν των απαιτήσεων υποδομής που καθορίζουν την καινοτομία της συγκεκριμένης προσέγγισης και του Μελλοντικού Διαδικτύου υπάρχουν και ορισμένες απαιτήσεις οι οποίες, σε κάποιο βαθμό, συναντώνται διαδικτύο σήμερα. Τέτοιου είδους απαιτήσεις είναι η ενσωμάτωση, δηλαδή η δυνατότητα προσφοράς μιας λειτουργικότητας ή υπηρεσίας σε ένα υπάρχον λογισμικό σύστημα το οποίο λειτουργεί μέσα στο διαδικτύο χωρίς να απαιτεί αλλαγές στον μηχανισμό του συστήματος, η διαθεσιμότητα και η δημοσίευση, όπου οι πληροφορίες για τις συγκεκριμένες λειτουργικότητες ή υπηρεσίες δημοσιεύονται, οπότε η εύρεση και η χρήση τους μπορεί να είναι ταχύτερες.

Ακόμη, είναι σημαντική η χρήση τεχνολογιών, οι οποίες αποτελούν ευρέως διαδεδομένα πρότυπα της βιομηχανίας της πληροφορικής και δυνητικά συνιστούν τον βέλτιστο τρόπο για την διασύνδεση των επιχειρησιακών εφαρμογών.

Κάποιες επιπλέον γενικές απαιτήσεις που θα πρέπει να καλυφθούν τόσο από τον τρόπο σχεδιασμού της οντολογίας, αλλά και οποιουδήποτε τρόπου υλοποίησης, είναι η αξιοπιστία (reliability), η οποία προϋποθέτει την ικανότητα εκτέλεσης απαιτούμενων λειτουργιών υπό δεδομένες συνθήκες για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα και συχνά μετράται ως η πιθανότητα αποτυχία, η συχνότητα αποτυχιών ή τη μη διαθεσιμότητα, και η ευελιξία (flexibility), η οποία θα επιτρέπει την και ανταπόκριση στις εξελισσόμενες ανάγκες και να προσαρμόζεται στις όποιες αλλαγές. (Tosic et al., 2002)

Επιπρόσθετες απαιτήσεις που θα πρέπει να εκπληρώνονται είναι η επεκτασιμότητα (extensibility). Το μοντέλο διαχείρισης των πληροφοριών πρέπει να είναι επεκτάσιμο, έτσι ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε είδος των νέων πόρων του δικτύου και των υπηρεσιών. Τα συστήματα διαχείρισης και οι λειτουργίες του Μελλοντικού Διαδικτύου πρέπει να είναι επεκτάσιμα ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν εκατομμύρια διαφορετικές δικτυακές συσκευές και να παρέχουν υπηρεσίες.

Από τεχνικής απόψεως οι καθορισμένες απαιτήσεις μπορεί να μεταφραστούν και ως ο σχεδιασμός και υλοποίηση μιας διεπαφής για να διαμορφώνονται και να προσαρμόζονται οι οντολογίες ανάλογα με το γνωστικό χάρτη των διάφορων τεχνολογιών που χρειάζεται ο χρήστης να εξερευνήσει. Αυτό θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτρέψουν την εισαγωγή και την επαναχρησιμοποίηση των υπάρχουσών οντολογιών, αλλά και την τροποποίηση της οντολογίας, προκειμένου να είναι δυνατή η αφαίρεση μέρη μιας οντολογίας που προστίθεται στην υπάρχουσα. Επίσης, να υπάρχει δυνατότητα για τη βελτίωση της οντολογίας, ώστε να ολοκληρωθεί η οντολογία και το μοντέλο με τα αποτελούμενα μέρη του να είναι λειτουργικό και σε ισορροπία. Αναφορικά με τη διαχείριση των οντολογιών μια σημαντική απαίτηση είναι η συνέπεια, ώστε να εξασφαλιστεί η ορθή εξέλιξη της οντολογίας.

Ακόμη, το μοντέλο αναφορικά με την επικοινωνία, θα πρέπει να παρέχει βασικές λειτουργίες διαχείρισης, όπως να μπορεί μια υπηρεσία να εγγραφεί στο σύστημα (service registration). Μια υπηρεσία ή εφαρμογή ή συσκευή μπορεί να ανακαλύψει άλλες υπηρεσίες (service discovery) και να τις χρησιμοποιήσει μαζί ή σε συνδυασμό (service composition). Κάθε νέα υπηρεσία που εισέρχεται σε ένα σύστημα δεν θα πρέπει να προκαλεί προβλήματα στη λειτουργία άλλων υπηρεσιών αλλά θα πρέπει να λειτουργεί αρμονικά με τις ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες (service orchestration).

Επιπλέον, να υποστηρίζει αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (Service Oriented Architecture - SOA). Η αρχιτεκτονική του Μελλοντικού Διαδικτύου βασίζεται στη προσανατολισμένη στις υπηρεσίες αρχιτεκτονική (SOA). Οι λειτουργίες που αφορούν τη διαχείριση θα πρέπει να ορίζεται ως οι υπηρεσίες, οι οποίες εγράφησαν/καταχωρήθηκαν (service repository), και στη συνέχεια ανακαλύφθηκαν και υλοποιήθηκαν με τη χρήση της προσανατολισμένης σε υπηρεσίες αρχιτεκτονικής (SOA).

3.2 Διαχείριση και αυτοδιαχείριση στο Μελλοντικό Διαδίκτυο

Έαν πολύ σημαντικό θέμα στο οποίο θα πρέπει γίνει πιο εκτενής αναφορά, καθώς αποτελεί μια πιο σύνθετη απαίτηση του Μελλοντικού Διαδικτύου, είναι η αυτοδιαχείριση. Λόγω της κινητικότητας και της ανάγκης για συνεχή σύνδεση των συσκευών στο διαδίκτυο καθίσταται απαραίτητη η ικανοποίηση απαιτήσεων όπως η δυναμική προσθήκη και αφαίρεση στοιχείων. Δηλαδή, να επιτρέπει την ανεξαρτησία των συστατικών του, ώστε να εγγυάται την ανοικτότητα του συστήματος τόσο ως προς τη διασυνδεσιμότητά του με τις υπόλοιπες συσκευές και συστήματα, όσο και την ομαλή συνεργασία και λειτουργία μεταξύ των επιμέρους λειτουργικών εφαρμογών. Προϋπόθεση αυτού, είναι η επικοινωνία να είναι πραγματικά αυτόνομη με την έννοια ότι απαιτεί μηδενική διαχείριση ή υπάρχει δυνατότητα αυτοδιαχείρισης (self-management) των τεχνολογιών δικτύωσης. Η αυτόματη διαχείριση έχει πρόσφατα αναδειχθεί ως η εξέλιξη της αυτοματοποιημένης διαχείρισης. Οι ποικίλοι και περίπλοκοι διαδικτυακοί πόροι και υπηρεσίες του Μελλοντικού διαδικτύου θα πρέπει να διαχειρίζονται αυτόματα και να περιλαμβάνουν δυνατότητες αυτοδιαχείρισης.

Η πολυπλοκότητα των σύγχρονων δικτύων επικοινωνίας απαιτεί μια αυτόνομη προσέγγιση, όπου τα στοιχεία παρουσιάζουν έναν βαθμό αυτοδιαχείρισης, τα οποία όταν συνδυάζονται παρέχουν ένα επίπεδο αυτοδιαχείρισης για το δίκτυο ως σύνολο. Η ετερογένεια των μερών όμως ζητά μια γνωσιακά καθοδηγούμενη (knowledge driven) προσέγγιση για τον ορισμό τους, τη σύνθεση και τη διαχείριση, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα της σημασιολογική διαλειτουργικότητα (semantic interoperability).

Τα γνωστικά/αυτόνομα συστήματα είναι κατάλληλα να υποστηρίξουν ζητήματα όπως η διαχείριση λόγω της ικανότητας αυτοδιαχείρισης που διαθέτουν και τα ηγετικά χαρακτηριστικά.

Η αυτοδιαχείριση (configuration, optimization, healing, protection) είναι ουσιαστική για την ταχεία προσαρμογή σε μεταβαλλόμενες καταστάσεις, καθώς επίσης για την εύρεση αποδοτικών τρόπων ικανοποίησης των απαιτήσεων, σεβόμενο την απλή υπερτροφοδότηση του εύρους (bandwidth) ή της μη αυτόματης διαχείρισης. Η εκμάθηση μπορεί να αυξήσει την αξιοπιστία και την ταχύτητα λήψης αποφάσεων, μέσω της ανάπτυξης και του συνυπολογισμού της γνώσης και της εμπειρίας, για παράδειγμα, σε περιπτώσεις που αντιμετωπίζονται βάσει του τρόπου με τον οποίο τις διαχειρίζονται και η αποτελεσματικότητά τους είναι συνάρτηση της διαχείρισης.

Τα γνωσιακά/αυτόνομα συστήματα μπορούν να αναπτυχθούν στο επίπεδο των σημείων πρόσβασης (access points), των δρομολογητών του κεντρικού δικτύου (core network), των gateways στα διάφορα τμήματα του δικτύου και σε επιχειρήσεις ή διοικητικούς τομείς, και τέλος στο επίπεδο «λειτουργίας και διαχείρισης», του οποίου στόχος αποτελεί η συνολική διαχείριση ενός μέρους του δικτύου. Ένα γνωσιακό/αυτόνομο σύστημα αποτελείται από το πλαίσιο απόκτησης και συλλογιστικής, την προέλευση και την αξιολόγηση των πολιτικών, τη βελτιστοποίηση των τεχνικών διανομής και την εκμάθηση για την απόκτηση και ανταλλαγή γνώσεων και εμπειριών. (Demestichas et al., 2010)

Τα γνωσιακά/αυτόνομα συστήματα απαιτούν πλατφόρμες (υλοποίησης frameworks) που θα επιτρέπουν την ομοσπονδία μεταξύ συστημάτων διαφόρων τομέων, τη διακυβέρνηση, τη δυναμική ενσωμάτωση της λειτουργικότητας (ανάπτυξη, ολοκλήρωση, ενορχήστρωση).

Ο όρος αυτοδιαχείριση, ως γενικός όρος, περιγράφει όλες τις ιδιότητες του συστήματος που κάτω από την ομπρέλα των αυτόνομων και γνωσιακών λειτουργιών για τη διεξαγωγή της σχετικής λειτουργικότητας του συστήματος. Ως εκ τούτου, κάτω από την ομπρέλα της αυτοδιαχείρισης υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι αυτοδιαχείρισης με συγκεκριμένες υλοποιήσεις για τους σκοπούς του συστήματος. (Mödeker and Marikar, 2008)



Σχήμα 3.1: Ορισμός των μεθόδων διαχείρισης self-x

Ο παραπάνω ορισμός της αυτοδιαχείρισης και των μεθόδων δείχνουν ότι οι έξι μέθοδοι αυτοδιαχείρισης διαφέρουν όσον αφορά τις προοπτικές για το πώς τα συστήματα τις επικαλούνται και τις εκτελούν και συνάφεια με τις διαδικασίες ανίχνευσης, δηλαδή τη χρήση των γνώσεων που έχουν συλλεγεί. Φανερώνουν επίσης, ένα ευρύ πεδίο επιστημονικών κλάδων που θα μπορούσαν να εμπλακούν σε μια αυτοδιαχειριζόμενο (selfmanaged) και γνωσιακό σύστημα στα δίκτυα του Μελλοντικού Διαδικτύου, και η ποικιλία των εκδηλώσεων που μπορούν να προκαλέσουν επικλήσεις των διαδικασιών της αυτοδιαχείρισης. Οι μέθοδοι αυτοδιαχείρισης έχουν διαφορετικές λειτουργικές επιπτώσεις και σχετίζονται με διαφορετικές ιδιότητες, π.χ. η αυτογνωσία είναι μια διαδικασία η οποία αφορά τη συνεχή συλλογή της γνώσης που παρέχεται από δεδομένα που συλλέγονται μέσω του συστήματος παρακολούθησης.

Στο πλαίσιο του Σημασιολογικού Ιστού, έχει παρατηρηθεί γενικά ότι οι οντολογικές τεχνικές συλλογισμού (ontological reasoning techniques) θα γίνουν ωφέλιμες μόνο στην περίπτωση όπου ένας αρκετά μεγάλος αριθμός διαθέσιμων υπηρεσιών έχουν σημασθεί σημασιολογικά. Με τον ίδιο τρόπο, στο πλαίσιο της αυτόνομης διαχείρισης, ο οντολογικός τρόπος ανάλυσης θα είναι

μόνο για χρήση των αυτόνομων συστημάτων, όταν πλέον οι υπηρεσίες και τα δίκτυα θα έχουν οντολογική αναπαράσταση. (Keeney et al., 2005)

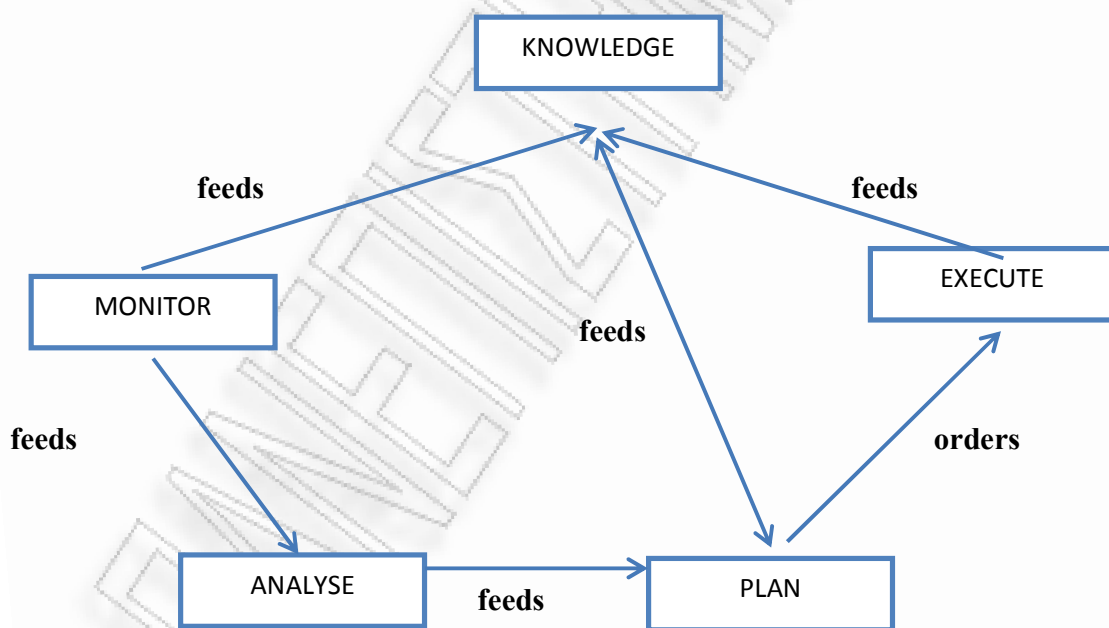
Για να φτάσουμε σε μία κατάσταση όπου η οντολογικά προσανατολισμένη σημασιολογία μπορεί να χρησιμοποιείται ουσιαστικά στις λειτουργίες του δικτύου, πρέπει σε πρώτο στάδιο να περάσουμε από την παρούσα κατάσταση της τέχνης της τεχνολογίας διαχείρισης των επικοινωνιών, η οποία στηρίζεται στα Λειτουργικά Συστήματα Υποστήριξης (OSS). (Lewis et al., 2006)

Η τάση για αυτοδιαχείριση των συστημάτων σημαίνει ότι η λήψη διοικητικών αποφάσεων δεν θα είναι αποτέλεσμα των ανθρώπινων διαχειριστών, που χρησιμοποιούν εφαρμογές διαχείρισης αλλά των συστατικών που διαχειρίζεται. Η πιο κοινή προσέγγιση για την ανάθεση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων διαχείρισης είναι μέσω της χρήσης της πολιτικής διαχείρισης, όπου όταν ένας κανόνας ενσωματώνει την διαχειριστική απόφαση εκτελείται όσο το δυνατό πιο κοντά στο αντικείμενο της διαχείρισης. (Lewis et al., 2006)

Αναφορικά με τα δίκτυα διανομής γνώσης, θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι σε ένα αυτόνομο υπολογιστικό περιβάλλον, τα Προσαρμοστικά Στοιχεία Υπηρεσιών (Adaptive Service Elements - ASE) μπορεί να είναι προσαρμόσιμα, αλλά η προσαρμογή τους πρέπει να καθορίζεται από το τοπικό πλαίσιο (local context) και το πλαίσιο του δικτύου (network context). Ωστόσο, οι δυσκολίες προκύπτουν όταν ετερογενή στοιχεία πρέπει να παρέχουν, ενδεχομένως, από άκρο σε άκρο αλυσίδες παροχής υπηρεσιών πάνω από μία προσαρμογή τοπολογία του δικτύου. Η ανομοιογένεια αυτή οδηγεί σε αυξημένο ανθρώπινο κόστος για τη διαχείριση συνδέσεων για ανταλλαγή πληροφοριών. Αυτό μπορεί να ανακουφιστεί από το παροχή ενός ενεργού Δικτύου Διανομής της γνώσης (Knowledge Delivery Network) για να αντικαταστήσει το πρότυπο μοντέλο παθητικής ανάκτησης πληροφοριών. Ένα Semantic Query Based Δίκτυο περιγράφεται ως αυτό που χρησιμοποιεί ένα publish / subscribe παράδειγμα από τη δικτύωση με βάση το περιεχόμενο (Content Based Networking) για την υποστήριξη της διάδοσης της οντολογικά ορισμένης γνώσης. Ένα τέτοιο μοντέλο μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω να ενεργεί ως ένα κατάλληλο δίκτυο παράδοσης γνώσης, με μια σημασιολογική διαλειτουργική προσπάθεια, η οποία επενδύει στο δίκτυο παράδοσης για χρήση όχι μόνο για τη διαχείριση του δικτύου, αλλά για άλλες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της αυτόνομης επικοινωνίας. (Keeney et al., 2005)

Επιπλέον, αναφορικά με την αυτοδιαχείριση και τη γνωσιακή σχεδίαση έχει μεγάλη σημασία να γίνει αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η διακίνηση και χρήση της συλλεγόμενης γνώσης, αλλά και πώς δημιουργείται. Στο σχήμα 2.2 που ακολουθεί, πραγματοποιείται η αναπαράσταση του τρόπου αυτού, της ανατροφοδότησης που πραγματοποιείται σε κάθε στάδιο και των διαδικασιών που πραγματοποιούνται.

Σημαντικό στοιχείο είναι η λειτουργικότητα να είναι επαρκής, τα αντίστοιχα μέσα να επιβλέπουν την παρακολούθηση, τον εντοπισμό / πρόβλεψη, την επίλυση και τη διαχείριση για κάθε εξωτερική / εσωτερική απαιτούνται διαταραχή/αλλαγή στα δίκτυα και τις υπηρεσίες. Το γνωστικό μέρος και η αυτοδιαχείριση αντιστοιχούν στον κύκλο MAPE, δηλαδή την παρακολούθηση (monitor), την ανάλυση (analyze), τον σχεδιασμό (plan), την εκτέλεση (execute) με δυνατότητα μάθησης (γνώσεις), και απεικονίζεται στο σχήμα. 2.2, από την άποψη των υποκατηγοριών και τις ιδιότητες (σχέσεις).



Σχήμα 3.2: Γνωστικές και Self-Management υποκατηγορίες και ιδιότητες

Αρχικά, η Παρακολούθηση παρακολουθεί την κατάσταση και τις δυνατότητες της διαχείρισης και των διαχειριζόμενων οντοτήτων, καθώς και τους στόχους και τους στόχους υψηλού επιπέδου μέσω της Διακυβέρνησης (Governance). Επίσης, τροφοδοτεί τις πληροφορίες που συλλέγει στην ανάλυση και την γνώση. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να σημειωθεί ότι η κατάσταση, οι δυνατότητες και οι στόχοι αντιπροσωπεύουν το πλαίσιο, το προφίλ και τις πολιτικές, αντίστοιχα, τα οποία είναι τα μέσα και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται από τη γνωστική και την αυτοδιαχείριση. Η Ανάλυση αναλύει, κάνει διαγνώσεις και κρίνει σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση, αντλεί τις ειδικές πολιτικές για τη διαμόρφωση και ενεργοποιεί τις κατάλληλες ενέργειες για την εκ νέου βελτιστοποίηση και τις διορθωτικές ενέργειες, όταν υπάρχει η υποβάθμιση, με αποτέλεσμα να τροφοδοτεί το Σχεδιασμό. Ο Σχεδιασμός είναι η λειτουργία λήψης αποφάσεων, η οποία αποφασίζει επίσης με βάση τα στοιχεία από τη Γνώση. Ο Σχεδιασμός τροφοδοτεί επίσης τη γνώση με την απόφαση, προκειμένου να οικοδομήσει τη γνώση σε όποια λύση έχει δοθεί στο πρόβλημα για μελλοντική χρήση. Στη συνέχεια, ο Σχεδιασμός τροφοδοτεί την Εκτέλεση της απόφασης εκτέλεσης. Μέρος της εκτέλεσης είναι η μεταβίβαση των εντολών για τις συγκεκριμένες συσκευές και η μετάφρασή τους στη συγκεκριμένη γλώσσα που χρησιμοποιεί η συσκευή. Τέλος, η Εκτέλεση τροφοδοτεί τη Γνώση σχετικά με το αποτέλεσμα της επιβολής. Όπως αναφέρθηκε, ο συνολικός βρόχος ελέγχου τροφοδοτεί ή τροφοδοτείται από (isFedBy) τη Γνώση σχετικά με προηγούμενες αποφάσεις και ρυθμίσεις, που εμπλέκουν οντότητες και τη θέση τους, τις δυνατότητες της συσκευής, τις πολιτικές, κλπ. Ως εκ τούτου, η Γνώση δομεί τη γνώση μέσω δυνατοτήτων μάθησης και επιτρέπει άλλες λειτουργίες για την απόκτηση αυτής της γνώσης, προκειμένου να λαμβάνονται καλύτερες αποφάσεις ή να λαμβάνονται πιο άμεσες ενέργειες που βασίζονται στην εμπειρία του παρελθόντος. Όπως φαίνεται, η Γνωστική και η αυτοδιαχείριση αποτελούνται από δυνατότητες αυτο-διάγνωσης και αυτο-ίασης

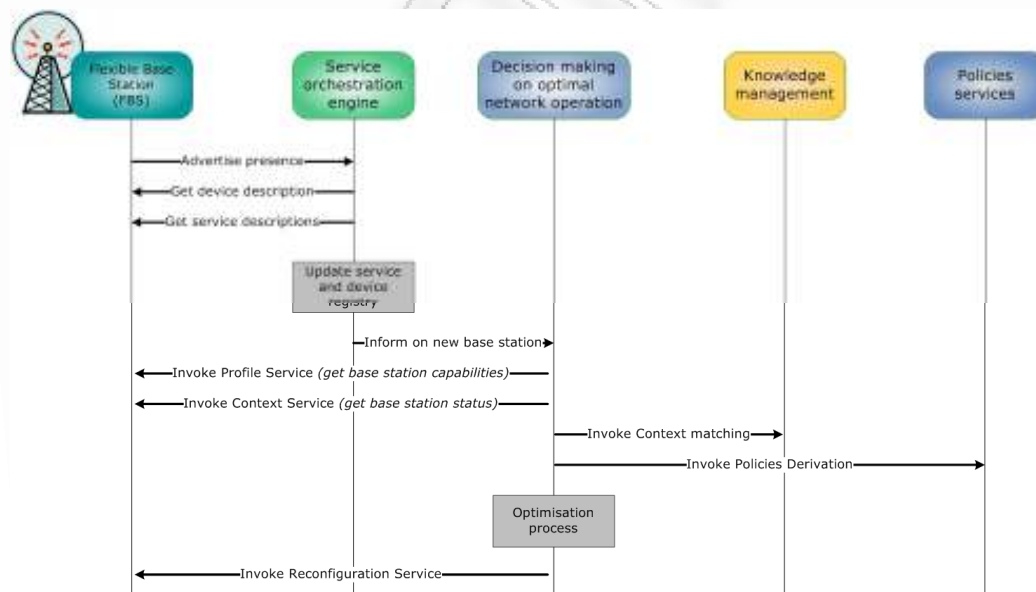
Εν κατακλείδι, προκειμένου να δοθεί μια συνολική εικόνα για την αυτοδιαχείριση θα γίνει αναφορά βάσει σχετικού παραδείγματος. Διότι, προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις για την υλοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου ένα σύστημα διαχείρισης υπηρεσιών βάσει εικονικοποίησης πρέπει να είναι δυνατή η επέκταση, προσθέτοντας νέα στοιχεία. Νεοεισαχθέντα μέρη σε ένα δίκτυο μπορεί να περιλαμβάνουν στοιχεία της υποδομής του δικτύου, συσκευές, self-x αλγόριθμους, εφαρμογές, κλπ. Όταν ένα νέο στοιχείο προστίθεται επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα και τα άλλα μέρη του δικτύου, στα οποία θα πρέπει να πραγματοποιείται κοινοποίηση

της εμφάνισης των νέων στοιχείων και των πληροφοριών που τα συνοδεύουν. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί μια σειρά από συσκευές που αλληλεπιδρούν με το χρήστη θα πρέπει να ενημερωθεί σε περίπτωση που μια πρόσθετη συσκευή γίνει διαθέσιμη στην περιοχή του εν λόγω χρήστη. Το σύστημα διαχείρισης υπηρεσιών θα πρέπει να χειρίζεται επίσης και την αποτυχία ή την αφαίρεση των στοιχείων με παρόμοιο δυναμικό τρόπο. Σε περίπτωση αποτυχίας ή αφαίρεσης κάποιων στοιχείων, στα υπόλοιπα στοιχεία που συνδέονται με αυτά θα πρέπει να κοινοποιηθεί η αφαίρεση ή η αποτυχία και να υπάρξουν ενέργειες στην περίπτωση που χρειάζεται να ληφθούν, έτσι ώστε το σύστημα να συνεχίσει να λειτουργεί όσο το δυνατόν ομαλότερα.

Στο πλαίσιο αυτό, μια πλατφόρμα παρέχει υποστήριξη για τις ακόλουθες εργασίες:

- Δυναμική προσθήκη και την αφαίρεση των νέων συσκευών / στοιχείων του δικτύου
- Δυναμική προσθήκη και την αφαίρεση των υπηρεσιών
- Δυναμική προσθήκη και την αφαίρεση των συνεργαζόμενων δικτύων
- Δημιουργία εικονικών δικτύων

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται μια επισκόπηση της διαδικασίας με την προσθήκη ενός νέου FBS (Flexible Base Station) στην υποδομή και τις αντίστοιχες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών που επηρεάζονται από την πλατφόρμα.



Σχήμα 3.3: Δυναμική Προσθήκη ενός FBS (Stavroulaki et al., 2010)

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ

4.1 Το εργαλείο μοντελοποίησης PROTÉGÉ

Protégé είναι μία δωρεάν, ανοιχτού κώδικα πλατφόρμα που παρέχει μια αυξανόμενη κοινότητα χρηστών με μια σουίτα εργαλείων για την κατασκευή μοντέλων τομέα και εφαρμογών βασισμένων στη γνώση με οντολογίες. οποία έχει την ικανότητα να δημιουργεί μοντέλα και επιτρέπει τη δημιουργία οντολογιών, από τις οποίες μπορούν να προκύψει περαιτέρω υλοποίηση. Είναι ένα εργαλείο εύκολο στην εγκατάσταση, την φόρτωση οντολογίας, την πλοήγηση σε αυτή, την χρήση reasoners για την ιεράρχηση της και δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης της διεπαφής του περιβάλλοντος ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Αποτελεί ένα OWL οντολογικό περιβάλλον ανάπτυξης. Στον πυρήνα του, το Protégé υλοποιεί ένα πλούσιο σύνολο δομών που βασίζονται στην μοντελοποίηση της γνώσης και ενεργειών οι οποίες υποστηρίζουν τη δημιουργία, απεικόνιση, και η χειραγώγηση των οντολογιών σε διάφορες μορφές (formats). Το Protégé μπορεί να τροποποιηθεί και να προσαρμοστεί, ώστε να παρέχει υποστήριξη φιλικών μοντέλων τομέα, τα οποία δημιουργούνται για τη μοντελοποίηση της γνώσης και την εισαγωγή δεδομένων. Περαιτέρω, το Protégé μπορεί να επεκταθεί μέσω μιας plug-in αρχιτεκτονικής και ένα βασισμένο σε Java Application Programming Interface (API) για την οικοδόμηση γνωστικών εργαλείων και εφαρμογών. (<http://protege.stanford.edu>)

Μια οντολογία περιγράφει τις έννοιες και τις σχέσεις που είναι σημαντικές σε ένα συγκεκριμένο τομέα, παρέχοντας ένα λεξιλόγιο για αυτόν τον τομέα καθώς και ένα αυτοματοποιημένο προσδιορισμό της έννοιας των όρων που χρησιμοποιούνται στο λεξιλόγιο. Οι οντολογίες που παράγει κυμαίνονται από ταξινομίες (taxonomies), ταξινομήσεις (classifications), τα σχήματα βάσης δεδομένων (database schemas) έως πλήρως αξιωματοποιημένες θεωρίες. Τα τελευταία χρόνια, οι οντολογίες έχουν υιοθετηθεί σε πολλές επιχειρηματικές και επιστημονικές κοινότητες ως τρόπος για να μοιραστούν, να επαναχρησιμοποιήσουν και να κατεργαστούν ένα γνωστικό πεδίο. Πλέον, οι οντολογίες είναι το επίκεντρο πολλών εφαρμογών, όπως τα portals επιστημονικής γνώσης, η διαχείριση πληροφοριών και η ολοκλήρωση συστημάτων, το ηλεκτρονικό εμπόριο και υπηρεσίες web. (<http://protege.stanford.edu/overview/>)

Η πλατφόρμα Protégé υποστηρίζει δύο βασικοί τρόποι μοντελοποίησης οντολογιών μέσω του Protégé-Frames και Protégé-OWL συντάκτες. Οι οντολογίες από το Protégé μπορούν να εξαχθούν σε διάφορες μορφές συμπεριλαμβανομένων των RDF (S), OWL, και XML Schema. Οι δύο βασικοί τρόποι μοντελοποίησης είναι οι εξής:

- Ο editor Protégé-Frames επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν και να συμπληρώσουν οντολογίες που βασίζονται σε ένα πλαίσιο, σύμφωνα με το πρωτόκολλο Open Knowledge Base Connectivity (OKBC). Σε αυτό το μοντέλο, μια οντολογία αποτελείται από ένα σύνολο τάξεων, οι οποίες οργανώνονται σε μια ιεραρχία ώστε να αναπαριστούν μια εξέχουσες έννοιες (concepts) ενός τομέα, ένα σύνολο από υποδοχές (slots) που σχετίζονται με τις κατηγορίες και μπορούν να περιγράψουν τις ιδιότητες και τις σχέσεις τους, και μια σειρά από περιπτώσεις εκείνων των κλάσεων (συγκεκριμένα υποδείγματα από τις έννοιες οι οποίες κατέχουν συγκεκριμένες τιμές για τις ιδιότητες τους).
- Ο editor Protégé-OWL δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν οντολογιών για το Σημασιολογικό Ιστό, ιδίως σε Γλώσσα Οντολογίας του Παγκοσμίου Ιστού του W3C (OWL). Μια OWL οντολογία μπορεί να περιλαμβάνει περιγραφές των κλάσεων, καθώς και των ιδιοτήτων και των στιγμιότυπων (instances) τους. Δεδομένης μιας τέτοιας οντολογίας, η τυπική σημασιολογία της OWL καθορίζει το τρόπο που θα αντληθούν οι λογικές συνέπειες (logical consequences), δηλαδή γεγονότα/δεδομένα που δεν παρουσιάζονται κυριολεκτικά στην οντολογία, αλλά απορρέουν από τη σημασιολογία. Αυτές οι συνεπαγωγές μπορούν να βασίζονται σε ένα ενιαίο έγγραφο ή πολλαπλά κείμενα, που έχουν συνδυαστεί με καθορισμένους μηχανισμούς της OWL.

[\(http://protege.stanford.edu/overview/\)](http://protege.stanford.edu/overview/)

Ο editor για την δημιουργία των οντολογιών στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι ο Protégé-OWL. Οι οντολογίες που δημιουργήθηκαν, παρουσιάζονται και αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο. Για το λόγο αυτό θα αναφέρουμε ορισμένα πιο συγκεκριμένα στοιχεία και χαρακτηριστικά μόνο για αυτόν τον τρόπο μοντελοποίησης.

Ο editor Protégé-OWL είναι μια επέκταση του Protégé που υποστηρίζει τη Γλώσσα Οντολογίας του Παγκοσμίου Ιστού (OWL). Η OWL είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη στον πρότυπα των οντολογικών γλωσσών, που εγκρίθηκε από το World Wide Web Consortium (W3C) να προωθήσει το όραμα του Σημασιολογικού Ιστού.

Επίσης, η ευέλικτη αρχιτεκτονική του Protégé-OWL καθιστά εύκολο να πραγματοποιηθούν ρυθμίσεις και να επεκταθεί το εργαλείο. Το Protégé-OWL είναι στενά συνδεδεμένο με το Jena και έχει ένα ανοιχτού κώδικα Java API (Application Programming Interface) για την ανάπτυξη εξατομικευμένων στοιχείων διεπαφής χρήστη ή υπηρεσίες Σημασιολογικού Ιστού. Το Jena είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα Java API για RDF και OWL, το οποίο παρέχει υπηρεσίες για την αναπαράσταση ενός μοντέλου, την ανάλυση και κάποια εργαλεία απεικόνισης (visualization). Το Protégé-OWL είχε πάντα μια στενή σχέση με το Jena. Ο Jena ARP συντακτικός αναλυτής χρησιμοποιείται ακόμα στον αναλυτή Protégé-OWL, και διάφορες άλλες υπηρεσίες, όπως διάφορων ειδών επικυρώσεις και το χειρισμό ορισμένων τύπων δεδομένων που επαναχρησιμοποιούνται από το Jena. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να μετατραπεί ένα Protégé OWLModel σε OntModel Jena, ώστε να λάβει ένα στατικό στιγμιότυπο του μοντέλου κατά το χρόνο εκτέλεσης. Όμως, το μοντέλο αυτό θα έπρεπε να ξαναχτιστεί μετά από κάθε αλλαγή σε αυτό.

Ο editor Protégé-OWL επιτρέπει στους χρήστες να:

- Φορτώνουν και να αποθηκεύουν OWL και RDF οντολογιών.
- Επεξεργάζονται και να απεικονίζουν κλάσεις, ιδιότητες και κανόνες SWRL (Semantic Web Rule Language, η οποία συνδυάζεται με την OWL και την RuleML).
- Ορίζουν τα χαρακτηριστικά των λογικών κλάσεων ως εκφράσεις της OWL.
- Εκτελούν reasoners ως ταξινομητές περιγραφικής λογικής (description logic classifiers).
- Επεξεργάζονται συγκεκριμένα μοντέλα OWL για τη σήμανση του Σημασιολογικού Ιστού
(<http://protege.stanford.edu/overview/protege-owl.html>)

Ένα ερώτημα που μένει να απαντηθεί αναφορικά με το Protégé, και πιο συγκεκριμένα το Protégé-OWL, είναι η διαφοροποίηση του σε σχέση με τα άλλα εργαλεία που βασίζονται στην

αναπαράσταση της γνώσης (knowledge-based editing tools). Υπάρχουν πολλά χαρακτηριστικά που διακρίνουν το Protégé από άλλα εργαλεία επεξεργασίας της γνώσης. Για την καλύτερη κατανόηση των πλεονεκτημάτων του εργαλείου Protégé, θα αναφερθούν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά που διαθέτει:

- Το γραφικό περιβάλλον χρήστη είναι διαισθητικό και εύκολο στη χρήση.
- Επεκτασιμότητα (scalability): η βάση δεδομένων back-end του Protégé φορτώνει frames μόνο ανάλογα με τη ζήτηση που υπάρχει και χρησιμοποιεί την προσωρινή αποθήκευση για να ελευθερώνει μνήμη όταν χρειάζεται. Δεν υπάρχει σχεδόν καμία υποβάθμιση της απόδοσης του καθώς πηγαίνετε από αρκετές εκατοντάδες frames σε αρκετές χιλιάδες frames. Κοινότητα των χρηστών μας έχει μέχρι τώρα δημιουργήσει βάσεις γνώσης που αποτελείται από 150.000 frames.
- Επεκτάσιμη αρχιτεκτονική plug-in: το Protégé μπορεί να επεκταθεί εύκολα με plug-ins προσαρμοσμένα για τον τομέα (domain) και τις εργασίες (tasks) του χρήστη.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο εργαλείο αναπτύχθηκε από Protégé το Stanford Center for Biomedical Informatics Research στην σχολή ιατρικής του πανεπιστημίου του Στανφορντ (Stanford University School of Medicine).

4.2 OWL : η Γλώσσα Οντολογίας του Παγκοσμίου Ιστού

Ο Παγκόσμιος Ιστός, όπως είναι η σημερινή του σύνθεση μοιάζει με μια κακή γεωγραφική χαρτογράφηση. Η πρόσβαση μας στα έγγραφα και στις δυνατότητες που υπάρχουν βασίζεται σε αναζητήσεις λέξεων-κλειδιών, υποκινούμενες από την έξυπνη χρήση της σύνδεσης του εγγράφου και με τα πρότυπα χρήσης. Η πραγματικός όγκος αυτών των δεδομένων είναι ανεξέλεγκτος, χωρίς ισχυρό εργαλείο υποστήριξης. Για να χαρτογραφηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια, οι υπολογιστικοί πράκτορες (computational agents) προαπαιτούν περιγραφές περιεχομένου, οι οποίες θα μπορούν να είναι αναγνώσιμες από μηχάνημα και επίσης, να υπάρχει η δυνατότητα προσβασης στους πόρους του Παγκόσμιου Ιστού. Οι περιγραφές αυτές πρέπει να είναι πέρα από τις ανθρώπινες αναγνώσιμες εκδόσεις των εν λόγω πληροφοριών.

Η Διαδικτυακή Γλώσσα Οντολογίας OWL προορίζεται να παρέχει μια γλώσσα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τις κλάσεις και τις σχέσεις μεταξύ τους, που ενυπάρχουν τεκμηριωμένα στο Διαδίκτυο και στις εφαρμογές.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η OWL είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη στον πρότυπα των οντολογικών γλωσσών, που εγκρίθηκε από το World Wide Web Consortium (W3C) να προωθήσει το όραμα του Σημασιολογικού Ιστού.

Η χρήση της γλώσσας OWL επιτρέπει τα παρακάτω:

επισημοποιήσουν έναν τομέα με τον καθορισμό κλάσεων και των ιδιοτήτων αυτών των κλάσεων καθορίζει κάθε αντικείμενο της οντολογίας ξεχωριστά και επιβεβαιώνει τις ιδιότητες του κρίνει αυτές τις κλάσεις και τα αντικείμενα τους στο βαθμό που επιτρέπεται από την επίσημη σημασιολογία της γλώσσας OWL

Τα τμήματα της οντολογίας οργανώνονται ώστε να παρουσιάζουν μια στοιχειώδη ορισμό ενός συνόλου κλάσεων, ιδιοτήτων, και αντικειμένων, αρχίζοντας με τις βασικές αρχές και προχωρώντας σε πιο σύνθετες συνιστώσες της γλώσσας. (<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/#OwlVarieties>)

Πιο συγκεκριμένα, η γλώσσα προγραμματισμού OWL έχει δημιουργηθεί από την ομάδα εργασίας του W3C και προέρχεται από τη γλώσσα DAML+OIL, ενώ ουσιαστικά αποτελεί μια επέκταση των RDFs. Η OWL, όπως και η DAML+OIL, θεμελιώνεται επάνω στην RDF(S). Επομένως, μερικές αρχές της RDF(S) επαναχρησιμοποιούνται στην OWL, και έτσι η οντολογίες που αναπτύσσονται με την OWL γράφονται είτε στην XML ή με τη «σημασιολογία των τριάδων» της RDF. Επειδή η OWL προέκυψε από την DAML+OIL κληρονόμησε διάφορα χαρακτηριστικά της, όμως παρουσιάζει και αρκετές διαφορές (Κόπανος, 2011). Η περιγραφή της OWL είναι W3C πρωτυποποιημένη και έχει εγκριθεί από το World Wide Web Consortium (W3C), όπως αναφέρεται και παραπάνω. Η OWL χωρίζεται σε τρεις εκδόσεις:

Η OWL Lite, η οποία αποτελεί υποσύνολο της OWL-DL. Η έκδοση αυτή είναι η απλούστερη και ευκολότερη συγκριτικά με τις υπόλοιπες εκδόσεις της OWL. Υποστηρίζει του χρήστες οι οποίοι χρειάζονται κυρίως απλούς περιορισμούς και ιεραρχίες κλάσεων.

Η OWL DL αποτελεί μια περιορισμένη έκδοση της OWL-Full, που βασίζεται στην περιγραφική λογική. Προκειμένου να εξασφαλίζει την δυνατότητα λήψης αποφάσεων προβλέπει ορισμένους περιορισμούς στο που και με ποιο τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν γλωσσικά

κατασκευάσματα, υποστηρίζοντας έτσι τους χρήστες εκείνους, οι οποίοι επιθυμούν την μέγιστη εκφραστικότητα χωρίς απώλεια της υπολογιστικής πληρότητας και της ικανότητας λήψης απόφασης από τους reasoning μηχανισμούς της.

Τέλος, η OWL Full αποτελεί την ένωση της OWL με την RDF (S). Δεν περιλαμβάνει περιορισμούς στο που και με ποιο τρόπο μπορούν να χρησιμοποιούνται τα διάφορα γλωσσικά κατασκευάσματα της. Επιπλέον, προορίζεται για χρήστες που θέλουν τη μέγιστη εκφραστικότητα και τη συντακτική ελευθερία της RDF χωρίς υπολογιστικές εγγυήσεις. (Κατσιούλη, 2006)

Κάθε μια από αυτές τις υπο-γλώσσες είναι μια επέκταση του προκατόχου της, αλλά πιο απλουστευμένη, τόσο σε ό, τι μπορεί να εκφραστεί εξ ορισμού, αλλά και σε ότι μπορεί να εξαχθεί ως συμπέρασμα βάσιμα. Το σύνολο των σχέσεων παραμένουν, όχι όμως και το αντίστροφο.

Κάθε OWL Lite οντολογία είναι και μια OWL DL οντολογία.

Κάθε OWL DL οντολογία είναι και μια OWL Full οντολογία.

Κάθε έγκυρο OWL Lite συμπέρασμα είναι και ένα OWL DL έγκυρο συμπέρασμα.

Κάθε έγκυρο OWL DL συμπέρασμα είναι και ένα OWL Full έγκυρο συμπέρασμα.

Η δομή των οντολογιών

Η OWL είναι ένα συστατικό στη δραστηριότητα του Σημασιολογικού Ιστού. Η προσπάθεια αυτή έχει στόχο να καταστήσει τους πόρους στο Web πιο εύκολα προσβάσιμο με αυτοματοποιημένες διαδικασίες, με την προσθήκη πληροφοριών σχετικά με τους πόρους που περιγράφουν ή παρέχουν περιεχόμενο στον Παγκόσμιο Ιστό. Δεδομένων των απαιτήσεων του Μελλοντικού Διαδικτύου, η OWL πρέπει να έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται συλλέγοντας πληροφορίες από τις διάφορες πηγές. Αυτό γίνεται μερικώς επιτρέποντας οντολογίες να είναι συναφή, συμπεριλαμβανομένης της εισαγωγής ρητά τις πληροφορίες από άλλες οντολογίες. Ωστόσο, υπάρχει η πιθανότητα αν υπάρξουν ορισμένες αντιφάσεις, κάτι που οι σχεδιαστές της οντολογίας πρέπει να λαμβάνουν υπόψη. Αναμένεται ότι η στήριξη εργαλείο θα βοηθήσει την ανίχνευση τέτοιων περιπτώσεων.

Προκειμένου να σχεδιαστεί μια οντολογία που μπορεί να ερμηνευθεί σαφώς και να χρησιμοποιηθεί από τους πράκτορες λογισμικού (software agents) απαιτείται ένας συγκεκριμένος τρόπος σύνταξης και η

ύπαρξη μιας επίσημης σημασιολογίας για την OWL. Η OWL είναι μια επέκταση του λεξιλογίου extension (RDF Semantics) του RDF. Οι σημασιολογία της OWL ορίζεται στο *OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax*.

Στη συνέχεια, αναφέρεται η πορεία που οδήγησε στην OWL. Οι έρευνες που οδήγησαν στην κατασκευή της αρχικής γλώσσας OWL προήλθαν από μια σημαντική διαπίστωση. Τα μοντέλα που υπήρχαν μέχρι εκείνη την στιγμή, όπως το RDFS, είχαν περιορισμένη δυνατότητα έκφρασης. Ομάδες εργασίας του World Wide Web Consortium (W3C) αναγνώρισαν μια σειρά από περιπτώσεις όπου δεν επιδείκνυαν επάρκεια και έπρεπε να επεκταθούν. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι:

- Λογικός συνδυασμός κλάσεων (Boolean combination of classes)
Δε μπορούν να οριστούν κλάσεις ως συνδυασμό ήδη υπαρχόντων κλάσεων.
- Ασυμβατότητα κλάσεων (Disjointness of classes)
- Ειδικά χαρακτηριστικά ιδιοτήτων (special characteristics of properties)
Δε μπορούμε να δηλώσουμε μεταβατικές ιδιότητες, αντίστροφες ιδιότητες και λειτουργικές ιδιότητες.
- Τοπικό εύρος ιδιοτήτων (Local scope of properties)
Δε μπορεί να οριστεί το εύρος (range) της ιδιότητας.
- Περιορισμοί μεγέθους συνόλων (Cardinality restrictions)
Δε υπάρχει η δυνατότητα έκφρασης περιορισμών όσον αφορά στον αριθμό (μέγιστο ή ελάχιστο) των διακριτών ατόμων που μπορούν να συσχετιστούν μέσω μιας ιδιότητας.
- Ταυτότητα/Διαφορετικότητα ατόμων (Equality/Inequality of individuals)

Η υπέρβαση των παραπάνω μειονεκτημάτων και η ταυτόχρονη προσπάθεια για εξασφάλιση αποδοτικής συλλογιστικής ανάλυσης οδήγησαν σε μια ισχυρότερη γλώσσα κατασκευής οντολογιών. Αρχικά και για να υπάρχει η δυνατότητα εκμετάλλευσης των πλεονεκτημάτων των RDFs, προτάθηκαν οι DAML-ONT και OIL. Από αυτές προέκυψε η DAML+OIL που με τη σειρά της αποτέλεσε τη βάση για την υλοποίηση της OWL.

Η OWL χρησιμοποιεί σε μεγάλο βαθμό το RDFs και κατά κάποιο τρόπο το επεκτείνει. Αυτό γιατί η OWL, αν και έχει τύπου XML σύνταξη, αυτή είναι σαφώς βελτιωμένη και συνοδεύεται από ένα γραφικό μέρος που υιοθετεί συμβάσεις της UML (Unified Modeling Language) γλώσσας. Παρέχει ένα σύνολο κατασκευαστών (constructors), όπως τομή (conjunction), ένωση

(disjunction), άρνηση (negation), υπαρξιακή ποσοτικοποίηση (existential quantification), περιορισμούς αριθμών (cardinality restrictions) κ.α. (Κόπανος, 2011)

Μετά την πρώτη παρουσίαση της OWL το 2004, το 2009 προτάθηκε από το W3C η επέκταση της γλώσσας OWL με ονομασία OWL 2 στην οποία προστέθηκαν νέα χαρακτηριστικά όπως η δυνατότητα με το ίδιο URI να ορίζονται τόσο κλάσεις όσο και άτομα και ρόλοι, η διερμηνεία να βασίζεται στο περιεχόμενο και η εισαγωγή μιας απλής μορφής meta-modelling. Αντίστοιχα με τις γλώσσες της OWL, στην OWL 2 ορίζονται οι γλώσσες OWL 2 Full και OWL 2 DL, ενώ δεν υπάρχει αντίστοιχη της Lite.

Κατά συνέπεια, παρατηρείτε ότι η γλώσσα OWL 2 χαρακτηρίζεται από υψηλή εκφραστικότητα, τόσο υπολογιστική όσο και για τους χρήστες, καθιστώντας δύσκολη την χρήση της για την υλοποίηση σύνθετων εφαρμογών. Για την αντιμετώπιση αυτού του χαρακτηριστικού σχεδιάστηκαν τα επιπλέον profiles αυτής της γλώσσας. Στα OWL 2 Profiles παραλείπεται ένα κομμάτι της εκφραστικότητας της OWL 2, αλλά επιτυγχάνεται η αύξηση της απόδοσης της συλλογιστικής διαδικασίας και την βελτίωση της υπολογιστικής δυναμικότητας. (Κόπανος, 2011)

Γενικά χαρακτηριστικά της OWL 2

Οι οντότητες (entities) είναι τα βασικά δομικά στοιχεία μιας OWL 2 οντολογίας και ορίζουν το λεξιλόγιο (vocabulary) της οντολογίας. Διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Κλάσεις (Classes) : αντιπροσωπεύουν ένα σύνολο από άτομα (individuals).
- Τύποι Δεδομένων (Datatypes) : αντιπροσωπεύουν ένα σύνολο από τιμές δεδομένων (data types) όπως είναι οι συμβολοσειρές και οι ακέραιοι.
- Ιδιότητες αντικειμένων (Object Properties) : συνδέουν ζεύγη ατόμων (individuals).
- Ιδιότητες δεδομένων (Data Properties) : συνδέουν ένα άτομο (individual) με μία σταθερά (literal).
- Ιδιότητες σχολίων (Annotation Properties) : χρησιμοποιούνται για την προσθήκη σχολίων σε μία οντολογία.

Επιπλέον, στην OWL 2 υπάρχουν και οι σταθερές (literals) μέσω των οποίων γίνεται η αναπαράσταση τιμών δεδομένων όπως ένα συγκεκριμένο string ή οι ακέραιοι.

Μηχανισμοί Reasoning (Reasoning mechanisms)

Το θεωρητικό σημασιολογικό μοντέλο της OWL περιγράφεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι ως επέκταση του θεωρητικού μοντέλου RDF και ο δεύτερος, ως ένα νέο σημασιολογικό μοντέλο με ανάπτυξη για την OWL.

Και τα δύο παραπάνω μοντέλα επηρεάζουν ισοδύναμα σημασιολογικά τις οντολογίες της OWL, και επίσης και τα δύο βασίζονται στο θεωρητικό σημασιολογικό μοντέλο της DAML+OIL. Όπως η DAML+OIL, έτσι και η OWL επιτρέπει την προσθήκη στις οντολογίες ορθά δομημένων δηλώσεων, σύμφωνα με το πρότυπο των τριάδων RDF, πέραν από εκείνες που καθορίζονται στη γλώσσα ρητά. Ωστόσο, η OWL, δεν εξετάζει τις πιθανές επιπτώσεις, σε σημασιολογικό επίπεδο, από την προσθήκη τέτοιων τριάδων.

Λόγω των ομοιοτήτων της OWL με την OIL και την DAML+OIL, οι inference «μηχανές» που χρησιμοποιούνται για αυτές τις γλώσσες (FaCT, RACER, TRIPLE, κ.τ.λ.) μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν ως reasoning engines για την OWL, και όπως στις άλλες γλώσσες, αυτές οι reasoning «μηχανές» επιτρέπουν την εκτέλεση αυτόματων ταξινομήσεων των εννοιών των οντολογιών της OWL, καθώς και την ανίχνευση των τυχόν ασυνεπειών στις ταξινομήσεις των κλάσεων τους.

Πέρα από τις δυνατότητες που παρέχονται στην OWL εξαιτίας της προέλευσης της από την RDF και την DAML+OIL, υπάρχουν και κάποιοι περιορισμοί που δυσκολεύουν τους reasoning μηχανισμούς της. Ένας τέτοιος περιορισμός είναι η πολλαπλή κληρονομικότητα. Η OWL επιτρέπει την πολλαπλή κληρονομικότητα των κλάσεων της, χωρίς όμως να περιγράφει με ποιο τρόπο τυχόν συγκρούσεις οι οποίες οφείλονται στην πολλαπλή κληρονομικότητα μπορούν να επιλυθούν.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΛΥΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Το Μελλοντικό Διαδίκτυο εμφανίζει αυξημένο αριθμό απαιτήσεων, όμως ταυτόχρονα αναπτύσσονται εργαλεία και προσεγγίσεις οι οποίες επιτρέπουν μια καλύτερη θεώρηση του και την εξεύρεση λύσεων οι οποίες μπορεί να γίνουν εύκολα κατανοητές άρωντας την πολυπλοκότητα.

Αυτό επιτυγχάνεται με η χρήση οντολογιών, όπου πραγματοποιείται παρουσίαση των βασικών αρχών που τις διέπουν, τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ των μερών του μοντέλου, καθώς και η ευρύτερη φιλοσοφία στην οποία βασίζεται. Επίσης, είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στο λόγο για τον οποίο επιλέχθηκε ο συγκεκριμένος σχεδιασμός, ο οποίος αποτελεί μια καινοτόμα και εμπειριστατωμένη προσέγγιση, η οποία ωστόσο διατηρεί την ικανότητα άρσης της πολυπλοκότητας που παρουσιάζει το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Σε αυτό το κεφάλαιο κατά κύριο λόγο παρουσιάζεται η μοντελοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου βάσει της Οντολογικής Μηχανικής. Με τον τρόπο αυτό ορίζεται ένας ενδεικτικός αριθμός μερών – οντοτήτων τα οποία το απαρτίζουν, καθώς επίσης συγκεκριμενοποιούνται οι σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα σε αυτά. Επίσης, πραγματοποιείται για πρώτη φορά η παρουσίαση του εργαλείου Protégé με τη χρήση του οποίου πραγματοποιήθηκε ο δημιουργία του οντολογικού μοντέλου για το Μελλοντικό Διαδίκτυο.

Η ανάλυση που προκύπτει ξεκινά από τα πολύ βασικά συστατικά του και στη συνέχεια επεκτείνοντας κάθε τμήμα του ανάλογα με τις οντότητες που το αποτελούν. Η παρουσίαση του μοντέλου πραγματοποιείται σε πέντε (5) στάδια. Το κάθε στάδιο αποτελεί και έναν βαθμό ανάπτυξης του μοντέλου. Επίσης, τα στάδια εξαρτώνται από την ανάλυση και της τελευταίας σύνθετης οντολογίας στα βασικά της μέρη.

Σκοπός είναι, το μοντέλο αυτό να γίνει κατανοητό, γενικό ως προς τον τρόπο υλοποίησης του συστήματος διαχείρισης υπηρεσιών που μπορεί να υλοποιηθεί βάσει αυτού, αλλά και

συγκεκριμένο ως προς το τρόπο ανάπτυξης, τις σχέσεις των οντοτήτων της οντολογίας και την ευρύτερη προσέγγιση.

Η οντολογία που παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο αφορά ένα δυναμικό σύστημα διαχείρισης για το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Θα δίνει τη δυνατότητα να αντικατασταθούν τα συμβατικά οντολογικά σχήματα με προηγμένες οντολογίες που μπορεί να αναλύσει και θα παρουσιάσει ιδιαίτερα σημαντικές πληροφορίες. Ειδικότερα, για να είναι σε θέση να επικυρώσει και να διατηρήσει στοιχεία από την οντολογία χρησιμοποιώντας τις διαθέσιμες πληροφορίες από το διαδίκτυο (ή οποιαδήποτε άλλη πηγή). Εννοιολογικά συγγενείς τεκμηριώσεις θα πρέπει να συλλεχθούν και να ομαδοποιηθούν σε μία ή περισσότερες κατηγορίες και οι πληροφορίες που μπορεί να είναι διαθέσιμες από πηγές σέρνεται κείμενο σχετικά με συγκεκριμένα θέματα, με σκοπό να δημιουργήσει στατιστικά στοιχεία, όπως ο όρος συχνότητα και της εγγύτητας.

Οι οντολογίες έχουν δημιουργηθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να ενημερώνονται αυτόματα. Η ικανότητα να αναλύσει έγγραφα και να τους εκχωρήσετε σε μια κατάλληλη κατηγορία είναι ένας τρόπος να ξεπεραστεί ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια για την αποτελεσματική διαχείριση της γνώσης: η ταξινόμηση της έγκαιρης και ακριβής γνώση.

Η δημιουργία της συγκεκριμένης οντολογίας έχει προκύψει από την αξιολόγηση βάσει της δυναμικότητας και της περιοδικότητας. Αναφέρεται και η παροχή των μέσων για την παρακολούθηση και τη δυναμική ενημέρωση της δομής της γνώσης.

Από τεχνικής απόψεως και στο στάδιο μιας μελλοντικής υλοποίησης, οι καθορισμένες απαιτήσεις μπορεί να μεταφραστούν και ως ο σχεδιασμός και υλοποίηση μιας διεπαφής για να διαμορφώνονται και να προσαρμόζονται οι οντολογίες ανάλογα με το γνωστικό χάρτη των διάφορων τεχνολογιών που χρειάζεται ο χρήστης να εξερευνήσει. Αυτό θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτρέψουν την εισαγωγή και την επαναχρησιμοποίηση των υπαρχουσών οντολογιών, αλλά και την τροποποίηση της οντολογίας, προκειμένου να είναι δυνατή η αφαίρεση μέρη μιας οντολογίας που προστίθεται στην υπάρχουσα. Επίσης, να υπάρχει δυνατότητα για τη βελτίωση της οντολογίας, ώστε να ολοκληρωθεί η οντολογία και το μοντέλο με τα αποτελούμενα μέρη του να είναι λειτουργικό και σε ισορροπία. Αναφορικά με τη διαχείριση των οντολογιών μια σημαντική απαίτηση είναι η συνέπεια που πρέπει να υπολογιστεί και να πραγματοποιηθεί κατά τη φάση του σχεδιασμού, ώστε να εξασφαλιστεί η ορθή εξέλιξη της οντολογίας.

5.2 Βασικές Αρχές

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, προκειμένου να γίνουν γνωστικά (cognitive) τα συστήματα στο Μελλοντικό Διαδίκτυο, απαιτούνται καινοτόμα και εξελιγμένα μέσα που θα διευκολύνουν την ένταξη των τεχνολογιών δικτύωσης και συστημάτων διαχείρισης (γνωστικά, αναδιαρθρώσιμα και συνεργατικά), καθώς και τις εξελισσόμενες τεχνολογίες, λειτουργίες διαχείρισης ή/και αλγορίθμων και θα επιτρέψει την ταχύτερη εξάπλωση των νέων υπηρεσιών και εφαρμογών. Επιτακτική ανάγκη είναι η ύπαρξη μιας ανοικτής λύσης (openess) που θα επιτρέψει την εισαγωγή νέων στοιχείων και τεχνολογιών και την αφαίρεση ή την αντικατάσταση των υπάρχοντων στοιχείων με τρόπο εισόδου και λειτουργίας (plug 'n play fashion). Αυτό με τη σειρά του απαιτεί την αφαίρεση της πολυπλοκότητας του υποκείμενου υλικού και λογισμικού, μέσω των υποδομών υψηλού επιπέδου διασύνδεσης. Η προσανατολισμένη στις υπηρεσίες πληροφορική (Service Oriented Computing) είναι ένα από τα πιο πρόσφατα παραδείγματα της καταναεμημένης υπολογιστικής. Σε έναν κόσμο προσανατολισμένο στις υπηρεσίες, όπως υποδηλώνει το όνομα, τα πάντα περιστρέφονται γύρω από τις υπηρεσίες. Οι υπηρεσίες προσφέρονται από τους παρόχους υπηρεσιών και δημοσιεύονται μέσω παρόχων υπηρεσιών, οι οποίες ανακαλύφθηκαν και χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές. Μια υπηρεσία περιλαμβάνει μια σειρά από δυνατότητες, μέσω των οποίων ένα συγκεκριμένο έργο μπορεί να ολοκληρωθεί. Η πολυπλοκότητα αυτών των διαδικασιών του Μελλοντικού Διαδικτύου μπορεί να ποικίλλει από την απλή ανάκτηση πληροφοριών σε πιο πολύπλοκες διαδικασίες και λειτουργίες. Μια σημαντική πτυχή της προσαρμοσμένης σε υπηρεσίες πληροφορικής είναι ότι οι υπηρεσίες αποτελούν οντότητες οι οποίες μπορούν να περιγραφούν, να ανακαλυφθούν, να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλες προκειμένου να σχηματίσουν σύνθετες υπηρεσίες. Ως εκ τούτου, η προσανατολισμένη στις υπηρεσίες πληροφορική ικανοποιεί εγγενώς τις απαιτήσεις που περιγράφονται στο τρίτο κεφάλαιο. Επίσης, η προσαρμοσμένη σε υπηρεσίες πληροφορική αποτελεί μια εξαιρετική προσέγγιση για την οικοδόμηση μιας πλατφόρμας που θα ενσωματώνουν βασικές δομικές μονάδες των συστημάτων του Μελλοντικού Διαδικτύου που μπορεί να αναδιαρθρώνεται και να αναδομείται εκ νέου σύμφωνα με τις τρέχουσες ανάγκες. Οι επόμενες ενότητες παρέχουν μια λεπτομερή περιγραφή του σχεδιασμού του οντολογικού μοντέλου του Μελλοντικού Διαδικτύου.

Στη συνέχεια, θα γίνει αναφορά στον σχεδιασμό ενός μοντέλου βάσει της Οντολογίας. Από το πρώτο κεφάλαιο έχει γίνει αναφορά στις οντολογίες, ωστόσο θα γίνει μια πιο ακριβής παρουσίαση της οντολογίας έχοντας ως επίκεντρο της πληροφορική. Αρχικά, θα ήταν χρήσιμο να αναφερθεί ο ανώτερος σκοπός της οντολογικής μηχανικής, ο οποίος είναι να παράσχει τη βάση για την οικοδόμηση μοντέλων για όλους τους τομείς για τους οποίους ενδιαφέρεται η επιστήμη των υπολογιστών. Βασικό στοιχείο είναι ότι οι οντολογίες πρέπει να είναι κατανοητές τόσο για τους υπολογιστές και τους ανθρώπους.

5.2.1 Οντολογία ως Αιτιολογικός Σχεδιασμός

Στη μηχανική ρύθμιση του σχεδιασμού, τα προηγούμενα σχέδια που χρησιμοποιούνται συχνά ως σημείο αναφοράς για το σχεδιασμό νέων προϊόντων. Ένα από τα κρίσιμα ζητήματα σε τέτοιες περιπτώσεις είναι πώς να γίνουν αντιληπτές οι προθέσεις και οι αιτιολογήσεις των διαφόρων αποφάσεων που λαμβάνονται από τους διαφορετικούς σχεδιαστές. Αυτού του είδους ο σχεδιασμός ονομάζεται "Αιτιολογικό Σχεδιασμός" (Design Rationale - DR). Οι πληροφορίες σχετικά με τον DR είναι συχνά αυτονόητες και αυτό το γεγονός προκαλεί συχνά δυσκολίες στην επαναχρησιμοποίηση των σχεδίων. Έτσι, ο DR είναι τόσο σημαντικός όσο κατασκευαστικά σχέδια.

Μια οντολογία παίζει ένα ρόλο παρόμοιο με τον DR στην επαναχρησιμοποίηση των βάσεων γνώσης. Για την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης σε μια γνωσιακή βάση, πρέπει να είναι γνωστή η υποκείμενη σύλληψη η οποία αντανακλά τις υποθέσεις και τις απαιτήσεις που πραγματοποιούνται κατά την επίλυση προβλημάτων με χρήση της βάσης γνώσεων.

Παρά το γεγονός ότι πολλές τέτοιες βάσεις έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα, καμία τέτοια πληροφορία έχει περιγραφεί. Οι οντολογίες ως πληροφορίες του DR των βάσεων γνώσης θα συμβάλει στην επαναχρησιμοποίηση των βάσεων αυτών και να παίξουν κεντρικό ρόλο για τις συγκεκριμένες βάσεις. Οι μελλοντικές βάσεις γνώσης πρέπει να είναι χτισμένο με ρητή αναπαράσταση των οντολογιών. (Mizoguchi and Ikeda, 2011)

5.2.2 Τρόπος χρήσης μια οντολογίας

Αν και υπήρξαν πολλές συζητήσεις σχετικά με την οντολογία, ο τρόπος χρησιμοποίησής της δεν έχει πλήρως δηλωθεί. Αυτή η ενότητα ασχολείται με τα επίπεδα της χρήσης της οντολογίας. Το παρακάτω είναι μια λίστα των τρόπων με τους οποίους μπορεί να γίνει χρήση της οντολογίας.

Η περιγραφή των τρόπων πραγματοποιείται βάσει επιπέδου. Τα επίπεδα είναι τα εξής:

Επίπεδο 1: Χρησιμοποιείται ως κοινό λεξιλόγιο για την επικοινωνία μεταξύ των κατανεμημένων πρακτόρων.

Επίπεδο 2: Χρησιμοποιείται ως εννοιολογικό σχήμα της σχεσιακής βάσης δεδομένων. Διαρθρωτικά στοιχεία των εννοιών και των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων για τα οποία χρησιμοποιείται. Η Εννοιολογία (Conceptualization) σε μια βάση δεδομένων δεν είναι τίποτε άλλο από το εννοιολογικό σχήμα. Η ανάκτηση δεδομένων από μία βάση δεδομένων μπορεί να γίνει εύκολα όταν υπάρχει ένα συμφωνία για την εννοιολογικό σχήμα του.

Επίπεδο 3: Χρησιμοποιείται ως κύρια πληροφορία για έναν χρήστη μιας συγκεκριμένης βάσης γνώσεων. Σε υψηλότερα επίπεδα από αυτό παίζει ρόλους της οντολογίας που έχει να κάνει με το "περιεχόμενο".

Επίπεδο 4: Χρησιμοποιείται για την επαρκή απάντηση σε ερωτήσεις.

Επίπεδο 5: Πρωτυποποίηση.

5.1 Πρωτυποποίηση ορολογίας .

5.2 Πρωτυποποίηση της σημασίας των εννοιών.

5.3 Πρωτυποποίηση συνιστωσών του στόχου αντικειμένων (οντολογία τομέα).

5.4 Πρωτυποποίηση των συστατικών του εργασιών (οντολογία εργασίας).

Επίπεδο 6: Χρησιμοποιείται για την μετατροπή των βάσεων δεδομένων λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές από την έννοια του εννοιολογικού σχήματος. Αυτό απαιτεί όχι μόνο δομικό μετασχηματισμό, αλλά και σημασιολογικό μετασχηματισμό.

Επίπεδο 7: Χρησιμοποιείται για την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης μιας βάσης γνώσεων με πληροφορίες για τον DR.

Επίπεδο 8: Χρησιμοποιείται για την αναδιοργάνωση μιας βάσης γνώσεων με βάση τις πληροφορίες από το DR.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, η ποικιλία της χρήσης οντολογιών παρουσιάζει μεγάλη ευρύτητα. Όσο είναι υψηλότερες από το επίπεδο 3 είναι καινοτόμες και καταδεικνύουν το μελλοντικό τρόπο

μεταχείρισης της γνώσης από τους υπολογιστές, γεγονός που αποδεικνύει τη χρησιμότητα της μηχανικής οντολογιών. (Mizoguchi and Ikeda, 2011)

5.2.3 Πρωτυποποίηση: Βασικά στοιχεία στις Βάσεις Γνώσης

Περιττό να αναφερθεί ότι οι βιομηχανίες έχουν επιτύχει υψηλή παραγωγικότητα που οφείλεται στην τυποποίηση εξαρτημάτων. Είναι κρίμα που δεν έχουμε τέτοια τυποποιημένα εξαρτήματα όσο αναφορά την τεχνολογία στις βάσεις γνώσεις. Προκειμένου να μοντελοποιήσουμε το αντικείμενο-στόχο, τέτοιου είδους στοιχεία θα βοηθούσε πολύ να διευκολυνθεί το μοντέλο που βασίζεται επίλυση προβλημάτων. Η πρωτυποποίηση των κατασκευαστικών στοιχείων δεν συνεπάγεται κατ'ανάγκη της γνώσης γενικότερα. Δεν πρόκειται για ισχυρισμό ότι όλη η γνώση θα πρέπει να είναι τυποποιημένη. Χρησιμοποιώντας τυποποιημένα βασικά συστατικά, μπορούν να σχεδιάσει κανείς εύκολα τις δικές τους γνώσεις με το να τις διαμορφώσει, κάτι το οποίο αποδεικνύεται ευρύτερα από την παραγωγή. (Mizoguchi and Ikeda, 2011)

5.3 Στοιχεία που ώθησαν στο συγκεκριμένο σχεδιασμό

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθούν οι λόγοι οι οποίοι οδήγησαν στη δημιουργία οντολογίας. Μερικοί από τους σημαντικότερους λόγους είναι η δυνατότητα κοινής κατανόησης της δομής των πληροφοριών από άλλους ανθρώπους ή υπολογιστικά συστήματα. Ο συγκεκριμένος είναι ένας από τους περισσότερο κοινούς στόχους στην ανάπτυξη των οντολογιών (Gruber, 1993). Με τη χρήση της οντολογίας μοιράζονται και δημοσιοποιούν βάσει κοινής χρήσης όρων τα μέρη ενός συστήματος, τότε κατάλληλα στοιχεία λογισμικού, όπως οι πράκτορες λογισμικού (agents), μπορούν να εξάγουν και να συγκρίνουν τις πληροφορίες που περιέχονται σε διαφορετικά μέρη, και στην συνέχεια να απαντήσουν σε ερωτήματα των χρηστών ή να χρησιμοποιήσουν τις εκλεγείσες πληροφορίες ως εισόδους σε άλλες εφαρμογές.

Ένας άλλος σημαντικός λόγος είναι η επαναχρησιμοποίηση της γνώσης στη συγκεκριμένη επιστημονική περιοχή. Ο λόγος αυτός ήταν μια από τις κατευθυντήριες δυνάμεις πίσω από το πρόσφατο κύμα στην ανάπτυξη της γιγάντωσης της έρευνας γύρω από τις οντολογίες.

Επιπλέον, όπου απαιτείται η ανάπτυξη μιας μεγάλης οντολογίας για μια επιστημονική περιοχή, μπορεί κάποιος να ενοποιήσει διάφορες υπάρχουσες οντολογίες οι κάθε μια των οποίων περιγράφει ένα τμήμα από την μεγάλη περιοχή. Μπορούμε επίσης να επαναχρησιμοποιήσουμε μια γενική οντολογία και να την επεκτείνουμε έτσι ώστε να μπορούμε να περιγράψουμε μια περιοχή ενδιαφέροντος μας. Το οντολογικό μοντέλο που παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο για ένα σύστημα διαχείρισης υπηρεσιών στο Μελλοντικό Διαδίκτυο είναι ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα ανάλυσης κάθε τμήματος της οντολογίας ξεχωριστά, όπως για παράδειγμα τις υπηρεσίες που διαχειρίζονται τη γνώση και να τις επεκτείνει ανάλογα.

Επιπλέον, μπορεί να καταστήσει τις παραδοχές και υποθέσεις του συγκεκριμένου αντικειμένου ρητές. Η ρητή μοντελοποίηση των αφηρημένων εννοιών μιας περιοχής που κρύβονται κατά την υλοποίηση μιας εφαρμογής, και η χρήση τέτοιων μοντέλων κατά την ανάπτυξη εφαρμογών επιτρέπουν την σχετικά εύκολη μεταβολή τους εάν η γνώση για την περιοχή αλλάξει. Η ενσωμάτωση σε προγραμματιστικό κώδικα των ιδιοτήτων των αφηρημένων εννοιών όπως οι υπηρεσίες, η δημιουργία γνώσης, η ικανότητα διαχείρισης, οι πολιτικές που ακολουθούνται κτλ. καθιστούν όχι μόνο δύσκολο τον εντοπισμό και κατανόηση τους αλλά επιπλέον δυσκολεύουν την μεταβολή τους εφόσον κάτι τέτοιο απαιτηθεί, ειδικότερα για κάποιον χωρίς πείρα στον προγραμματισμό. Επιπλέον, οι ρητές προδιαγραφές της γνώσης είναι χρήσιμες για τους νέους χρήστες που πρέπει να μάθουν ποιοι όροι στην περιοχή σημαίνουν τι. Όπως για παράδειγμα, την δυνατότητα ενημέρωσης μιας οντολογίας από έναν μη εξειδικευμένο χρήστη και η κατανόηση του συνόλου και της ευρύτερης φιλοσοφίας τους μοντέλου.

Τέλος, η δημιουργία ενός οντολογικού μοντέλου επιτρέπει την ανάλυση της συσσωρευμένης γνώση. Η ανάλυση της γνώσης τόσο του συνόλου, όσο και κάθε τμήματος μεμονωμένα είναι δυνατή μόλις μια προδιαγραφή των όρων που χρησιμοποιούνται σε αυτήν είναι διαθέσιμη. Η επίσημη ανάλυση των όρων είναι εξαιρετικά πολύτιμη τόσο κατά την προσπάθεια να επαναχρησιμοποιηθεί μια υπάρχουσα οντολογία όσο και κατά την επέκτασή τους (McGuinness, 2000).

Μία επιπλέον συνιστώσα που επηρέασε την επιλογή του συγκεκριμένου σχεδιασμού είναι η μοντελοποίηση με την χρήση περιγραφικής λογικής που επιτρέπεται. Τα τελευταία χρόνια με

την ανάπτυξη του σημασιολογικού ιστού και την εμφάνιση γλωσσών όπως η OIL (Horrocks, 2000), η DAML+OIL (Horrocks, 2001), και η OWL (Dean and Schreiber, 2003), η ανάπτυξη οντολογιών βασίστηκε σε τεχνικές απεικόνισης της γνώσης ενός τομέα με την χρησιμοποίηση τεχνικών περιγραφικής λογικής (description logic – DL). Η περιγραφική λογική είναι ένας λογικός φορμαλισμός που η λειτουργία του χωρίζεται σε δύο μέρη: το TBox και το ABox. Το TBox παρέχει τους ορισμούς των εννοιών (concepts) και των ρόλων (roles), ενώ το ABox παρέχει τους ορισμούς των στιγμιότυπων (individuals - instances). Όπως φαίνεται από τα παραπάνω οι DL τεχνική επιτρέπει την απεικόνιση μιας οντολογίας με την χρήση τριών ειδών συστατικών στοιχείων. Το πρώτο περιλαμβάνει τις έννοιες οι οποίες αναπαριστούν κλάσεις αντικειμένων, ενώ το δεύτερο τους ρόλους, οι οποίοι περιγράφουν δυαδικές σχέσεις ανάμεσα στις κλάσεις, και επομένως επιτρέπουν την περιγραφή των ιδιοτήτων των εννοιών, και τέλος, το τρίτο περιλαμβάνει το σύνολο των στιγμιότυπων, τα οποία αναπαριστούν στιγμιότυπα κλάσεων. Επιπλέον αυτών, σε κάποια DL συστήματα επιτρέπεται ο ορισμός σχέσεων και λειτουργιών καθώς και αξιωμάτων. (Κίικρας, 2005)

Είναι γνωστό ότι με τη σημερινή διαχείριση των αιτήσεων, διαφορετικά μοντέλα δεδομένων είναι μια πραγματικότητα. Αυτό οφείλεται σε πολλούς λόγους. Ίσως το πιο σημαντικό είναι, επειδή διαφορετικός τρόπος διαχείριση των δεδομένων απαιτεί διαφορετικά εργαλεία, δεδομένου ότι η χρήση και διαχείριση των δεδομένων αυτών απαιτεί διαφορετικές λειτουργίες. Για παράδειγμα, το απλό κείμενο με βάση τη λειτουργικότητα του LDAP (για τους καταλόγους - directories) δεν επαρκεί για τις πιο περίπλοκες εργασίες που απαιτεί για παράδειγμα SQL. Αυτή είναι η παγίδα στην οποία πέφτουν σε προγραμματιστές, όταν χρησιμοποιούν μόνο ένα μοντέλο δεδομένων και δεν χρησιμοποιούν ένα μοντέλο πληροφοριών. Αντίθετα, χρησιμοποιούμε ένα κοινό ενιαίο πρότυπο ενημέρωσης (DEN-ng) που μπορεί να εναρμονισθούν οι πληροφορίες που υπάρχουν σε καθένα από αυτά τα διαφορετικά μοντέλα δεδομένων. Χρησιμοποιώντας ένα ενιαίο πρότυπο ενημέρωσης αποτρέπει διαφορετικά μοντέλα δεδομένων να ορίζουν ίδια έννοια με διαφορετικό τρόπο. Επιπλέον, η χρήση μιας ενιαίας κοινής μοντέλο πληροφοριών επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση και την ανταλλαγή πληροφοριών διαχείρισης. (Serrano et al., 2007)

Ωστόσο, τα τρέχοντα μοντέλα πληροφοριών δεν διαθέτουν επαρκείς δυνατότητες σημασιολογίας και λειτουργικότητας για την εκπροσώπηση όλων των περιγραφών, των ορισμών (και ως εκ τούτου, τη δυνατότητα να επιλέγουν το ένα σωστός ορισμό που θα πρέπει να χρησιμοποιείται) και των σχέσεων για την προώθηση της ολοκληρωμένης διαχείρισης. Προτείνουμε τη

χρησιμοποίηση ενός συνόλου οντολογιών για τη διαχείριση, την παράδοση, την αναδιαμόρφωση, την εκτέλεση και απόσυρση των υπηρεσιών. Η οντολογία επιτρέπει επίσης, την ενσωμάτωση των πληροφοριών στο πλαίσιο των χρηστών των υπηρεσιών διαχείρισης εργασιών (Operation of Service Management - OSM). Η χρήση των OSM είναι εμπνευσμένη από την ανάγκη για ολοκληρωμένη διαχείριση στην αυτόνομη διαχείριση. Η συνέργεια που λαμβάνει χώρα μεταξύ του πλαισίου και ενημέρωσης (awareness), οντολογιών και με υπηρεσιών προσανατολισμένων στην πολιτική προωθεί τον ορισμό μιας νέας, επεκτάσιμης, και κλιμακωτής πλατφόρμας γνώσης για την ενσωμάτωση των πληροφοριών πλαισίου και των υπηρεσιών υποστήριξης σε αυτόνομο δίκτυο.

Οι OSM ορίζουν ένα σύνολο διαλέκτων, όπου κάθε μια χρησιμοποιεί το σύνολο ή μέρος του επίσημου λεξικού που ορίζεται στη OWL. Αυτό το επίσημο λεξικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει την ενσωμάτωση των πληροφοριών σε ένα γενικό πλαίσιο λειτουργιών διαχείρισης των υπηρεσιών και των συστημάτων που βασίζονται στην πολιτική, καθώς και να προωθήσει την ολοκληρωμένη διαχείριση, η οποία είναι αναγκαία στον τομέα των αυτόνομων επικοινωνιών. (Serrano et al., 2007)

5.4 Μεθοδολογία μοντελοποίησης της λύσης

Το μοντέλο που σχεδιάστηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, έλαβε ως παραμέτρους του πολλές μεταβλητές σχετικά με τη διαχείριση, τις έννοιες, την ενσωμάτωση πληροφοριών, την πολιτική, τις υπηρεσίες διαχείρισης και όχι μόνο. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι βασικοί άξονες που σχετίζονται με τη μοντελοποίηση της οντολογίας για το Μελλοντικό Διαδίκτυο.

5.4.1 Μοντελοποίηση Πλαισίου, Οντολογίες και διαχείριση βάσει της πολιτικής

Επί του παρόντος η μοντελοποίηση στο πλαίσιο πληροφοριών με χρήση οντολογιών για τη διαχείριση υπηρεσιών εξαρτάται από το αν υπάρχει γνώση του ποιά στοιχεία από το πλαίσιο

είναι όντως σημαντικά. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί την επιλογή και τη χρήση της κατάλληλης οντολογίας για να ανακαλυφθεί η έννοια ή βοηθητική αιτιολόγηση σχετικά με τις πληροφορίες του πλαισίου. Ωστόσο, οι πληροφορίες σχετικά με το πλαίσιο δεν έχουν ακόμη εξεταστεί ή αναπαρασταθεί στην διαχείριση οντολογιών ως σχετικό μέρος με τη διαχείριση των υπηρεσιών. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επικεντρώνεται το ενδιαφέρον σε ένα μοντέλο πληροφοριών βασισμένο στην οντολογία στο πλαίσιο της διαχείρισης υπηρεσιών. Ο συνδυασμός και η ενσωμάτωση των πληροφοριών πλαισίου, καθώς και η χρήση των πολιτικών και των οντολογιών είναι μέρος των καινοτομιών που περιγράφονται στην παρούσα εργασία. Με τη δημιουργία οντολογιών για την υποστήριξη και τη διαχείριση υπηρεσιών χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά από το μοντέλο, και τη διαχείριση, μπορούμε να ελέγξουμε καλύτερα την διάρκεια του κύκλου ζωής των υπηρεσιών για τη διαχείριση των εργασιών αυτών των υπηρεσιών.

5.4.2 Μοντελοποίηση Πλαισίου

Υπάρχουν συστήματα που χρησιμοποιούν περιβαλλοντικές πληροφορίες για την ενίσχυση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ανθρώπων και τη βελτίωση της απόδοσης των συσκευών και των συστημάτων τους. Ταξινομούμε τις αιτήσεις αυτές, βάσει των Υπηρεσιών των Context-Aware (Context-Aware Service - CAS). Οι CAS λαμβάνει υπόψη σχετικές πληροφορίες, προκειμένου να καθοριστεί ποιός πόροι και υπηρεσίες προσφέρονται για να εκτελέσει την απαιτούμενη λειτουργικότητα. Η πολυπλοκότητα του σχεδιασμού και της ανάπτυξης CAS είναι πολύ υψηλή. Ως εκ τούτου, τα κατάλληλα εργαλεία και τις υποδομές που απαιτούνται για να αποκτήσουν, να μοιράζονται και να επαναχρησιμοποιούν πληροφορίες για τις CAS.

Μοντέλα δεδομένων, όπως XML-Σχήματα (XML-Schemas), προσδιορίζουν τη δομή και την ακεραιότητα των δεδομένων με τη μορφή των συνόλων ή των δοχείων πληροφοριών. Η τρέχουσα πρακτική δημιουργεί ειδικά μοντέλα δεδομένων, η οποία συχνά δημιουργεί σιλό διαχείρισης που εμποδίζουν την επαναχρησιμοποίηση. Οι όροι που χρησιμοποιούνται στα μοντέλα δεδομένων αποτελούν συχνά μια ανεπίσημη συμφωνία μεταξύ των προγραμματιστών και των χρηστών του μοντέλου δεδομένων. Ωστόσο, εάν ένα ενιαίο κοινό μοντέλο πληροφοριών υπάρχει, δεν υπάρχει τρόπος για την εναρμόνιση και ολοκλήρωση αυτών των διαφορετικών μοντέλων δεδομένων.

Η πιο σημαντική πρόκληση για τις υπηρεσίες είναι η μοντελοποίηση και η δομή των πληροφοριών πλαισίου. Το μοντέλο πλαισίου πρέπει να είναι επεκτάσιμο και ευέλικτο αρκετά για να φιλοξενήσει υπάρχουσες και μελλοντικές πτυχές των πληροφοριών του πλαισίου. Η σε μεγάλο βαθμό καταναμημένο φύση των πληροφοριών πλαισίου εισάγει μια μεγάλη πρόκληση για την συνεπή και συνεκτική διαχείριση των πληροφοριών πλαισίου. Μια επιπλέον πρόκληση είναι το μοίρασμα και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των επιπέδων αφαίρεσης. Αυτός είναι ένας τομέας όπου οι οντολογίες, λειτουργεί ως μηχανισμός για την προδιαγραφή της γνώσης, όπου μπορεί να βοηθήσει και να προσφέρει μια λύση.

Οι περισσότερες σύγχρονες εφαρμογές είναι στενά προσαρμοσμένες στις ειδικές χρήσεις και δεν παρέχουν αρκετά πλούσια περιγραφικότητα για να υποστηρίξει ένα γενικό μοντέλο πληροφοριών πλαισίου. Χρησιμοποιώντας την οντολογία με βάση το λεξιλόγιο για την έκφραση των εννοιών που περιγράφουν το πλαίσιο πληροφοριών, έννοιες που σχετίζονται με τις λειτουργίες διαχείρισης υπηρεσιών. (Martín, 2007)

5.5 Μοντελοποίηση της λύσης

Η μοντελοποίηση της λύσης έχει βασιστεί στις απαιτήσεις του Μελλοντικού Διαδικτύου και στην ανάλυση των συστατικών που το αποτελούν προκειμένου να υπάρξει μια συνολική άποψη για τα μέρη που το αποτελούν, το τρόπο σύνδεσης μεταξύ τους, τις προκλήσεις που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν και τις καινοτομίες που θα προσφέρουν τις λύσεις και θα καλύψουν αυτές τις ανάγκες.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, προκειμένου να γίνουν γνωστικά (cognitive) τα συστήματα στο Μελλοντικό Διαδίκτυο, απαιτούνται καινοτόμα και εξελιγμένα μέσα που θα διευκολύνουν την ένταξη των τεχνολογιών δικτύωσης και συστημάτων διαχείρισης (γνωστικά, αναδιαρθρώσιμα και συνεργατικά), καθώς και τις εξελισσόμενες τεχνολογίες, λειτουργίες διαχείρισης ή/και αλγορίθμων και θα επιτρέψει την ταχύτερη εξάπλωση των νέων υπηρεσιών και εφαρμογών. Επιτακτική ανάγκη είναι η ύπαρξη μιας ανοικτής λύσης (openness) που θα επιτρέψει την εισαγωγή νέων στοιχείων και τεχνολογιών και την αφαίρεση ή την αντικατάσταση των υπάρχοντων στοιχείων με τρόπο εισόδου και λειτουργίας (plug 'n play fashion). Αυτό με τη σειρά του απαιτεί την αφαίρεση της πολυπλοκότητας του υποκείμενου υλικού και λογισμικού, μέσω των υποδομών υψηλού επιπέδου διασύνδεσης. Η προσανατολισμένη στις υπηρεσίες

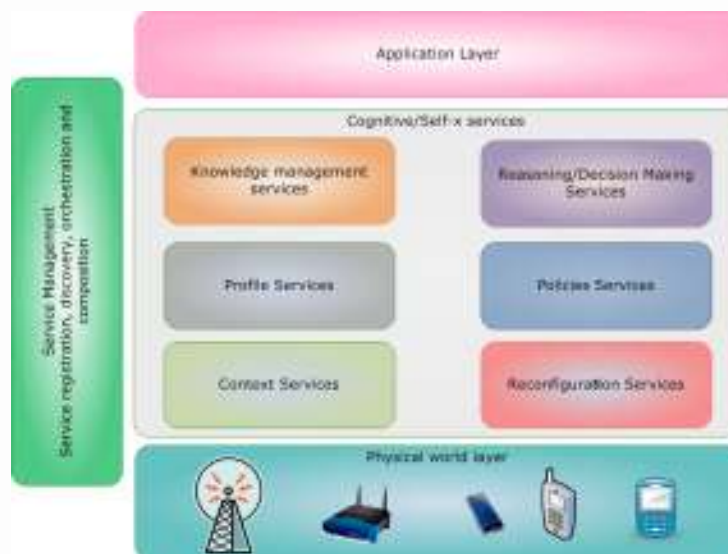
πληροφορική (Service Oriented Computing) είναι ένα από τα πιο πρόσφατα παραδείγματα της καταναλωμένης υπολογιστικής. Σε έναν κόσμο προσανατολισμένο στις υπηρεσίες, όπως υποδηλώνει το όνομα, τα πάντα περιστρέφονται γύρω από τις υπηρεσίες. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται από τους παρόχους υπηρεσιών, οι υπηρεσίες που δημοσιεύονται μέσω παρόχων υπηρεσιών, οι οποίες ανακαλύφθηκαν και χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές. Μια υπηρεσία περιλαμβάνει μια σειρά από δυνατότητες, μέσω των οποίων ένα συγκεκριμένο έργο μπορεί να ολοκληρωθεί. Η πολυπλοκότητα αυτού του έργου μπορεί να ποικίλλει από την απλή ανάκτηση πληροφοριών σε πιο πολύπλοκες διαδικασίες και λειτουργίες. Μια σημαντική πτυχή της προσαρμοσμένης σε υπηρεσίες πληροφορικής είναι ότι οι υπηρεσίες αποτελούν οντότητες οι οποίες μπορούν να περιγραφούν, να ανακαλυφθούν, να χρησιμοποιηθούν μεμονομένα ή σε συνδυασμό με άλλες προκειμένου να σχηματίσουν σύνθετες υπηρεσίες. Ως εκ τούτου, η προσανατολισμένη στις υπηρεσίες πληροφορική ικανοποιεί εγγενώς τις απαιτήσεις που περιγράφονται στο τρίτο κεφάλαιο. Επίσης, η προσαρμοσμένη σε υπηρεσίες πληροφορική αποτελεί μια εξαιρετική προσέγγιση για την οικοδόμηση μιας πλατφόρμας που θα ενσωματώνουν βασικές δομικές μονάδες των συστημάτων του Μελλοντικού Διαδικτύου που μπορεί να αναδιαρθρώνεται και να αναδομείται εκ νέου σύμφωνα με τις τρέχουσες ανάγκες. Οι επόμενες ενότητες παρέχουν μια λεπτομερή περιγραφή του σχεδιασμού του οντολογικού μοντέλου του Μελλοντικού Διαδικτύου. (Stavroulaki et al., 2010)

Μία πλατφόρμας εικονικοποίησης αποτελείται συνήθως από ετερογενή στοιχεία του δικτύου και των τερματικών σταθμών (διαθέσιμη στο υλικό ή προσομοιωμένο) και διευκολύνει την υποστήριξη των εξελιγμένων εφαρμογών. Προσφέρει λειτουργίες εικονικοποίησης μέσω υψηλού επιπέδου διασυνδέσεων στα διάφορα μέρη. Για παράδειγμα, κάθε στοιχείο της πλατφόρμας μπορεί να είναι συνδεδεμένο μέσω μιας υψηλού επιπέδου διεπαφής (βασισμένο στην XML) σε άλλα μέρη.

Η προτεινόμενη πλατφόρμα συνδυάζει μηχανισμούς για την εικονικοποίηση των στοιχείων υποδομής (όπως, συσκευές, τεχνολογίες δικτύωσης, αισθητήρες, έξυπνων συσκευών) με γνωστικά συστήματα διαχείρισης. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την εικονικοποίηση κάθε εφαρμογή, υπηρεσία, στοιχείο της υποδομής μπορούν να εικονικοποιηθούν ως ένα νέο σύνολο υπηρεσιών. Τα στοιχεία υποδομής μπορούν να προσφέρουν διάφορες υπηρεσίες ώστε να συνθέσουν υπηρεσίες ή εφαρμογές. Οι υπηρεσίες, αλλά και οι εφαρμογές μπορούν να πραγματοποιήσουν ενέργειες (π.χ. υπηρεσίες αναδιάταξη - reconfiguration services) προς την

υποδομή μέσω υψηλού επιπέδου διεπαφών. Όσον αφορά τη γνωσιακή διαχείριση, ο σχεδιασμός της οντολογίας θα πρέπει να είναι σε θέση να ενσωματώσει διάφορες γνωστικά λειτουργίες, όπως αλγόριθμους αυτόνομης λήψης αποφάσεων, απόκτησης πληροφοριών και διαχείρισης της γνώσης και μηχανισμούς επιμερισμού του κόστους. Μια υψηλού επιπέδου οπτική των διαφόρων δομικών στοιχείων για το σχεδιασμό μιας πλατφόρμας εικονικοποίησης παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί. Κάθε στοιχείο (συσκευή / δίκτυο) της πλατφόρμας μπορεί να παρέχει ένα σύνολο υπηρεσιών. Για παράδειγμα, ένας Flexible Base Station (FBS) μπορεί να παρέχει ένα συνδυασμό από υπηρεσίες Πλαισίου (δηλαδή την κατάσταση του σταθμού βάσης – Base Station Status), μια υπηρεσία Προφίλ (δηλαδή το προφίλ του σταθμού βάσης - Base station profile) και Αναδιάρθρωση Υπηρεσιών (δηλαδή αναδιαμόρφωση σταθμού βάσης - Base station reconfiguration). Κατά παρόμοιο τρόπο οι υπηρεσίες / εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιήσουν άλλες υπηρεσίες. Για παράδειγμα οι υπηρεσίες λήψης αποφάσεων είναι σύνθετες υπηρεσίες που αξιοποιούν το Πλαίσιο, το Προφίλ, τη Διαχείριση Γνώσης και τις Υπηρεσίες Αναδιάρθρωσης. Ένα βασικό χαρακτηριστικό θα μπορούσε να είναι η υποστήριξη για τη δυναμική ανάπτυξη, η σύνθεση, η ανάπτυξη και η ανακάλυψη των υπηρεσιών, έτσι ώστε να επιτρέπεται στις συσκευές να περιγράψουν και να κάνουν γνωστές τις δυνατότητες, τα χαρακτηριστικά και τα βοηθητικά προγράμματα που προσφέρουν. Επιπλέον, η λειτουργικότητα της ενορχήστρωση των υπηρεσιών είναι απαραίτητο να εξασφαλίζει την ομαλή διαλειτουργικότητα των υπηρεσιών και των στοιχείων υλικού, που πιθανώς προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές. (Stavroulaki et al., 2010)

Μια πιο λεπτομερή θεώρηση των διαφόρων γνωστικών λειτουργιών και υπηρεσιών που περιλαμβάνονται στην προτεινόμενη οντολογική προσέγγιση παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί. Πιο συγκεκριμένα, η πλατφόρμα περιλαμβάνει τα ακόλουθα αυτο-x (self-x) υπηρεσίες (αυτο-διαχείριση, αυτο-ρύθμιση, αυτό-βελτιστοποίησης, αυτο-ίασης):



Πίνακας 5.1 : Υψηλού Επιπέδου Σχεδιασμός (Stavroulaki et al., 2010)

Οι self-x υπηρεσίες του σχήματος 5.1 αναλύονται παρακάτω με τις απαραίτητες διευκρινίσεις.

- **Προφίλ υπηρεσίες (Profile Services)** : επιτρέπουν την απόκτηση των πληροφοριών προφίλ, δηλαδή δεδομένα που σχετίζονται με τη θέση του χρήστη, τη συμπεριφορά, τις προτιμήσεις, τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς καθώς και τις δυνατότητες του εξοπλισμού. Ενδεικτικές πληροφορίες που συγκεντρώνονται μέσω των υπηρεσιών του προφίλ περιλαμβάνουν το σύνολο των πιθανών διαμορφώσεων (όπως οι ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης - Radio Access Technologies) τις οποίες ένα στοιχείο (συσκευή / δίκτυο) είναι ικανό να λειτουργήσει με το σύνολο των υπηρεσιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τα επίπεδα ποιότητας των υπηρεσιών (Quality of Service - QoS), τα οποία συνδέονται με τη χρήση μιας υπηρεσίας, τον όγκο χρησιμότητας (δηλαδή το επίπεδο της ικανοποίησης των χρηστών) που συνδέεται με τη χρήση μιας υπηρεσίας σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο ποιότητας, κλπ.
- **Υπηρεσίες Πλαισίου (Context Services)** : επιτρέπουν την απόκτηση των πληροφοριών πλαισίου. Αυτό το είδος των υπηρεσιών περιλαμβάνει μηχανισμούς για ένα στοιχείο συσκευής ή δικτύου να αντιληφθεί την τρέχουσα κατάσταση και τις παρούσες συνθήκες του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, οι πληροφορίες πλαισίου μπορεί να περιλαμβάνουν στοιχεία σχετικά με τις διαθέσιμες τεχνολογίες πρόσβασης και τους

φορείς (operators) σε μια δεδομένη περιοχή και την αντίστοιχη κατάσταση τους (π.χ. συχνότητες που χρησιμοποιούνται, τους διαθέσιμους πόρους, την κάλυψη, κλπ.), πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση ενός στοιχείου του δικτύου / της συσκευής (π.χ. κάλυψη σε μια τρέχουσα θέση, διαθέσιμη ενέργεια, κ.λπ.), πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των άλλων στοιχείων του δικτύου / συσκευές στην περιοχή (π.χ. δραστηριότητα, ικανότητα συνεργασίας, κλπ.).

- **Υπηρεσίες Πολιτικής (Policies Services)** : επιτρέπουν την απόκτηση και την παραγωγή πολιτικών των διαφόρων σχετικών οντοτήτων (φορέα εκμετάλλευσης του δικτύου, κλπ.). Μια συγκεκριμένη πολιτική καθορίζει ένα σύνολο κανόνων που ένας χρήστης της συσκευής ή ένα στοιχείο του δικτύου πρέπει να ακολουθήσει. Τα στοιχεία που προκύπτουν από τις υπηρεσίες πολιτικής ενδεχομένως βελτιώσουν την εισροή από τα προφίλ και τις υπηρεσιών πλαίσιο.
- **Υπηρεσίες διαχείρισης γνώσης (Knowledge management services)** : περιλαμβάνουν την εκμάθηση της λειτουργικότητας για οικοδόμηση της γνώσης και της εμπειρίας που σχετίζονται με τα προφίλ, το πλαίσιο, τις πολιτικές και τις αποφάσεις που έχουν ληφθεί στο παρελθόν. Η γνώση που προέρχεται από τα παραπάνω στη συνέχεια αξιοποιείται προκειμένου να επιτευχθεί η ταχύτερη εξαγωγή αξιόπιστων αποφάσεων.
- **Υπηρεσίες Συλλογιστικής και λήψη αποφάσεων (reasoning and decision making services)** : περιλαμβάνουν λειτουργικότητα για την επιλογή και την απόφαση για τη βέλτιστη διαμόρφωση δράση για συσκευές ή / και δίκτυα, λαμβάνοντας υπόψη το παρόν πλαίσιο, το προφίλ, τις πολιτικές και τις γνώσεις. Αυτή η λειτουργία μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε ως αντίδραση σε μια παρούσα κατάσταση (όπως το hot-spot) ή κατά τρόπο προληπτικό, κάνοντας χρήση της εμπειρίας που αποκτήθηκε κατά την πάροδο του χρόνου.
- **Υπηρεσίες Αναδιάρθρωσης (Reconfiguration services)** : είναι κυρίως υπεύθυνες για την παραλαβή γενικών αιτημάτων ελέγχου διεπαφής από άλλα στοιχεία της οντολογίας και τη μετατροπή τους σε δράσεις αναδιαμόρφωση / εντολές κατανοητές από ένα συγκεκριμένο στοιχείο του δικτύου ή συσκευή του χρήστη. Στην πραγματικότητα, αυτή η υπηρεσία εκτελεί τη "μετάφραση" από το τεχνολογικά ανεξάρτητο τμήμα, με εικονικές εντολές, στο τεχνολογικά συγκεκριμένο, παρέχεται στον οδηγό της συσκευής / του στοιχείου του δικτύου ή στο φυσικό περιβάλλον. (Tsagkaris, 2010)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ – ΑΝΑΛΥΣΗ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΕΝΕΡΓΕΙΑ		ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	Τοποθεσία χρήστη / συσκευής	
		Κατάσταση Συσκευής Δικτύου	
		Κατάσταση Δικτύου	
	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΡΟΦΙΛ	Προφίλ Χρήστη	
		Προφίλ Συσκευής	
		Προφίλ Στοιχείου Δικτύου	
ΑΝΑΛΥΣΗ	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΝΩΣΗΣ	Εκμάθηση Προτιμήσεων Χρήστη	
		Εκτίμηση Συμπεριφοράς της Αναδιαμόρφωσης των Διαθέσιμων Συσκευών	
		Εκμάθηση Πλαισίου Δικτύου	
		Αντιστοίχιση Πλαισίου	
	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	Συλλογή Πληροφοριών Πολιτικής	
		Δημιουργία Πολιτικής	
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	ΣΥΛΛΟΓΙΣΤΙΚΗ / ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	Λήψη Αποφάσεων για τη Βέλτιστη Λειτουργία της Συσκευής	
		Λήψη Αποφάσεων για τη Βέλτιστη Λειτουργία του Δικτύου	
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΑΝΑΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ	Αναδιαμόρφωση Συσκευής	
		Αναδιαμόρφωση Στοιχείου Δικτύου	

Πίνακας 5.2: Ανάλυση του σχεδιασμού των κατηγοριών και του διαχωρισμού του γνωστικού κύκλου σε φάσεις (Tsagkaris et al., 2010)

Στη συνέχεια, το κείμενο που ακολουθεί περιγράφει λεπτομερώς τις ανταλλαγές πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών της οντολογίας. Το είδος των πληροφοριών που ανταλλάσσονται μεταξύ των συνιστωσών παρουσιάζεται, ακολουθούμενη από μια επισκόπηση των ενδεικτικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συστατικών του Μελλοντικού Διαδικτύου. Σύμφωνα με την έννοια των γνωστικών συστημάτων, οι πληροφορίες για το κάθε πεδίο που παρουσιάζονται εδώ είναι χωρισμένες σε Προφίλ, Πλαίσιο και Πολιτικές. Οι δύο πρώτες κατηγορίες επιτρέπουν την αντίληψη / ενημέρωση των χρηστών, των συσκευών, των στοιχείων υποδομής και της κατάστασης των δικτύων, ενώ η τρίτη κατηγορία διευκολύνει τη διακυβέρνηση του δικτύου, σύμφωνα με ορισμένες απαιτήσεις ή στόχους. (Stavroulaki et al., 2010)

Είδη Προφίλ

1) Προφίλ Χρήστη (User Profile)

ο προφίλ χρήστη περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη συνδρομή και τις προτιμήσεις των χρηστών όσον αφορά την παροχή υπηρεσιών. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν τις υπηρεσίες που έχει εγγραφεί ο χρήστης και τα αντίστοιχα επίπεδα QoS για κάθε μία από αυτές τις υπηρεσίες. Επιπλέον, το προφίλ του χρήστη περιέχει πληροφορίες σχετικά με τις προτιμήσεις των χρηστών ανά υπηρεσία και QoS επίπεδο με τη μορφή της αποκαλούμενης χρηστική αξία. Αυτή η πληροφορία θα συλλέγεται και ενημερώνεται δυναμικά.

2) Προφίλ CRD (Cognitive Reconfigurable Devices)

Το Προφίλ CRD περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες της συσκευής και συνδέεται με ένα συγκεκριμένο προφίλ χρήστη, δηλαδή του χρήστη που χρησιμοποιεί τη συσκευή αυτή τη στιγμή. Πιο συγκεκριμένα, το προφίλ του ΟΚΑ περιλαμβάνει το σύνολο των υπηρεσιών που υποστηρίζονται από μια συγκεκριμένη συσκευή. Επιπλέον, περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό των πομποδεκτών (συμβολίζεται ως TRX στην εικόνα) και ότι η συσκευή μπορεί να λειτουργήσει. Κάθε πομποδέκτης (TRX) μπορεί να λειτουργήσει σε ένα σύνολο RATs, σε διάφορες συχνότητες.

3) Προφίλ CAP (Cognitive Access Point)

Αυτό το προφίλ είναι παρόμοιο με το προφίλ CRD. Ένα CAP μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους αναδιαρθρώσιμους Πομποδέκτες (TRXs) που μπορούν να λειτουργούν σε διάφορες ζώνες συχνοτήτων και τα σύνολα RATs. Συνεπώς, το Προφίλ CAP αποτελείται από ένα ή περισσότερα προφίλ TRX, η οποία με τη σειρά του περιλαμβάνουν τις λεπτομέρειες ενός συγκεκριμένου πομποδέκτη, δηλαδή το ID και τις πληροφορίες σχετικά με τις ζώνες συχνοτήτων και τις RATs στις οποίες μπορεί να λειτουργήσει.

Πλαίσιο

1) Κατάσταση CRD (Cognitive Reconfigurable Devices)

Η λειτουργικότητα των CRD περί αποφάσεων για τη βέλτιστη διαμόρφωση της συσκευής λαμβάνει υπόψη τις πολιτικές καθώς και τις πληροφορίες που λαμβάνονται μέσω της μάθησης από το πλαίσιο και τις προτιμήσεις των χρηστών και επιλέγει τη βέλτιστη διαμόρφωση της συσκευής. Σε περίπτωση που η απόφαση αυτή οδηγεί σε τροποποίηση της αναδιαμόρφωσης της συσκευής (π.χ. από την άποψη της RAT, των επιπέδων QoS, των υπηρεσιών, κλπ) η CRD ενημερώνει την πλευρά του δικτύου (CAP and/or CNMS) στέλνοντας ένα CRD μήνυμα κατάστασης. Η Κατάσταση της CRD περιέχει πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα διαμόρφωση της συσκευής, τις υπηρεσίες που εκτελούνται, το ενεργό προφίλ χρήστη και τις πιο πρόσφατες πληροφορίες που αποκτήθηκαν σχετικά με τις προτιμήσεις του χρήστη της συσκευής. Ουσιαστικά, αυτό είναι ένα υποσύνολο του προφίλ του CRD.

2) Πλαίσιο CAP (Cognitive Access Point)

Αυτό αντιπροσωπεύει το πλαίσιο που αφορά μια συγκεκριμένη CAP. Ειδικότερα, περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το τρέχον φορτίο του κάθε ενεργό πομποδέκτη της CAP, ανά κατηγορία χρηστών, υπηρεσιών και επίπεδο QoS. Αυτές οι πληροφορίες αξιοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη βέλτιστη διαμόρφωση ενός συγκεκριμένου CAP ή μια συγκεκριμένη περιοχή υπηρεσιών του δικτύου.

3) Αναδιαμόρφωση του CAP

Αυτές οι πληροφορίες καθορίζουν την τρέχουσα διαμόρφωση του CAP. Κατά κάποιο τρόπο αντιπροσωπεύει ένα μέρος του προφίλ του CAP, το οποίο είναι προσωρινά ενεργοποιημένο. Πιο

συγκεκριμένα, η διαμόρφωση του CAP κατέχει πληροφορίες σχετικά με τους πομποδέκτες που είναι (ή θα έπρεπε να είναι) ενεργοποιημένοι σε ένα συγκεκριμένο CAP, τους αντίστοιχους RATs και τις ζώνες συχνοτήτων, καθώς και τις υπηρεσίες και τα επίπεδα QoS, τα οποία μπορούν να υποστηριχθούν (TRX Config).

Πολιτικές

Οι Πολιτικές καθορίζουν τους κανόνες ή τους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή της βέλτιστης διαμόρφωσης μιας περιοχής παροχής υπηρεσιών, ενός CAP ή μιας CRD. Υπό την έννοια αυτή, οι πολιτικές βελτιώσετε το σύνολο των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στα προφίλ και τις πληροφορίες Πλαισίου. Μια πολιτική διατυπώνεται ως ένα σύνολο από Σύνθετη Πολιτική Προϋπόθεση (*Compound Policy Condition*) και Διαμόρφωση Πολιτικής (*Policy configuration*). Μια Σύνθετη Πολιτική Προϋπόθεση περιλαμβάνει μια λογική έκφραση (π.χ. AND, OR, XOR) και μια ή περισσότερες Σύνθετες Πολιτικές Προϋποθέσεις ή Προϋποθέσεις Πολιτικής (*Policy Conditions*). Μια Προϋπόθεση Πολιτικής περιλαμβάνει μια Έκφραση Πολιτικής (*Policy Expression*), όπως για παράδειγμα . "ισούται με", "μεγαλύτερο από", "μεγαλύτερη ισότητα", και "μικρότερο από", "λιγότερο ίση", κλπ) και ένα Επιχείρημα Πολιτικής (*Policy Argument*). Ένα Επιχείρημα Πολιτικής περιλαμβάνει κατηγορίας χρηστών, τοποθεσία και πληροφορίες ζώνης ώρας και ουσιαστικά δείχνει τις συσκευές που επηρεάζονται από τη συγκεκριμένη πολιτική. Η διαμόρφωση της πολιτικής δείχνει τα RATs που μπορούν να λειτουργούν από τους πομποδέκτες της κεφαλαιοποίησης, καθώς και ορισμένες ζώνες συχνοτήτων ανά RAT σε μια ορισμένη περιοχή υπηρεσίας. Επιπλέον, μπορεί επίσης να καθορίζει τις υπηρεσίες και τα αντίστοιχα επίπεδα QoS που μπορούν να παρέχονται σε ορισμένα RATs.

Αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συνιστωσών

Προκειμένου να αποκτηθεί μια εικόνα σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συνιστωσών, παρατηρούμε μια περίπτωση όπου CAP προσδιορίζει μια προβληματική κατάσταση και στέλνει πληροφορίες για τις σημερινές συνθήκες και τη διαμόρφωσή του στα CNMS. Το CNMS λαμβάνει υπόψη τις πληροφορίες αυτές, καθώς και τις πληροφορίες του προφίλ και των γνώσεων που αποκτήθηκαν με την πάροδο του χρόνου, προκειμένου να αποφασίσει για τη βέλτιστη διαμόρφωση του δικτύου, ώστε να χειριστεί την κατάσταση που επικρατεί. Ως

αποτέλεσμα, το CNMS στέλνει οδηγίες προς το CAP με τις νέες ρυθμίσεις. Οι πολιτικές προέρχονται ή ενημερώνονται σύμφωνα με τις αποφάσεις και διαβιβάζονται στις CRDs. Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει ενδεικτικά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της συσκευής και από την πλευρά του δικτύου. Η λειτουργικότητα των αποφάσεων για τη βέλτιστη διαμόρφωση της συσκευής λαμβάνει υπόψη τις πολιτικές που λαμβάνονται καθώς και τις πληροφορίες που λαμβάνονται μέσω της απόκτησης και της μάθησης και το πλαίσιο πληροφοριών χρήστη. Σε περίπτωση που η απόφαση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την τροποποίηση της διαμόρφωσης της η CRD ενημερώνει το κατάλληλο CAP και CNMS στέλνοντας ένα μήνυμα κατάστασης CRD. (Stavroulaki et al., 2010)

5.6 Οντολογίες

1^ο Επίπεδο ανάλυσης

Στο πρώτο επίπεδο ανάλυσης που δημιουργούμε με το εργαλείο Protégé εμφανίζονται οι βασικές συνιστώσες που αποτελούν το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Πραγματοποιείται για πρώτη φορά η παρουσίαση του εργαλείου και ο τρόπος παρουσίασης της οντολογίας. Στην αριστερή μεριά της οθόνης εμφανίζεται η δενδρική δομή της οντολογίας η οποία ξεκινά από το “Thing”, επειδή οι οντολογίες που δημιουργούμε στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι οντολογίες τομέα.

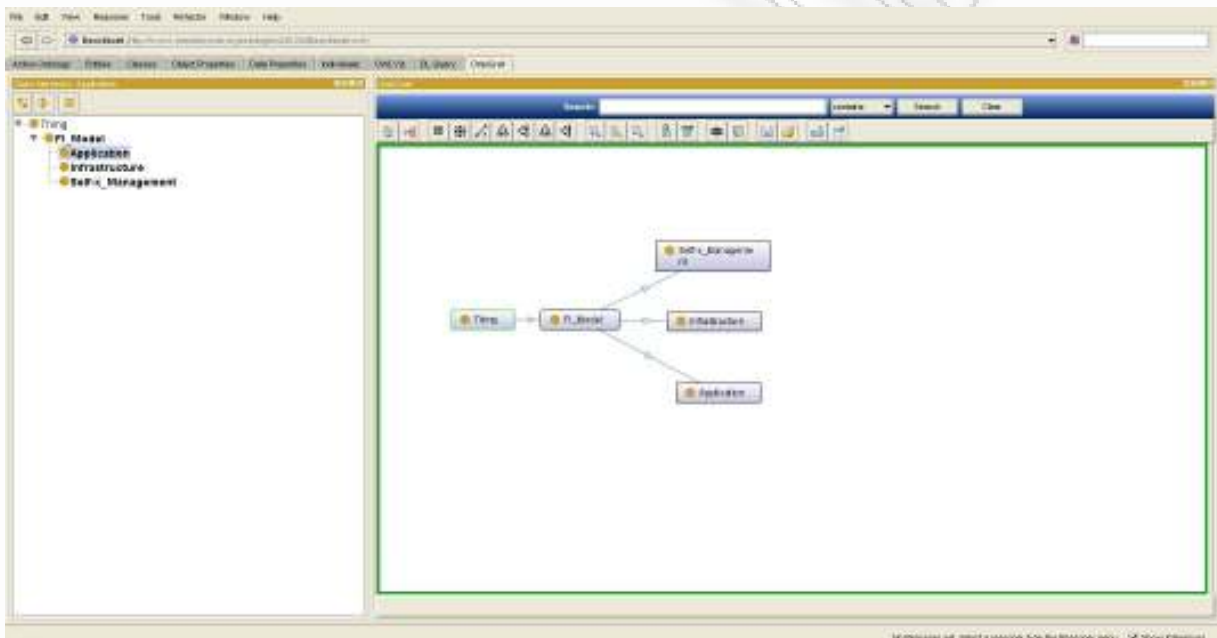
Το Μελλοντικό Διαδίκτυο χωρίζεται στις Εφαρμογές, οι οποίες αποτελούν το λογισμικό μέρος, το οποίο σχετίζεται με τις υπηρεσίες που παρέχονται στο χρήστη άμεσα και γίνονται αντιληπτές από αυτόν. Σε αυτόν περιλαμβάνονται από τις απλές και μικρές υπηρεσίες που μπορεί να δέχεται στο κινητό του τηλέφωνο έως τα συστήματα και τις πιο πολύπλοκες εφαρμογές, τα οποία υποστηρίζονται από μεγάλες, πολλές φορές παγκόσμιες υποδομές.

Το δεύτερο βασικό τμήμα το οποίο αποτελεί τμήμα του Μελλοντικού Διαδικτύου είναι η υποδομή, όπου γίνεται αναφορά στο υλικό μέρος (hardware), ανεξαρτήτως σε ποιά κατηγορία ανήκει (συσκευή, δίκτυο, τερματικό, κτλ), ποιά είναι η λειτουργία του ή ο κατασκευαστής του.

Τέλος, το τρίτο βασικό μέρος της οντολογίας αποτελείται από το ένα τμήμα που αφορά και πάλι το λογισμικό, αλλά δεν γίνεται άμεσα αντιληπτό από το χρήστη, καθώς δεν υπάρχει άμεση

αλληλεπίδραση, αλλά έμμεση. Το τμήμα αυτό αφορά την αυτοδιαχείριση και την αυτονομία που γίνονται προσπάθειες να επιτευχθεί στο Μελλοντικό Διαδίκτυο. Αφορά κυρίως ενέργειες σχετικές με την παρατήρηση, την ανάλυση, τον σχεδιασμό και τις ενέργειες.

Αυτό αποτελεί και το πρώτο επίπεδο ανάλυσης του Μελλοντικού Διαδικτύου βάσει της προσέγγισης που επιτυγχάνεται στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Στόχος είναι σε αυτό το επίπεδο να γίνει σε αδρές γραμμές η μοντελοποίηση και ο διαχωρισμός των βασικών συστατικών που αποτελούν το Μελλοντικό Διαδίκτυο και περιλαμβάνουν τα υπόλοιπα μέρη του.



Σχήμα 5.1: Πρώτο επίπεδο ανάλυσης της οντολογίας

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος ανάπτυξης, ώστε να είναι κατανοητό τι παρουσιάζεται σε κάθε μέρος της οθόνης και του τρόπου σχεδιασμού.

2^ο Επίπεδο ανάλυσης

Το δεύτερο επίπεδο ανάλυσης επεκτείνει τα μέρη του Μελλοντικού Διαδικτύου που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο επίπεδο ανάλυσης. Σε αυτό το επίπεδο, γίνεται αναλυτικότερη

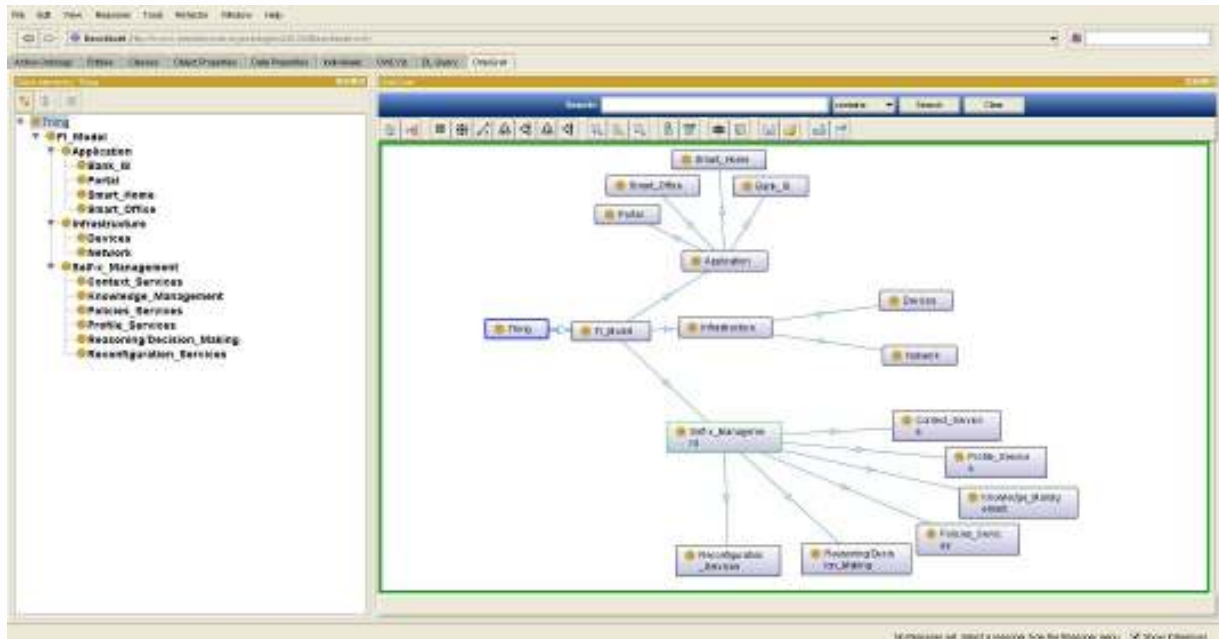
αναφορά στα μέρη κάθε οντότητας του πρώτου επιπέδου και γίνεται πιο κατανοητή η δομή και ο τρόπος παρουσίασης.

Σε αυτό το σημείο μπορούν να γίνουν αντιληπτές οι οντότητες που απαρτίζουν το Μελλοντικό Διαδίκτυο και πώς αυτές συνδέονται με αυτές του πρώτου επιπέδου. Επίσης, γίνεται σαφέστερη η πληρότητα του μοντέλου, καθώς είναι σε θέση να ενσωματώσει όλα τα στοιχεία που περιλαμβάνει το διαδίκτυο, είτε αναφορικά με το υλικό είτε με το λογισμικό.

Στην περίπτωση των εφαρμογών παρατηρούμε ότι περιλαμβάνονται μεγάλα και πολύπλοκα πληροφοριακά συστήματα, δικτυακές πύλες με σελίδες και πληροφοριακά συστήματα που συνδέονται σε αυτές, αλλά και πιο πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία όπως τα έξυπνα σπίτια/γραφεία, τα οποία αποτελούν ένα συνδυασμό υλικού, λογισμικού και ρυθμίσεων, ενώ είναι ένα αξιόλογο παράδειγμα παρουσίασης της διαλειτουργικότητας που προσπαθεί το μοντέλο να επιτύχει αλληλεπιδρώντας με διαφορετικά στοιχεία-οντότητες με τη χρήση υπηρεσιών.

Στην περίπτωση της υποδομής, οι οντολογίες που συναντώνται αφορούν τις συσκευές και τα δίκτυα, τα οποία είναι και τα κύρια υλικά μέρη του Διαδικτύου.

Αναφορικά με την αυτοδιαχείριση, παρατηρούμε ότι παρά τις διαφορετικές παραμέτρους που συντελούν σε αυτή, υπάρχει και εδώ η δυνατότητα ενσωμάτωσης όλων των συνιστωσών, αλλά και της άρσης της πολυπλοκότητας διατηρώντας το μοντέλο σαφές και κατανοητό. Στην αυτοδιαχείριση συναντάμε μόνο υπηρεσίες όπως αυτές είναι υπηρεσίες πλαισίου, προφίλ, διαχείρισης γνώσης, πολιτικής, αιτιολόγησης αποφάσεων και αναδιαμόρφωσης. Ενώ στο κεντρικό τμήμα της οθόνης αναπτύσσεται σχηματικά η οντολογία, στο αριστερό τμήμα παρουσιάζεται η δενδρική δομή της οντολογίας.



Σχήμα 5.2: Δεύτερο επίπεδο ανάλυσης της οντολογίας

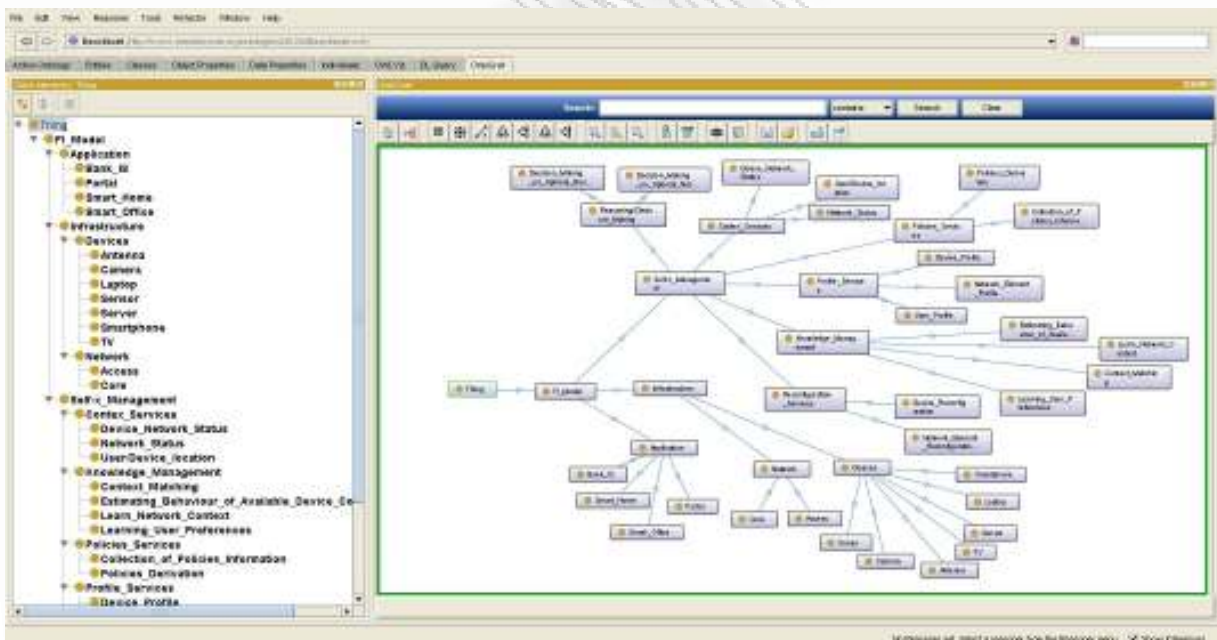
3^ο Επίπεδο ανάλυσης

Το τρίτο επίπεδο ανάλυσης είναι σαφώς πιο σύνθετο από τα προηγούμενα, καθώς περιλαμβάνει περισσότερες οντότητες και υποδηλώνει τις σχέσεις που εμφανίζονται ανάμεσα στις οντότητες της οντολογίας. Ο βαθμός ανάλυσης είναι μεγαλύτερος, ενώ αναπαριστώνται όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως στο παρόν κεφάλαιο σχετικά με την απόφαση για τη δημιουργία του συγκεκριμένου μοντέλου βάσει αυτών των σταδίων. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρά την πολυπλοκότητα που φαίνεται να εμφανίζει αρχικά, το μοντέλο ακολουθεί τις ίδιες αρχές και ουσιαστικά παρατηρείται ότι παραμένει κατανοητό, σαφές και απλό, ακλουθώντας τις ίδιες αρχές που ορίσαμε από το πρώτο κιόλας επίπεδο ανάλυσης.

Η οντολογία ακολουθεί την ανάλυση του πίνακα 5.2 και αναλύει περισσότερο το προηγούμενο επίπεδο. Παρατηρούμε ότι αναφορικά με τις εφαρμογές δεν υπάρχει κάποια επιπλέον ανάπτυξη του μοντέλου και ότι ουσιαστικά η ανάλυση τελειώνει στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης. Αυτό συμβαίνει γιατί η εφαρμογές δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, αν και έχουν ιδιαίτερη ποικιλία.

Ωστόσο, παρατηρούμε ότι το τμήμα της οντολογίας που αφορά την αυτοδιαχείριση αναπτύσσεται σε μεγάλο βαθμό. Οι κάθε οντότητα του προηγούμενου επιπέδου ανάλυσης, αναλύεται με τη σειρά της σε νέες οντότητες, οι οποίες αποτελούν τα δομικά της μέρη, αλλά και τα δομικά μέρη του Μελλοντικού Διαδικτύου. Με τον τρόπο αυτό παρατηρούμε ότι το Μελλοντικό Διαδίκτυο χωρίζεται στα συστατικά του βάσει ιεράρχησης και ομαδοποίησης. Η μεθοδολογία αυτή επιτρέπει να δίνεται ένας ουσιαστικός βαθμός ανάλυσης, ενώ ταυτόχρονα να αντιλαμβανόμαστε τις σχέσεις που διέπουν τις οντότητες και την ουσιαστική λειτουργία και επικοινωνία.

Επίσης, αναπτύσσεται και η οντολογία ως προς την υποδομή. Παρουσιάζονται τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου τα οποία αποτελούν τις συσκευές, όπως τα έξυπνα τηλέφωνα (smartphones), τους φορητούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τους αισθητήρες, τις κεραίες, τις κάμερες, τα τερματικά κα.. Η οντότητα Δίκτυο (Network) συνδέεται με το κυρίως τμήμα που αφορά τη δρομολόγηση και την πρόσβαση.



Σχήμα 5.3: Τρίτο επίπεδο ανάλυσης της οντολογίας

Τμηματική ανάλυση των επιπέδων της οντολογίας

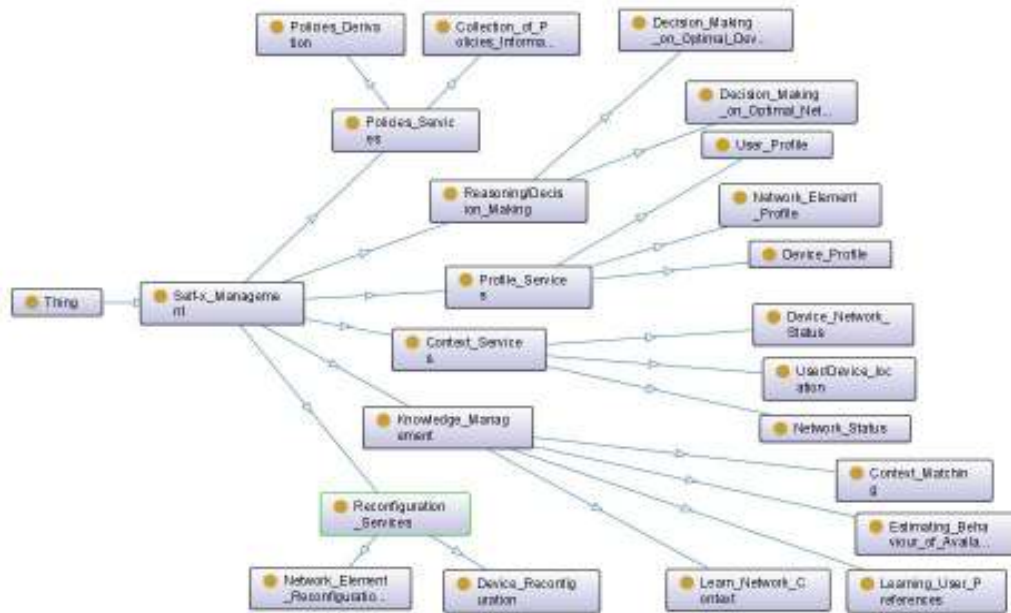
Υποχρεωτικά, από αυτό το σημείο της ανάλυσης και λόγω της σύνθεσης της οντολογίας, αλλά και του αυξημένου αριθμού των οντοτήτων που συγκεντρώνεται είναι καλύτερο να αναφερθεί κάθε τμήμα της αρχικής ανάλυσης (πρώτου επιπέδου ανάλυσης) ξεχωριστά, ώστε να είναι πιο κατανοητό και να εστιαστεί η ανάλυση στα μέρη του Μελλοντικού Διαδικτύου. Η οντολογία αν και διέπεται από τους ίδιους κανόνες και ο τρόπος αναπαράστασης των σχέσεων επίσης, ο σχεδιασμός και η γραφική απεικόνιση δεν καθιστούν εύκολα κατανοητή την δόμηση του μοντέλου και την ανάλυση του.

Self-Management

Η αυτοδιαχείριση αποτελεί ένα από τα πιο σύνθετα τμήματα της οντολογίας, καθώς περιλαμβάνει λειτουργίες που αφορούν συνολικά την οντολογία, ενώ ταυτόχρονα αφορά το τμήμα της αυτονομίας στο οποίο θα στηριχθεί ουσιαστικά το Μελλοντικό Διαδίκτυο προκειμένου να προσφέρει ουσιαστικά και αν καλύψει τις απαιτήσεις που έχουν διαμορφωθεί και αυξάνονται καθημερινά.

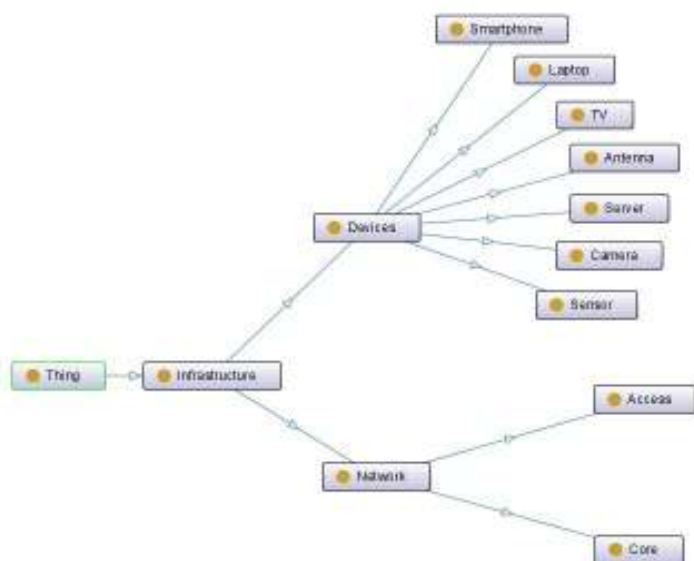
Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε τις οντότητες από τις οποίες αποτελούνται οι υπηρεσίες πλαισίου (τοποθεσία χρήστη/συσκευής, κατάσταση συσκευής δικτύου, κατάσταση δικτύου), οι υπηρεσίες προφίλ (προφίλ χρήστη, προφίλ συσκευής, προφίλ στοιχείου δικτύου), οι υπηρεσίες διαχείρισης γνώσης (εκμάθηση προτιμήσεων χρήστη, εκτίμηση συμπεριφοράς της αναδιαμόρφωσης των διαθέσιμων συσκευών, εκμάθηση πλαισίου δικτύου, αντιστοίχιση πλαισίου), οι υπηρεσίες πολιτικής (συλλογή πληροφοριών πολιτικής, δημιουργία πολιτικής), οι υπηρεσίες συλλογιστικής/λήψης αποφάσεων (λήψη αποφάσεων για τη βέλτιστη λειτουργία της συσκευής, λήψη αποφάσεων για τη βέλτιστη λειτουργία του δικτύου) και οι υπηρεσίες αναδιαμόρφωσης (αναδιαμόρφωση συσκευής, αναδιαμόρφωση στοιχείου δικτύου).

Με τη χρήση της οντολογίας μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητή η αυτοδιαχείριση και ο ρόλος της στο Μελλοντικό Διαδίκτυο, να γίνει κατανοητή η σημασία της και οι οντότητες οι οποίες παίζουν ενεργό ρόλο.



Σχήμα 5.4: Ανάλυση των οντοτήτων της αυτοδιαχείρισης (Self-Management)

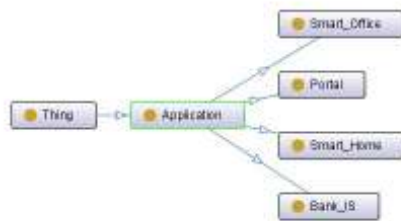
Infrastructure



Σχήμα 5.5 Ανάλυση των οντοτήτων της Υποδομής (Infrastructure)

Application

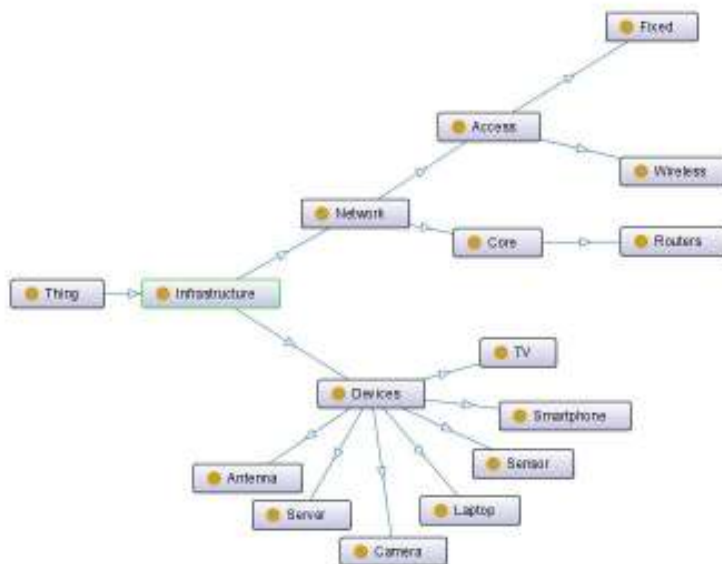
Όσο αναφορά τις εφαρμογές παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη εξέλιξη στο συγκεκριμένο τμήμα της οντολογίας. Οι εφαρμογές στις οποίες μπορεί να αναλυθεί η συγκεκριμένη οντότητα είναι ποικίλες, ωστόσο δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δεν συνδέονται με άλλες οντότητες.



Σχήμα 5.6: Δεύτερο επίπεδο ανάλυσης

4^ο Επίπεδο ανάλυσης

Στο τέταρτο επίπεδο ανάλυσης παρατηρούμε ότι υπάρχει περαιτέρω ανάλυση μόνο όσο αναφορά την υποδομή. Για τον λόγο αυτό παρατίθεται ως τμήμα της οντολογίας και όχι ενσωματωμένο διάγραμμα σε αυτή.

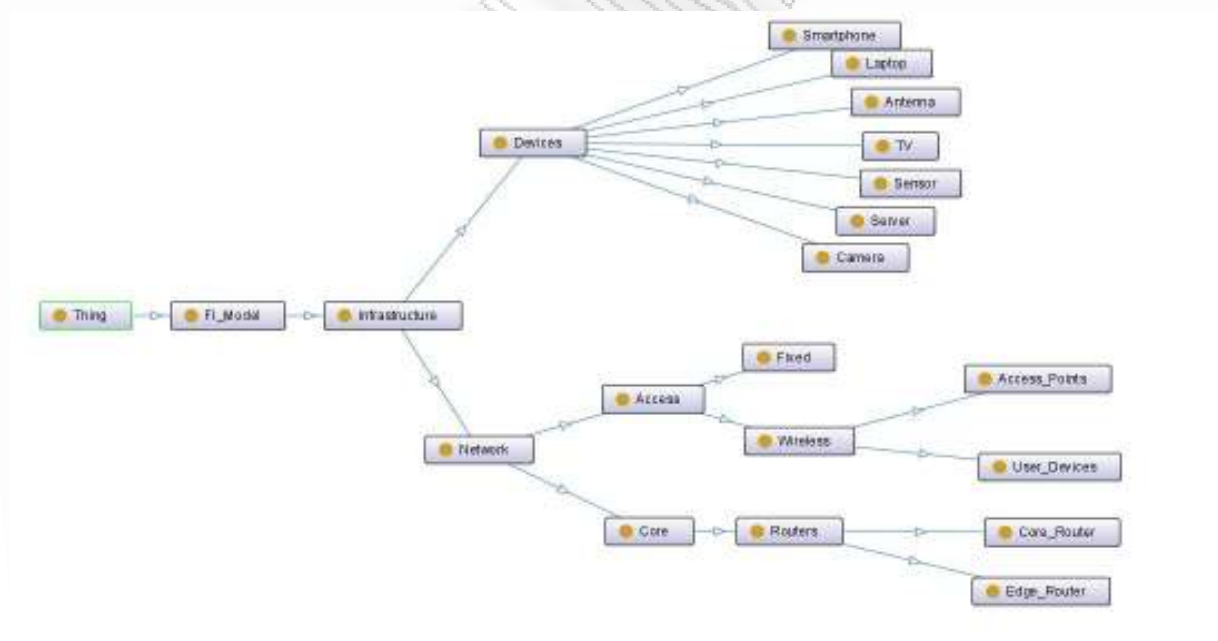


Σχήμα 5.7: Ανάλυση της οντότητας του Δικτύου (Network)

Η σύνδεση και ανάλυση των οντοτήτων πραγματοποιείται όσο αναφορά τον τρόπο πρόσβασης και την λειτουργία του δικτύου.

5^ο Επίπεδο ανάλυσης

Τέλος, παρατίθεται το τμήμα του οντολογικού μοντέλου που αφορά την υποδομή, καθώς είναι το μόνο που αναλύεται σε πέντε (5) επίπεδα. Στο σημείο αυτό παρατηρούμε τη συνολική οντολογική προσέγγιση που αφορά την υποδομή, τις οντότητες που εμπλέκονται συνολικά σε αυτή και του τρόπους διασύνδεσης μεταξύ τους, τις σχέσεις τους και τα στάδια στα οποία αναλύονται. Η υποδομή είναι αυτή που σχετίζεται με το υλικό μέρος, αλλά καλείται αν υποστηρίξει τις πρακτικές ανάγκες για πρόσβαση, ευρυζωνικότητα, ταχύτητα, ανταλλαγή δεδομένων, συνεχή επικοινωνία, συσκευές επικοινωνίας των χρηστών, κα.



Σχήμα 5.8: Συνολική ανάλυση του τμήματος της οντολογίας που αφορά την υποδομής (Infrastructure)

Το τελευταίο στάδιο της ανάπτυξης του οντολογικού μοντέλου αφορά τους δρομολογητές (routers) και την ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο. Η ασύρματη πρόσβαση αναλύεται στα

σημεία πρόσβασης και στο μέσο με το οποίο ο χρήστης αποκτά πρόσβαση στο Διαδίκτυο, ενώ αναφορικά με τους δρομολογητές ο τρόπος που πραγματοποιείται η δρομολόγηση.

Συγκεντρωτικά, θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στον εύκολο τρόπο μοντελοποίησης που προσφέρει η οντολογική προσέγγιση του Μελλοντικού Διαδικτύου, καθώς επιτυγχάνεται η συνολική θέαση του ως σύνολο, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται πλήρη επίδειξη των σχέσεων που το διέπουν, καθώς και των οντοτήτων που το απαρτίζουν. Υπάρχει, δηλαδή, μια συνολική εικόνα σχετικά με την μοντελοποίηση του Μελλοντικού Διαδικτύου, η οποία παραμένει προσιτή, απλή και αντιληπτή τόσο από το χρήστη όσο και από τις μηχανές.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΣΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Ο σχεδιασμός οντολογίας για σύστημα υπηρεσιών διαχείρισης υπηρεσιών στο πλαίσιο του Μελλοντικού Διαδικτύου που πραγματοποιείται σε αυτήν την εργασία προσπαθεί να καλύψει ένα πλήθος απαιτήσεων που προκύπτουν από το βαθμό χρήσης του Διαδικτύου και τον συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό του. Ως αποτέλεσμα των προηγούμενων κεφαλαίων, παρατηρείται ότι η λύση που προτείνεται παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα, τα οποία δίνουν ώθηση στο σχεδιασμό του Μελλοντικού διαδικτύου, τα αναφέρονται παρακάτω. Ωστόσο, όπως σε κάθε προσέγγιση, έτσι και εδώ παρατηρούμε μειονεκτήματα και ελλείψεις.

Στη συνέχεια παρατίθενται αναλυτικά η εκτίμηση της λύσης που προέκυψε.

6.2 Πλεονεκτήματα

Η συγκεκριμένη λύση που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια διαθέτει πλεονεκτήματα, τόσο αναφορικά με την ευελιξία που προσφέρει ο σχεδιασμός αυτός, όσο και με άρση της πολυπλοκότητας και προσφέρει μια συνολική θέαση του Μελλοντικού Διαδικτύου. Στη συνέχεια παρατίθενται τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η συγκεκριμένη λύση που προτείνει η παρούσα διπλωματική εργασία.

Η συγκεκριμένη προσέγγιση αποτελεί ένα νέο τρόπο θεώρησης του Μελλοντικού Διαδικτύου, η οποία συγκεντρώνει το ενδιαφέρον της έρευνας και γίνεται όλο και πιο δημοφιλής. Καταδεικνύει την ανάγκη που υπάρχει σήμερα να γίνει αντιληπτό το Μελλοντικό Διαδίκτυο ως ένα όλον, ενώ ταυτόχρονα να μπορούν να διακριθούν τα μέρη τα οποία το απαρτίζουν.

Επίσης, δίνει τη δυνατότητα συγκεκριμένου ορισμού στις σχέσεις μεταξύ των μερών του και κατ' επέκταση επιτρέπει την ένταξη διαφορετικών τεχνολογιών, στοιχείο σημαντικό, καθώς οι διαφορετικές συσκευές και τερματικά, η αρχιτεκτονική, οι τύποι δικτύων και γενικότερα τα μέρη από τα οποία συνίσταται το διαδίκτυο, αποτελούν συστατικά ενός ετερογενούς συνόλου τα οποία καλούνται να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να αλληλεπιδράσουν, ώστε να επιτευχθεί η προσβασιμότητα, ενώ ταυτόχρονα να μην είναι ορατή η ετερογένεια.

Κατά συνέπεια, επιτρέπει την άρση της πολυπλοκότητας και την δυνατότητα ανάπτυξης κάθε οντότητας ξεχωριστά. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται και η επέκταση της οντολογίας ανάλογα με τις απαιτήσεις που προκύπτουν συνεχώς. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά δίνουν τη δυνατότητα ευελιξίας κατά το σχεδιασμό, ώστε αυτός να είναι ο πληρέστερος δυνατός, ενώ ταυτόχρονα κάνει εφικτή την εύκολη τροποποίηση, την εισαγωγή και την εξαγωγή μερών.

Από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι η δυνατότητα για αυτονομία στην επικοινωνία, η οποία είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό. Η εισαγωγή στην οντολογία της δυνατότητας αυτοδιαχείρισης των τεχνολογιών δικτύωσης επιτρέπει αυτή την αυτονομία, η οποία κατά συνέπεια παρέχει τη δυνατότητα παροχής υπηρεσιών ενορχήστρωσης, προκειμένου να εξασφαλίζεται ότι κάθε νέα υπηρεσία που εισέρχεται σε ένα σύστημα δεν θα πρέπει να προκαλεί προβλήματα στη λειτουργία άλλων υπηρεσιών αλλά θα πρέπει να λειτουργεί αρμονικά με τις ήδη υπάρχουσες. Παρατηρούμε ότι η διαχείριση ενός τόσο μεγάλου συνόλου υπηρεσιών στα δίκτυα επόμενης γενιάς συνεπάγεται αυτο-διαχείρισης για την βελτίωση της απόδοσης και την επίτευξη της διαλειτουργικότητας αναγκαία για τη στήριξη των τρεχουσών και των υπηρεσιών του Μελλοντικού Διαδικτύου. Επιπλέον, ο συνδυασμός της οντολογίας με την αυτοδιαχείριση αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα της λύσης καθώς, η διαχείριση των συστημάτων πληροφορικής και επικοινωνιών ήταν ανέκαθεν ένα επιδέξιο ανθρώπινο έργο, και συνεπώς η ικανότητα αυτοδιαχείρισης είναι κατάλληλη μόνο εφόσον εποπτεύεται ή διέπεται κατά τρόπο κατανοητό σε άνθρωπο-διαχειριστή.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι το μοντέλο που σχεδιάστηκε επιτρέπει την πολλαπλή υλοποίηση του, ορίζει συγκεκριμένες σχέσεις ανάμεσα στα συστατικά του Διαδικτύου, χωρίς να περιορίζεται σε συγκεκριμένες τεχνολογίες. Ωστόσο, προσανατολίζεται περισσότερο στην υλοποίηση βάσει υπηρεσιών διαδικτύου (web services) και αρχιτεκτονικές προσανατολισμένες στις υπηρεσίες (SOA).

Είναι, λοιπόν, σημαντικό το γεγονός ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες αιχμής για το συγκεκριμένο μοντέλο, να συνδυαστούν και να διαλειτουργήσουν ομαλά σε ένα ετερογενές περιβάλλον, όπως το Μελλοντικό Διαδίκτυο.

6.3 Μειονεκτήματα και ελλείψεις

Μειονεκτήματα

Η δημιουργία ενός οντολογικού μοντέλου για το Μελλοντικό Διαδίκτυο προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία δίνουν ευελιξία, το καθιστούν εύκολα κατανοητό και επιτρέπουν την ανάπτυξη του. Ωστόσο, κατά την υλοποίηση απαιτούνται πολύ πιο συγκεκριμένες απαιτήσεις και προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιηθούν και να υλοποιηθούν τρόποι σύνδεσης και επικοινωνίας των μερών του Μελλοντικού Διαδικτύου, ακόμη και αν αυτό σημαίνει την επίτευξη επικοινωνίας των μερών με παλαιότερες τεχνολογίες, αρχιτεκτονικές ή φιλοσοφία σχεδίασης. Επιπλέον, ένα οντολογικό μοντέλο δεν μπορεί να περιγράψει επακριβώς το ζήτημα των χρηστών. Όπως παρατηρείται, το συγκεκριμένο μοντέλο δεν ενσωματώνει την οντότητα «Χρήστης», οι οποία συνδέεται με μια ομάδα μερών της οντολογίας για το Μελλοντικό Διαδίκτυο, καθώς επίσης, δεν μπορεί να ανταποκριθεί στην πολυπλοκότητα και τις ιδιομορφίες που παρουσιάζει η συγκεκριμένη οντότητα.

Ορισμένες επιπλέον προεκτάσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν είναι ο ορισμός συγκεκριμένων προδιαγραφών για κάθε μέλος του μοντέλου. Να μελετηθεί κάθε μέλος της οντολογίας ξεχωριστά, ορίζοντας τον ακριβή ρόλο, την επικοινωνία και τους τρόπους επικοινωνίας με τα υπόλοιπα στοιχεία. Στα πλαίσια αυτού θα μπορούσε, ενδεχομένως, να συμπεριληφθεί ο τρόπος ενσωμάτωσης οδηγιών, οι οποίες βασίζονται σε συγκεκριμένες πολιτικές σε σημασιολογικές υπηρεσίες διαδικτύου.

Τέλος, στα πλαίσια της διπλωματικής θα μπορούσε να δοθεί περισσότερη έμφαση σε περιβάλλοντα έντονης επικοινωνίας και την απόδοση της οντολογίας αυτών βάσει reasoners. Τρόποι ενσωμάτωσης οδηγιών, οι οποίες βασίζονται σε συγκεκριμένες πολιτικές σε σημασιολογικές υπηρεσίες διαδικτύου.

7^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Ανακεφαλαίωση

Στη σημερινή εποχή το Διαδίκτυο αποτελεί μέρος της ανθρώπινης καθημερινότητας ικανοποιώντας ανάγκες που πριν μόλις μια δεκαετία ο άνθρωπος δεν φανταζόταν. Αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης, είναι η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη για πρόσβαση, υψηλού επιπέδου επικοινωνία, δυνατότητα παροχής υπηρεσιών σε κάθε τομέα της ζωής ενός ανθρώπου. Επιπλέον, η χρήση της τεχνολογίας είναι σαφώς πιο διαδεδομένη, ενώ περιορισμοί που ίσχυαν στο παρελθόν έχουν αρχίσει και περιορίζονται. Ωστόσο, η συνεχώς αυξανόμενη χρήση του Διαδικτύου συνδέεται με την αύξηση της ανάγκης για περισσότερες υπηρεσίες, για καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών, για μεγαλύτερες ταχύτητες ανταλλαγής δεδομένων, για καλύτερη επικοινωνία και περισσότερη εφαρμογών μεταξύ τους και τόσα άλλα.

Επίσης, η συνεχής αυξανόμενες ανάγκες δημιούργησαν προσδοκίες στους χρήστες. Η χρήση του διαδικτύου δεν έχει περιορισμούς αναφορικά με τους λόγους χρησιμοποίησης του από τους χρήστες. Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει τίποτε το τόσο εξειδικευμένο που δεν υπάρχει καμία ομάδα χρηστών που να ενδιαφέρεται. Για το λόγο αυτό προκύπτουν προσδοκίες, οι οποίες αργότερα μετατρέπονται σε απαιτήσεις, κοινωνικές, οικονομικές και τεχνολογικές. Πέραν των τεχνολογικών απαιτήσεων που αφορούν τους χρήστες και αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και οι τεχνολογικές απαιτήσεις που θα πρέπει η έρευνα να αντιμετωπίσει προκειμένου να καλυφθούν οι κοινωνικές και οικονομικές προσδοκίες των χρηστών. Απόδειξη αυτού η σημαντική αύξηση της χρήσης του διαδικτύου λόγω των δικτυακών τόπων κοινωνικής δικτύωσης.

Οι ανάγκες και οι απαιτήσεις που έχουν αναδειχτεί καθιστούν πολλή σημαντική την έρευνα αναφορικά με το Μελλοντικό Διαδίκτυο. Για τον λόγο αυτό, παρατηρείται ένας μεγάλος αριθμός ερευνητικών προσπαθειών σχετικά με το συγκεκριμένο τομέα. Τα έργα αυτά είναι κατά κύριο λόγο συνεργατικά, τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσο και σε παγκόσμιο. Επίσης, σημαντικό είναι

το γεγονός ότι η έρευνα που πραγματοποιείται δεν αφορά μόνο τον ακαδημαϊκό κόσμο, αλλά αφορά και εταιρείες οι οποίες εμπλέκονται σε διάφορα προγράμματα και έργα.

Μεγάλο βάρος δίνεται στην εξέλιξη της υποδομής και κυρίως των δικτύων, ενώ μια νέα παράμετρος αναδύεται. Η παράμετρος αυτή αφορά την ύπαρξη αυτο-διαχείρισης στα συστήματα του Μελλοντικού Διαδικτύου, τα οποία θα συνδέουν το φυσικό κόσμο με τις εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, η πολυπλοκότητα των σύγχρονων δικτύων επικοινωνίας απαιτεί μια αυτόνομη προσέγγιση, όπου τα στοιχεία παρουσιάζουν έναν βαθμό αυτο-διαχείρισης τα οποία όταν συνδυάζονται παρέχουν ένα επίπεδο της αυτο-διαχείρισης για το δίκτυο ως σύνολο.

Αναφορικά με αυτές τις εξελίξεις, η παρούσα διπλωματική εργασία προσπαθεί να επιτύχει την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων πραγματοποιώντας μια οντολογική προσέγγιση στο συγκεκριμένο ζήτημα. Σκοπός της είναι να γίνει αντιληπτό το Μελλοντικό Διαδίκτυο ως ένα όλον το οποίο αποτελείται από επιμέρους στοιχεία, τα οποία συνδέονται, επικοινωνούν, διαλειτουργούν, ανταλλάσσουν πληροφορίες κ.α.. Για την επίτευξη αυτού του στόχου η οντολογική μηχανική μας επιτρέπει τον ορισμό των σχέσεων ανάμεσα στα μέρη του Μελλοντικού Διαδικτύου με τρόπο απλό, σαφές και συγκεκριμένο. Είναι σαφές από την συνολική εικόνα της συγκεκριμένης διπλωματικής και βάσει των τομέων που αναλύθηκαν, ότι η εφαρμογή ενός οντολογικού μοντέλου υπόσχεται πολλά, καθώς κινούμαστε περισσότερο προς τα συστήματα που παρουσιάζουν αυτο-διαχείριση της συμπεριφοράς τους, συμπεριλαμβανομένης της δικτύωσης, των τεχνολογικών εξελίξεων και τα περιβάλλοντα καταναμημένων συστημάτων. Ακόμη, η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επιχειρεί την αφαίρεση της πολυπλοκότητας του Μελλοντικού Διαδικτύου και τον σχεδιασμό ενός οντολογικού μοντέλου το οποίο θα ορίζεται συγκεκριμένα, ενώ ταυτοχρόνως θα επιτρέπει την πολλαπλή υλοποίηση.

Η συγκεκριμένη λύση που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια διαθέτει πλεονεκτήματα, τόσο αναφορικά με την ευελιξία που προσφέρει ο σχεδιασμός αυτός, όσο και με άρση της πολυπλοκότητας και προσφέρει μια συνολική θέαση του Μελλοντικού Διαδικτύου. Στον αντίποδα αυτού, παρατηρούμε ότι ανάλογα με τον τρόπο υλοποίησης της συγκεκριμένης οντολογίας απαιτείτε μεγαλύτερος βαθμός λεπτομέρειας, ενώ δεν συνδέθηκε ο σχεδιασμός με τον σημασιολογικό ιστό (semantic web).. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που απομένουν να λυθούν, μερικά από τα οποία έχουμε ήδη αρχίσει να αντιμετωπίζονται, όπως το ποια είναι η απόδοση της οντολογίας με βάση reasoners σε περιβάλλοντα έντονης επικοινωνίας (communications intense environments) και πώς να ενσωματώσουν οδηγίες που βασίζονται σε συγκεκριμένες πολιτικές σε σημασιολογικές υπηρεσίες διαδικτύου χρησιμοποιώντας υπάρχοντα γλωσσικά χαρακτηριστικά.

Όμως, υπάρχουν δυνατότητες επέκτασης του ζητήματος, όπως η συγκεκριμενοποίηση της υλοποίησης που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και ο ορισμός της αρχιτεκτονικής. Πρέπει να σημειωθεί, ότι η αλματώδης εξέλιξεις σε αυτήν την κατεύθυνση ασκούν συνεχείς ωθήσεις στην έρευνα και προσφέρουν γόνιμο έδαφος για την ανάπτυξη πολλών προγραμμάτων.

7.2 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η οντολογία αποτελεί μια αποτελεσματική και αποδοτική προσέγγιση στο Μελλοντικό Διαδίκτυο. Δεν είναι τυχαίο ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στροφή της έρευνας σε αυτόν τον τομέα, καθώς επιτρέπει την ολοκληρωμένη θέαση του Μελλοντικού Διαδικτύου και κατά συνέπεια δίνει τη δυνατότητα συνολικής ανάλυσης και ανάπτυξης των μερών του, δυνατότητα συνδυασμού της μελέτης αναφορικά με την υποδομή, όσο και με τις υπηρεσίες που θα προσφέρονται από τους παρόχους. Επιτρέπει τη δημιουργία εύκολα κατανοητών δομών, οι οποίες μπορούν να παρέχουν τη σαφήνεια και να παραμένουν κατανοητές. Ακόμη, μπορεί με κατάλληλο τρόπο να ενσωματώσει νέα μέρη, ενώ επιτρέπει ένα βαθμό ανεξαρτησίας και αυτοδιαχείρισης, αλλά και την ενορχήστρωση των μερών της.

Ένα επιπλέον συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα διπλωματική εργασία είναι η σημασία του να γίνει αντιληπτό το Μελλοντικό Διαδίκτυο ως μια ολότητα, και να είναι διακριτές τα μέρη του και οι σχέσεις που τα συνδέουν. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να δοθούν ουσιαστικές λύσεις στις απαιτήσεις που τίθενται σήμερα.

Το τμήμα της οντολογίας με τα περισσότερα επίπεδα ανάλυσης, αλλά και την μεγαλύτερη ετερογένεια είναι η υποδομή (infrastructure). Για το λόγο αυτό θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό, στη διάκριση των μερών του, τις σχέσεις και τους τρόπους σύνδεσης και επικοινωνίας μεταξύ τους. Τα μέρη που αποτελούν την υποδομή παρουσιάζουν ετερογένεια ως προς τη χρήση, τη λειτουργία, τον προμηθευτή, τις υπηρεσίες που προσφέρουν, το λογισμικό και τις δυνατότητες που παρέχει σε κάθε μέρος της υποδομής. Η διαλειτουργικότητα τους εξαρτάται από υψηλού επιπέδου διεπαφές και πληροφορίες που μπορούν να γίνουν αντιληπτές από κάθε μέρος της υποδομής.

να εγγυάται την ανοικτότητα του συστήματος τόσο ως προς τη διασυνδεσιμότητά του με τις υπόλοιπες συσκευές και συστήματα, όσο και την ομαλή συνεργασία και λειτουργία μεταξύ των επιμέρους λειτουργικών εφαρμογών. Προϋπόθεση αυτού είναι η επικοινωνία να είναι πραγματικά αυτόνομη με την έννοια ότι απαιτεί μηδενική διαχείριση ή εάν υπάρχει η δυνατότητα αυτοδιαχείρισης (self-management) των τεχνολογιών δικτύωσης. Η αυτόματη διαχείριση έχει πρόσφατα αναδειχθεί ως η εξέλιξη της αυτοματοποιημένης διαχείρισης. Οι ποικίλοι και περίπλοκοι διαδικτυακοί πόροι και υπηρεσίες του Μελλοντικού διαδικτύου θα πρέπει να διαχειρίζονται αυτόματα και να περιλαμβάνουν δυνατότητες αυτοδιαχείρισης. Απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη του Μελλοντικού Διαδικτύου και την υλοποίηση των απαιτήσεων και των προσδοκιών είναι η αυτονομία, που επιτυγχάνεται μέσω της αυτοδιαχείρισης (self-management) και της δυνατότητας λήψης αποφάσεων από τα μέρη του Διαδικτύου και όχι από τους ανθρώπους-διαχειριστές αυτών.

Το οντολογικό μοντέλο που παρουσιάστηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν θέτει περιορισμούς ως προς τον τρόπο που μπορεί να υλοποιηθεί, αλλά όπως παρατηρείται και σύμφωνα με της γενικότερες εξελίξεις, οι υπηρεσίες (web services) είναι μια καινοτομική αρχιτεκτονική με την οποία παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας και χρήσης ηλεκτρονικών υπηρεσιών στο διαδίκτυο με απλό και οικονομικό τρόπο. Δεδομένου ότι οι υπηρεσίες που δημιουργούνται στο Διαδίκτυο βασίζονται σε μία κοινή αρχιτεκτονική ανάπτυξης, δημοσίευσης και εκμετάλλευσης των υπηρεσιών τους, όπως αυτή καθορίζεται από το W3C και που ορίζεται ως η αρχιτεκτονική των web services, επιτρέπουν την αφαίρεση περιορισμών και την ευρύτερη επικοινωνία μεταξύ των μερών.

7.3 Επίλογος – Μελλονική Έρευνα

Δεδομένου ότι η εφαρμογή των οντολογικών μοντέλων αρχίζει να αποκτά ευρύτερη αποδοχή, η πρόκληση της έρευνας αρχίζει να κινείται προς τα θέματα που σχετίζονται με μηχανική

οντολογία των συστημάτων που βασίζονται σε απαιτητικά σε απόδοση περιβάλλοντα επικοινωνίας (performance demanding communication environments). Με την συνεχή έρευνα, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση λύσεων, παρατηρούμε ότι οι απαιτήσεις του Μελλοντικού Διαδικτύου διασπώνται σε μικρότερες, αλλά πιο συγκεκριμένες.

Μια επιπλέον απαίτηση, η οποία είχε ενδιαφέρον σε μια μελλοντική έρευνα να ληφθεί υπόψη κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού η υλοποίηση των πρακτόρων αναζήτησης (search agents), οι οποίοι θα είναι σε θέση να ανακαλύψουν νέες έννοιες και να υποστηρίξουν την αυτόματη ενημέρωση της οντολογίας.

Ακόμη, τόσο το πλαίσιο για τον καθορισμό της οντολογίας όσο και οι ίδιες οι οντολογίες θα πρέπει να ορίζονται με τη χρήση επεκτάσεων της XML, όπως XOL (XML Ontology Exchange Language) και του RDF (Resource Description framework), όπως τα RDFS. Η χρησιμοποίηση των τυποποιημένων πλαισίων παρουσίασης θα εξασφαλίσει της διαλειτουργικότητας της Εξατομικευμένης Οντολογικής Διεπαφής (Ontology Personalisation Interface) και του πληροφοριακού συστήματος αναζήτησης με τη χρήση πολυ-πρακτόρων (Multi-Agent Information Search System).

Θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον ο συνδυασμός της συγκεκριμένης προσέγγισης με το σημασιολογικό ιστό. Οι επεκτάσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν, αλλά και τα πλεονεκτήματα που θα παρουσίαζε μια τέτοια λύση. Επίσης, σε επίπεδο υλοποίησης του μοντέλου που παρουσιάστηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα σύστημα παρακολούθησης της οντολογίας, το οποίο θα επέτρεπε τη δυναμική ενημέρωση της, ενώ θα μπορούσε σε ένα δεδομένο πειραματικό δίκτυο να παρακολουθεί την εισαγωγή και την εξαγωγή οντοτήτων, καθώς και να τροποποιεί κατάλληλα την οντολογία.

Τέλος, παρατηρώντας το μοντέλο, γίνεται κατανοητό ότι πέραν της ανάπτυξης μιας οντολογίας είναι απαραίτητη η εξέλιξη και ανάπτυξη κάθε οντότητας μεμονωμένα για να επιτευχθεί ουσιαστική καινοτομία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. J-C Hourcade, Y. Neuvo, W. Wahlster, R. Saracco, R. Posch, "Future Internet 2020, Call for action by a high level visionary panel", European Commission, Information Society and Media, May 2009
2. K. Tsagkaris, V. Stavroulaki, N. Koutsouris, P. Demestichas, "Virtualisation platform for the introduction of cognitive systems in the Future Internet", In Proc. Future Networks and Mobile Summit 2010, Florence, Italy, June 2010
3. IST-2001-33174
4. V. Stavroulaki, N. Koutsouris, K. Tsagkaris, P. Demestichas, "A platform for the integration and management of cognitive systems in future networks", In Proc. IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM 2010), Miami, USA, December 2010, pp.492 - 497
5. T. Melia, A. de la Oliva, A. Vidal, I. Soto, D. Corujo, R. Aguiar, "Toward IP converged heterogeneous mobility: A network controlled approach", Elsevier Computer Networks journal, Vol. 51, Issue 17, pp. 4849-4866, Dec. 2007.
6. R. Thomas, D. Friend, L. DaSilva, A. McKenzie, "Cognitive networks: adaptation and learning to achieve end-to-end performance objectives", IEEE Commun. Mag., Vol. 44, No. 12, pp. 51-57, Dec. 2006
7. Π. Κ. Κίικρας, «Σχεδίαση Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού με την Χρήση Οντολογιών», 2005
8. <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>
9. <http://protege.stanford.edu/overview/protege-owl.html>
10. <http://protege.stanford.edu/overview/>
11. Protégé, <http://protege.stanford.edu/>
12. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/#OwIVarieties>
13. (<http://www.future-internet.eu/activities/fp7-projects.html#c47>)
14. <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire/>
15. www.ict-fireworks.eu

16. Π. Κατσιούλη, Απεικόνιση Σχεσιακού Μοντέλου σε Οντολογία Σημασιολογικού Ιστού, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2006
17. V. Stavroulaki, N. Koutsouris, K. Tsagkaris, P. Demestichas, “Virtualisation platform for the introduction of cognitive systems in the Future Internet”,
18. Riichiro Mizoguchi, Mitsuru Ikeda, “Towards Ontology Engineering”, Technical Report AI-TR-96-1, I.S.I.R., Osaka University, 567 Japan, 2011
19. P. Demestichas, V. Stavroulaki, K. Tsagkaris, Y. Kritikou, M. Logothetis, “Workshop on the Future Internet Public Private Partnership Architecture”, University of Piraeus, Madrid, Spain, June 2010
20. Jens Mödeker, Achim Marikar, “Deliverable D1.1 System Deployment Scenarios and Use Cases for Cognitive Management of Future Internet Elements”, FP7 Information & Communication Technologies (ICT), October 2008
21. John Keeney, Kevin Carey, David Lewis, Declan O’Sullivan, Vincent Wade, “Ontology-based Semantics for Composable Autonomic Elements”, In Proc. Workshop on AI in Autonomic Communications at the 19th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), 2005
22. David Lewis, Declan O’Sullivan, Kevin Feeney, John Keeney, Ruaidhri Power, “Ontology-based Engineering for Self-Managing Communications”, 1st IEEE International Workshop on Modelling Autonomic Communications Environments (MACE 2006), Dublin, Ireland, 25-26 October 2006, pp 81-100
23. Vladimir Tomic, Babak Esfandiari, Bernard Pagurek, and Kruti Patel, “On Requirements for Ontologies in Management of Web Services”, CAiSE '02/ WES '02 Revised Papers from the International Workshop on Web Services, E-Business, and the Semantic Web Pages 237-247, Springer-Verlag London, UK ©2002
24. Panagiotis Vlacheas, Vera Stavroulaki, Panagiotis Demestichas, Scott Cadzow, Demosthenes Ikonomou, Slawomir Gorniak, “Towards An End-to-End Network Resilience”, University of Piraeus Research Centre, Greece
25. Serrano J. Martín, Serrat Joan, Strassner John, Cox Greg, Carroll Ray Ó, Foghlú Mícheál, Services Management Using Context Information, “Ontologies and the Policy-Based Management Paradigm: Towards Integrated Management in Autonomic

- Communications”, 1st IEEE Workshop on Autonomic Communications and Network Management, Munich, Germany, May 2007
26. Β. Κόπανος, “Αποδοτική Αναγνώριση Υπονοούμενων Ιεραρχικών Σχέσεων σε OWL Οντολογίες”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούλιος 2011
 27. Horrocks I. “A denotational semantics for OIL-lite and standard-OIL” Technical report, <http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/OIL/semantics/>, (2000)
 28. Horrocks I, van Harmelen F. “Reference description of the DAML+OIL Ontology mark up language”. Technical report <http://www.daml.org/2001/03/reference/>. (2001)
 29. Dean M, Schreiber G. “OWL Web Ontology Language Reference”. W3C Working Draft. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/> (2003).
 30. Gruber, T. R. “A Translation Approach to Portable Ontology Specifications”. Knowledge Acquisition, 5, (2):199-220, 1993
 31. McGuinness, D.L., Fikes, R., Rice, J. and Wilder, S. “An Environment for Merging and Testing Large Ontologies”. Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Seventh International Conference (KR2000). A. G. Cohn, F. Giunchiglia and B. Selman, editors. San Francisco, CA, Morgan Kaufmann Publishers (2000).
 32. N. Koytsoyris, V. Stavroulaki, “A Service Oriented Platform for the Integration and Interoperability of Cognitive Management Schemes in the Wireless B3G World”, IEEE Wireless Communications Magazine, December 2008