

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΑΣ
ΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ
ΤΟΥ ΠΡΟΦΙΛ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΔΙΑΧΥΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ**

ΕΥΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ-ΣΕΡΑΦΕΙΜ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΓΚΟΥΜΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΠΑΤΡΑ-ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τι είναι ο διάχυτος υπολογισμός(pervasive or ubiquitous computing)? Διάχυτος Υπολογισμός είναι η αυξανόμενη τάση προς την ενσωμάτωση μικροεπεξεργαστών σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, ώστε να μπορούν να επικοινωνούν πληροφορίες.

Ο διάχυτος υπολογισμός στηρίζεται στη σύγκλιση των ασύρματων τεχνολογιών, προηγμένων ηλεκτρονικών συστημάτων και το Διαδίκτυο. Ο στόχος των ερευνητών που εργάζονται σε διάχυτος υπολογισμό είναι η δημιουργία έξυπνων προϊόντων που επικοινωνούν διακριτικά. Τα προϊόντα που συνδέονται με το Διαδίκτυο και τα δεδομένα που δημιουργούν είναι εύκολα διαθέσιμα. Τα μελλοντικά περιβάλλοντα υπολογισμού περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση καθημερινών αντικειμένων, εφοδιασμένα με μικροσκοπικούς επεξεργαστές, αισθητήρες και κάρτες ασύρματων δικτύων. Τα έξυπνα αυτά αντικείμενα (τεχνουργήματα) μπορούν να εξερευνούν το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται και να επικοινωνούν μεταξύ τους. Όλα αυτά και πολλά άλλα ενδιαφέροντα θα μελετήσουμε στην παρούσα εργασία σχεδιάζοντας εικονικά ένα τέτοιο περιβάλλον (περιβάλλον περιρρέουσας νοημοσύνης) με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, μοντελοποιείται μέσω οντολογιών και μέσω των σφαιρών δραστηριοτήτων, που περιλαμβάνουν όλη εκείνη την πληροφορία που απαιτείται για να εκτελεστεί μια συγκεκριμένη εργασία μέσα στο περιβάλλον.

Στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση και μοντελοποίηση τέτοιων διάχυτων συστημάτων ,μελετώντας σε βάθος τις τεχνολογίες που κρύβουν και τις εφαρμογές τους σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα δούμε τι είναι τα συστήματα διάχυτου υπολογισμού ,τις εφαρμογές τους και το μέλλον τους .Τα συστήματα διάχυτου υπολογισμού καλούνται να διαχειριστούν την πληροφορία πλαισίου (context) που χαρακτηρίζει την περιρρέουσα κατάσταση διαφόρων οντοτήτων (π.χ., χρήστες, υπολογιστές, περιβάλλον, κτλ.). Στην παρούσα εργασία εξετάζονται θέματα που αφορούν τη διαχείριση πλαισίου (context management) καθώς και την ικανότητα ενός συστήματος διάχυτου υπολογισμού να προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών λαμβάνοντας αυτόνομα αποφάσεις, ελαχιστοποιώντας έτσι την παρέμβασή τους. Ιδιαίτερης σημασίας αποτελεί και η διαχείριση σε χαμηλότερο επίπεδο της πληροφορίας περιβάλλοντος που προέρχεται από δίκτυα αισθητήρων. Μέσω των τεχνικών σύντηξης δεδομένων/αποφάσεων που προτείνονται καθίσταται δυνατή η επεξεργασία αυτού του είδους πλαισίου. Επιπλέον, μελετώνται θέματα συνεργατικής επίγνωσης, συμπερασμού και βιο-μιμητικής διάδοσης πλαισίου. Εξετάζονται κατάλληλοι μέθοδοι ανάπτυξης προσαρμοστικής συμπεριφοράς ώστε να καταστεί δυνατή η αποδοτικότερη διάδοσή της πληροφορίας σε κατανεμημένα περιβάλλοντα. Ο στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους επικοινωνίας και παράλληλα η μεγιστοποίηση της «ποιότητας» του διαδιδόμενου πλαισίου. Κατά συνέπεια, στα πλαίσια της εργασίας αναδείχθηκαν βασικά ζητήματα όπως η ανακάλυψη, η αναπαράσταση και ο συμπερασμός πλαισίου, η σύντηξη πλαισίου και η συνεργατική συμπεριφορά οντοτήτων σε κατανεμημένα περιβάλλοντα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΥΡΙΩΣ ΚΕΙΜΕΝΟ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΔΙΑΧΥΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ	6
1.1 Χαρακτηριστικά του διάχυτου υπολογισμού	6
1.2 Πληροφορία Πλαισίου	7
1.3 Επίγνωση Πληροφορίας Πλαισίου	8
1.4 Συνεργατική Επίγνωση Πληροφορίας Πλαισίου	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΧΥΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	11
2.1 Εισαγωγή.....	11
2.2 Mobile Security Agent	39
2.2.1 Mobile Platforms Agent	15
2.3 Δίκτυα Αισθητήρων	17
2.3.1 Εισαγωγή.....	42
2.3.2 Εφαρμογές δικτύων αισθητήρων	42
2.3.3 Δυναμική αναδιάρθρωση των δικτύων αισθητήρων.....	19
2.3.3.1 Μέθοδοι μέσω Λογισμικού για Αναδιάρθρωση των κόμβων αισθητήρων	19
2.3.3.2 Προσεγγίσεις Hardware στην Αναδιάρθρωση των κόμβων αισθητήρων	22
2.4 Συνεργασία και διαλειτουργικότητα μεταξύ των Δικτύων Αισθητήρων.....	45
2.5 Εφαρμογές.....	45
2.5.1 Ένα Σύστημα διάχυτου υπολογισμού για την παρακολούθηση ηφαιστείου.....	48
2.5.2 Μια πλατφόρμα διάχυτου υπολογιστικού Εξατομικευμένης Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης.....	33
2.6 Συμπέρασμα	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ	38
3.1 Τι είναι μια Οντολογία	38
3.2 Κατηγοριοποίηση και Βασικά Χαρακτηριστικά των Οντολογιών	39
3.2.1 Κατηγοριοποίηση ως προς την τυπικότητα στην έκφραση τους	39
3.2.2 Κατηγοριοποίηση ως προς την τεχνική μοντελοποίησης	40
3.2.3 Κατηγοριοποίηση ως προς την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης.....	41
3.2.4 Κατηγοριοποίηση με βάση τον πλούτο της εσωτερικής τους δομής	43
3.2.5 Βασικά Χαρακτηριστικά των Οντολογιών	44
3.3 Κύκλος ζωής και Αρχές Σχεδίασης Οντολογιών.	45
3.3.1 Ο σχεδιαστικός κύκλος ζωής οντολογιών.....	45
3.3.2 Αρχές Σχεδίασης	48
3.3.2.1 Κόστη – Οφέλη από την Χρήση των Αρχών Σχεδίασης.....	49

2.4 Σύνοψη	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
ΓΛΩΣΣΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΟΝΤΟΛΟΓΙΩΝ.....	52
4.1 Εισαγωγή.....	52
4.2 Αναδρομή στην Εξέλιξη των Γλωσσών Ανάπτυξης Οντολογιών	52
4.2.1 OWL.....	53
4.2.2 Εργαλεία σχεδίασης οντολογιών.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
ΟΝΤΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΝΟΣ	
ΑΤΟΜΟΥ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	
.....	57
5.1 Είδη Οντολογιών	57
5.2 Οντολογία προφίλ χρήστη.....	58
5.2.1 Οντολογία προφίλ χρήστη (UPO)	
.....	62
5.2.2 Επέκταση οντολογίας προφίλ χρήστη.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΟΔΗΓΙΩΝ	
ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ	65
6.1 Εισαγωγή.....	65
6.2 Πλοήγηση και Εντοπισμός Πορείας: Επισκόπηση Θεωρίας	65
6.2.1 Συνειδητοποιημένη Πλοήγηση (Navigational Awareness).....	65
6.2.2 Χωρική Ικανότητα.....	66
6.2.3 Εύρεση Διαδρομής (Wayfinding)	66
6.2.4 Χωρική Γνώση και Δυνατότητες Εύρεσης Διαδρομών των Ανθρώπων ...	67
6.2.5 Σύνοψη	68
6.3 Μοντελοποίηση χρήστη για την εφαρμογή OntoNav.....	69
6.3.1 Γενική Αρχιτεκτονική	69
6.3.1.1 Υπηρεσία πλοήγησης	69
6.3.1.2 Οντολογία πλοήγησης.....	70
6.3.1.3 Οντολογία χρηστών πλοήγησης.....	70
6.3.1.4 Συμβολικό σύστημα εντοπισμού.....	70
6.3.1.5 Τοπολογία Εσωτερικού Χώρου	70
6.3.1.6 Αλγόριθμος δρομολόγησης.....	70
6.3.1.7 Κανόνες Επιλογής Στοιχείων Μονοπατιών.....	70
6.4 Η Οντολογία Χρηστών Πλοήγησης	71
6.4.1 Προσεγγίζοντας ένα Μοντέλο Χρήστη.....	71
6.4.2 Σύνοψη	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	
ΕΠΙΛΟΓΟΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	76
7.1 Συμπεράσματα.....	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	77

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία θα δούμε τι είναι τα συστήματα διάχυτου υπολογισμού που βασίζονται σε πληροφορίες, και χρησιμοποιούνται για να ανταποκριθούν και να προσαρμοστούν στις συμπεριφορές των χρηστών. Για να επιτευχθεί αυτό, το πλαίσιο για την ευαισθητοποίηση και μόνο είναι ανεπαρκές ωθώντας προς κάποια μορφή της εξατομίκευσης. Για παράδειγμα, προσωποποιημένες βοηθητικές υπηρεσίες που αποσκοπούν στην υποστήριξη των καθημερινών δραστηριοτήτων των χρηστών και την ενίσχυση της ποιότητας ζωής τους. Με την εμφάνιση των κινητών τεχνολογιών, υπάρχει μια αυξανόμενη ανάγκη για την ανάπτυξη εφαρμογών που βασίζονται στο χρήστη και μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες των χρηστών σε κινητά περιβάλλοντα. Αυτό έχει προκαλέσει την έρευνα σε τομείς της μοντελοποίησης χρηστών και αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή σε context-aware εφαρμογές. Μια βασική πρόκληση στα υπολογιστικά συστήματα είναι να παρέχει τις πληροφορίες στους χρήστες τη «σωστή» στιγμή και με τον «σωστό» τρόπο. Αυτό έχει οδηγήσει στην χρήση οντολογιών ως μέσο για την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών μέσω προσαρμόσιμων μοντέλων χρήστη. Τα μοντέλα χρήσης έχουν αναπτυχθεί για χρήση εντός προσωποποιημένων συστημάτων ανάκτησης πληροφοριών στο διαδίκτυο, και για τις δημόσιες υπηρεσίες, όπως η ψηφιακοί οδηγοί μουσείων ή ηλεκτρονικά προσαρμοσμένες βιβλιοθήκες. Με την ανάπτυξη των τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας, οι άνθρωποι γίνονται όλο και πιο εξαρτημένοι από τη χρήση των τεχνολογιών που έχουν σταδιακά ενσωματωθεί στην καθημερινή τους ζωή. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση για την ανάπτυξη καλύτερων μεθόδων για τη σύλληψη και την εκπροσώπηση προσαρμόσιμων προφίλ σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα.

ΚΥΡΙΩΣ ΚΕΙΜΕΝΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή στο Διάχυτο Υπολογισμό

Ο διάχυτος υπολογισμός (pervasive computing) αποτελεί την εξέλιξη του κινητού υπολογισμού (mobile computing) και ξεκινάει από τα μέσα της δεκαετίας του 1970.

Οραματιστής του θεωρείται ο Mark Weiser. Πίστευε, ότι ο διάχυτος υπολογισμός έχει ως στόχο την εκτεταμένη χρήση πολλών υπολογιστών, καθιστώντας τους διαθέσιμους σε όλο το φυσικό περιβάλλον. Οι διάφορες τεχνολογίες θα μπορούν να χάνονται στο παρασκήνιο, ώστε ο άνθρωπος να μην έχει επίγνωση της χρήσης τους. Έτσι, οι χρήστες δεν θα πρέπει να εκπαιδεύονται στη χρήση εξειδικευμένων συσκευών, αλλά θα πρέπει οι τεχνολογίες που τους περιβάλλουν να προσαρμόζονται σε αυτούς και να τους υποστηρίζουν. Όταν συνελήφθη για πρώτη φορά το όραμα του διάχυτου υπολογισμού θεωρείτο σχεδόν εξωπραγματικό, γιατί η τεχνολογία υλικού (hardware technology) εκείνης της εποχής δεν ήταν δυνατόν να το ενσαρκώσει. Σήμερα όμως, μετά από πολλά χρόνια τεχνολογικών εξελίξεων, πολλά απαραίτητα συστατικά του διάχυτου υπολογισμού είναι διαθέσιμα ακόμη και ως εμπορικά προϊόντα (π.χ. υπολογιστές χειρός, laptop, ασύρματα δίκτυα, ετικέτες RFID, αισθητήρες, κ.α.) .Οι δύο σημαντικές περιοχές στις οποίες βασίζεται ο διάχυτος υπολογισμός είναι τα καταναμημένα συστήματα (distributed systems) και ο κινητός υπολογισμός. Ο τομέας των καταναμημένων συστημάτων προέκυψε από τον συνδυασμό των προσωπικών υπολογιστών και των τοπικών δικτύων. Η έρευνα που ακολούθησε από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 έως τις αρχές της δεκαετίας του 1990 δημιούργησε ένα εννοιολογικό πλαίσιο και μια αλγοριθμική βάση που έχει διαχρονική αξία σε οποιαδήποτε εργασία εμπλέκονται δύο ή περισσότεροι υπολογιστές (σταθεροί ή κινητοί, ενσύρματοι ή ασύρματοι). Η γνώση αυτή εκτείνεται σε πολλές περιοχές οι οποίες είναι θεμελιώδεις για τον διάχυτο υπολογισμό. Η εμφάνιση των φορητών υπολογιστών (laptop) και των ασύρματων δικτύων (wireless LAN) στις αρχές της δεκαετίας του 1990 οδήγησε τους ερευνητές να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά τη δημιουργία ενός καταναμημένου συστήματος με κινητούς χρήστες. Έτσι, εμφανίστηκε ο κινητός υπολογισμός.

1.1 Χαρακτηριστικά του διάχυτου υπολογισμού

Ένα περιβάλλον διάχυτου υπολογισμού είναι κορεσμένο με υπολογιστικές και επικοινωνιακές δυνατότητες και χαρακτηρίζεται δίκαια πολλές φορές σαν «τεχνολογία που εξαφανίζεται». Δεδομένου ότι η κίνηση είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής ζωής, ένα τέτοιο περιβάλλον πρέπει να υποστηρίζει την κινητικότητα, διαφορετικά ένας χρήστης θα συνειδητοποιεί έντονα την ύπαρξη της τεχνολογίας (λόγω της απουσίας της) όταν αυτός θα κινείται. Ως εκ τούτου, η έρευνα που είναι σχετική με τον διάχυτο υπολογισμό συμπεριλαμβάνει εκτός από τα ερευνητικά πεδία του κινητού υπολογισμού και επιπλέον σημαντικά θέματα που περιγράφονται παρακάτω . Η πρώτη ερευνητική ώθηση του διάχυτου υπολογισμού είναι η αποτελεσματική χρήση των ευφών (έξυπνων) χώρων. Ένας χώρος μπορεί να είναι μέρος ενός κτιρίου (μια αίθουσα συνεδριάσεων, ένας διάδρομος, κτλ.) ή μπορεί να είναι μια καθορισμένη ανοικτή περιοχή όπως ένα προαύλιο ή ένας υπαίθριος χώρος. Η ενσωμάτωση υπολογιστικής υποδομής στην κτιριακή υποδομή είναι αυτό που χαρακτηρίζεται σαν «ευφυής χώρος» και αποτελεί ουσιαστικά τη συνένωση δύο διαφορετικών περιοχών

• *Αορατότητα.* Το ιδανικό που εκφράστηκε από τον M. Weiser είναι η πλήρης εξαφάνιση της τεχνολογίας του διάχυτου υπολογισμού από την επίγνωση του χρήστη. Στην πράξη, μια λογική προσέγγιση σε αυτό το ιδανικό είναι η ελάχιστη απόσπαση της προσοχής των χρηστών. Εάν ένα περιβάλλον διάχυτου υπολογισμού ικανοποιεί συνεχώς τις προσδοκίες των

χρηστών και σπάνια τους παρουσιάζει εκπλήξεις, τους επιτρέπει μία ξεκούραστη αλληλεπίδραση σχεδόν σε υποσυνείδητο επίπεδο . Συγχρόνως, μία αναμονή μπορεί να είναι απαραίτητη για την αποφυγή μία μεγάλης και δυσάρεστης έκπληξης αργότερα.

- *Δυνατότητα κλιμάκωσης*. Καθώς οι ευφυείς χώροι εξελίσσονται συνεχώς οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του εξοπλισμού ενός χρήστη (κινητό τερματικό, κτλ.) και του περιβάλλοντός του αυξάνονται. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στο εύρος ζώνης, αλλά και στην ενέργεια των τερματικών συσκευών. Όπως είναι φυσικό η παρουσία παραπάνω χρηστών περιπλέκει το πρόβλημα. Έτσι, η κλιμάκωση, υπό την ευρύτερη έννοια, είναι μία πτυχή που πρέπει να λαμβάνουμε σοβαρά υπ' όψιν στον διάχυτο υπολογισμό.

- *Κάλυψη (απόκρυψη) διαφορετικών συνθηκών περιβάλλοντος*. Ο βαθμός διείσδυσης του διάχυτου υπολογισμού στις υποδομές μπορεί να ποικίλει αρκετά και εξαρτάται από πολλούς μη τεχνικούς παράγοντες όπως η οργανωτική δομή και τα οικονομικά και επιχειρησιακά πρότυπα. Η ομοιόμορφη διείσδυση απέχει πολλά έτη ή δεκαετίες μακριά. Στο μεσοδιάστημα, θα υπάρχουν τεράστιες διαφορές «ευφυΐας» των διαφορετικών περιβαλλόντων. Ο διαθέσιμος εξοπλισμός σε γραφεία, αίθουσες συσκέψεων ή σε τάξεις μπορεί να είναι περισσότερο περίπλοκος απ' ότι σε άλλες θέσεις. Αυτή η μεγάλη δυναμική περιοχή της «ευφυΐας» μπορεί να είναι ενοχλητική σε έναν χρήστη, μειώνοντας έτσι την αορατότητα του διάχυτου υπολογισμού. Η πλήρης αορατότητα μπορεί να είναι αδύνατη, αλλά η μειωμένη μεταβλητότητα είναι κάτι που μπορεί να επιτευχθεί.

1.2 Πληροφορία Πλαισίου

Η ετυμολογία της λέξης «πλαίσιο», στην Αγγλική γλώσσα «context», αναφέρεται σε μια «κατάσταση όπου διάφορα συμβάντα λαμβάνουν χώρα». Η έννοια αυτή σχετίζεται με την τρέχουσα/περιρρέουσα κατάσταση που γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο λόγω των παρατηρούμενων συμβάντων. Ως πληροφορία πλαισίου ορίζεται «οποιαδήποτε πληροφορία μπορεί να περιγράψει την κατάσταση μιας οντότητας. Οντότητα μπορεί να αποτελεί μια συσκευή, μια εφαρμογή, ή και ένας άνθρωπος» .

Η έννοια «πληροφορία πλαισίου» είναι ισοδύναμη με την έννοια «πλαίσιο», εφόσον παρουσιάζει ενδιαφέρον η πληροφορία που περιγράφει την περιρρέουσα κατάσταση. Παράλληλα εμφανίζεται και η ανάγκη για τον κατάλληλο προσδιορισμό του πλαισίου σε συσχέτιση με τις ανάγκες κάθε εφαρμογής. Η έρευνα που διεξάγεται γύρω από την έννοια της «πληροφορίας πλαισίου» (contextual information) είναι τεράστια.

Μελετούνται θέματα σχετικά με την αξιοποίησή της στην ανάπτυξη «εφαρμογών διάχυτου υπολογισμού» και στα δίκτυα του μέλλοντος. Το πλαίσιο είναι ουσιαστικά ό,τι μας περιβάλλει και ο όρος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε σχέση με το φυσικό κόσμο που περιβάλλει μια κινητή συσκευή, μια εφαρμογή ή ένα ολόκληρο σύστημα.

Η έννοια του πλαισίου αρχικά αποτελούνταν από τρεις πτυχές: που βρίσκεται ο χρήστης, ποιοι είναι οι γύρω του χρήστες και ποια είναι τα γειτονικά αντικείμενα. Αν και η πληροφορία θέσης είναι βασικό συστατικό για την περιγραφή της κατάστασης του χρήστη, δεν μπορεί όμως να εντοπίσει τυχόν αλλαγές στις συνθήκες του περιβάλλοντος ή δυναμικές ανακατατάξεις των γειτονικών αντικειμένων του χρήστη. Έτσι, η έννοια του πλαισίου επεκτείνεται σε μια πιο γενική θεώρηση της πληροφορίας που μπορεί να περιγράψει την κατάσταση του χρήστη συμπεριλαμβανομένου εκτός της πληροφορίας θέσης και πληροφορία που έχει σχέση και με το ίδιο το περιβάλλον όπως, για παράδειγμα, θερμοκρασία, φωτεινότητα, επίπεδο θορύβου, διαθεσιμότητα πρόσβασης σε δίκτυο, κτλ.

Η χρησιμότητα του πλαισίου είναι έκδηλη σε διάφορα επίπεδα επεξεργασίας και αξιοποίησης μέσα σε ένα σύστημα διάχυτου υπολογισμού. Σε μεγάλα καταναμημένα συστήματα μπορεί να αξιοποιηθεί στη διαχείριση ενέργειας και πόρων. Σε μια κινητή εφαρμογή μπορεί να αξιοποιηθεί για προσαρμοστικότητα και αυτονομία αποφάσεων σε διάφορες συνθήκες και απαιτήσεις του χρήστη.

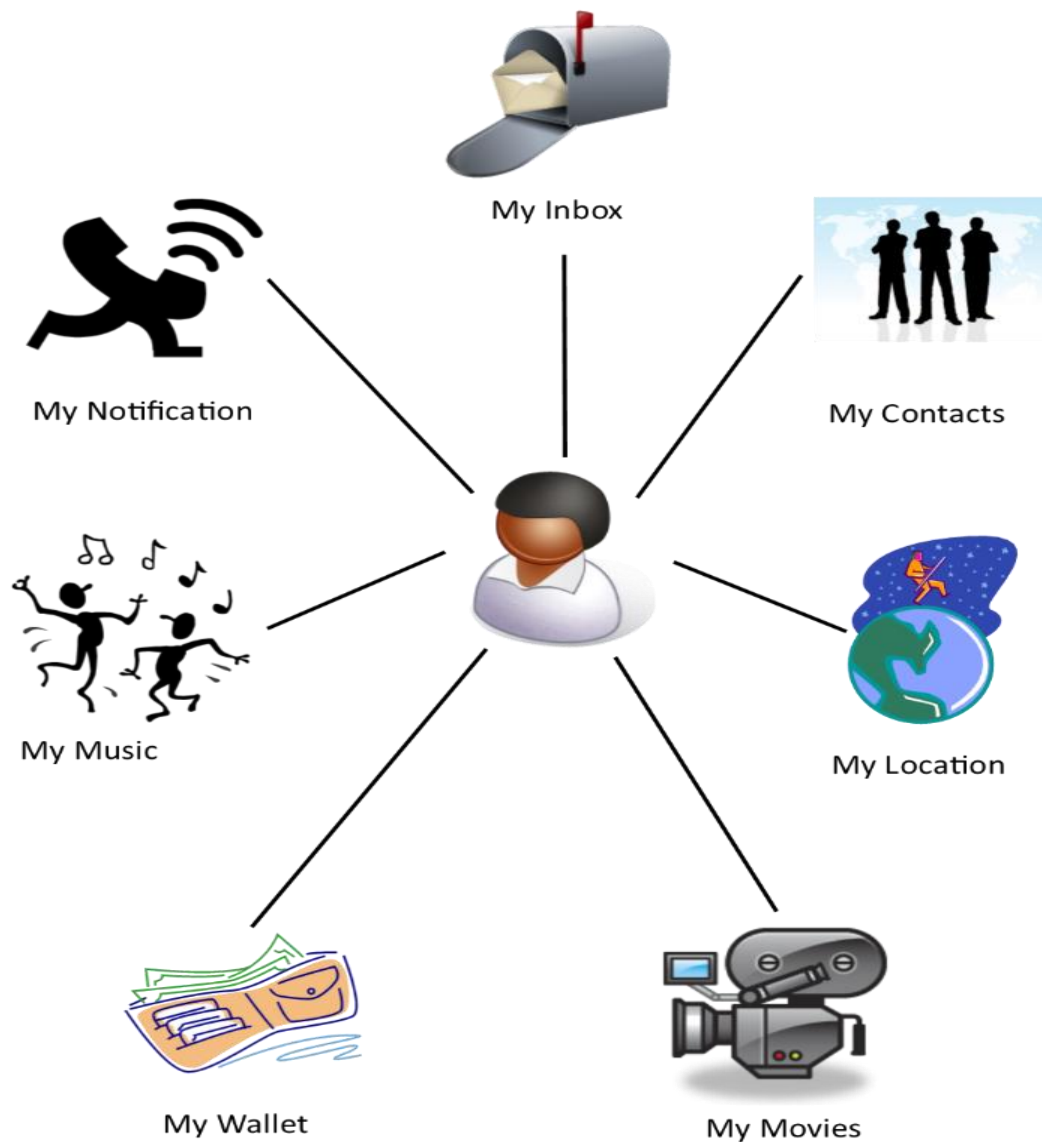
1.3 Επίγνωση Πληροφορίας Πλαισίου

Η επίγνωση πληροφορίας πλαισίου ή επίγνωση πλαισίου (context awareness) μπορεί να οριστεί ως: «η ικανότητα ενός συστήματος να ανακαλύπτει, να ερμηνεύει, να συμπεραίνει, να αξιοποιεί και να συλλογίζεται βάσει της περιρρέουσας πληροφορίας ώστε να λαμβάνει αποφάσεις, να προβαίνει σε προκαθορισμένες ενέργειες και να προσαρμόζεται σε διάφορες καταστάσεις» .

Έτσι λοιπόν ένα σύστημα διάχυτου υπολογισμού που προσπαθεί να είναι ελάχιστα παρεισφρητικό πρέπει να είναι context-aware. Με άλλα λόγια, πρέπει να έχει γνώση της κατάστασης του χρήστη και του περιβάλλοντος χώρου ώστε να τροποποιεί κατάλληλα την συμπεριφορά του. Η πληροφορία που το επηρεάζει είναι αχανής και εκτείνεται από χωρικές και χρονικές παραμέτρους ως και παράγοντες που δεν είναι πάντα τόσο προφανείς αλλά μπορεί να αποδειχθούν κρίσιμοι. Οι πληροφορίες δε που αφορούν ένα χρήστη (πληροφορίες πλαισίου) μπορεί να είναι αρκετά πλούσιες και να αποτελούνται από ιδιότητες όπως φυσική θέση, φυσική κατάσταση (θερμοκρασία του σώματος και παλμοί της καρδιάς), συναισθηματική κατάσταση (θυμωμένος ή ήρεμος), καθημερινή συμπεριφορά, κτλ. Εάν δινόταν αυτές οι πληροφορίες σε έναν άνθρωπο, θα λάμβανε αποφάσεις με προδραστικό τρόπο (proactivity), προλαμβάνοντας και προβλέποντας τις ανάγκες των χρηστών.

Στη λήψη αυτών των αποφάσεων, ο άνθρωπος δεν θα ενοχλούσε το χρήστη εκτός και αν υπήρχε μια επείγουσα περίπτωση. Αν ένα σύστημα λοιπόν μπορέσει να φτάσει στο σημείο να «προσαρμόζεται» κάθε φορά στο περιβάλλον του κι ακόμη στους ίδιους τους χρήστες με αξιοπιστία και προνοητικότητα, τότε θα μπορούμε να μιλάμε για ένα πραγματικά εύχρηστο, χρήσιμο, κατά το δυνατόν διαθέσιμο και ανθρωποκεντρικό προϊόν τεχνολογίας. Ένας πρωταρχικός στόχος για τα συστήματα διάχυτου υπολογισμού είναι η πρόσληψη και εκμετάλλευση της πληροφορίας που σχετίζεται με το πλαίσιο μιας συσκευής έτσι ώστε να παρέχονται υπηρεσίες κατάλληλες σε συγκεκριμένους χρήστες, καταστάσεις και γεγονότα. Η πληροφορία αυτή είναι αξιοποιήσιμη μόνο όταν μπορεί να ερμηνευθεί με χρήσιμο τρόπο. Αντικείμενο έρευνας είναι και το ζήτημα της «αναπαράστασης» (representation) και «ερμηνείας» (interpretation) της πληροφορίας πλαισίου. Η πληροφορία που συλλέγεται από πολλές (διαφορετικές) πηγές ερμηνεύεται διαφορετικά από κάθε «εφαρμογή επίγνωσης πλαισίου» (context-aware application). Επομένως, αναπτύσσονται μηχανισμοί μέσω των οποίων το πλαίσιο ελέγχεται και ερμηνεύεται κατάλληλα βάσει της μελλοντικής του χρήσης και αξιοποίησης.

Μεγάλο κομμάτι της έρευνας έχει ασχοληθεί με τη χρήση αισθητήρων, όπως ανιχνευτές θέσης χρήστη (εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων), τοποθεσίας της κινητής συσκευής, φυσικών ή περιβαλλοντολογικών παραμέτρων (π.χ., θερμοκρασία, ταχύτητα κίνησης, πίεση, φωτεινότητα, κατεύθυνση, ήχος, υγρασία, ταχύτητα ανέμου) και κάμερες. Οι αισθητήρες θέσης παρέχουν πληροφορία που σχετίζεται με την τοποθεσία σαν ανεξάρτητο αλλά και ιδιαίτερα χρήσιμο δεδομένο. Συχνά, βέβαια, δεν είναι η τοποθεσία που συνιστά μόνη της άμεσα αξιοποιήσιμο δεδομένο αλλά σε συνδυασμό με επιπρόσθετη πληροφορία που μπορεί να παραχθεί (π.χ. οι πόροι που είναι διαθέσιμοι σε κάποιο σημείο). Επίσης, οι διαφορές μετρήσεις από αισθητήρες μπορούν να ορίσουν μια πιο σύνθετη αναπαράσταση και επίγνωση του πλαισίου (π.χ., η κατάσταση πυρκαγιάς επάγεται από μετρήσεις αισθητήρων καπνού, θερμοκρασίας και υγρασίας αλλά και οπτικών αισθητήρων).



Pervasive Computing in Home and Community

Η δημιουργία λοιπόν ενός context-aware συστήματος απαιτεί την αντιμετώπιση πολλών ζητημάτων όπως: Διαχείριση Πληροφορίας Πλαισίου για το Διάχυτο Υπολογισμό

- Πώς μοντελοποιούνται όλες αυτές οι πληροφορίες πλαισίου που αφορούν το χρήστη και το περιβάλλον; Πώς αυτές οι πληροφορίες συνδυάζονται με την κατάσταση του συστήματος και των εφαρμογών; Πού αποθηκεύονται οι πληροφορίες; Ποιες είναι οι σχετικές δομές δεδομένων και οι αλγόριθμοι επεξεργασίας τους;
- Πόσο συχνά πρέπει να συμβουλευόμαστε αυτές τις πληροφορίες; Ποιο είναι το κόστος αν τις λαμβάνουμε υπόψη; Ποιες τεχνικές μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει για να ελαχιστοποιήσει αυτό το κόστος;
- Ποιες είναι οι ελάχιστες υπηρεσίες που ένα περιβάλλον πρέπει να παρέχει ώστε να θεωρείται context-aware; Είναι οι ιστορικές πληροφορίες χρήσιμες;
- Πως μπορούν να διαδοθούν οι αποδοτικά οι πληροφορίες αυτές ώστε να

ενημερωθούν γειτονικοί κόμβοι;

1.4 Συνεργατική Επίγνωση Πληροφορίας Πλαισίου

Η συνεργατική επίγνωση πληροφορίας πλαισίου (collaborative context awareness) αποτελεί την κατανοημένη εκδοχή της επίγνωσης πλαισίου και έχει μεγάλη σημασία για τα περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού. Γενικά, οι χρήστες συγκεντρώνονται σε ομάδες, για παράδειγμα σε μουσεία, σε αίθουσες διδασκαλίας, σε συσκέψεις, κτλ. Τα άτομα αυτά μοιράζονται (τουλάχιστον μέσα σε όμοια χρονικά πλαίσια) κοινά ενδιαφέροντα και προτιμήσεις (π.χ., άτομα που ενδιαφέρονται για την ίδια έκθεση σε ένα μουσείο). Τα μέλη μιας ομάδας λοιπόν βιώνουν παρόμοιες καταστάσεις καθώς πολλοί από τους φορητούς υπολογιστές / κόμβους (nodes) που φέρουν ανιχνεύουν, εντοπίζουν και περιεργάζονται πανομοιότυπη πληροφορία πλαισίου (π.χ., θέση, υγρασία, θερμοκρασία, περιβαλλοντικές συνθήκες). Οι κόμβοι που κινούνται προς διάφορες θέσεις μπορούν σε συνεργασία να διαδώσουν αυτήν την πληροφορία. Έτσι κάποιος μπορεί να συλλέξει την πληροφορία πλαισίου από τους γειτονικούς κόμβους όχι μόνο για τον εαυτό του, αλλά και για την μοιραστεί περαιτέρω με άλλους κόμβους που θα βρεθούν στην εμβέλεια του αργότερα. Προκύπτει λοιπόν η συνεργατική επίγνωση πληροφορίας πλαισίου, που υποδηλώνει την κατανόηση της πληροφορίας πλαισίου από όλα τα μέλη μιας ομάδας παρέχοντας κατά συνέπεια μια πιο αναβαθμισμένη πληροφορία πλαισίου για κάθε μέλος της ίδιας ομάδας ξεχωριστά.

Η συνεργατική πληροφορία πλαισίου είναι η πληροφορία που αποκτάται μέσω του δικτύου (π.χ. εγγύτητα) μεταξύ των αισθητήρων και των συσκευών υψηλότερου επιπέδου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει την κοινή κατανόηση για τη γειτονιά κάθε κόμβου, να βελτιώσει τη διαθεσιμότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών ή να ενισχύσει την αξιοπιστία της πληροφορίας μέσω των πρόσθετων πληροφοριών από τους γείτονες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Τεχνολογίες Διάχυτου Υπολογισμού

2.1 Εισαγωγή

Η ταχεία πρόοδος στις τεχνολογίες πληροφορικής έχουν οδηγήσει στην ύπαρξη μιας πληθώρας νέων υπηρεσιών στους χρήστες τα τελευταία χρόνια. Μια νέα προοπτική για τις εφαρμογές πληροφορικής έχει αναδειχθεί και η αύξηση των συστημάτων διάχυτου υπολογισμού έχει καταστήσει αναγκαία την παροχή πρόσβασης σε δεδομένα και υπηρεσίες, ανά πάσα στιγμή, από οποιαδήποτε τοποθεσία.

Η κυρίαρχη προσέγγιση για την προσαρμογή σε αυτές τις απαιτήσεις είναι η τεχνολογία του **Mobile Agent** ένα είδος προγραμματισμού που επικεντρώνεται στην ικανότητα ενός προγράμματος να σταματήσει την εκτέλεσή του σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, και στη συνέχεια να κινηθεί προς ένα νέο περιβάλλον όπου η εκτέλεση μπορεί στη συνέχεια να επαναληφθεί.

Αυτή η ενότητα παρέχει μια επισκόπηση της τεχνολογίας κινητού παράγοντα (mobile technology agent), με έμφαση στο ρόλο των παραγόντων ως ενδιαμέσοι που διευκολύνουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των συστατικών του συστήματος.

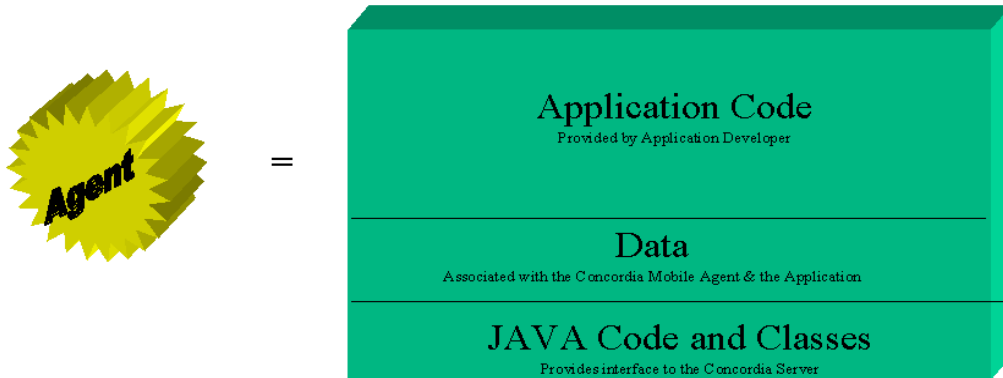
Ένας πράκτορας (agent) είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή που ενεργεί αυτόνομα για λογαριασμό ενός ατόμου ή οργανισμού .

. Η χρήση των κινητών πρακτόρων καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, που κυμαίνονται από την ανάκτηση πληροφοριών από πολλαπλές πηγές για τη διαχείριση των σύνθετων καταναμημένων συστημάτων. Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι η υποστήριξη αποσυνδεδεμένης λειτουργίας, η εξισορρόπηση φορτίου και η μείωση της κυκλοφορίας του δικτύου στην παγκόσμια ανταλλαγή πληροφοριών . Αυτά τα πλεονεκτήματα κάνουν το κινητό παράγοντα ιδιαίτερα κατάλληλο για την ανάπτυξη των διάχυτων συστημάτων, όπου η διαφάνεια είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα.

Σε γενικές γραμμές, οι κινητοί παράγοντες είναι οντότητες λογισμικού που περιφέρονται σένα δίκτυο για την εκτέλεση αποστολής. Αυτοί οι παράγοντες είναι ορατές έξυπνες και αυτόνομες οντότητες που μπορούν να συνεργάζονται μεταξύ τους για να επιτύχουν τους αντίστοιχους στόχους τους, οι οποίοι μπορεί να ευθυγραμμιστούν ως κοινός στόχοι. Οποιοδήποτε σύστημα κινητού παράγοντα αποτελείται από δύο κύρια συστατικά το περιβάλλον εκτέλεσης που παρέχεται από το σύστημα , και τους κινητούς παράγοντες που ταξιδεύουν σε διάφορα περιβάλλοντα σε ένα δίκτυο .

Κινητοί παράγοντες βρίσκουν εφαρμογές τους σε περιβάλλοντα όπου υπάρχει ανάγκη να συλλέγουν δεδομένα από πολλαπλές πηγές μέσω ενός δικτύου. Η χρήση των κινητών πρακτόρων παρέχει στους προγραμματιστές ένα νέο υπολογιστικό όργανο που αποκλίνει από την παραδοσιακή client-server προσέγγιση, αλλά που οι αποδόσεις είναι σημαντικές .

Concordia Mobile Agent



Η ικανότητα ενός χρήστη να αποστείλει πράκτορα να περιφέρεται σένα δίκτυο σε αναζήτηση εισιτηρίων έχει αναφερθεί στην επιστημονική κοινότητα ως μια πιθανή εφαρμογή αυτού του παραδείγματος προγραμματισμού . Μετά την εγκατάσταση, ένας τέτοιος παράγοντας θα είναι τότε σε θέση να λάβει μια απόφαση και να συστήσει στο χρήστη το εισιτήριο, και μπορεί ακόμη και να είναι σε θέση να αγοράσει το εισιτήριο. Έχει αναφερθεί ότι οι mobile agents προσφέρονται γενικά για αναζήτηση και υπολογιστικές εργασίες που απαιτούν παράλληλη επεξεργασία.

2.2 Mobile Security Agent

Η κινητικότητα των παραγόντων μπορεί να εξαρτάται από μια προκαθορισμένη διαδρομή ή από ενδιάμεσα αποτελέσματα των υπολογισμών. Μαζί με την ευελιξία στο σχεδιασμό του συστήματος, η κινητικότητα του παράγοντα μπορεί να εισάγει επίσης ανησυχίες για την ασφάλεια, η οποία μπορεί να εμποδίσει τη σκοπιμότητα

της αλληλεπίδρασης μεταξύ των διάχυτων συστημάτων. Οι απαιτήσεις ασφάλειας των συστημάτων παράγοντα είναι ταυτόσημα με εκείνους των παραδοσιακών υπολογιστικών περιβαλλόντων και είναι η εμπιστευτικότητα, η ακεραιότητα, η διαθεσιμότητα, επαλήθευση και η μη άρνηση αναγνώρισης. Η Εμπιστευτικότητα αναφέρεται στην προστασία των πληροφοριών έναντι της δυνατότητας να αποκαλύπτονται σε μη εξουσιοδοτημένους τρίτους. Η Ακεραιότητα διασφαλίζει ότι τρίτοι δεν μπορούν να τροποποιήσουν πληροφορίες που αναμεταδίδονται,

Αν υπάρχει οποιαδήποτε τέτοια τροποποίηση θα είναι ανιχνεύσιμη. Η Διαθεσιμότητα προϋποθέτει ότι οι επιθέσεις δεν εμποδίζουν τις πληροφορίες και πόρους του συστήματος από εκτέλεση για μη επιδιωκόμενους σκοπούς. Η πιστοποίηση αφορά την εξασφάλιση ότι η ταυτότητα της μονάδας στο σύστημα έχει επαληθευτεί.

Η παραβίαση οποιασδήποτε απαίτησης ασφάλειας ενός συστήματος από ένα παράγοντα αποτελεί απειλή για την ασφάλεια του συστήματος ως σύνολο. Μπορεί να υπάρχουν απειλές

για την ασφάλεια του συστήματος από ένα παράγοντα σε ανασφαλή δίκτυα, με malware agents ,, ή οποιεσδήποτε άλλες κακόβουλες οντότητες που έχουν πρόσβαση στο δίκτυο .

Χρησιμοποιώντας το όρος πλατφόρμα πράκτορα θα αναφερθώ στο περιβάλλον εκτέλεσης του και θα δούμε παρακάτω τις απειλές για την ασφάλεια σε μια πλατφόρμα πρακτόρων που έχουν ταξινομηθεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες :

1. Agent-προς-πλατφόρμα.
2. Agent-to-παράγοντα.
3. Πλατφόρμα-to-agent.
4. Άλλα-προς-πλατφόρμα.

Οι απειλές Agent-προς -πλατφόρμα περιλαμβάνουν θέματα που προκύπτουν από έναν πράκτορα παραβιάζουν τις απαιτήσεις ασφαλείας του περιβάλλοντος εκτέλεσης μέσω μεταμφιεσμένης, άρνησης παροχής υπηρεσιών ή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβαση στους πόρους του συστήματος.

Οι Agent-to-agent απειλές που προέρχονται από τις παραβιάσεις των απαιτήσεων ασφαλείας ενός πράκτορα με ένα άλλο agent προκειμένου να αξιοποιήσουν τυχόν αδυναμίες ασφαλείας.

Agent-to-agent απειλές μπορεί να συμβεί μέσω της άρνησης υπηρεσίας απειλές, μεταμφίεσης(masking), ή μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.

Οι απειλές Πλατφόρμα-to-agent προκύπτουν σε περιπτώσεις όπου η πλατφόρμα δέχεται επιθέσεις των agents μέσω άρνηση παροχής υπηρεσιών, υποκλοπές, ή αλλοίωση του κώδικα ή δεδομένων, για να αναφέρουμε μερικές.

Τέλος, οι απειλές **Άλλα-προς-πλατφόρμα** συμβαίνουν όταν η ασφάλεια της πλατφόρμας τίθεται σε κίνδυνο από φορείς εκτός του συστήματος πράκτορα. Αυτές οι απειλές μπορεί να προκύψουν μέσω άρνηση παροχής υπηρεσιών, καθώς και τη μη εξουσιοδοτημένη πρόσβασης.

Table 2.1 Countermeasures to deter security threats to agent systems

Origin of Threats	Proposed Countermeasures
Agents	Code signing Interpreters Authentication Access control
Platforms	Time techniques Partial result encapsulation Cryptographic tracing Anonymous itinerary Server replication Path histories

Προτάσεις για τη διασφάλιση agent systems έχουν επικεντρωθεί στην προστασία είτε τους hosts ή τους agents. Η απαιτήσεις ασφαλείας των δύο οντοτήτων δεν είναι συμπληρωματικές όμως ο mobile agent μπορεί να απαιτήσει την ανωνυμία, η οποία μπορεί να έρχεται σε σύγκρουση με τις απαιτήσεις των hosts . Τα περιβάλλοντα εκτέλεσης των hosts παρέχουν τους βασικούς μηχανισμούς για την μετάδοση και λήψη των mobile agents. Αυτό επιτυγχάνεται γενικά μέσω διερμηνέων. Η χρήση διερμηνέων εξυπηρετεί το διττό σκοπό της

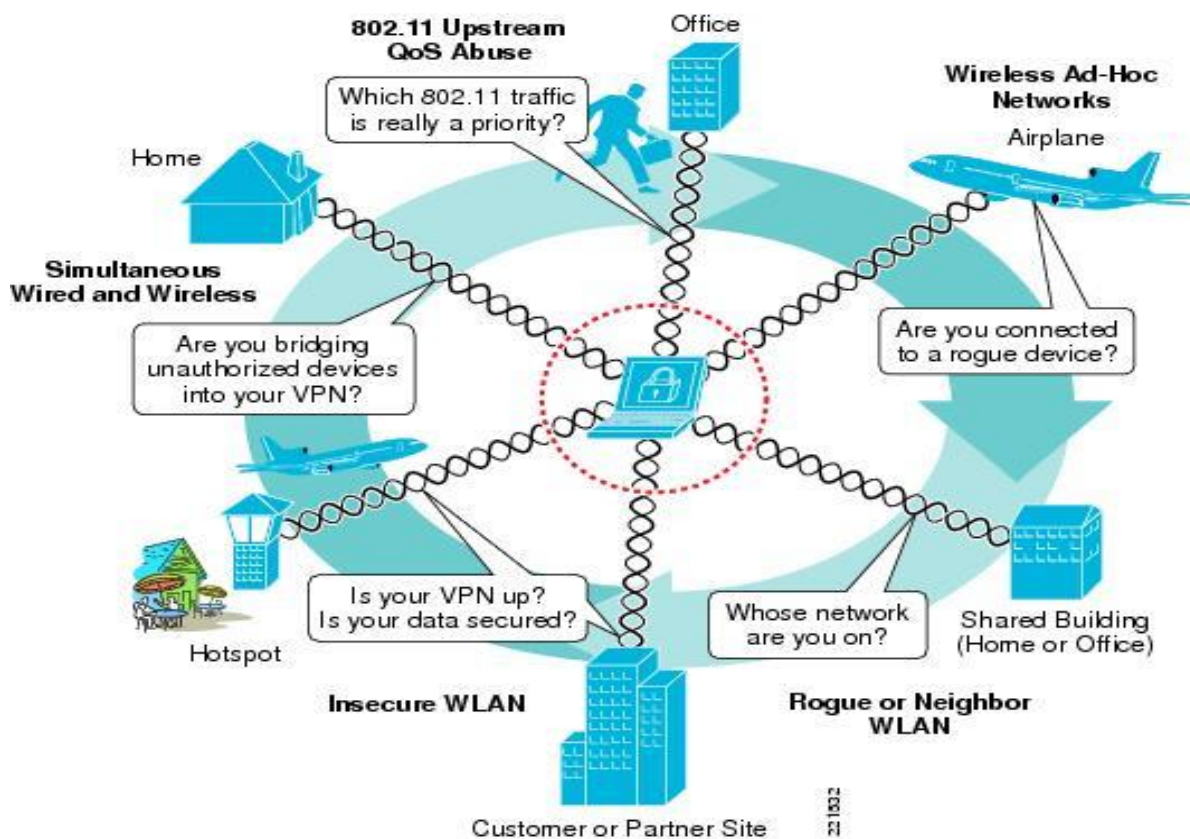
παροχή υποστήριξης για φορητό κινητό κώδικα και της εκτέλεσης mobile agents. Η χρήση ενός σεναρίου ή γλώσσας προγραμματισμού μπορεί να επιτρέψει την υποδοχή να αρνηθεί την εκτέλεση των δυνητικά επιβλαβών εντολών .

Η προστασία των agents από κακόβουλο λογισμικό(malware) περιλαμβάνει την προστασία των δεδομένων τους, διασφαλίζοντας παράλληλα την προστασία της ιδιωτικής ζωής και της ακεραιότητας της εκτέλεσης του πράκτορα, η οποία περιλαμβάνει τον κώδικα του πράκτορα και την κατάσταση της .

Έχουν ταξινομηθεί προτάσεις που διατυπώθηκαν για την αντιμετώπιση των ζητημάτων της εξασφάλισης φορέων agents σε τέσσερις κατηγορίες, δηλαδή, αυτές που βασίζονται στην εμπιστοσύνη, την πληροφορική, την καταγραφή και την παρακολούθηση, τις κρυπτογραφικές τεχνικές, και στις τεχνικές χρόνου.

Εντός βασίζεται στην εμπιστοσύνη υπολογιστών, ένα πλήθος θεωρείται αξιόπιστος αν κολλήσει στα δημοσιεύθηκε την πολιτική ασφαλείας του

Στον υπολογισμό βάσει εμπιστοσύνης (*trust-based computing*.) ο host θεωρείται αξιόπιστος αν υπακούσει στην γνωστή πολιτική προστασίας. Η Προστασία του agents επιτυγχάνεται μέσω της παροχής του υλικού ανθεκτικού στην παραποίηση σε αξιόπιστα περιβάλλοντα εκτέλεσης, τα οποία περιορίζουν τους hosts στο οποίο ένας agent μπορεί να ταξιδέψει.



Η καταγραφή και παρακολούθηση του δρομολογίου ενός agent(πράκτορα) αποτελεί τη δεύτερη κατηγορία των προσεγγίσεων για την ασφάλειά του, και στηρίζεται σε μηχανισμούς, όπως η ανώνυμη διαδρομή αναπαραγωγής του διακομιστή, ή των ιστορικών διαδρομής για την προστασία του πράκτορα. Η ιστορία των κινήσεων καταγράφεται σε όλες τις πλατφόρμες που επισκέφθηκαν οι agents.

Οι μέθοδοι κρυπτογράφησης βασίζονται σε αλγορίθμους κρυπτογράφησης αποκρυπτογράφησης για την αντιμετώπιση των διαφόρων απειλών. Η κρυπτογράφηση εντοπισμού και η μερική ενθυλάκωση είναι δύο από τους μηχανισμούς που υπάρχουν. Η κρυπτογράφηση ανίχνευσης γίνεται μέσω της δημιουργίας ενός υπογεγραμμένου αρχείου καταγραφής εκτέλεσης του agent σε μια σειρά . Το υπογεγραμμένο ημερολόγιο περνάει στον επόμενο ξενιστή στο δρομολόγιο του πράκτορα (agent), και διατηρεί ένα αντίγραφο σε τοπικό επίπεδο για μελλοντική επαλήθευση από τον ιδιοκτήτη του πράκτορα. Η μερική ενθυλάκωση αποτελέσματος κρυπτογραφεί το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του πράκτορα σε κάθε host χρησιμοποιώντας το δημόσιο κλειδί του ιδιοκτήτη . Τα σταδιακά κρυπτογραφημένα δεδομένα μπορεί αργότερα να ανακτηθεί χρησιμοποιώντας τον ιδιοκτήτη του ιδιωτικού κλειδιού.

2.2.1 Mobile Platform Agent

Όπως ήδη αναφέρθηκε , το περιβάλλον εκτέλεσης των πρακτόρων παρέχεται γενικά μέσω της χρήσης ερμηνευμένων γλωσσών προγραμματισμού ή δέσμες ενεργειών για την παροχή φορητότητας κώδικα. Διαθέσιμες πλατφόρμες πρακτόρων έχουν υλοποιηθεί με τη χρήση του συστήματος Scheme και Tcl, καθώς και Java με το τελευταίο να αντιπροσωπεύει την κυρίαρχη προσέγγιση. Altmann et al. κατέταξε τις Java-based πλατφόρμες κινητών πρακτόρων σε αυτές που βασίζονται στην ασφάλεια, τη διαθεσιμότητα, το περιβάλλον, την ανάπτυξη και χαρακτηριστικές ιδιότητες .

Το κριτήριο της ασφάλειας αξιολογεί τις πλατφόρμες ανάλογα με τα λειτουργικά συστήματα και το περιβάλλον που λειτουργούν. Το κριτήριο του περιβάλλοντος αξιολογεί τις πλατφόρμες που βασίζονται σε λειτουργικά συστήματα που υποστηρίζονται και με διαθέσιμη τεκμηρίωση ενώ το κριτήριο της ανάπτυξης εστιάζεται στην αποτελεσματικότητα αξιολόγησης του σχεδιασμού, την υλοποίηση

και την ανάπτυξη agent εφαρμογών για την πλατφόρμα. Τέλος, μετρώνται οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των πλατφορμών ως βάση για τη στήριξη της κινητικότητας των πρακτόρων και την τήρηση των προτύπων του Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA) και Object Management Group's MASIF . Η μελέτη του Altman κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι Grasshopper,

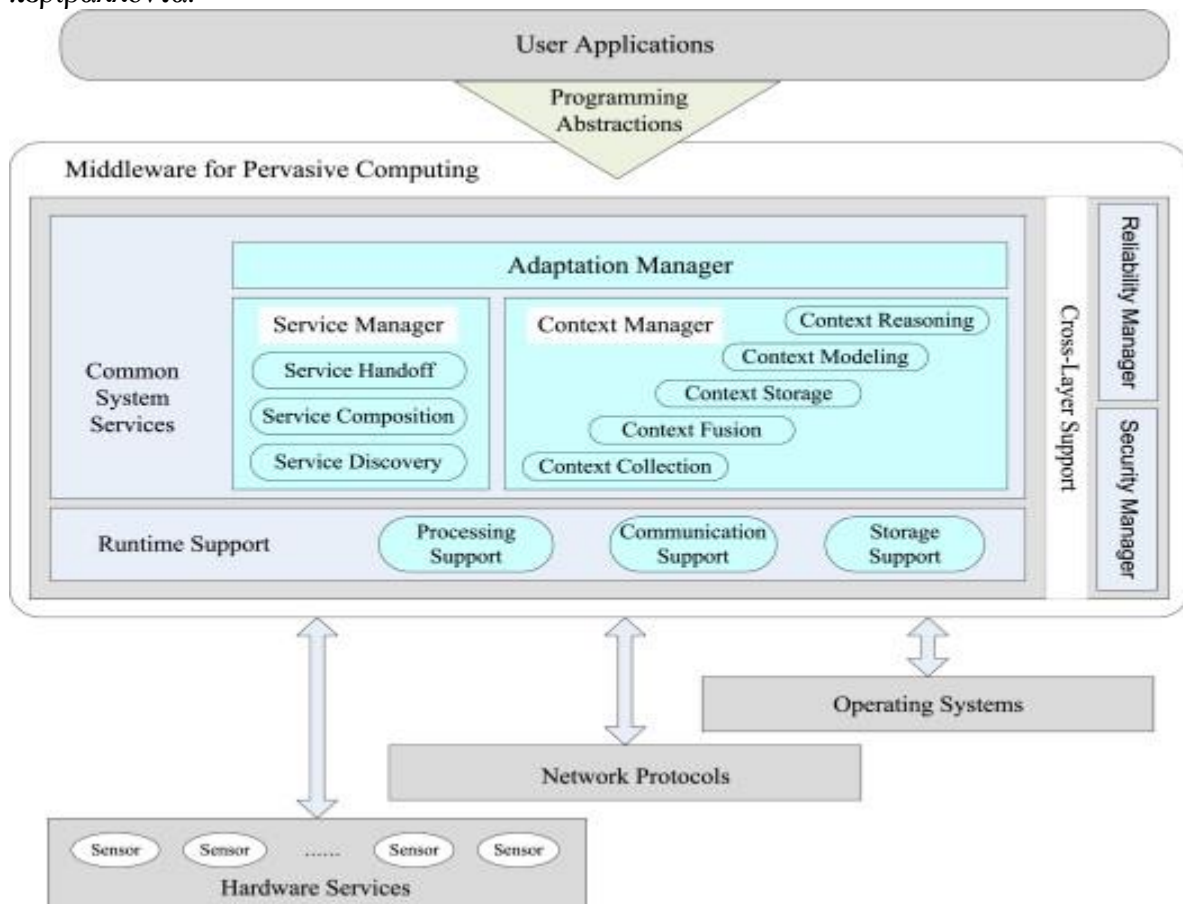
Alma beans και Aglets αντιπροσωπεύουν τις τρεις πρώτες Java-based agent platforms, αντίστοιχα. Η Grasshopper ενσωματώνει την παραδοσιακή client / server και mobile λειτουργία agent , και είναι σύμφωνο τόσο με τα FIPA πρότυπα και τα MASIF . Επιπλέον, παρέχει υποστήριξη για το Secure Sockets Layer (SSL) και X.509 Πιστοποιητικά.

Η Alma beans ενώ δεν είναι ένα σύστημα κινητού πράκτορα(mobile agent platform) , παρέχει το πλαίσιο για την οικοδόμηση ενός agent system που επιτρέπει στις εφαρμογές το «άλμα» μεταξύ των κόμβων σε ένα δίκτυο. Το πλαίσιο ενσωματώνει αυτόματα τον κώδικα και τα δεδομένα του αιτήσεων άλματος προκειμένου να παρακάμψει τα ζητήματα που σχετίζονται με το λογισμικό τα εργαλεία και απαιτήσεις για που λαμβάνουν χώρα. Τέλος, η aglet , που αρχικά κυκλοφόρησε από την IBM για να υποστηρίξει την ανάπτυξη του κινητού κώδικα, είναι τώρα διαθέσιμο ως ένα έργο ανοικτού πηγαίου κώδικα. Οι Aglets εκτελούνται στο διακομιστή Tahiti στο πλαίσιο της Aglets , ο οποία είναι αρμόδια για την επιβολή των περιορισμών ασφαλείας του κινητού κώδικα. Ο όρος aglet χρησιμοποιείται εναλλακτικά στη βιβλιογραφία και να αναφέρεται σε κάθε κινητό παράγοντα, καθώς και πλατφόρμα.

Στο κεφάλαιο αυτό, ο όρος aglet θα πρέπει να ακολουθείται από την ένδειξη πλατφόρμα όταν αναφέρετε την πραγματική πλατφόρμα κινητού πράκτορα ενώ ο όρος θα είναι διαφορετικός όταν αναφέρεται σε επιμέρους παράγοντες.

Η χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java παρέχει πλατφόρμες με την ικανότητα να εξασφαλίσει φιλοξενία μέσω sandboxing. Ωστόσο, η ασφάλεια της χώρας υποδοχής είναι τόσο αποτελεσματική όσο οι πολιτικές ασφαλείας τεθεί σε εφαρμογή.

Ως άλλη κινητή πλατφόρμα πράκτορα, η Pervasive Information Community Organization (PICO) είναι ένα ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) ειδικά σχεδιασμένο για να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της εποχής σε κρίσιμες ιδιότητες και εφαρμογές των συστημάτων διάχυτου υπολογισμού, συμπεριλαμβανομένης της αυτονομίας, της διαθεσιμότητας, την αντοχής, και διαφανούς λειτουργίας σε δυναμικά, ετερογενή περιβάλλοντα.



Οι mobile agents μέσω Pico, συμβολίζονται ως delegents (ευφυείς αντιπρόσωποι), είναι μέλη δυναμικών κοινότητες υπολογιστών που εκτελούν εργασίες για λογαριασμό των χρηστών ή υπολογιστικών συσκευών. Οι delegents ως αυτόνομες οντότητες λογισμικό είναι ικανοί να μεταναστεύουν σε κεντρικούς υπολογιστές (συσκευές hardware) που συμβολίζονται και ως camileuns (συνδεδεμένοι, προσαρμοστικοί, κινητοί, ευφυείς, αποτελεσματικοί και διάχυτοι κόμβοι). Οι camileuns μπορεί να ποικίλουν στην πολυπλοκότητα, καθώς και στις δυνατότητες επικοινωνίας και πληροφορικής. Παραδείγματα περιλαμβάνουν απλές συσκευές ανίχνευσης (όπως ένα αισθητήρα θερμότητας), τα ενσωματωμένα συστήματα που λειτουργούν ως κόμβοι σε ένα ενσύρματο ή ασύρματο δίκτυο, ή ένα state-of-the-art σταθμό εργασίας.

Σε σύγκριση με άλλες κινητές πλατφόρμες πρακτόρων, η μοναδικότητα του pico είναι στον τομέα της κοινότητας, δηλαδή, η ενεργητική συνεργασία των delegents στη δυναμική ανάκτηση πληροφοριών, την παροχή περιεχομένου, και τη διευκόλυνση της διασύνδεση, η τελευταία εκ των οποίων είναι καθοριστικής σημασίας για τη λειτουργικότητα.

2.3 Δίκτυα Αισθητήρων

Ένα σημαντικό ποσοστό των διάχυτων συστημάτων βασίζονται σε ένα υποκείμενο δίκτυο αισθητήριων συσκευών για πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον λειτουργίας τους. Αυτή η πληροφορία είναι το κλειδί για την ενεργό και διαφανή λειτουργία της διάχυτου συστήματος, και διευκολύνει την προσαρμογή στις δυναμικές συνθήκες. Αυτή η ενότητα παρέχει μια επισκόπηση των δικτύων αισθητήρων και διαδεδομένων εφαρμογών τους, με έμφαση στη δυναμική αναδιάρθρωση των λειτουργιών τους για να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις και τις συνθήκες λειτουργίας.

2.3.1 Εισαγωγή

Τα δίκτυα αισθητήρων είναι αποτέλεσμα της πιθανής τυχαίας ανάπτυξης και εφαρμογής πολλαπλών συσκευές που είναι εξοπλισμένες με συσκευές ανίχνευσης σε μια συγκεκριμένη περιοχή, για να εκτελέσει μια εργασία μέσω του συντονισμού και της επικοινωνίας. Τα δίκτυα αισθητήρων πιο συχνά χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση ορισμένων φυσικών παραμέτρων, π.χ. θερμοκρασίας ή της στάθμης του νερού, σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, με στόχο να διευκολυνθεί η κατάλληλη αντίδραση στην εμφάνιση των εκδηλώσεων γεγονότων, π.χ. πυρκαγιάς ή πλημμύρας.

Σε αυτό το πλαίσιο, οι συσκευές ανιχνεύσεως συνήθως αναφέρονται ως κόμβοι αισθητήρων. Ένα δίκτυο αισθητήρων

αποτελείται από τέσσερα βασικά συστατικά :

- α) κόμβους αισθητήρων, τα οποία είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες για ένα ή περισσότερα φυσικά φαινόμενα, όπως η σεισμική δραστηριότητα, θερμότητα, κίνηση , αισθητήρες υπερύθρων, για να αναφέρουμε μερικά.
- β) μια δικτυακή υποδομή, η οποία είναι συνήθως ασύρματη
- γ) ένα σταθμό βάσης όπου συλλέγονται πληροφορίες και μεταδίδονται
- δ) υπολογιστικών πόρων στο σταθμό βάσης, ή πέρα από αυτόν, όπου εκτελείται ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων και συσχέτιση.

Οι κόμβοι στο δίκτυο γενικά αποτελείται από ένα πομποδέκτη, μια μονάδα μνήμης και ένα ενσωματωμένο επεξεργαστή για την τοπική επεξεργασία. Οι κόμβοι σε ένα δίκτυο αισθητήρων είναι συνήθως χαμηλής ισχύος με χωρητικότητα μνήμης για την Της τάξης των kilobytes, και πολύ περιορισμένη υπολογιστική ισχύ. Είναι συνήθως φθηνά, λόγω της πιθανής αποτυχίας ή καταστροφής .

Επιπλέον, οι κόμβοι μπορούν να είναι κινητοί , αν τοποθετηθούν σε ένα ρομπότ. Από την άλλη πλευρά, ο σταθμός βάσης συνήθως είναι εξοπλισμένος με περισσότερους υπολογιστικούς πόρους και χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων, και δεν είναι κατ'ανάγκη εξοπλισμένος με οποιαδήποτε συσκευή ανιχνεύσεως.

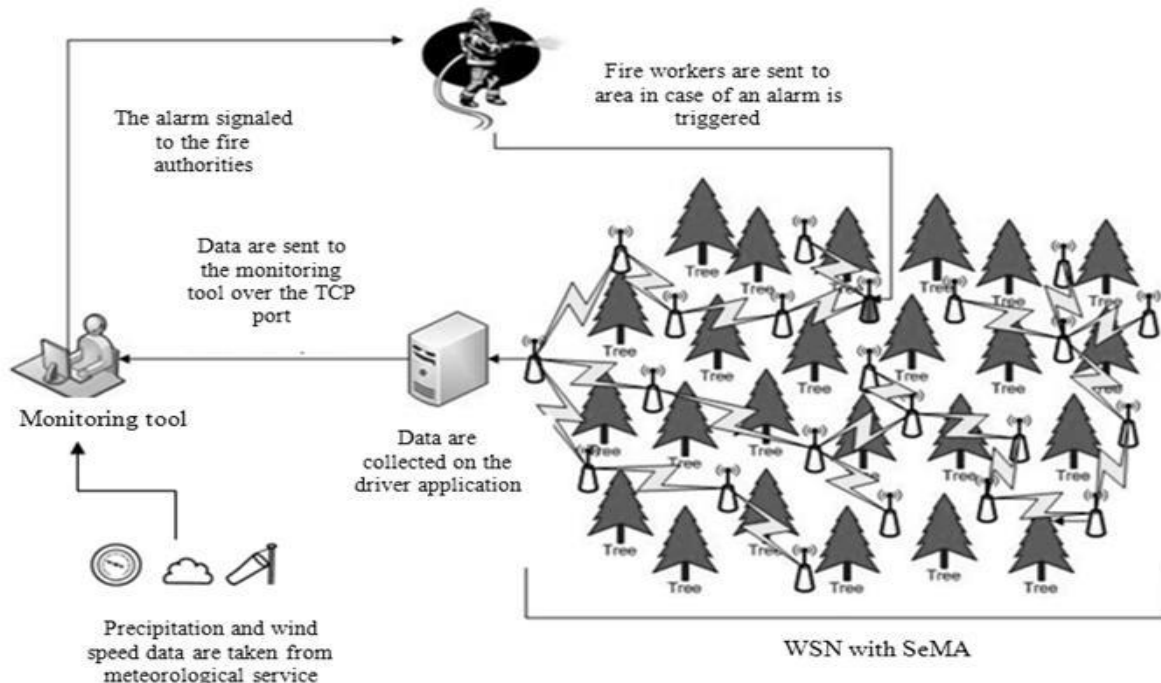
Χρησιμοποιώντας τη συσκευή ανιχνεύσεως των κόμβων αισθητήρων, το δίκτυο μπορεί να παρακολουθεί την περιοχή κάλυψης του και να αντιδρά στα ενδιαφέροντα γεγονότα. Το έργο επιτυγχάνεται μέσω της μεταφοράς των πληροφοριών που γίνεται από τους κόμβους στο σταθμό βάσης για μεταποίηση. Σημειώστε ότι η μεταφορά των πληροφοριών μπορεί να ξεκινήσει από το σταθμό βάσης ή από τους κόμβους αισθητήρων, ανάλογα με την υλοποίηση του δικτύου και το έργο που γίνεται . Το δίκτυο μπορεί να αποτελείται από χιλιάδες κόμβους που έχουν προγραμματιστεί προτού τοποθετηθούν στην περιοχή ενδιαφέροντος. Η ανάπτυξη των κόμβων μπορεί να είναι τυχαία ή οι κόμβοι μπορούν να τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος, ανάλογα με την εφαρμογή και το την ευκολία της πρόσβασης στο έδαφος.

2.3.2 Εφαρμογές δικτύων αισθητήρων

Τα δίκτυα αισθητήρων είναι κατάλληλα για εφαρμογές που απαιτούν τη συλλογή δεδομένων από ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, συχνά για να διευκολυνθεί στην αντίδραση με την εμφάνιση των γεγονότων από που μπορούν να συναχθούν τα δεδομένα. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες βασικές κατηγορίες, συμπεριλαμβανομένων των στρατιωτικών, την παρακολούθηση του περιβάλλοντος, το σπίτι και το γραφείο, των βιοτόπων, και ιατρικές εφαρμογές .

Σε στρατιωτικές εφαρμογές, τα δίκτυα αισθητήρων για την παρακολούθηση φιλικών ή εχθρικών δυνάμεων, αποτίμησης των ζημιών στο πεδίο της μάχης, ή τον εντοπισμό βιολογικών ή χημικών επιθέσεων, ανάμεσα σε άλλες χρήσεις.

Στο πλαίσιο της παρακολούθησης του περιβάλλοντος, ο στόχος είναι να ανιχνεύσει τα περιβαλλοντικά συμβάντα, όπως πλημμύρες, πυρκαγιές, σεισμική δραστηριότητα, ή βιολογικά γεγονότα στην περιοχή ενδιαφέροντος. Δίκτυα αισθητήρων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της γεωργίας, για να διευκολύνουν την αποτελεσματικότερη άρδευση των γεωργικών εκτάσεων, των κοπαδιών ζωντανών , ή να παρακολουθεί τη θερμοκρασία σε έναν αχυρώνα.



Μια σχετική κατηγορία είναι οι δομική παρακολούθηση της υγείας κατασκευών, όπως τα δίκτυα αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των δεικτών των πολιτικών υποδομών, π.χ. μιας γέφυρας. Οι συσκευές ανίχνευσης ενσωματωμένες κατά τη στιγμή της κατασκευής ή εκ των υστέρων στις υφιστάμενες δομές για τη μέτρηση φαινόμενα όπως τη θερμοκρασία, την επιτάχυνση, και την κλίση .

Η πανταχού παρούσα (διάχυτη) κάλυψη που προσφέρεται από φθηνούς κόμβους αισθητήρων είναι χρήσιμη στο σπίτι και στο γραφείο, όπου οι αισθητήριои κόμβοι μπορούν να ενσωματωθούν σε συσκευές οικιακής χρήσης και να ρυθμιστούν έτσι ώστε να ανταποκρίνονται σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα ή εντολές του χρήστη που δίδονται τοπικά ή απομακρυσμένα, ενδεχομένως μέσω του διαδικτύου.

Σε εφαρμογές παρακολούθησης βιοτόπων , με κόμβους σε ένα δίκτυο αισθητήρων μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παρατήρηση της αναπαραγωγής του τρόπου ζωής αγρίων ζώων ή τον κύκλο ζωής των φυτών, χωρίς να διαταραχθεί το περιβάλλον στο οποίο έχουν αναπτυχθεί οι κόμβοι για την παρακολούθηση.

Οι ιατρικές εφαρμογές εξαρτώνται από κόμβους αισθητήρων να μεταφέρουν ζωτικής σημασίας πληροφορίες των ασθενών προκειμένου να μειώσουν τα λάθη. Αυτοί μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση ενός ασθενούς και να αντιδρούν σε φυσικά γεγονότα ή σε ζωτικά σημεία του ασθενούς.

Η συλλογή των εφαρμογών δικτύου αισθητήρων δεν αναλώνεται αποκλειστικά στις προαναφερθείσες κατηγορίες.

Πολλές εφαρμογές των δικτύων αισθητήρων δεν εμπίπτουν σε οποιαδήποτε κατηγορία. Αξιοσημείωτα παραδείγματα περιλαμβάνουν τη χρήση των κόμβων αισθητήρων για τον εντοπισμό ύποπτων ατόμων ή επιζώντων από μια καταστροφή, ή για παρακολουθείται ένα κινούμενο αντικείμενο σε ένα καθορισμένο περιβάλλον.

2.3.3 Δυναμική αναδιάρθρωση των δικτύων αισθητήρων

Οι Αναδιαρθρώσιμα δίκτυα αισθητήρων έχουν εισαχθεί για να υποστηρίξουν τις δυναμικές εργασίες των κόμβων αισθητήρων και να επιτρέψουν στο δίκτυο να υποστηρίξει ταυτόχρονα πολλαπλές εφαρμογές. Μία προσέγγιση για την επίτευξη ενός επαναπροσδιοριζόμενου αισθητήρα δικτύου είναι να εξετάσει τους κόμβους αισθητήρων, ως ένα σύνολο αποθηκών δεδομένων στα οποία τα ερωτήματα μπορεί να πραγματοποιηθούν, για τη συλλογή πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τη βάση δεδομένων για ένα δεδομένο σκοπό. Η συλλογή πληροφοριών από τους κόμβους αισθητήρων είναι ανεπαρκής σε εφαρμογές όπου οι κόμβοι πρέπει να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, προκειμένου να καταλήξουν σε συμπέρασμα σε πραγματικό χρόνο, όπως θα ήταν η περίπτωση σε καταναμημένες εφαρμογές εντοπισμού στόχου ή οποιοσδήποτε εφαρμογές που απαιτούν τη χρήση

καταναμημένων αλγορίθμων. Οι δύο βασικές προσεγγίσεις για την αναδιάρθρωση των δικτύων αισθητήρων που περιγράφονται σε αυτή την ενότητα.

Η πρώτη προσέγγιση, η οποία βασίζεται στην έννοια των ενεργών αισθητήρων, αναδιαμορφώνει κόμβους αισθητήρων μέσω λογισμικού, ή μέσω συντομεύσεων του περιβάλλοντος εκτέλεσης. Σε αντίθεση, η δεύτερη προσέγγιση εστιάζεται σε δυναμική αναδιαμόρφωση του υλικού και χρησιμοποιεί Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) για το σκοπό αυτό.

2.3.3.1 Μέθοδοι μέσω Λογισμικού για Αναδιάρθρωση των κόμβων αισθητήρων

Η προσέγγιση ενεργών αισθητήρων κάνει συνήθως τη χρήση των εικονικών μηχανών (virtual machines), διερμηνέων σεναρίων (script interpreters) και κινητών πρακτόρων (mobile agents) για να καταστήσει τους κόμβους αισθητήρων επαναπρογραμματιζόμενους. Σχετικές έρευνες έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας σειράς από πλατφόρμες για δυναμικά δίκτυα αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένου του Mat'e SensorWare, Deluge, Agilla, mobile agent framework που αναπτύχθηκε στα UC Davis, ActorNet, και το SOS. Σε γενικές γραμμές, αυτές οι πλατφόρμες έχουν στοχεύσει σε εφαρμογές που απαιτούν χαμηλού κόστους επαναπρογραμματιζόμενους κόμβους χωρίς περιορισμούς σχετικά με το μέγιστο φυσικό μέγεθος του κόμβου. Με την εξαίρεση της SensorWare, οι απαιτήσεις αποθήκευσης των συστημάτων αυτών είναι τέτοιες ώστε μπορούν να λειτουργήσουν στους Berkeley Mica motes (ασύρματοι κόμβοι), που έχουν μικροεπεξεργαστή CPU 4MHz και 136 KB συνολική μνήμη (Flash, SRAM, και EEPROM). Οι τομείς εφαρμογής των συστημάτων αυτών κυμαίνεται από στρατιωτικούς μέχρι περιβάλλοντος και την παρακολούθηση των βιοτόπων χωρίς όμως να κάνουν για εφαρμογές που απαιτούν ιδιαίτερα μικρούς αισθητήρες ή που δεν επωφελούνται από επαναπρογραμματιζόμενους κόμβους.

Η Mat'e στοχεύει στην σύνδεση δικτύων αισθητήρων με μια ευέλικτη αρχιτεκτονική πάνω στην οποία ειδικά περιβάλλοντα για εφαρμογές scripting μπορούν να κατασκευαστούν. Η Mat'e αποτελείται από τρία βασικά συστατικά: πλαίσια (μονάδες της ταυτόχρονης εκτέλεσης), δραστηριότητες (μονάδες της λειτουργικότητας εκτέλεσης), και κάψουλες (μονάδες διάδοσης κώδικα). Ένα Mat'e τμήμα μιας εικονικής μηχανής (VM) μπορεί να είναι είτε μέρος του βασικού προτύπου, ή τμήμα της ειδικής VM προσαρμοσμένες σε έναν τομέα εφαρμογής. Η Mat'e κάνει χρήση Trickle, ενός πρωτοκόλλου σχεδιασμένου για να αντιμετωπίσει το ζήτημα του κώδικα συντήρησης σε δίκτυα αισθητήρων, για την ενημέρωση του δικτύου.

Η Mat'e πάσχει από την παραδοχή ότι κάθε επαναπρογραμματισμός εμφανίζεται πάνω από όλους τους κόμβους του δικτύου. Προϋποθέτει επίσης, περιοριστικά, ότι σε κάθε δεδομένη στιγμή, όλοι οι κόμβοι συντονίζονται για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εφαρμογής. Επιπλέον, η Mat'e βλέπει το δίκτυο ως μια απομονωμένη οντότητα και δεν υπεισέρχεται σε θέματα διαλειτουργικότητας με άλλα δίκτυα.

Η SensorWare, εισηχθη ως μια προσπάθεια να αντιμετωπίσει το ζήτημα των αναπροσαρμόσιμων δίκτυα αισθητήρων, τρέχει πάνω από ένα Λειτουργικό Σύστημα (OS), που διαχειρίζεται τις βασικές λειτουργίες και τις υπηρεσίες ενός multi-threaded περιβάλλοντος.

Το στρώμα SensorWare αποτελείται από τη γλώσσα, καθώς και το περιβάλλον εκτέλεσης για τα mobile scripts στο δίκτυο. Η SensorWare scripting γλώσσα βασίζεται στην ευρέως δημοφιλή scripting γλώσσα Tcl, και εμπλουτίζεται με λειτουργίες κατάλληλες για περιβάλλοντα δικτύου αισθητήρων. Η γλώσσα SensorWare βασίζεται στα γεγονότα και μπορεί να θεωρηθεί μια κρατική μηχανή που επηρεάζεται από εξωτερικά γεγονότα. Κάθε περίπτωση είναι συνδεδεμένη με ένα συγκεκριμένο χειριστή και εκτελείται όταν λαμβάνει χώρα το συμβάν. Ένα γεγονός μπορεί να προκαλέσει ένα ή περισσότερα γεγονότα να ακολουθήσουν ή να αλλάξει την κατάσταση του συστήματος όπου εκτελείται. Ένα SensorWare script(πρόγραμμα) περιμένει τα γεγονότα και επικαλείται το κατάλληλο χειριστή, όταν ένα γεγονός συμβαίνει. Το script μπορεί στη συνέχεια να περιμένει για μια νέα σειρά γεγονότων ή βρόγχο επιστροφής και περιμένει για το ίδιο σύνολο των γεγονότων μετά την εκτέλεση του χειριστή.

Η SensorWare επιτρέπει σε ένα δίκτυο αισθητήρων να τρέξει πολλαπλά σενάρια ταυτόχρονα. Ως εκ τούτου, σε αντίθεση με τη Mat'e, δεν το κάνει όταν το σύνολο του δικτύου επικεντρώνεται σε μία μόνο εργασία σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Από την άλλη πλευρά, όπως ακριβώς Mate, αγνοεί τα θέματα της διαλειτουργικότητας. Η τελευταία εφαρμογή του συστήματος απαιτεί 179 KB του χώρου με τον πυρήνα να θέλει 30 KB, γεγονός που καθιστά πολύ ακατάλληλο για περιβάλλοντα γεμάτη με κόμβους που έχουν πολύ λίγες δυνατότητες αποθήκευσης.

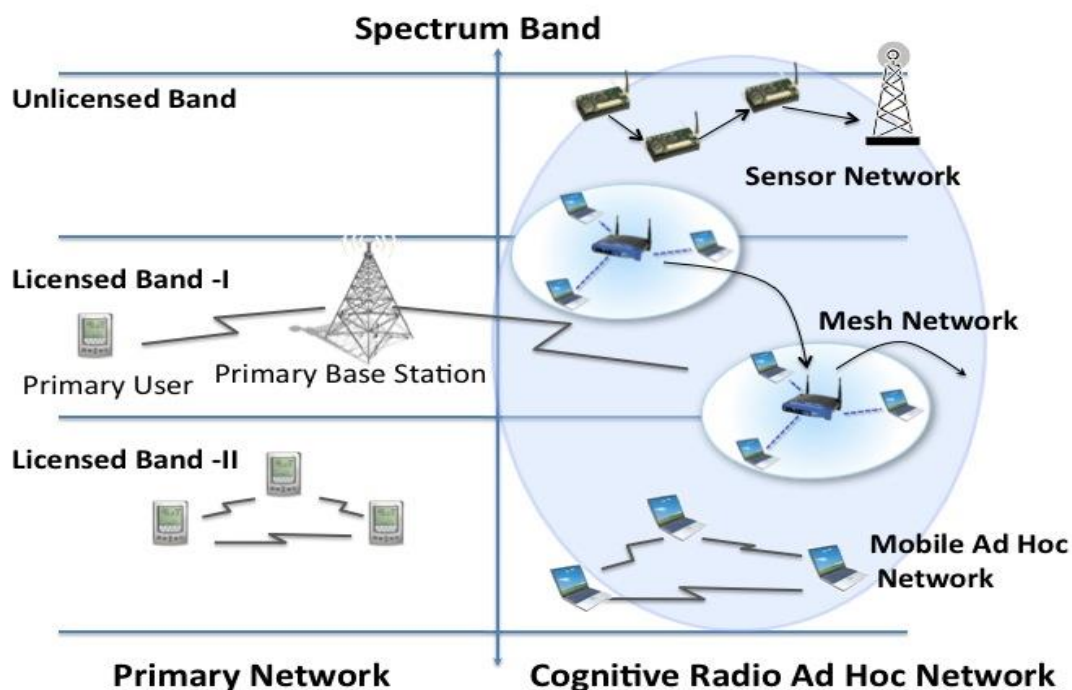
Η Deluge έχει σχεδιαστεί για να χειριστεί τη διάδοση των αντικειμένων μεγάλης ποσότητας δεδομένων μέσω ασύρματων δικτύων αισθητήρων. Η Deluge έχει επίγνωση της πυκνότητας του δικτύου, και είναι χτισμένο για να χειριστεί την απρόβλεπτη διαθεσιμότητα των κόμβων που αντιπροσωπεύουν αντικείμενα δεδομένων ως ένα σύνολο σελίδων σταθερού μεγέθους, το οποίο επιτρέπει την πολυπλεξία και στοιχειώδεις αναβαθμίσεις.

Η Deluge, όπως ακριβώς η Mat'e, βασίζεται στην Trickle. Η Trickle επικεντρώνεται στην ενιαία διάδοση πακέτων, ενώ η Deluge αντιμετωπίζει την πτυχή το πολλαπλών πακέτων. Ωστόσο, Deluge πάσχει από την ίδια περιοριστική παραδοχή ότι όλοι οι κόμβοι του δικτύου πρέπει να προγραμματιστούν, και ως εκ τούτου δεν είναι σε θέση να επιλέξει ένα υποσύνολο για την αναδιάρθρωση. Επιπλέον, δεν

δεν αντιμετωπίζει τα προβλήματα διαλειτουργικότητας ή την ανάγκη για την υποστήριξη πολλαπλών καθηκόντων.

Η Agilla επιτρέπει σε κάθε κόμβο την υποστήριξη πολλαπλών παραγόντων, οι οποίοι μπορούν ή δεν μπορούν να συνεργαστούν για να επιτευχθεί μια εργασία. Μια μοναδική υπόθεση που έγινε από την Agilla είναι ότι κάθε κόμβος γνωρίζει τη γεωγραφική του θέση, η οποία χρησιμοποιείται ως διεύθυνση του κόμβου. Οι πράκτορες (agents) σε Agilla μπορούν να κλωνοποιηθούν ή να μετακινηθούν σε άλλη θέση, που μεταφέρουν με τον κώδικα και την παρουσία τους, ή απλά να σβήσει τους agents Agilla κατά την ολοκλήρωση της αποστολής τους ώστε να επιτραπεί αποδοτική χρήση της μνήμης.

Παρόμοια με τις άλλες επαναδιαμορφώσιμες πλατφόρμες δικτύων αισθητήρων που συζητήθηκαν παραπάνω, η Agilla δεν παρέχει υποστήριξη για τη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων δικτύων αισθητήρων, ούτε παρέχει υπηρεσίες σε agents που μετακινούνται.



Οι ερευνητές στο UC Davis έχουν εισαγάγει ένα πλαίσιο κινητό πράκτορα (mobile agents framework) για δίκτυα αισθητήρων χτισμένο στην κορυφή της Mat'e εικονικής μηχανής, για να επιτραπεί η χρήση του agent στα πλαίσια ενός αισθητήρα περιβάλλοντος δικτύου. Το πλαίσιο αυτό επιτρέπει στους πράκτορες να εκτελέσουν μέσω ενός διεργασίας τις βασικές λειτουργίες τους, όπως η προώθηση, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το μέγεθος του κωδικού πρακτόρων που χρειάζεται να μεταφερθεί από κόμβο σε κόμβο. Το πλεονέκτημα αυτού του πλαισίου της Mat'e είναι ότι ο επιλεκτικός επαναπρογραμματισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ένα υποσύνολο των κόμβων σε ένα δίκτυο. Η διαλειτουργικότητα μεταξύ ετερογενών δικτύων δεν έχει αντιμετωπιστεί, και η αλληλεπίδραση μεταξύ των δικτύων εξαρτάται από τη χρήση τους σε μια κοινή agent platform.

Η ActorNet είναι μια mobile agent platform για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων που υποστηρίζει το μοντέλο ασύγχρονης επικοινωνίας το context-switching-, multi-tasking, το συντονισμό πράκτορα, καθώς και εικονική μνήμη. Το σύστημα πράκτορα μπορεί να θεωρηθεί ως δύο οντότητες: τη γλώσσα παράγοντα και το σχεδιασμός της πλατφόρμας. Η πλατφόρμα ActorNet είναι μια εικονική μηχανή που μπορεί να υποστηρίξει πολλαπλούς

πράκτορες ανά κόμβο. Παρόμοια με την Agilla και την UC Davis πλατφόρμα ActorNet απασχολεί κινητούς πράκτορες για να επαναπρογραμματίσει επιλεκτικά κόμβους, αντί για το δίκτυο στο σύνολό του. Η πλατφόρμα, ωστόσο, δεν επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ ετερογενών δικτύων.

Η SOS είναι λειτουργικό σύστημα για δίκτυα αισθητήρων που υποστηρίζει αναδιάρθρωση λογισμικού κατά την εκτέλεση. Η εισαγωγή της SOS έχει ως στόχο να επιτρέψει την ενημέρωση των τμημάτων χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία του αισθητήρα, παρέχοντας ταυτόχρονα την ευελιξία των εικονικών μηχανών χωρίς το σχετικό κόστος των ερμηνευμένων γλωσσών. Η SOS αποτελείται από ένα στατικό πυρήνα που παρέχει τις υπηρεσίες του συστήματος για να φορτωθούν δυναμικά τμήματα (modules). Παρά το γεγονός ότι οι υπηρεσίες που παρέχονται από τη SOS επιτρέπουν στους κόμβους του δικτύου αναδιαρθρώνονται δυναμικά, η πλατφόρμα θεωρεί τα δίκτυα αισθητήρων, ως μεμονωμένες οντότητες. Επιπλέον, οι κόμβοι στο δίκτυο δεν επεξεργάζονται τα στοιχεία που αποκτήθηκαν κατά τη στιγμή της συλλογής, αλλά επιλέγουν την αναμετάδοση των δεδομένων αυτών σε ένα σταθμό βάσης.

2.3.3.2 Προσεγγίσεις Hardware στην Αναδιάρθρωση των κόμβων αισθητήρων

Πρόσφατες προσπάθειες στην αξιοποίηση των FPGAs για την αναδιάταξη των κόμβων αισθητήρων έχουν ως κίνητρο την ανάγκη να αυξηθεί η υπολογιστική δύναμη των κόμβων, προκειμένου να επιτραπεί κάποια τοπική επεξεργασία των δεδομένων. Η αρχιτεκτονική Virtual για Μερικώς Αναδιαρθρώσιμα Ενσωματωμένα Συστημάτων (VAPRES) έχει χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό, με βάση την παρατήρηση ότι τα FPGAs μπορεί να ξεπεράσουν τους μικροεπεξεργαστές που συναντάμε συνήθως σε κόμβους αισθητήρων. Η εισαγωγή των VAPRES είναι

επίσης κίνητρο από την αδυναμία της Agilla για να χειριστεί δεδομένα βίντεο και άλλες προηγμένα δεδομένα αισθητήρων.

Χρησιμοποιώντας τα VAPRES, τα προηγμένα δεδομένα του αισθητήρα μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία χωρίς διακοπή εκτέλεσης της συσκευής. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική βασίζεται στην ικανότητα ορισμένων FPGAs να είναι μερικώς αναδιαμορφωμένα από τις μονάδες έτσι ώστε να αντιδρούν σε περιβαλλοντικές παρατηρήσεις. Τα VAPRES χειρίζονται μεταξύ μονάδας επικοινωνίας έναν flash ελεγκτή πυρήνα για να διαβάζει και να αποθηκεύει ροές bit, καθώς και περιφερειακά για την επικοινωνία.

Η προσέγγιση VAPRES, ενώ είναι αποτελεσματική, υποφέρει από το ίδιο μειονέκτημα όπως το λογισμικό που περιγράφεται στο τμήμα 2.3.3.1, το οποίο θεωρεί ένα κόμβο αισθητήρα μια απομονωμένη οντότητα και ως εκ τούτου δεν αντιμετωπίζουν τα ζητήματα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των υφιστάμενων δικτύων.

Παρακινήμένος από την ανάγκη παροχής στο δίκτυο άθροισης δεδομένων, η Commuri et al. ενέκρινε επίσης την έννοια των FPGA-based κόμβων αισθητήρων.

Στην προσέγγισή τους, είναι προσαρμόσιμοι αρχηγοί Cluster (RCHs) που χρησιμοποιούνται για τη συγκέντρωση δεδομένων από άλλους κόμβους του δικτύου και αναμεταδίδουν στο σταθμό βάσης για την επεξεργασία. Η εκλογή του RCHs γίνεται με βάση την ενέργεια που διατίθεται στους κόμβους που συμμετέχουν, με το RCH να είναι ο κόμβος με την περισσότερη ενέργεια.

Η αναδιάρθρωση των RCHs είναι με βάση το ερώτημα, δεδομένου ότι οι RCHs είναι αναδιαρθρώνονται με βάση συγκεκριμένο αλγόριθμο συνάθροιση των εισερχόμενων ερωτήματα. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό μειονέκτημα για τις εργασίες, καθώς το ποσοστό των ερωτημάτων που φτάνουν και η ετερογένεια τους, μπορεί να απαιτήσει ένα

δραστική αριθμό αναδιαρθρώσεων που πρέπει να εκτελεστούν. Ενώ η προτεινόμενη προσέγγιση είναι περιορισμένη, δεδομένου ότι δεν εκμεταλλεύονται τη δύναμη του FPGAs για την επεξεργασία των δεδομένων στο σημείο της συλλογής, επιτρέπει όμως την πιθανή γεφύρωση των δικτύων αισθητήρων με τις υποδομές μέσω των RCHs, ως εκ τούτου, επιτρέποντας την δημιουργία διαλειτουργικών συστημάτων.

Table 2.2 Comparison of approaches to reconfiguration of sensor networks

System	Platform	Heterogeneous Tasks	Interoperability of Networks	Service-Oriented Infrastructure
Maté	Virtual machine	No	No	No
SensorWare	Run-time environment	Yes	No	No
Deluge	Network programming	Yes	No	No
Agilla	Agent system	Yes	No	No
UC Davis Framework	Agent system	Yes	No	No
ActorNet	Agent system	Yes	No	No
SOS	Binary modules	Yes	No	Yes
VAPRES	FPGA-based	Yes	No	No
RCH	FPGA-based	No	Yes	No

2.4 Συνεργασία και διαλειτουργικότητα μεταξύ των Δικτύων Αισθητήρων

Μέχρι σήμερα, η έρευνα σχετικά με τα δίκτυα αισθητήρων έχει επικεντρωθεί σε ζητήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη συστημάτων που λειτουργούν με μία μόνο αίτηση. Η επικράτηση των σχετικά φθηνών, εμπορικά διαθέσιμων κόμβων, όπως asMica, Intel, και TMote Sky διευκόλυνε τέτοιες εφαρμογές. Τέτοιοι κόμβοι έχουν συνήθως ένα περιορισμένο σύνολο ενσωματωμένων αισθητήρων, αλλά και υποστήριξη για τη διεπαφή μεταξύ εξωτερικών συσκευών ανίχνευσης. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος των ερευνητικών μελετών σε δίκτυα αισθητήρων, ένα σταθερό σύνολο των λεπτομερειών επιλέγονται πριν από την ανάπτυξη σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, με αποτέλεσμα σε ένα στατικά διαμορφωμένο σύστημα το οποίο είναι ανίκανο για την προσαρμογή στους μεταβαλλόμενους περιβαλλοντικούς όρους ή προϋποθέσεις εφαρμογής.

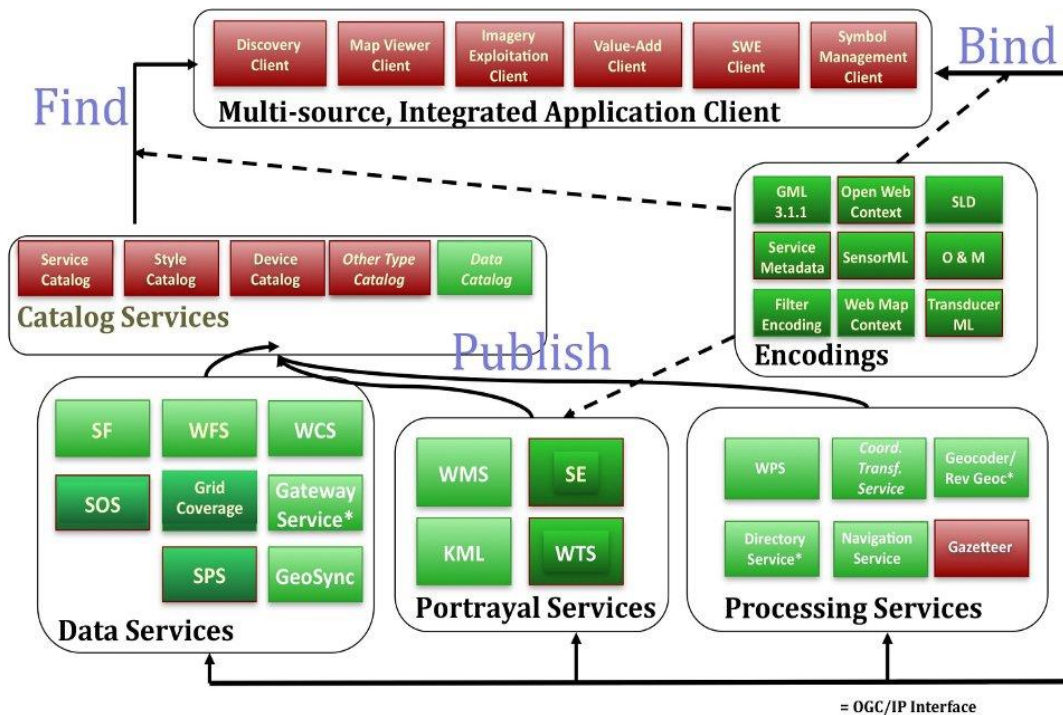
Η έλλειψη ευρέως αποδεκτών προτύπων είναι το κύριο εμπόδιο για την διαλειτουργικότητα. Οι προσπάθειες τυποποίησης που σχετίζονται με δίκτυα αισθητήρων έχουν επικεντρωθεί σε πρωτόκολλα επικοινωνίας, π.χ. Η προδιαγραφή Zigbee με βάση IEEE 802.15.4, ή διασυνδέσεις μεταξύ των αισθητήρων και του δικτύου, π.χ. IEEE 1451. Η ανάγκη για διαλειτουργικότητα έχει αναγνωριστεί, όπως αναδεικνύεται από ομάδες όπως το Open Geospatial Consortium (OGC), η οποία στοχεύει στην ανάπτυξη ανοικτών προτύπων για τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Αξιοποιώντας αυτή την προσπάθεια η SensorNet συνδέει τα δίκτυα αισθητήρων των στρατηγικών δοκιμών μεταξύ τους και με τις εργασίες σε κέντρα

με αποστολή έκτακτης ανάγκης και υπηρεσίες μαζικής κοινοποίησης. Τα μεμονωμένα δίκτυα είναι ετερογενή, ωστόσο, έχουν σχεδιαστεί από το SensorNet οι προδιαγραφές και τα πρότυπα, που ανακουφίζουν τις σημαντικές προκλήσεις που συνδέονται με τη διαλειτουργικότητα. Ασφαλείς και περιττές συνδέσεις χρειάζονται για τη σύνδεση των δικτύων. Αυτό είναι σπάνιο στα δίκτυα αισθητήρων που έχουν αναπτυχθεί ανεξάρτητα από διαφορετικούς ιδιοκτήτες.

Ένα άλλο πλαίσιο (framework) βασισμένο στο OGC είναι το Semantics SensorWeb (SSW) που στοχεύει στην αύξηση της ευαισθητοποίησης των δικτύων αισθητήρων με

σχολιασμό των δεδομένων του αισθητήρα με χωρικά, χρονικά και θεματικά εννοιολογικά μεταδεδομένα.

Web Services Framework Of OGC Geoprocessing Standards



3

Το SSW επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα μέσω της χρήσης των εν λόγω μεταδεδομένων και συναφών πληροφοριών από τα δίκτυα, με δημιουργία μιας οντολογίας με βάση το ιεραρχικό σύστημα που επιτρέπει την πρόσβαση σε δεδομένα αισθητήρα μέσα από τις εφαρμογές web. Τέτοιες πρωτοβουλίες δεν έχουν ακόμη υιοθετηθεί σε ευρεία κλίμακα, είναι συνήθως σε συγκεκριμένους τομείς, και δεν μπορούν να τοποθετηθούν εκ των υστέρων σε παλαιά συστήματα που έχουν ήδη αναπτυχθεί.

Η διαλειτουργικότητα των δικτύων αισθητήρων με τα δίκτυα των επιχειρήσεων αποτελεί κίνητρο για την εισαγωγή των Servers Edge, που φιλτράρουν ανεπεξέργαστα δεδομένα του αισθητήρα σε μια προσπάθεια να μειωθεί η επιβάρυνση υπολογιστών που τοποθετούνται σε servers εφαρμογών. Αυτοί έχουν προταθεί ως μέσο για τη διασύνδεση των δικτύων αισθητήρων, αλλά η εφαρμογή κώδικα ειδικού χαρακτήρα περιορίζει τη χρήση τους στο περιορισμένο σύνολο των δικτύων επιχειρήσεων για τις οποίες είχαν αρχικά σχεδιαστεί.

Αυτός ο περιορισμός έχει ξεπεραστεί από μια συνδεδεμένη πλατφόρμα, το παγκόσμιο δίκτυο αισθητήρων (ΠΣΔ) (Global Sensor Network (GSN) που έχει προταθεί ως ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) για τη σύνδεση ετερογενών δικτύων αισθητήρων. Δεν γίνονται υποθέσεις σχετικά με το ΠΣΔ και την υποκείμενη υποδομή δικτύου, εκτός από την ύπαρξη ενός χώρου αποθήκευσης-απόθεσης (sink) που συνδέεται με έναν υπολογιστή μέσω της βάσης

. Έτσι ορίζεται ένας εικονικός αισθητήρας (virtual sensor), που μπορεί να πάρει ως είσοδο πολλές ροές δεδομένων από φυσικούς ή εικονικούς αισθητήρες και να παραδώσει ένα ενιαίο ρεύμα εξόδου δεδομένων. Ένας εικονικός αισθητήρας μπορεί να είναι οτιδήποτε, από ένα φυσικό αισθητήρα σε ένα sink ή ένα σύνολο φυσικών κόμβων αισθητήρων. Η έμφαση της

πλατφόρμας ΠΣΔ είναι η αποτελεσματική κατανομημένη επεξεργασία των ερωτημάτων. Η σύνθεση των εικονικών αισθητήρων προσδιορίζεται εκ των προτέρων και δεν μπορεί να αλλάξει για την υποστήριξη δυναμικής σύνθεσης υπηρεσιών. Στο ΠΣΔ η εργασία μέσω internet γίνεται με επικοινωνία με τον υπολογιστή βάσης, έχοντας ως αποτέλεσμα, τη διαλειτουργικότητα σε υψηλό επίπεδο,

Η IrisNet ομοίως επικεντρώνεται στην επεξεργασία επερωτήσεων, δεδομένου ότι στοχεύει να παρέχει μια διεπαφή (user interface) για τους χρήστες να αναζητούν ένα τεράστιο ποσό δεδομένων που συλλέγονται από τα ενδεχομένως ετερογενή δίκτυα αισθητήρων. Η προσέγγιση που υιοθέτησε το IrisNet είναι να βλέπει το δίκτυο αισθητήρων ως μια οντότητα, ικανή να παρέχει υπηρεσίες στους καταναλωτές. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί αισθητήρες πρακτόρων (agents) (SAS) για τη συλλογή και την προ-επεξεργασία των δεδομένων από τους αισθητήρες, και την οργάνωση των πρακτόρων (OAS) για την αποθήκευση των δεδομένων σε μια βάση δεδομένων. Τα δίκτυα αισθητήρων υποτίθεται ότι είναι υπό την ίδια ιδιοκτησία, εξαλείφοντας

τις σημαντικές προκλήσεις που συνδέονται με τη διαλειτουργικότητα και τον έλεγχο των δικαιωμάτων πρόσβασης. Η ετερογένεια των υποκείμενων υποδομών επικοινωνιών δεν έχει αντιμετωπιστεί στο IrisNet.

Το πρώτο βήμα προς την δυναμική σύνθεση υπηρεσιών από πολλαπλά δίκτυα αισθητήρων είναι η ανακάλυψη των υπηρεσιών και πόρων που προσφέρονται από κάθε δίκτυο. Τα δεδομένα με επίκεντρο τη φύση των δικτύων αισθητήρων και τις διαφοροποιούν το πρόβλημα από τη γενική περίπτωση των διανεμομένων πόρων, η οποία είναι καλά μελετηθεί. Βελτιστοποιήσεις έχουν προταθεί για δίκτυα αισθητήρων αλλά υποθέτουν ένα ομοιογενές δίκτυο αισθητήρων. Οι προκλήσεις που σχετίζονται

με την ετερογένεια των δικτύων αισθητήρων έχουν διατυπωθεί στο Dynamic Resource Discovery (DRD). Σε αυτήν την προσέγγιση, την διάχυση των πόρων σε δίκτυα αισθητήρων που χωρίζονται στα καθήκοντά τους, α) τον καθορισμό των πόρων που θα πρέπει να παρακολουθούνται και β) αναβάθμιση του δικτύου με ένα ενεργειακά αποδοτικό τρόπο.

Το πρώτο επιτυγχάνεται με τη συλλογή των μεταδεδομένων που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την επικοινωνία για τα πρωτόκολλα, μορφές μηνυμάτων, καθώς και άλλες πληροφορίες σχετικές με τη διαλειτουργικότητα. Τα Clusters (συστάδες κόμβων) χρησιμοποιούνται για να κρατήσουν τα χαρακτηριστικά των πόρων και να απαντήσουν σε ερωτήματα, επιτρέποντας στους άλλους αισθητήρες να εξοικονομήσουν ενέργεια. Η μελέτη μελετά πώς διάφορα δίκτυα επικοινωνούν με την ανταλλαγή μεταδεδομένων.

Table 2.3 Comparative analysis of interoperable sensor networks

System	Service-Oriented Infrastructure	Internetwork Communication	Shared Communication Protocol
SensorNet	No	Direct	Yes
Semantic Sensor Web	No	Indirect	Not required
Edge Servers	No	Indirect	Not required
Global Sensor Network	No	Indirect	Not required
IrisNet	Yes	Indirect	Not required
Dynamic Resource Discovery	No	Not specified	Not specified
Virtual Sensor Network	No	Direct	Yes
Tiny Web	Yes	Direct	Yes

Άλλες λύσεις που προτείνονται για το πρόβλημα της ανακάλυψης πόρων σε δίκτυα αισθητήρων περιλαμβάνουν UPnP γέφυρες και service-oriented πλατφόρμες, οι οποίες είναι καλύτερα προσαρμοσμένες για στατικά δίκτυα αισθητήρων περιορισμένης κλίμακας. Οι

Clustering τεχνικές είναι καλύτερα προσαρμοσμένες στα μεγάλης κλίμακας δίκτυα που συνήθως χρησιμεύουν ως υποδομή για συστήματα διάχυτου υπολογισμού, και προσφέρονται για έναν πράκτορα(agent) βασισμένο στην εφαρμογή.

Η ενεργοποίηση ή κατανομή των φυσικών πόρων από ένα δυναμικό υποσύνολο των κόμβων αισθητήρων οδήγησε στην εισαγωγή των εικονικών δικτύων αισθητήρων (VSN) (Virtual sensor networks). Τα VSNs σχηματίζονται χρησιμοποιώντας υποσύνολα από ένα ή περισσότερους φυσικούς κόμβους του δικτύου αισθητήρων για να επιτευχθεί ένα κοινό έργο. Ως VSN βέβαια μπορεί να μην είναι πλήρως διασυνδεδεμένα, ούτε συνδεδεμένα με ένα σταθμό βάσης.

Οι φυσικοί κόμβοι που δεν περιλαμβάνουν τα VSN χρησιμοποιούνται για να παρέχουν υποστήριξη της επικοινωνίας του VSN. Ένα VSN εκτελεί δύο σημαντικές λειτουργίες – τη συντήρηση του VSN και τη συντήρηση των μελών του. Το πρώτο περιλαμβάνει την προσθήκη και διαγραφή κόμβων, τη συγχώνευση ή διάσπαση του VSNs, και τον προσδιορισμό των γεωγραφικών ορίων. Η τελευταία διαχειρίζεται το ρόλο του καθενός αισθητήρα στο VSN, ο οποίος μπορεί να είναι είτε η επικοινωνία ή η επεξεργασία. Τα VSNs είναι πιο ευεργετικά σε περιοχές όπου έχουν αναπτυχθεί γεωγραφικά επικαλυπτόμενα δίκτυα αισθητήρων. Ωστόσο, τα στοιχεία από την VSN εξακολουθούν να αναμεταδίδονται σε μια βάση

σταθμό για την επεξεργασία και εκεί υπάρχει η βασική μέθοδο που χρησιμοποιούν τα συνεργαζόμενα δίκτυα, το ίδιο μέσο επικοινωνίας και έτσι μπορεί εύκολα να ανταλλάσσουν μηνύματα. Δίνεται έμφαση στην προσέγγιση που επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο του αισθητήρα υποδομής, παρά τη δυναμική σύνθεση των υπηρεσιών από διαφορετικά και ετερογενή δίκτυα αισθητήρων που προορίζονται για ειδικές εφαρμογές.

Το Tiny Web στοχεύει στην παροχή διαλειτουργικότητας μέσω υιοθέτησης της έννοιας των διαδικτυακών υπηρεσιών προς τον αισθητήρα περιβάλλοντος δικτύου. Το Tiny Web αντιμετωπίζει τη διαλειτουργικότητα τόσο στο δίκτυο όσο και στα στρώματα εφαρμογής της και τη στοίβα επικοινωνίας. Χρησιμοποιώντας το Web Service Description Language (WSDL), διαφημίζουν κόμβους Tiny Web και τις διασυνδέσεις τους με τις εφαρμογές. Το Tiny Web στηρίζεται σε ένα τυποποιημένο μέσο επικοινωνίας μεταξύ των δικτύων και επικεντρώνεται στην αναπαράσταση δεδομένων, προκειμένου να διασφαλίζει τη διαλειτουργικότητα.

2.5 Εφαρμογές

Στις προηγούμενες ενότητες παρουσιάζονται τα εργαλεία και οι τεχνικές για τη δυναμική διαμόρφωση και διαλειτουργικότητα μεταξύ των διάχυτων συστημάτων, με έμφαση σε δίκτυα αισθητήρων, τα οποία επιτρέπουν δυναμική, προσαρμοστική και διαφανή λειτουργία για την πλειοψηφία των διάχυτων συστημάτων. Αυτή η ενότητα επεξηγεί την εφαρμογή αυτών των εργαλείων και τεχνικών σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού.

Η πρώτη παρουσίαση εφαρμογή είναι ένα **σύστημα παρακολούθησης ηφαιστείου** που χρησιμεύει ως ένα επιτυχημένο παράδειγμα της διαλειτουργικότητας ανάμεσα σε ένα επίγειο δίκτυο αισθητήρων και ένα δορυφορικό όργανο. Λόγω του εχθρικού περιβάλλοντος, των αυστηρών χρονικών περιορισμών, και των υπερβολικά υψηλών υπολογιστικών απαιτήσεων και απαιτήσεων επικοινωνίας, η εφαρμογή αυτή χρησιμεύει επίσης ως παράδειγμα ακραίων διάχυτων συστημάτων. Η δεύτερη εφαρμογή διάχυτου υπολογισμού χρησιμοποιείται για τη **στήριξη της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης**, ώστε να διευκολυνθεί η προσαρμογή των μαθημάτων και των προγραμμάτων σπουδών στις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα, και το υπόβαθρο του κάθε μαθητή. Η εφαρμογή αυτή αναδεικνύει τόσο τη διαλειτουργικότητα των εργαλείων και των τεχνικών για δυναμική επαναδιαμόρφωση και διαλειτουργικότητα των

διαφορετικών συνιστωσών που συμμετέχουν και τη δυναμική αναδιαμόρφωση του συστήματος, με βάση τη συλλογική νοημοσύνη που αποκτήθηκε μέσα από την αλληλεπίδραση των συστατικών αυτών.



2.5.1 Ένα Σύστημα διάχτου υπολογισμού για την παρακολούθηση ηφαιστείου

Η διαθεσιμότητα των όλο και πιο ισχυρών υπολογιστικών πόρων με τη μείωση του κόστους επέτρεψε την ένταξη πιο ισχυρών και αξιόπιστων τεχνικών σε εξελιγμένες εφαρμογές διάχτου υπολογισμού. Αναφερόμαστε εδώ στο διάχτου υπολογιστικό σύστημα πραγματικού χρόνου για την παρακολούθηση του ηφαιστείου, που συμβολίζεται ως OASIS (for Optimal Autonomous Space In-situ Sensorweb). Οι κύριοι στόχοι του OASIS είναι να ενσωματώνονται συμπληρωματικοί χώροι

και in-situ(εντόπιοι) αισθητήρες εδάφους σε ένα αυτόνομο διάχτου σύστημα, για τη βελτιστοποίηση της ισχύος και την επικοινωνία των πόρων διαχείρισης αυτού του επικίνδυνου συστήματος, και να παρέχουν μηχανισμούς για την απρόσκοπτη και κλιμακούμενη σύνθεση των μελλοντικών χώρων και in-situ στοιχείων. Η διαλειτουργικότητα μεταξύ των στοιχείων που αποτελούν το σύστημα παρακολούθησης είναι ένα θεμελιώδες ζήτημα.



Η εφαρμογή OASIS έχει σχεδιαστεί για να παρακολουθεί όρος της Αγίας Ελένης, ένα ενεργό ηφαίστειο στην πολιτεία της Ουάσιγκτον, και να παρέχουν ανατροφοδότηση και υποστήριξη λήψης αποφάσεων για τους επιστήμονες που ασχολούνται με τις επικίνδυνες γεωλογικές Η ανάπτυξη αυτού του συστήματος καταδεικνύει την ικανότητα να μετριάσουν οι κίνδυνοι από το ηφαίστειο μέσω ενός έξυπνου επιτόπιου (in-situ) δικτύου. Το κλειδί για αυτή την προσέγγιση είναι η δημιουργία ενός συνεχούς βρόχου ανάδρασης μεταξύ δύο κύριων συστατικών: το ένα στο έδαφος **και το άλλο στο διάστημα** .

Το in-situ δίκτυο ασύρματων αισθητήρων εδάφους Imote 2 που καθένα συνδέεται με μια σειρά αισθητήρων παρακολούθησης παραμόρφωσης εδάφους. Οι συστοιχίες αισθητήρων παρακολούθησης παραμόρφωσης εδάφους αποτελούνται από GPS (Global Positioning System), σεισμικούς, υπερηχητικούς, RSAM (Real-time Seismic-Amplitude Measurement)(μέτρησης πραγματικού χρόνου σεισμικής έντασης), και αισθητήρες κεραυνού. Με σκοπό την προστασία των αισθητήρων από το σκληρό περιβάλλον, κάθε mote(ασύρματη) συστοιχία αισθητήρων μπαίνει σε ένα κουτί. Τα κιβώτια θα πρέπει να πέσουν με ελικόπτερο πάνω από το Όρος της Αγίας Ελένης. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η σωστή τοποθέτηση των κιβωτίων στον κρατήρα, το καθένα είναι εξοπλισμένο με ένα μεταλλικό τρίποδο σαν αράχνη που δημιουργήθηκε από γεωλόγους στο ηφαιστειακό παρατηρητήριο Cascades. Το Σχήμα 2.1 απεικονίζει ένα τέτοιο τρίποδο αμέσως πριν από την αποστολή του



Αν και οι κόμβοι είναι μικροσκοπικές συμπαγείς συσκευές, το καθένα είναι εξοπλισμένο με πολύπλοκη, αλλά ελαφριά αρχιτεκτονική λογισμικού. Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι το στρώμα εφαρμογής αυτής της αρχιτεκτονικής, το οποίο είναι το ανώτερο στρώμα της στοίβας επικοινωνίας και αποτελείται από δεδομένα τηλεπισκόπησης μονάδας, μια μονάδα διαχείρισης του δικτύου, και μία μονάδα

κατάστασης ευαισθητοποίησης. Η αισθητήρια μονάδα είναι ζωτικής σημασίας για τη συνολική αξιοπιστία του δικτύου, καθώς ελέγχει το συγχρονισμό ρολογιού και την ώρα σφράγισης των πακέτων, για να διασφαλίσουμε ότι το δίκτυο είναι σε συγχρονισμό. Οι γεωλόγοι αλληλεπιδρούν με τη μονάδα διαχείρισης του δικτύου, η οποία τους δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθούν την τρέχουσα κατάσταση του δικτύου, καθώς και να κάνουν τις απαραίτητες προσαρμογές των παραμέτρων του δικτύου.

Κατά τη διάρκεια των ενεργών περιόδων όταν οι απαιτήσεις εύρους ζώνης (bandwidth) είναι υψηλότερη, το δίκτυο δίνει προτεραιότητα στη ροή πληροφοριών για υψηλής προτεραιότητας. Για παράδειγμα, αν κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας, παρατηρηθούν μετρήσεις αερίων μπαίνουν σε

υψηλότερη προτεραιότητα ενώ άλλα δεδομένα μπορούν να ρυθμιστούν για να διαθέσιμο και άλλο εύρος ζώνης για τα άλλα δεδομένα αερίων. Το Cluster συντονισμού είναι σε θέση να εντοπίσει αυτόματα και να επιλέξει το ελάχιστο σύνολο των αισθητήρων που θα παρέχουν κρίσιμα στοιχεία χρησιμοποιώντας ένα

Bayesian δίκτυο με τεχνικές εφαρμόστηκαν για την επιλογή των αισθητήρων.

Για την περαιτέρω βελτιστοποίηση της αξιοποίησης του εύρους ζώνης, η επιτόπια μείωση των δεδομένων, συμπίεση, και ομαδοποίηση είναι απαραίτητα στοιχεία. Για παράδειγμα, όταν είναι αναγκαίο, σεισμικά δεδομένα τυπικά καταγράφονται στα 100 Hz, μειωμένα κατά δύο τάξεις μεγέθους στο επίπεδο κόμβου παρουσιάζοντας μια μέση παράμετρο RSAM, η οποία είναι μια καθιερωμένη μέτρηση μεταξύ δύο σεισμών και ηφαιστειακών δονήσεων. Επιπλέον, σεισμικά δεδομένα σε συνεχή ροή θα οδηγούνται σε κάθε κόμβο, και όταν ανιχνεύονται σεισμικά γεγονότα, η κυματογράφο ρυθμίζεται με ακριβείς δείκτες του χρόνου

ώστε να συμπιεστεί και να παραδοθεί στο κέντρο ελέγχου για την επεξεργασία τρίτου επιπέδου.

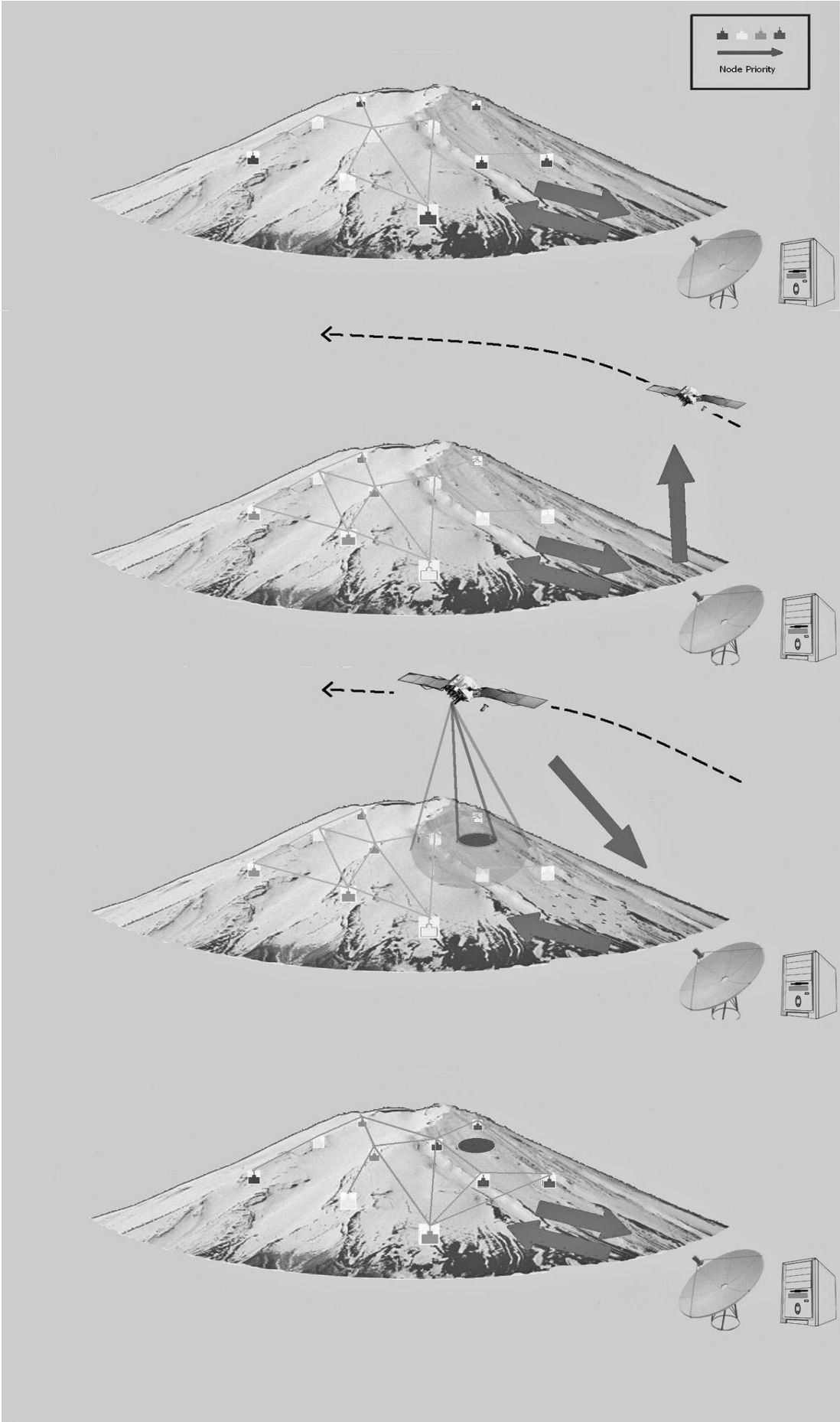
Η λειτουργικότητα που παρέχεται από τη μονάδα επίγνωση της κατάστασης είναι αρκετή για να διασφαλίσει ότι το δίκτυο έχει επίγνωση τούτο περιβάλλον και είναι ικανό να ανταποκρίνεται δυναμικά στις αλλαγές. Εάν ένα φυσικό φαινόμενο, όπως μια έκρηξη, συμβαίνει μέσα σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή του δικτύου, αυτή η περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως περιοχή ενδιαφέροντος. Η κατηγοριοποίηση μπορεί να γίνει είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα. Αυτόματη κατηγοριοποίηση γίνεται μέσα από ένα σύνολο προκαθορισμένων καταστάσεων που περιγράφονται από τους γεωλόγους και που προσδιορίζονται από φυσικές αλλαγές που θα ανιχνευθούν είτε από τους αισθητήρες του εδάφους ή από άλλη εξωτερική πηγή, όπως είναι το δορυφορικό σύστημα. Εναλλακτικά, οι γεωλόγοι μπορούν να ταξινομήσουν μόνοι τους μια περιοχή ως περιοχή ενδιαφέροντος.

Οι κόμβοι αισθητήρων σε μια περιοχή ενδιαφέροντος έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα και η επικοινωνία από τους αισθητήρες αυτούς επεξεργάζονται αμέσως και χωρίς απώλειες, ακόμη και με το δίκτυο κορεσμένο ή σε συμφόρηση. Για παράδειγμα, εάν εκτινάσσεται λάβα από ένα τμήμα του ηφαιστείου, η περιοχή του δικτύου ταξινομείται ως υψηλής προτεραιότητα.

Το διαστημικό μέρος του συστήματος παρακολούθησης του ηφαιστείου αποτελείται από το λογισμικό εδάφους του Jet Propulsion Laboratory (JPL) **Sensorweb** και τον δορυφόρο EO(earth observer)-1. Ο EO-1 δορυφόρος είναι η πρώτη αποστολή της NASA στο New Millennium Program Earth Observing, το οποίο διαχειρίζεται από το Κέντρο Διαστημικής Πτήσης Goddard. Σχεδιασμένο ως ένα πεδίο δοκιμών για την επόμενη γενιά προηγμένων μέσω απεικόνισης της Γης, ο EO-1 μεταφέρει τρία μέσα: το Advanced Land Imager (ALI), την υπερφασματική Hyperion Imager, και το Atmospheric Corrector (AC). Το ALI συνδυάζει ένα πρωτότυπο ευρυγώνιο οπτικό σύστημα με ένα εξαιρετικά ολοκληρωμένο πολυφασματικό και παγχρωματικό φασματομέτρο. Η κάμερα Hyperion είναι υψηλής ευκρίνειας και απεικόνισης ικανή να δει σε 220 φασματικές ζώνες (0,4 - 2,5 μm) με ένα 30 μέτρα χωρική ανάλυση.

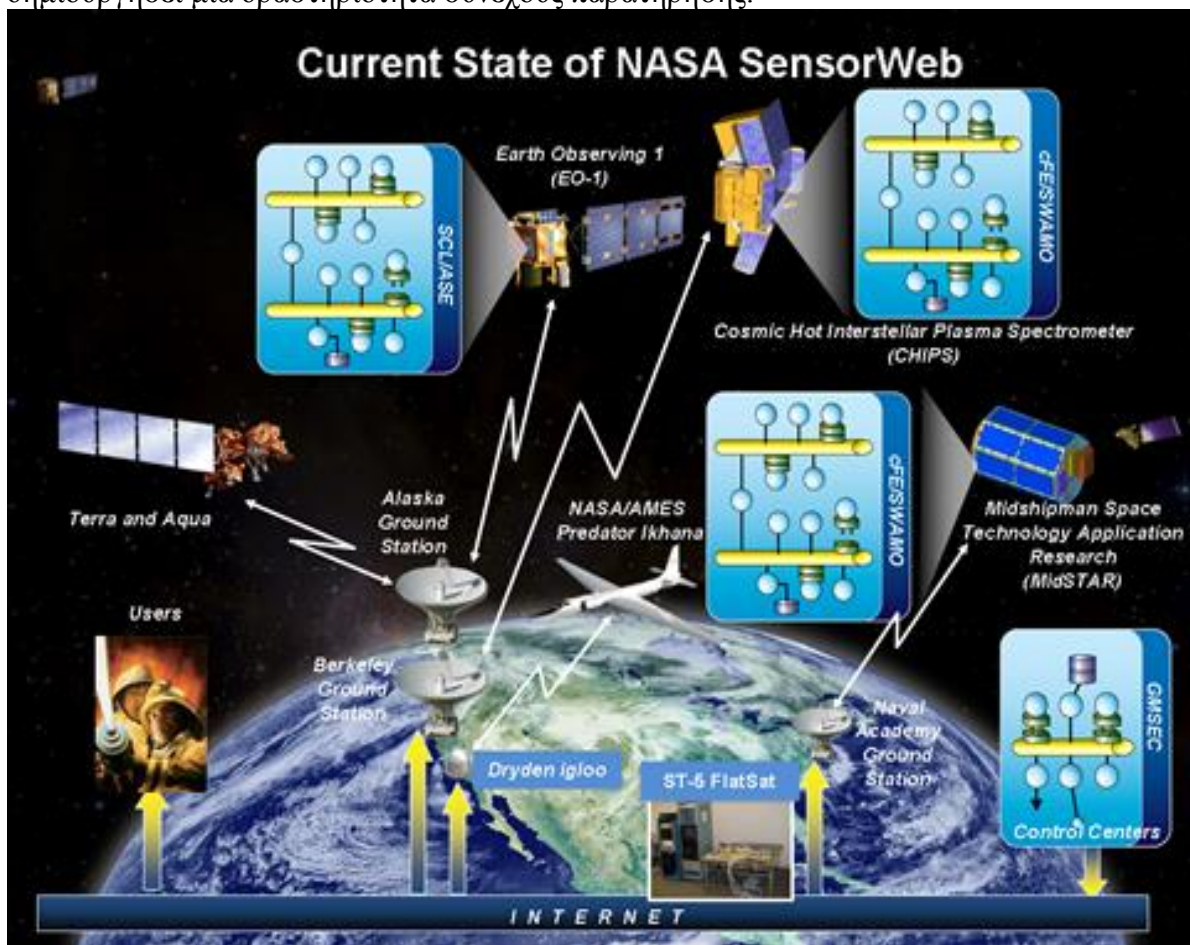
Τέλος, το EO-1 Atmospheric corrector παρέχει την πρώτη διαστημική δοκιμή ενός ατμοσφαιρικού διορθωτή που έχει σχεδιαστεί για να αντισταθμίσει την ατμοσφαιρική απορρόφηση και σκέδαση, η οποία επιτρέπει για αυξημένη ακρίβεια στη μέτρηση της ανάκλασης επιφάνειας.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει το σύστημα παρακολούθησης ηφαιστείου OASIS σε όλη τη συλλογή δεδομένων και την επικοινωνία στάδια που οδηγούν στην ιεράρχηση των έναν ή περισσότερων κόμβων.



Δύο είναι οι απαιτήσεις του διαστημικού τμήματος. Πρώτον, είναι υπεύθυνο για την απάντηση σε ερωτήματα σχετικά όπως οι γενικές δυνατότητες του αισθητήρα, όπως την παροχή πληροφοριών σχετικά με τα δεδομένα ή το λόγο σήματος-προς-θόρυβο των δεδομένων. Δεύτερον, είναι υπεύθυνη για εξυπηρέτηση όλων των αιτήσεων που υποβάλλονται από τους γεωλόγους για απόκτηση δεδομένων, την επεξεργασία του δεδομένων και παράγει τυχόν ειδοποιήσεις που προέρχονται από τα δεδομένα. Συγκεκριμένα, το διαστημικό τμήμα του συστήματος λαμβάνει ειδοποιήσεις από το επιτόπιους αισθητήρες.

Μετά την παραλαβή της ειδοποίησης, το διαστημικό τμήμα επιχειρεί να εκδώσει αίτηση προς τον EO-1 για την απόκτηση δεδομένων από την περιοχή ενδιαφέροντος. Μόλις τα δεδομένα που έχει αποκτήσει ο EO-1, διεξάγεται μια έρευνα για τα χαρακτηριστικά δεδομένων, π.χ. θερμική δραστηριότητα. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αργότερα αποστέλλονται στη Γη με μία ροή μηχανικής τηλεμετρίας, ενώ ένα αεροσκάφος μπορεί να δημιουργήσει μια δραστηριότητα συνεχούς παρατήρησης.



Προς το συμφέρον της διαλειτουργικότητας με άλλα συστήματα περιβαλλοντικής παρακολούθησης, όλες οι διεπαφές (interface) που εξαρτώνται από τις υπηρεσίες αναπτύχθηκαν σε συμμόρφωση με την πρωτοβουλία του OGC Sensor για ενεργοποίηση μέσω Web, που περιγράφονται παρακάτω, και περιλαμβάνει τις ακόλουθες υπηρεσίες:

1. Αισθητήρας Υπηρεσίας Προγραμματισμού (SPS): χρησιμοποιείται για να καθορίσει εάν ο αισθητήρας είναι διαθέσιμος για να αποκτήσει ζητούμενα δεδομένα.
2. Αισθητήρας Υπηρεσίας παρατήρησης (SOS): χρησιμοποιείται για την ανάκτηση μηχανικών ή της επιστημονικών δεδομένων. Αυτό περιλαμβάνει την πρόσβαση σε ιστορικά δεδομένα, καθώς και τα δεδομένα που ζητήθηκαν και αποκτήθηκαν στο πλαίσιο του SPS.

3. Web Processing Service (WPS): χρησιμοποιείται για να εκτελεί υπολογισμούς σχετικά με τα αποκτηθέντα δεδομένα τηλεπισκόπησης. Αυτό περιλαμβάνει την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων σε παράγωγα προϊόντα, όπως οι δείκτες βλάστησης, η υγρασία του εδάφους, θερμές περιοχές, οι ροές λάβας και τιμές που έχουν συλλεχθεί.

4. Sensor Alert Service (SAS): χρησιμοποιείται για τη δημοσίευση και την εγγραφή σε ειδοποιήσεις από τους αισθητήρες. Οι χρήστες γράφονται σε αυτή την υπηρεσία για να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για τις ειδοποιήσεις. Όταν οι όροι αυτοί πληρούνται από τα αποκτηθέντα ειδοποιήσεις δεδομένων, που περιέχει τα δεδομένα μαζί με την ώρα και την τοποθεσία των γεγονότων εκδίδονται αυτόματα στο χρήστη.

5. Μια περιγραφή του αισθητήρα και συναφών προϊόντων και των υπηρεσιών τους, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα σήμανσης αισθητήρα (SensorML). Η SensorML παρέχει μια υψηλού επιπέδου περιγραφή των αισθητήρων και των διαδικασιών παρατήρησης χρησιμοποιώντας τη γλώσσα XML.

Παρέχει επίσης τη λειτουργικότητα για τους χρήστες να ανακαλύψουν μέσα στο διαδίκτυο, υπηρεσίες για την αποστολή και λήψη δεδομένων αισθητήρα (όπως το SPS, SOS, SAS, και WPS).

2.5.2 Μια πλατφόρμα διάχυτου υπολογιστικού Εξατομικευμένης Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Οι πρόοδοι στη διαχείριση βάσεων δεδομένων, των κατανεμημένων υπολογιστών υπολογιστικής νοημοσύνης ιδιαίτερα διαδεδωμένων συστημάτων, τα οποία επιτρέπουν ανά πάσα στιγμή, οπουδήποτε πρόσβαση σε πληροφορίες προσφέρουν εύφορο έδαφος για ριζικές αλλαγές στην παιδαγωγική.

Αυτή η ενότητα περιγράφει μια διάχυτη πλατφόρμα που βασίζεται σε αυτές τις τεχνολογίες για τη διευκόλυνση της προσαρμογής του περιεχομένου των μαθημάτων στις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα, και υπόβαθρο του κάθε μαθητή. Τα εργαλεία διδασκαλίας, animation, οι τεχνικές για απομακρυσμένη πρόσβαση στο περιεχόμενο των μαθημάτων χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν τις ίδιες πληροφορίες με διαφορετικούς τρόπους, για να εξυπηρετήσουν τις διαφορές στο τρόπο μάθησης, να ενθαρρύνει την ενεργό, και όχι παθητική μάθηση, επιτρέποντας την αυτενέργεια των μαθητών, την προστασία της ιδιωτικής ζωής, και την ευελιξία ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματική χρήση των πόρων. Η επιτυχία της πλατφόρμας είναι σημαντική κατά τη διαλειτουργικότητα των πολυάριθμων εμπλεκόμενων στοιχείων, καθώς προσφέρει την ικανότητα να αναμορφωθεί δυναμικά το σύστημα για να εξυπηρετήσει καλύτερα τις ανάγκες του κάθε μαθητή.

Τα περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν σημαντικά το χειρισμό δυναμικών καταστάσεων και διαφοροποιήσεων σε ανόμοια περιβάλλοντα, μέσω της χρήσης των πρακτόρων (agents) λογισμικού που παρακολουθούν και καταγράφουν τα συμβάντα και να λάβουν προληπτικά συλλογικές δράσεις για να εξασφαλιστεί η διάθεση επακριβών πληροφοριών με ένα προσαρμοστικό τρόπο. Αυτή η προσαρμοστικότητα και η ευελιξία των διάχυτων υπολογιστικών περιβαλλόντων μπορούν να φέρουν μια ριζική αλλαγή στον τρόπο που οι μαθητές αλληλεπιδρούν με τους καθηγητές και τους συμμαθητές.

Με την προτεινόμενη εκπαιδευτική πλατφόρμα, διάχυτη υπολογιστών και επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται σε διάφορα επίπεδα, μέσω της χρήσης του mobile agent platform PICO, που περιγράφεται στην ενότητα 2.2.3. Όπως αναφέρθηκε, η PICO αποτελείται από πράκτορες λογισμικού, που συμβολίζονται ως delectants, οι οποίοι δημιουργούνται από το χρήστη, την εφαρμογή, ή ένα άλλο delectant.

Οι delectants αυτο-οργανώνονται σε δυναμικές κοινότητες με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων, την επεξεργασία διαφόρων πηγών πληροφόρησης, και για να πάρουν αποφάσεις ανάλογα του περιεχομένου των δεδομένων. Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πλατφόρμας, η

PICO δημιουργείται με προσανατολισμένες δυναμικές οντότητες υπολογιστών που εκτελούν αυτόνομα εργασίες για λογαριασμό των φοιτητών και της σχολής, και παρέχει ένα πλαίσιο για προσαρμοστικά σύνθετη πορεία για το περιεχόμενο σπουδών για κάθε μαθητή.

Το διάχυτο υπολογιστικό περιβάλλον που παρέχεται από PICO δίνει τη δυνατότητα μεθόδων για συνεχείς σπουδές, και η διαδικασία, εμπλουτίζει την παράδοση των μαθημάτων, βελτιώνει την ποιότητα του περιεχομένου των μαθημάτων, και ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση.

Ο στόχος της εκπαιδευτικής πλατφόρμας είναι η προσαρμογή των μαθημάτων και των προγραμμάτων σπουδών με τις ανάγκες των σπουδαστών. Για το σκοπό αυτό, ένα πρόγραμμα βαθμολογίας θεωρείται ως αποτελούμενη από τρία σύνολα των οντοτήτων:

Το σύνολο των εκπαιδευτών / συμβούλων, I

Το σύνολο των φοιτητών, S και

Το σύνολο των μαθημάτων, C.

Ένας εκπαιδευτής / σύμβουλος, $i \in I$, έχει εμπειρία σε ένα ή περισσότερα μαθήματα. Ένας φοιτητής, $s \in S$, μελετά για το βαθμό και οφείλει να λάβει μαθήματα από C, με μεθοδευμένο τρόπο, για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις βαθμό και τους στόχους. Κάθε $c \in C$ αντιπροσωπεύει ένα μάθημα στο πρόγραμμα σπουδών. Τα μαθήματα στη C είναι αλληλένδετα και η δομή του προγράμματος σπουδών

καθορίζει τις σχέσεις μεταξύ των μαθημάτων. Επιπλέον, τα μαθήματα σηματοδοτούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις βαθμού, που απαιτείται ή κατ'επιλογήν. Κάθε σύνολο, I, S, και C, αντίστοιχα αντιπροσωπεύεται από μια κοινότητα πρακτόρων λογισμικού που επικοινωνούν και διαπραγματεύονται μεταξύ τους, σύμφωνα με τα καθορισμένα καθήκοντα, δηλαδή, ο φοιτητής ζητάει από το πρόγραμμα μαθήματα, ή να εξατομικεύσει το περιεχόμενο του μαθήματος.

Θεμελιώδους σημασίας για την προτεινόμενη εκπαιδευτική πλατφόρμα είναι η σπονδυλωτή προσέγγιση για την ανάπτυξη μαθημάτων. Οι πορείες των ενοτήτων είναι αυτόνομες, στο δικό τους ρυθμό, και έχουν σχεδιαστεί για την προώθηση της ενεργού συμμετοχής, και όχι παθητικής μάθησης. Υπάρχουν διαθέσιμα multimedia εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να σχεδιάσουν μια μονάδα ώστε να είναι διαδραστική και ευέλικτη για τους φοιτητές, οι οποίοι μπορεί να πλοηγηθούν ελεύθερα μέσω του προγράμματος. Η αυτοαξιολόγηση με ερωτήσεις στο τέλος της κάθε ενότητας λαμβάνει μια ποικιλία μορφών, συμπεριλαμβανομένων ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής ή ερωτήσεων σύντομης απάντησης.

Τα πιο διαδραστικά στοιχεία μιας ενότητας μαθήματος είναι οι προκλήσεις του σχεδιασμού, κατά τον οποίο ο φοιτητής πρέπει να πάρει αποφάσεις και να απαντήσει σε υποδείξεις και άλλα σχόλια, προκειμένου να βρεθεί μια λύση για το πρόβλημα που υπάρχει. Επίσης γραφικά και animation χρησιμοποιούνται για να αποδείξουν περίπλοκες έννοιες. Κείμενο, αφήγηση, χάρτες και διαγράμματα χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση εννοιών κατά τη διάρκεια των animation. Όλα τα μαθήματα είναι ανάμικτα, με την έννοια ότι κάθε μάθημα αποτελείται από διάφορα τμήματα για αλληλένδετα θέματα που είναι, με τη σειρά τους, αλληλένδετα σε όλο το αναλυτικό πρόγραμμα.

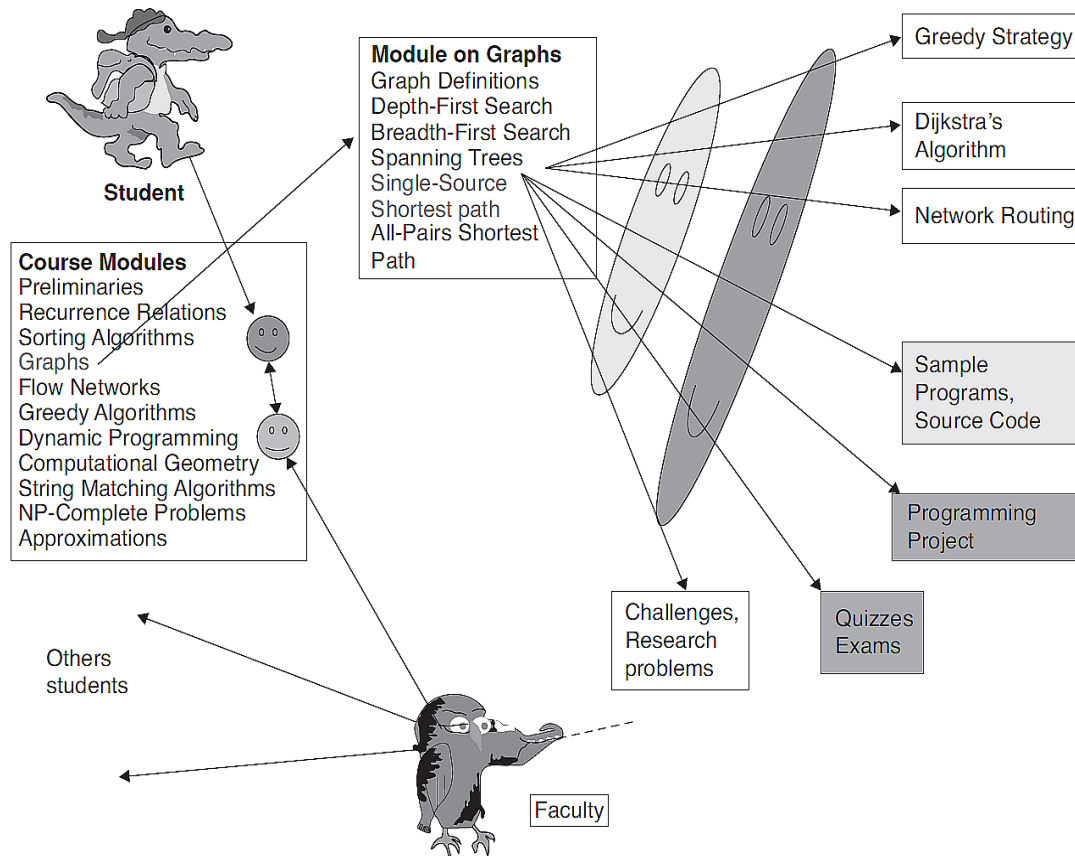


Figure 2.3 Sample environment for a course on design and analysis of algorithms.

Κάθε μάθημα χωρίζεται σε διάφορες ενότητες περιεχομένου, πολλά από τα οποία είναι υποχρεωτικά και υπαγορεύονται από το πρόγραμμα σπουδών. Οι υπόλοιπες μονάδες περιεχομένου, συνήθως μικρότερες σε αριθμό, περιλαμβάνουν εκλεκτικό περιεχόμενο που μπορεί να έχει ως επιλογή να συμπληρώσει τις γνώσεις του μαθητή και τις προϋποθέσεις, ή να αναθέσει σε ενδιαφερόμενο φοιτητή πιο προχωρημένα θέματα. Κάθε ενότητα περιεχομένου έχει προαπαιτούμενα, σημειώσεις διάλεξης, ερωτήσεις, προβλήματα ασκήσεων, προγραμματισμό ή εργαστηριακές εργασίες, εξετάσεις, κουίζ και αξιολογήσεις. Οι ενότητες περιεχομένου για κάθε μάθημα μπορεί να συμπληρώνονται από βιωματικές ενότητες, οι οποίες έχουν ως στόχο να επαναλαμβάνουν τα θέματα που ταιριάζουν στο περιεχόμενο υποκείμενων εννοιών για ατομικές και ομαδικές εργασίες.

Ένας πράκτορας (delegent) σχετίζεται με κάθε ενότητα του μαθήματος. Αυτός συνδέεται επίσης με άλλες ενότητες στην ίδια πορεία, και μπορεί να συνδεθεί με σχετικές ενότητες σε άλλα μαθήματα χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα. Το σχήμα 2.3 παρουσιάζει ένα περιβάλλον του συστήματος για ένα μάθημα σχετικά με το σχεδιασμό και ανάλυση αλγορίθμων. Στο παράδειγμα, μια ενότητα με τίτλο «γραφήματα σε αλγόριθμους» θα συνδέεται στενά με άλλες ενότητες του μαθήματος - διαλογή, άπληστοι αλγόριθμοι, δυναμική προγραμματισμού και ανάλυση πολυπλοκότητας. Επιπλέον, η μονάδα αντιπροσωπεύει τη «Διαδρομή» σε ένα μάθημα στον υπολογιστή με δίκτυα που συνδέονται με την ενότητα «γραφήματα, μακριά από το πεδίο αλγορίθμων. Ο agent συνδεδεμένος με τη μονάδα υπάγεται απευθείας στον εκπαιδευτή. Με άλλα λόγια, αυτή η ενότητα μαθημάτων delegent(pico agents) χρησιμεύει ως ένας εικονικός οδηγός για τον φοιτητή, λαμβάνοντας στην πορεία agents που εκπροσωπούν διάφορες ενότητες και αποτελούν μια κοινότητα μεταξύ τους

Όταν ένας μαθητής, s , καλείται να λάβει ένα μάθημα, x , ο agent, DSX έχει δημιουργηθεί για να αντιπροσωπεύει το σπουδαστή. Ο DSX αποκτά πληροφορίες σχετικά με ακαδημαϊκό υπόβαθρο του μαθητή και καθορίζει για το μαθητή σε μεγάλο βαθμό, τα συμφέροντα, και τη προϋπάρχουσα γνώση που χρειάζεται, και μεταξύ άλλων, τις πληροφορίες που χρειάζονται. Ο DSX αλληλεπιδρά με τους agents άλλων ενοτήτων για να προσαρμόσει το υλικό των μαθημάτων. Επιπλέον, ο DSX εξασφαλίζει ότι ο σπουδαστής κατέχει το απαιτούμενο υλικό - σημειώσεις, το πρόγραμμα, ασκήσεις, και τα παρόμοια. Ο DSX προειδοποιεί επίσης το μαθητή για τα χρονοδιαγράμματα, την τάξη τις προθεσμίες του έργου, τα ραντεβού με τον εκπαιδευτή, και τις αντίστοιχες εργασίες.

Ο agent του εκπαιδευτή στην πορεία, Dix, εξασφαλίζει ότι ο σπουδαστής πλήρη όλες τις απαιτήσεις για κάθε μία υποχρεωτική ενότητα, και συνεργάζεται με το DSX για να εξασφαλιστεί ότι ο μαθητής εφοδιάζεται με όλα τα απαιτούμενα εκπαιδευτικό υλικό.

Ο Dix ενημερώνει επίσης τον εκπαιδευτή για την πρόοδο του μαθητή και παρέχει ειδοποιήσεις στον εκπαιδευτή όταν ο μαθητής προχωρεί πολύ αργά ή πολύ γρήγορα.

Η προτεινόμενη διδακτική πρακτική έχει ως στόχο να μετατοπιστεί το επίκεντρο των δράσεων από τις διαλέξεις στη διαδραστική επίλυση προβλημάτων με βάση τις ενότητες μαθημάτων, τα οποία οι μαθητές πρέπει να μελετήσουν εκ των προτέρων. Κάθε μάθημα ξεκινά με ένα κουίζ για τις βασικές έννοιες. Το υπόλοιπο του μαθήματος είναι αφιερωμένο στην αντιμετώπιση ερωτήσεων των μαθητών που μαθαίνουν συζητώντας και αναλύοντας τα πιο περίπλοκα ζητήματα που καλύπτονται από τις υποχρεωτικές ενότητες. Παραδοσιακά η περιοδική

ανάθεση των εργασιών, σχεδίων, και οι εξετάσεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την επιβολή της μάθησης και τον προσδιορισμό των μαθητών σύμφωνα με τη συνολική γνώση του εκπαιδευτικού υλικού.

Ένας από τους κύριους στόχους της προτεινόμενης εκπαιδευτικής πλατφόρμας είναι να δημιουργηθεί ένα εικονικό περιβάλλον που υποστηρίζει

μια συνεχή καθοδήγηση, αναλόγως του θέματος, με ένα προς ένα αναλογία φοιτητών-διδασκόντων με σκοπούς τη παροχή καθοδήγησης και συμβουλών,

και την εκπαίδευση των φοιτητών στο πλαίσιο του προγράμματος. Η κατανομή των μαθημάτων σε ενότητες επιτρέπει στο σύστημα για να δει το πρόγραμμα σπουδών σε μια λεπτομερέστερη εικόνα, και ως εκ τούτου μπορεί να ελαχιστοποιήσει την απόρριψη των θεμάτων και τη μεγιστοποίηση της προσαρμοστικότητας των περιεχομένων των μαθημάτων όσο ο μαθητής προχωρεί προς το πτυχίο του. Ένας πράκτορας των φοιτητών, D_s , σε επικοινωνία με έναν ακαδημαϊκό παράγοντα σύμβουλό του ή της, D_y , χρησιμοποιεί το προφίλ του μαθητή για να καθορίσει το κατάλληλο πρόγραμμα σπουδών που πληροί τις απαιτήσεις βαθμού ενώ γίνεται η τροφοδοσία με τις ατομικές ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του μαθητή στο μέτρο του δυνατού.

2.6 Συμπέρασμα

Τα θέματα που εξετάζονται σε αυτό το κεφάλαιο ήταν η διαλειτουργικότητα και δυναμική αναδιαμόρφωση σε διάχυτα συστήματα, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική παροχή των διαφόρων υπηρεσιών. Οι κινητές πλατφόρμες πρακτόρων συζητήθηκαν ως βάση νέων τεχνολογιών, με έμφαση στο ρόλο τους ως ενδιάμεσοι μεταξύ των ετερογενών οντοτήτων που αποτελούν ένα διάχυτο system. Οι μηχανισμοί που συζητήθηκαν για την βελτίωση της ασφάλειας που σχετίζονται με την μετανάστευση των πρακτόρων μεταξύ των hosts στο σύστημα. Τα δίκτυα αισθητήρων, των οποίων οι δυνατότητες ανάλυσης και συλλογής δεδομένων είναι κρίσιμης σημασίας για την ενεργητική και διαφανή λειτουργία των διάχυτων συστημάτων, και εισήχθησαν, μαζί με τις προσεγγίσεις

λογισμικού και υλικού μαζί με μία δυναμική αναδιαμόρφωση κόμβων αισθητήρων στις απαιτήσεις για απόκριση σε αλλαγές στο περιβάλλον λειτουργίας .

. Αρκετές πλατφόρμες που προορίζονται για την επίτευξη διαλειτουργικότητας και της συνεργασίας μεταξύ των ανεξάρτητων δικτύων αισθητήρων αναφέρθηκαν και συζητήθηκαν. Τέλος, δύο σημαντικά διαφορετικές εφαρμογές του διάχυτου υπολογισμού δηλαδή, η παρακολούθηση του ηφαιστείου και εξατομικευμένη τριτοβάθμια εκπαίδευση, παρουσιάστηκαν για να τονίσουν την επιτυχή αξιοποίηση των εργαλείων και των τεχνικών που περιγράφονται στο κεφάλαιο.

Οι αναδυόμενες εφαρμογές διάχυτων συστημάτων, όπως η αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών ή φροντίδα των ηλικιωμένων, να βελτιώσει την ασφάλεια και την ποιότητα της ζωής ενός σημαντικού τμήματος του πληθυσμού. Η επιτυχία αυτών των εφαρμογών εξαρτάται από την αξιόπιστη πρόσβαση στην πλούσια συλλογή δεδομένων, που απαιτεί ευελιξία και διαλειτουργικότητα των δικτύων αισθητήρων και των άλλων διάχυτων υπολογιστικών πόρων που παρέχουν αυτά τα δεδομένα. Ο προσεκτικός σχεδιασμός των διεπαφών(interface), της ανάπτυξης και της τήρησης προτύπων, και σπονδυλωτής προσέγγισης σε σχέδια που επιτρέπουν τη δυναμική σύνθεση των υπηρεσιών θα επισπεύσουν την επιτυχή ανάπτυξη της μεγάλης κλίμακας διάχυτων συστημάτων, καθώς και την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Οντολογίες

3.1 Τι είναι μια Οντολογία

Ξεκινώντας από την Αρχαία Ελλάδα, οι Έλληνες φιλόσοφοι με πρώτο τον Παρμενίδη τον Ελεάτη χρησιμοποιούν τον όρο οντολογία. Ακολούθησαν ο Πλάτωνας, οι φιλόσοφοι της πλατωνικής σχολής, και τέλος ο Αριστοτέλης στα Μεταφυσικά του. Οι παραπάνω Έλληνες φιλόσοφοι προσέγγισαν πρώτοι, την έννοια της αφαίρεσης της σημασίας τους από τα αντικείμενα, και την διάκριση ανάμεσα στην πραγματική ουσία των όντων και στην συμβολική απεικόνισή τους στον ανθρώπινο λόγο και λογική.

Κατ' αναλογία, στην επιστήμη των υπολογιστών οι οντολογίες ορίζονται ως εξής «*Οντολογία είναι μια τυπική, ρητή προδιαγραφή μιας κοινής επίνοιας*».

Ο όρος **επίνοια** αφορά σε ένα αφηρημένο μοντέλο ενός υπάρχοντος στον κόσμο φαινομένου, με τον προσδιορισμό όμως των σχετικών με το φαινόμενο αυτό αφηρημένων εννοιών, δηλαδή συσχετίζει ένα πραγματικό φαινόμενο με τις σχετικές με αυτό αφηρημένες έννοιες. Ο χαρακτηρισμός **ρητή** εννοεί ότι ο τύπος των χρησιμοποιούμενων αφηρημένων εννοιών, καθώς και οι τυχόν περιορισμοί στην χρησιμοποίησή τους καθορίζονται επακριβώς. Ο όρος **τυπική** αναφέρεται στο γεγονός ότι η οντολογία πρέπει να «διαβάζεται» από ένα υπολογιστικό σύστημα, δηλαδή να ακολουθεί ένα «τύπο»-προκαθορισμένην φόρμα. Η επίνοια χαρακτηρίζεται **κοινή**, εκφράζοντας την αντίληψη ότι μια οντολογία συλλαμβάνει τη συναινετική γνώση, όπου συναινετική είναι η γνώση όχι ως δημιούργημα ή αποτέλεσμα της επιρροής ενός ατόμου, αλλά ως *κοινά* αποδεκτή από μια ευρεία ομάδα ατόμων, την οποία και εκφράζει.

Για ποιους λόγους όμως κάποιος θα ήθελε να αναπτύξει μια οντολογία; Μερικοί από τους σημαντικότερους είναι:

1. **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, οι ιστοσελίδες με πληροφορίες ασφαλείας ή παρέχουν υπηρεσίες παρακολούθησης και έγκαιρης ειδοποίησης. Εάν αυτές οι σελίδες μοιράζονται και δημοσιοποιούν την κοινή τους οντολογία όρων, τότε με κατάλληλο λογισμικό, όπως οι πράκτορες λογισμικού (software agents), μπορούν να εξάγουν και συγκρίνουν τις πληροφορίες που περιέχονται σε αυτές τις διαφορετικές ιστοσελίδες, και στην συνέχεια να απαντήσουν σε ερωτήματα των χρηστών ή να χρησιμοποιήσουν τις μαζεμένες πληροφορίες ως εισόδους σε άλλες εφαρμογές.
2. **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 ερευνητικές περιοχές χρειάζεται μοντελοποίηση η έννοια του χρόνου. Αυτή η μοντελοποίηση γίνεται με τις έννοιες των χρονικών διαστημάτων, των σημείων στο χρόνο, των σχετικών μετρήσεων του, . Εάν μια ομάδα ερευνητών δημιουργήσει μια τέτοια οντολογία για τις ανάγκες των επιστημονικών περιοχών τους, άλλοι μπορούν απλά να την επαναχρησιμοποιήσουν στις δικές τους περιοχές επιστημονικού ενδιαφέροντος. Επιπλέον, εάν χρειάζεται 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 βέβαια να ξαναχρησιμοποιήσουμε μια γενική οντολογία και να την διευρύνουμε έτσι ώστε να μπορούμε να περιγράψουμε μια περιοχή ενδιαφέροντος μας.

3. **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.
4. **Για να διαχωρίσει την γνώση μιας περιοχής από τις επιχειρησιακές της εφαρμογές:** Ο παραπάνω λόγος είναι μια άλλη κοινή χρήση των οντολογιών. Μπορούμε να περιγράψουμε μία διαδικασία όπου ένα προϊόν κατασκευάζεται από τα συστατικά του σύμφωνα με μια σειρά απαραίτητων προδιαγραφών και στην συνέχεια να εκτελέσουμε ένα πρόγραμμα που να κάνει την κατασκευή ανεξάρτητα από τα ίδια τα προϊόντα.
Π.χ. στην μεταλλουργική βιομηχανία πχ η γνώση γύρω από μια γενική επεξεργασία μετάλλου (εμπλουτισμός σιδήρου με άνθρακα) μπορεί να μοντελοποιηθεί έτσι ώστε να μπορεί να δημιουργηθεί πρόγραμμα που στην συνέχεια να μπορεί να εκτελέσει την διαδικασία ανεξάρτητα του ποιο είναι το μέταλλο ή το χημικό στοιχείο με το οποίο εμπλουτίζεται.
5. **Για να αναλύσει την συσσωρευμένη γνώση μιας επιστημονικής περιοχής:** Η ανάλυση της γνώσης περιοχών είναι δυνατή μόλις μια εμφαντική 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.

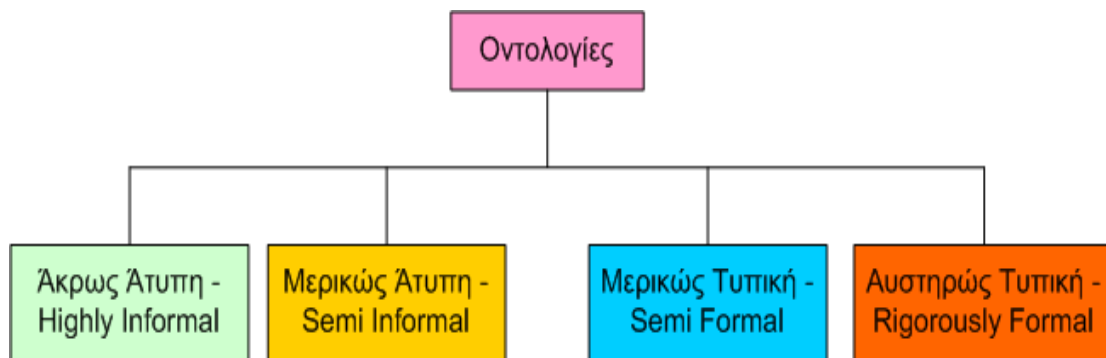
3.2 Κατηγοριοποίηση και Βασικά Χαρακτηριστικά των Οντολογιών

Βάσει του ορισμού της οντολογίας, αλλά και των βασικών λόγων ανάπτυξης οντολογιών, οι οντολογίες απευθύνονται σε **οποιοδήποτε** τομέα επιστημονικής γνώσης. Το γεγονός αυτό δημιουργεί μια « σύγχυση» σχετικά με το τι είναι και τι όχι οντολογία ανάλογα με τον τομέα επιστημονικής γνώσης, οπότε κάθε περιοχή προσδιορίζει με τον όρο οντολογία ανάλογα με τις ανάγκες της. Άρα, σε πρώτη φάση καθίσταται αναγκαία η κατηγοριοποίηση των οντολογιών βάσει των χαρακτηριστικών και της λειτουργικότητάς τους και σε δεύτερη φάση η αναγνώριση των βασικών χαρακτηριστικών που τις απαρτίζουν.

3.2.1 Κατηγοριοποίηση ως προς την τυπικότητα στην έκφραση τους

Η κατηγοριοποίηση με το κριτήριο της αυστηρότητας και τυπικότητας της έκφρασης στον ορισμό της οντολογίας, τις διακρίνει σε τέσσερις βασικές κατηγορίες (εικόνα 1):

1. *Άκρως Άτυπη (Highly Informal)*: Εδώ εντάσσονται οι οντολογίες των οποίων οι περιγραφές γίνεται σε φυσική γλώσσα.



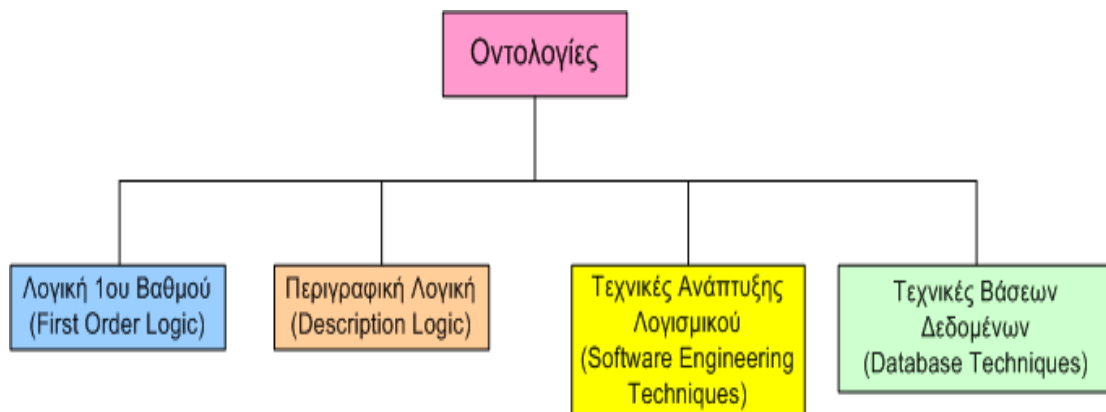
Εικόνα 1. Διάκριση Οντολογιών με βάση την τυπικότητα στην έκφρασή τους.

1. **Μερικώς Άτυπη (Semi Informal):** Οι οντολογίες της κατηγορίας αυτής, αν και περιγράφονται σε φυσική γλώσσα, διαφοροποιούνται από τις άκρως άτυπες γιατί η χρησιμοποιούμενη φυσική γλώσσα περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο λεξιλόγιο και ακολουθεί μια συγκεκριμένη στοιχειώδη δομή.
2. **Μερικώς Τυπική (Semi Formal):** Εδώ εντάσσονται οι οντολογίες οι οποίες εκφράζονται διαμέσου μιας τεχνητής και τυπικά καθορισμένης γλώσσας.
3. **Αυστηρώς Τυπική (Rigorously Formal):** Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι οντολογίες των οποίων οι περιγραφές γίνονται με διεξοδικό ορισμό των όρων της με την χρήση τυπικών φορμαλισμών. Επιπλέον, παρέχονται αξιώματα, θεωρήματα και αποδείξεις και όλα αυτά με μια τεχνητή γλώσσα αυστηρά και τυπικά καθορισμένη.

3.2.2 Κατηγοριοποίηση ως προς την τεχνική μοντελοποίησης

Ενώ στις αρχές τις δεκαετίας του 1990 οι οντολογίες αναπτύσσονταν κυρίως με τεχνικές προερχόμενες από την επιστημονική περιοχή της τεχνητής νοημοσύνης, σήμερα χρησιμοποιούνται και τεχνικές που προέρχονται από τις περιοχές της ανάπτυξης λογισμικού και βάσεων δεδομένων.

Οι βασικές τεχνικές μοντελοποίησης οντολογιών είναι οι παρακάτω (εικόνα 2):



Εικόνα 2. Διάκριση Οντολογιών με βάση την μέθοδο μοντελοποίησης τους.

1. **Μοντελοποίηση με την χρήση πλαισίων και λογικής 1^{ης} τάξης:** Η χρήση πλαισίων και λογικής 1^{ης} τάξης προέρχεται από τον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης και για την αναπαράσταση των οντολογιών χρησιμοποιεί 5 είδη συστατικών στοιχείων: 1) τις κλάσεις (classes), 2) τις σχέσεις (relations), 3) τις λειτουργίες (functions), 4) τα τυπικά αξιώματα (formal axioms), και 5) τα στιγμιότυπα (instances). Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων οντολογιών είναι οι οντολογίες Ontolingua, και Cyc.
2. **Μοντελοποίηση με την χρήση περιγραφικής λογικής:** Τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη του σημασιολογικού ιστού και την εμφάνιση γλωσσών όπως η OIL, η

DAML+OIL , και η OWL , 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 η DL (περιγραφικής λογικής) τεχνική επιτρέπει την απεικόνιση μιας οντολογίας με την χρήση 3 ειδών συστατικών στοιχείων: 1) τις έννοιες που αναπαριστούν κλάσεις αντικειμένων, 2) τους ρόλους που περιγράφουν δυαδικές σχέσεις ανάμεσα στις κλάσεις, οπότε και επιτρέπουν την περιγραφή των ιδιοτήτων των εννοιών, και 3) των στιγμιότυπων, τα οποία αναπαριστούν στιγμιότυπα κλάσεων. Επιπλέον αυτών, σε κάποια DL συστήματα επιτρέπεται ο ορισμός σχέσεων και λειτουργιών, καθώς και αξιωμάτων.

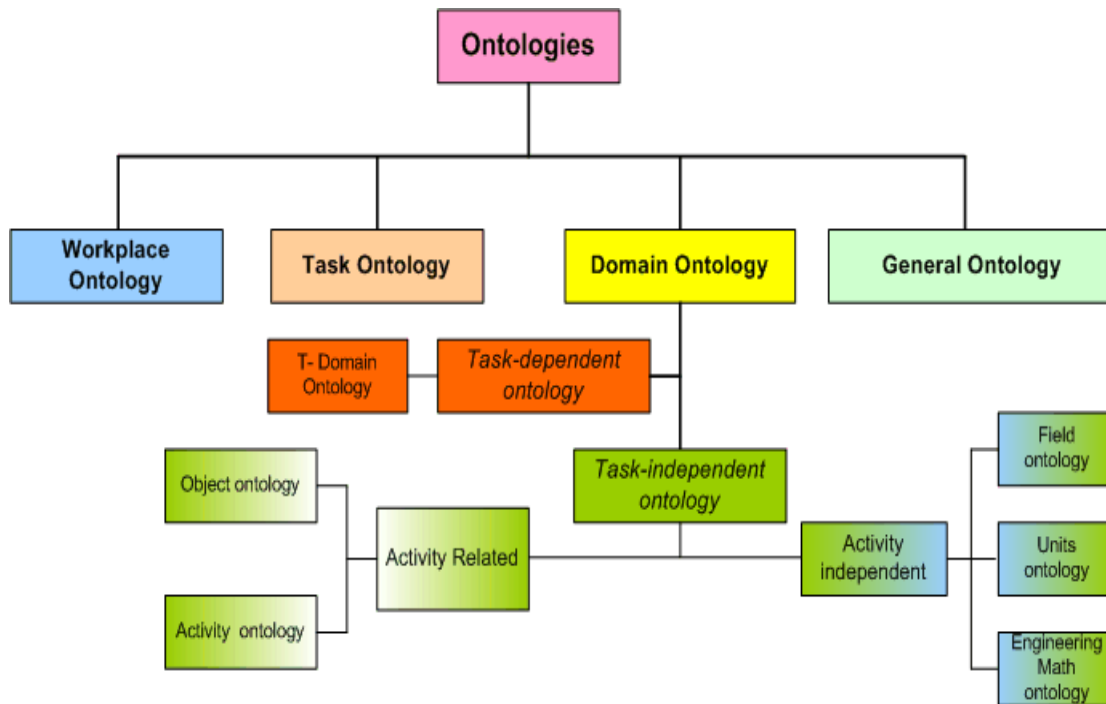
3. *Μοντελοποίηση με τεχνικές ανάπτυξης λογισμικού:* Μια ακόμη μεθοδολογία μοντελοποίησης οντολογιών των τελευταίων ετών προσανατολίζεται στην χρήση της **Unified Modeling Language (UML)** για την περιγραφή οντολογιών. Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, τα διαγράμματα κλάσεων της UML θα χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση των εννοιών και των ιδιοτήτων τους, ενώ οι σχέσεις μεταξύ των εννοιών και τα απαιτούμενα αξιώματα θα περιγράφονται με την χρήση της γλώσσας OCL (Object Constraint Language)
4. *Μοντελοποίηση με τεχνικές βάσεων δεδομένων:* Η προσέγγιση αυτή προτείνει την περιγραφή οντολογιών με την χρήση διαγραμμάτων οντοτήτων – σχέσεων (entity-relationship diagrams – ER diagrams). Οπότε στη μοντελοποίηση αυτή χρησιμοποιούνται 3 συστατικά στοιχεία: 1) έννοιες, 2) ιδιότητες, και 3) σχέσεις. Οι έννοιες αντιστοιχούν σε κλάσεις, οι οποίες απεικονίζονται με διαγράμματα οντοτήτων (Entities diagrams). Οι ιδιότητες απεικονίζονται με τα διαγράμματα ιδιοτήτων τα οποία επιτρέπουν τον καθορισμό των επιτρεπόμενων τιμών που αυτά μπορούν να λάβουν. Τέλος, οι σχέσεις απεικονίζονται με την περιγραφή των σχέσεων ανάμεσα στις ER- οντότητες επιτρέποντας την μοντελοποίηση ιεραρχιών (cardinalities) ανάμεσα σε αυτές.

3.2.3 Κατηγοριοποίηση ως προς την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης

Διαπιστώνοντας την ποικιλία των διαφορετικών χρήσεων τις οποίες μπορούν να λάβουν οι οντολογίες, οι συγγραφείς στο προτείνουν την κατηγοριοποίηση τους με βασικό κριτήριο τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης της γνώσης που αυτές παρέχουν. Έτσι προτείνουν την διάκριση των οντολογιών σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, οι οποίες με την σειρά τους χωρίζονται σε επιπλέον υποκατηγορίες ως εξής (εικόνα 3):

1. **Οντολογίες εργασιακού χώρου (Workplace ontology) :**

Αυτές οι οντολογίες ονομάζονται έτσι, διότι διευκρινίζουν το πλαίσιο στο οποίο η γνώση μιας περιοχής ερμηνεύεται και χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της επίλυσης ενός προβλήματος με το να καθορίζουν διάφορες οριακές καταστάσεις, οι οποίες χαρακτηρίζουν και οριοθετούν την μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων του τομέα.



Εικόνα 3. Διάκριση Οντολογιών με βάση την επαναχρησιμοποίηση γνώσης.

2. Οντολογίες Στόχων (Task ontology) :

Οι οντολογίες στόχων είναι λεξικογραφικά συστήματα τα οποία περιγράφουν όλα τα βήματα της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων χωρίς όμως να αναφέρονται όμως σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Σε αυτές δεν περιλαμβάνονται οι δομές ελέγχου, αλλά τα συστατικά στοιχεία ή η αρχές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων κατά την διάρκεια που εκτελείται μια διαδικασία.

3. Οντολογίες Περιοχής (Domain ontology):

α/ Οντολογίες περιοχής εξαρτώμενες από τον στόχο (Task-dependent domain ontology)

Ονομάζονται 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.

β/ Οντολογίες περιοχής ανεξάρτητες του στόχου (Task-independent ontology):

1/ Activity-related ontology:

Η οντολογία αυτή συσχετίζεται με τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στην περιοχή και σχεδιάζεται έχοντας στο μυαλό την προσομοίωση των δραστηριοτήτων της περιοχής όπως π.χ οι επιχειρηματικές οντολογίες. δύο σημαντικές δραστηριότητες υπάρχουν σε μια τέτοια οντολογία περιοχής. Η μια είναι η συμπεριφορά ενός αντικείμενου και η άλλη είναι οργανωσιακές ή ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα ρήματα διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο σε αυτήν την οντολογία εντούτοις, είναι διαφορετικά από εκείνα στην οντολογία στόχου. Τα θέματα των προηγούμενων ρημάτων είναι αντικείμενα, συστατικά, ή πράκτορες που συμμετέχουν στις δραστηριότητες, ενώ εκείνα των τελευταίων είναι experts της περιοχής.

2/ Οντολογίες Αντικειμένων (Object ontology):

Η οντολογία αυτή καλύπτει τη δομή, τη συμπεριφορά και τη λειτουργία των αντικειμένων.

3/ Οντολογίες Δραστηριοτήτων (Activity ontology):

Είναι οι οντολογίες που μοντελοποιούν δραστηριότητες π.χ οι επιχειρηματικές δραστηριότητες: use/consume/produce/release/state/resource/commit/enable/complete/disable/κτλ.

γ/ Οντολογίες Ανεξάρτητες της Δραστηριότητας (Activity-independent ontology):

1/ Οντολογίες Γνωστικού Πεδίου (Field ontology):

Αυτή η οντολογία συσχετίζεται με τις θεωρίες και τις αρχές που κυβερνούν την περιοχή. Περιέχει τις πρωταρχικές έννοιες που εμφανίζονται στις θεωρίες και τις σχέσεις, τους τύπους, και τις μονάδες που αποτελούν τις θεωρίες και τις αρχές.

2/ Μονάδες:

Είναι οι οντολογίες που μοντελοποιούν τα μέτρα και σταθμά μιας γνωστικής περιοχής π.χ: μονάδες βάρους / μετρικές μονάδες / φυσικές σταθερές /μονάδες ηλεκτρισμού/ χημικές μονάδες/ κ.τ.λ..

3/ Μονάδες μηχανικής και μαθηματικών

Είναι οντολογίες που επεκτείνονται στην μοντελοποίηση σύνθετων μονάδων της μηχανικής και των μαθηματικών.

4. Γενικές – Κοινές Οντολογίες (General/Common ontology)

Είναι οι οντολογίες οι οποίες μοντελοποιούν αντικείμενα, γεγονότα, τον χρόνο, τον χώρο, την συμπεριφορά κ.τ.λ.

3.2.4 Κατηγοριοποίηση με βάση τον πλούτο της εσωτερικής τους δομής

Σύμφωνα με μια άλλη προτεινόμενη κατηγοριοποίηση οι οντολογίες διακρίνονται βάσει του πλούτου της εσωτερικής τους δομής (εικόνα 4). Έτσι οι Lassila και McGuinness επισημαίνουν τις ακόλουθες κατηγορίες: ελεγχόμενα λεξιλόγια, γλωσσάρια, θησαυροί, άτυπες is-a ιεραρχίες, επίσημες is-a ιεραρχίες, τυπικά στιγμιότυπα, πλαίσια, περιορισμοί τιμών, γενικοί λογικοί περιορισμοί.



Εικόνα 3. Κατηγοριοποίηση Οντολογιών με βάση τον πλούτο της εσωτερικής δομής τους.

Οι εννοιολογική επεξήγηση των παραπάνω εννοιών παρατίθεται στην συνέχεια:

- Ελεγχόμενα λεξιλόγια, δηλ., ένας πεπερασμένος κατάλογος όρων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι ένας κατάλογος.
- Γλωσσάρια, δηλαδή ένας κατάλογος όρων με τις έννοιές τους που διευκρινίζονται ως δηλώσεις φυσικής γλώσσας.

- Θησαυροί, οι οποίοι παρέχουν κάποια πρόσθετη σημασιολογία μεταξύ των όρων. Δίνουν τις πληροφορίες όπως οι σχέσεις συνωνύμου, αλλά δεν παρέχουν μια ρητή ιεραρχία.
- Άτυπες is-a ιεραρχίες, που λαμβάνονται από τις προδιαγραφές των ιεραρχιών όρων όπως του Yahoo. Τέτοια ιεραρχία δεν είναι μια ακριβής ιεραρχία υποκατηγοριών ή "is-a". Παραδείγματος χάριν, οι όροι ενοικίαση αυτοκινήτου και ξενοδοχείου δεν είναι είδη ταξιδιού αλλά θα μπορούσαν να τοποθετηθούν στις άτυπες is-a ιεραρχίες κάτω από την έννοια ταξίδι, επειδή είναι βασικά συστατικά του ταξιδιού.
- Επίσημες is-a ιεραρχίες. Σε αυτά τα συστήματα, εάν το β είναι μια υποκλάση του Α και ένα αντικείμενο είναι ένα στιγμιότυπο του β, συνεπάγεται ότι το αντικείμενο είναι και στιγμιότυπο του Α.
- Πλαίσινα. Η οντολογία περιλαμβάνει τις κλάσεις και τις ιδιότητές τους, οι οποίες μπορούν να κληρονομηθούν από τις κλάσεις των χαμηλότερων επιπέδων της επίσημης is-a ιεραρχίας.
- Οντολογίες που εκφράζουν τον περιορισμό αξίας. Αυτές είναι οντολογίες που μπορούν να τοποθετήσουν τους περιορισμούς στις τιμές που μπορεί να λάβει μια ιδιότητα.
- Οντολογίες που εκφράζουν γενικούς λογικούς περιορισμούς. Οι οντολογίες αυτού του είδους είναι οι πιο πλούσιες εκφραστικά. Σε αυτές μπορούν να οριστούν περιορισμοί ανάμεσα στους όρους που χρησιμοποιούν, χρησιμοποιώντας λογική 1^{ου} βαθμού και κατάλληλες γλώσσες προγραμματισμού.

3.2.5 Βασικά Χαρακτηριστικά των Οντολογιών

Όπως προαναφέρθηκε μια οντολογία είναι μια επίσημη ρητή περιγραφή των εννοιών σε μια περιοχή. Ανεξάρτητα της ταξινόμησης τους σε κάποια από τις προαναφερθείσες κατηγορίες όλες αποτελούνται από τα παρακάτω βασικά συστατικά: Τις **κλάσεις** (οι οποίες μερικές φορές αποκαλούνται και **έννοιες**), τις ιδιότητες κάθε έννοιας που με τις οποίες περιγράφονται τα διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και τις ιδιότητες των κλάσεων οι οποίες αποκαλούνται **ρόλοι ή ιδιότητες**, και οι περιορισμοί των ιδιοτήτων οι οποίοι ανάλογα με την γλώσσα που χρησιμοποιείται λέγονται απλά **περιορισμοί ή περιορισμοί ρόλων**, και τέλος τις **σχέσεις**. Οι σχέσεις αναπαριστούν τους συσχετισμούς ανάμεσα στις έννοιες του τομέα, συνήθως είναι δυικές. Το πρώτο μέρος τους είναι γνωστό ως **περιοχή** της σχέσης, ενώ το δεύτερο είναι το **εύρος** της.

Στο επίκεντρο των περισσότερων οντολογιών βρίσκονται **οι κλάσεις**. Οι κλάσεις περιγράφουν τις έννοιες μιας περιοχής. Παραδείγματος χάριν, μια κλάση αυτοκινήτων περιγράφει όλα τα αυτοκίνητα. Συγκεκριμένες μάρκες αυτοκινήτων είναι υποκλάσεις αυτής της κλάσης. Μια κλάση μπορεί να έχει **υποκλάσεις** οι οποίες να αντιπροσωπεύουν έννοιες που είναι πιο συγκεκριμένες από αυτές που καθορίζονται από την βασική κλάση αυτοκίνητο. Παραδείγματος χάριν, μπορούμε να διαιρέσουμε την κλάση αυτοκίνητο σε αγωνιστικά, φορτηγά, εκτός δρόμου, κλπ.

Οι **ρόλοι** περιγράφουν τις ιδιότητες των κλάσεων και των στιγμιότυπων: π.χ το πολυμορφικό Citroen Xsara / Picasso. Στο προηγούμενο παράδειγμα έχουμε δύο ρόλους οι οποίοι περιγράφουν την κλάση αυτοκίνητο, καταρχήν έχουμε την ιδιότητα κατηγορία όπου παίρνει την τιμή πολυμορφικό και την ιδιότητα κατασκευαστής που παίρνει την τιμή Citroen.

Οι **περιορισμοί** καθορίζουν το εύρος των επιτρεπτών τιμών που μπορούν να λάβουν οι ιδιότητες των κλάσεων, παραδείγματος χάριν, στην κλάση αυτοκίνητο δεν θα μπορούσε να πάρει στην ιδιότητα **δυνατότητα κίνησης** την τιμή κίνηση υπό του νερού.

Στην πραγματικότητα, η ανάπτυξη μιας οντολογίας περιλαμβάνει:

- Καθορισμό των κλάσεων της,
- Ιεραρχική ταξινόμηση των κλάσεων σε υποκλάσεις – υπέρ-κλάσεις,

- Καθορισμός των ιδιοτήτων και περιγραφή των επιτρεπόμενων τιμών σε αυτές,
- Ενημέρωση των τιμών όλων των στιγμιότυπων.

3.3 Κύκλος ζωής και Αρχές Σχεδίασης Οντολογιών.

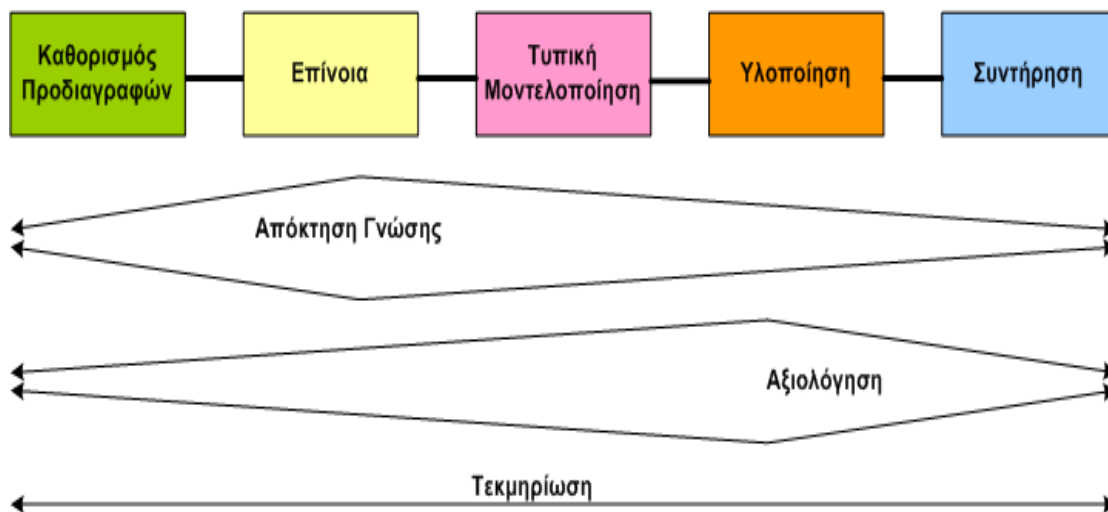
3.3.1 Ο σχεδιαστικός κύκλος ζωής οντολογιών

Συνήθως μια οντολογία αναπτύσσεται σύμφωνα με τα ακόλουθα αποδεκτά στάδια: 1) καθορισμός προδιαγραφών, 2) επίνοια, 3) διαμόρφωση με τυπικό τρόπο, 4) εφαρμογή, και 5) συντήρηση.

Σε κάθε στάδιο, υπάρχουν δραστηριότητες που εκτελούνται, οι οποίες συνοπτικά είναι:

- **Καθορισμός Προδιαγραφών:** Προσδιορίζεται η αιτία και το πεδίο-στόχος για το οποίο αναπτύσσεται η οντολογία. Ο προσδιορισμός της αιτίας απαντά στην ερώτηση «γιατί αναπτύσσεται αυτή η οντολογία;», ενώ ο προσδιορισμός του πεδίου-στόχου απαντά στην ερώτηση «σε ποιους απευθύνεται και ποιες θα είναι οι χρήσεις της;».
- **Επίνοια:** Περιγράφεται, σε ένα εννοιολογικό πρότυπο, η οντολογία που χτίζεται, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στην προδιαγραφή που βρίσκεται στο προηγούμενο βήμα. Διαφορετικές μεθοδολογίες προτείνουν τη χρήση διαφορετικών εννοιολογικών προτύπων, από τα άτυπα περιγραμματικά πρότυπα έως ημιεπίσημα μοντέλα όπως το δυαδικό διάγραμμα σχέσεων ή το λεξικό εννοιών. Το εννοιολογικό πρότυπο της οντολογίας αποτελείται από τις έννοιες της περιοχής και τις σχέσεις μεταξύ εκείνων των εννοιών.
- **Τυπική Μορφοποίηση:** Μετασχηματίζεται η εννοιολογική περιγραφή σε ένα επίσημο πρότυπο, δηλαδή η περιγραφή της περιοχής που βρίσκεται στο προηγούμενο βήμα γράφεται σε μια πιο επίσημη μορφή, αν και όχι ακόμα στη τελική μορφή της. Οι έννοιες καθορίζονται συνήθως μέσω των αξιωμάτων που περιορίζουν τις πιθανές παρερμηνείες για την σημασία εκείνων των εννοιών. Οι έννοιες συνήθως ιεραρχικά οργανώνονται μέσω μιας δομικής σχέσης, όπως η is-a (κλάση –υπέρ-κλάση, στιγμιότυπο κλάσης) ή σχέσης part-of.
- **Υλοποίηση:** Στην φάση αυτή υλοποιείται η τυπικά μορφοποιημένη οντολογία σε μια κατάλληλη γλώσσα απεικόνισης οντολογιών.
- **Συντήρηση:** Κατά την διάρκεια αυτής της φάσης γίνεται η αναπροσαρμογή, διόρθωση και συντήρηση της αναπτυχθείσας οντολογίας. Υπάρχουν επίσης δραστηριότητες που εκτελούνται καθ' όλη την διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής:
 - **Απόκτηση Γνώσης (Τεχνογνωσία Τομέα):** Αποκτήστε τη γνώση για το θέμα είτε με τη χρησιμοποίηση των τεχνικών απόκτησης της από τους ειδικούς του τομέα εμπειρογνώμονες είτε με την χρήση αναφορών στη σχετική, με τον τομέα που αναφέρεται η οντολογία, βιβλιογραφία. Διάφορες τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποκτηθεί η απαραίτητη τεχνογνωσία, όπως "brainstorming", συνεντεύξεις, ερωματολογία, ανάλυση κειμένων, και επαγωγικές τεχνικές.
 - **Αξιολόγηση:** Στην φάση αυτή κρίνεται με τεχνικούς όρους η ποιότητα της οντολογίας.
 - **Τεκμηρίωση:** Στην φάση αυτή καταγράφεται με συστηματικό τρόπο τι έγινε, πώς έγινε και γιατί αυτό έγινε, κατά την διάρκεια όλων των φάσεων ανάπτυξης της οντολογίας. Η τεκμηρίωση που συνδέεται με τους όρους που αντιπροσωπεύονται στην οντολογία είναι ιδιαίτερα σημαντική, όχι μόνο για να βελτιώσει τη σαφήνιά της, αλλά και για να διευκολύνει την συντήρηση, χρήση και επαναχρησιμοποίηση της.

Η (εικόνα 4) παρουσιάζει τις δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στον κύκλο ζωής ανάπτυξης μιας οντολογίας.



Εικόνα 4. Κύκλος Ανάπτυξης Οντολογιών (Προσαρμογή από [23]) .

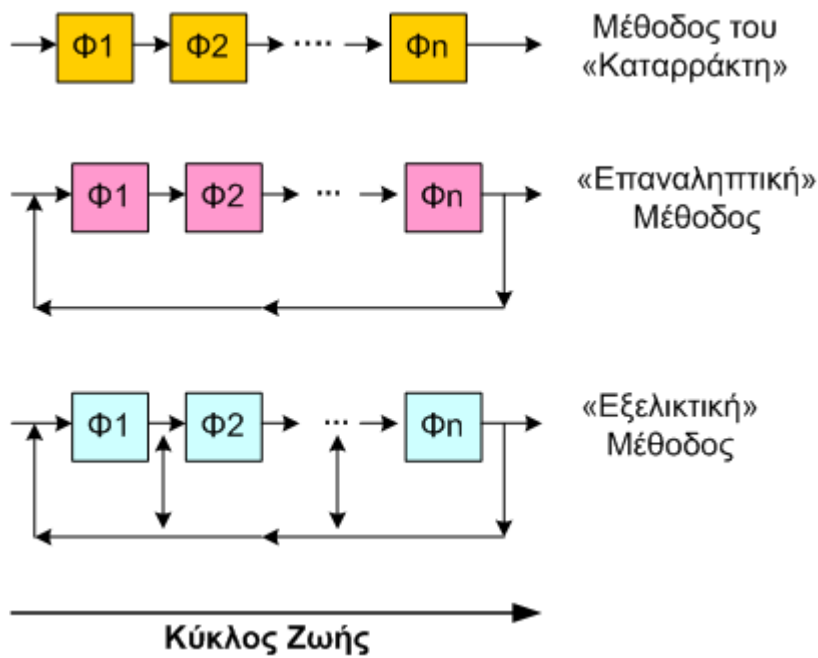
Αν και οι παραπάνω φάσεις ανάπτυξης οντολογιών είναι κάπως επηρεασμένες από τις δραστηριότητες ανάπτυξης λογισμικού, όπως π,χ αναφέρονται στο πρότυπο (IEEE-Std-1074-1995, 1996), διαφέρουν σε δύο κύριες πτυχές:

- (1) οι δραστηριότητες αποκτήσεις γνώσης είναι πολύ σπάνια παρούσες στην τεχνολογία λογισμικού, και μόνο στις πολύ πρόσφατες προσεγγίσεις, αλλά είναι ένα ουσιαστικό και αναπόσπαστο μέρος οποιασδήποτε διαδικασίας ανάπτυξης οντολογιών,
- (2) οι δραστηριότητες σχεδίασης δεν διακρίνονται στην επίνοια και την τυπική μορφοποίηση. Το πλεονέκτημα του να έχεις διαδικασίες τυπικής μορφοποίησης επιτρέπει την ευκολία στην υλοποίηση, και σε κάποιες περιπτώσεις επιτρέπει ακόμα και την αυτοματοποίηση ορισμένων διαδικασιών ανάπτυξης.

Στην βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα και μεθοδολογίες μοντελοποίησης του κύκλου ζωής τους. Κυριότερες των οποίων είναι οι waterfall (μοντέλο «καταρράκτη»), iterative (επαναληπτικό μοντέλο), και evolutionary (εξελικτικό μοντέλο), οι οποίες καθορίζουν το πώς οι δραστηριότητες σχεδιάζονται κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής και πώς το τελικό προϊόν αναπτύσσεται. Συνήθως η ανάπτυξη οντολογιών ακολουθεί την εξελικτική μεθοδολογία ανάπτυξης σε όλο τον κύκλο ζωής της. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, κάποιος μπορεί να επιστρέψει από οποιαδήποτε επόμενη σε οποιαδήποτε προηγούμενη δραστηριότητα της διαδικασίας ανάπτυξης. Εφ' όσον η οντολογία δεν ικανοποιεί τα κριτήρια αξιολόγησης και δεν καλύπτει όλες τις απαιτήσεις, το πρωτότυπο βελτιώνεται. Η αξιολόγηση εκτελείται κατά την διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής, αν και μερικές μεθοδολογίες έχουν ένα συγκεκριμένο στάδιο αξιολόγησης μετά από την φάση της εφαρμογής. Συνήθως, κάποιος δεν αρχίζει με ένα νέο πρωτότυπο σε κάθε επανάληψη, μόνο βελτιώνει το υπάρχον, εκτός αν το υπάρχον πρωτότυπο βρέθηκε απολύτως ανεπαρκές ή το κόστος τροποποίησης του αντισταθμίζει το κόστος ανάπτυξης ενός νέου από την αρχή.

Οποιοδήποτε μέρος της οντολογίας προσδιορίζεται ότι στερείται ποιότητας ή δεν καλύπτει τις επιθυμητές απαιτήσεις βελτιώνεται.

Αυτό το είδος κύκλου ζωής είναι διαφορετικό από το waterfall επειδή κάποιος μπορεί να επιστρέψει σε οποιαδήποτε προηγούμενη δραστηριότητα του κύκλου ζωής, κάτι που δεν προβλέπεται σε αυτό. Είναι διαφορετικό από τους iterative κύκλους ζωής επειδή δεν υπάρχει κανένας a priori προγραμματισμός των διάφορων πρωτοτύπων της οντολογίας που πρόκειται να αναπτυχθεί σε κάθε επανάληψη της διαδικασίας οικοδόμησης της.



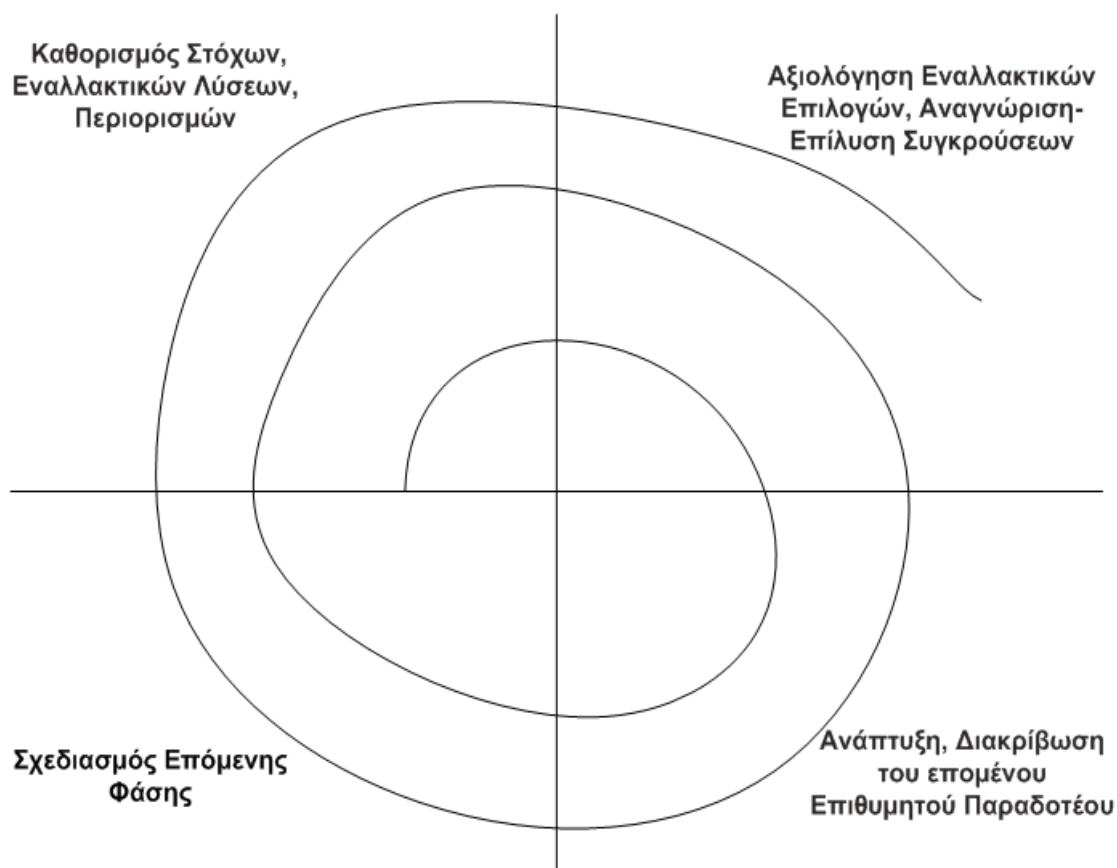
Εικόνα 5. Μέθοδοι μοντελοποίησης του κύκλου ζωής .

Πέραν αυτών, υπάρχει ένα τέταρτο πρότυπο μοντελοποίησης του κύκλου ζωής, αποκαλούμενο spiral model (σπειροειδές μοντέλο). Στο σπειροειδές μοντέλο κύκλου ζωής, δεν υπάρχουν προκαθορισμένες φάσεις και σπείρα αναπαριστά μια φάση στην οποία οποιοδήποτε άλλο μοντέλο κύκλου ζωής μπορεί να υιοθετηθεί (π.χ εξελικτικό, επαναληπτικό, κ.τ.λ.).

Σε κάθε σπείρα υπάρχουν τέσσερα βήματα:

- (1) καθορισμός στόχων, εναλλακτικών λύσεων, περιορισμών,
- (2) Αξιολόγηση εναλλακτικών επιλογών, αναγνώριση- επίλυση συγκρούσεων,
- (3) ανάπτυξη, διακρίβωση του επομένου επιθυμητού παραδοτέου,
- (4) Προγραμματισμός επόμενης φάσης.

Το σημαντικότερο όμως χαρακτηριστικό γνώρισμα της σπειροειδούς μεθόδου είναι η ρητή εκτίμηση του κινδύνου, κάτι το οποίο καμιά από τις προηγούμενες μεθόδους δεν προέβλεπε και επομένως δεν ελάμβανε υπόψη κατά την διαδικασία ανάπτυξης των οντολογιών.



Εικόνα 6. Η «Σπειροειδής» μέθοδος μοντελοποίησης του κύκλου ζωής .

3.3.2 Αρχές Σχεδίασης

Ο όρος αρχές σχεδίασης αφορά στα αντικειμενικά εκείνα κριτήρια που μας καθοδηγούν προς την κατεύθυνση ανάπτυξης τυπικών οντολογιών. Ένα προκαταρκτικό σύνολο κριτηρίων σχεδίασης για τις οντολογίες προτάθηκε, του οποίου σκοπός είναι το sharing της γνώσης και η διαλειτουργικότητα μεταξύ των προγραμμάτων βασισμένων σε μια κοινή επίνοια.

Για τον σκοπό αυτό αναγνωρίζονται 5 αρχές σχεδίασης οντολογιών οι οποίες έχουν ως εξής:

1. Σαφήνεια: Μια οντολογία πρέπει αποτελεσματικά να μεταδίδει την επιδιωκόμενη έννοια των όρων που καθορίζονται από αυτήν. Οι ορισμοί πρέπει να είναι *αντικειμενικοί*. Ενώ το κίνητρο για τον καθορισμό μιας έννοιας μπορεί να προκύψει από τις κοινωνικές καταστάσεις ή τις υπολογιστικές απαιτήσεις, ο ορισμός πρέπει να είναι ανεξάρτητος από το κοινωνικό ή υπολογιστικό πλαίσιο. Ο *φορμαλισμός* είναι ο τρόπος για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού. Όταν ένας ορισμός μπορεί να δηλωθεί με λογικά αξιώματα, αυτό πρέπει να επιδιώκεται. Όπου είναι δυνατόν, ένας *πλήρης* ορισμός ένα κατηγορημα που καθορίζεται από τους απαραίτητους όρους προτιμάται περισσότερο από έναν μερικό ορισμό ο οποίος καθορίζεται από μόνο τους απαραίτητους ή τους ελάχιστα ικανοποιητικούς όρους. Επιπλέον όλοι οι ορισμοί πρέπει να τεκμηριώνονται σε φυσική γλώσσα.

2. Συνοχή- συνέπεια: Μια οντολογία πρέπει να είναι συνεπής: δηλαδή θα πρέπει τα συμπεράσματα (inferences) που χρησιμοποιεί να είναι σύμφωνα με τους ορισμούς της. Η συνοχή πρέπει επίσης να ισχύει για τις έννοιες που καθορίζονται ανεπίσημα, όπως π.χ εκείνες που περιγράφονται στην τεκμηρίωση και στα παραδείγματα φυσικής γλώσσας. Εάν μια πρόταση που μπορεί να προκύψει από τα αξιώματα έρχεται σε αντίθεση με έναν ορισμό ή ένα παράδειγμα που δίνεται ανεπίσημα, κατόπιν η οντολογία είναι μη συνεπής.

3. Επεκτασιμότητα: Μια οντολογία πρέπει να σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιεί τις χρήσεις ενός διαμοιρασμένου λεξικού. Πρέπει να προσφέρει ένα εννοιολογικό υπόβαθρο για μια σειρά προσδοκώμενων στόχων, και η αντιπροσώπευση πρέπει να

επεξεργαστεί έτσι ώστε κάποιος να μπορεί να επεκτείνει και να εξειδικεύσει την οντολογία. Με άλλα λόγια, κάποιος πρέπει να είναι σε θέση να καθορίσει νέους όρους για ειδικές χρήσεις βασισμένους στο υπάρχον λεξιλόγιο, με έναν τρόπο τέτοιο που δεν απαιτεί την αναθεώρηση των υπάρχοντων ορισμών.

4. Ελαχιστοποιημένη βαρύτητα Κωδικοποίησης: Η επίνοια πρέπει να διευκρινίζεται στο επίπεδο γνώσης χωρίς να βασίζεται σε κάποιον ιδιαίτερο συμβολικό τρόπο κωδικοποίησης. Τα βάρη κωδικοποίησης προκύπτουν όταν οι επιλογές απεικόνισης γίνονται με μοναδικό κριτήριο την ευκολία στους συμβολισμούς ή στην υλοποίηση. Τα βάρη κωδικοποίησης πρέπει να επιδιώκεται να ελαχιστοποιούνται, έτσι ώστε να είναι δυνατό η οντολογία να χρησιμοποιείται από πράκτορες λογισμικού οι οποίοι είναι δυνατόν να είναι υλοποιημένοι με διαφορετικά συστήματα και μορφές απεικόνισης.

5. Περιορισμένη Οντολογική Προσήλωση (Minimal ontological commitment): Μια οντολογία πρέπει να κάνει όσο το δυνατόν λιγότερες αιτιάσεις για τον τομέα που μοντελοποιεί, επιτρέποντας στους ενδιαφερομένους να την εξειδικεύσουν και αρχικοποιήσουν σύμφωνα με τις ανάγκες τους.

Πέραν αυτών, των πέντε βασικών αρχών στην βιβλιογραφία υπάρχουν και οι παρακάτω επιπλέον αρχές:

α. Ελαχιστοποίηση της διαφοροποίησης στους ορισμούς ανάμεσα σε συναφείς έννοιες: Για την επαύξηση της ευκολίας κατανόησης και επαναχρησιμοποίησης των οντολογιών, πρέπει κατά την διάρκεια υλοποίησης τους να επιβάλλεται η ελαχιστοποίηση της συντακτικής διαφοροποίησης ανάμεσα σε συναφείς έννοιες. Αυτό σημαίνει ότι συναφείς έννοιες πρέπει να απεικονίζονται χρησιμοποιώντας τις ίδιες αρχές. Έτσι είναι επιθυμητό να χρησιμοποιούνται τα ίδια πρότυπα για τον ορισμό συναφών εννοιών. Η εφαρμογή της παραπάνω αρχής θα επαυξήσει την ευκολία κατανόησης και την σαφήνεια της οντολογίας, ενώ επιπλέον η ενσωμάτωση νέων ορισμών θα καταστεί ευκολότερη.

β. Τυποποίηση των ονομάτων: Για την διευκόλυνση στην κατανόηση μιας οντολογίας, πρέπει να χρησιμοποιούνται οι ίδιες συμβάσεις στην ονοματολογία, ιδιαίτερα στην ονοματοδοσία συναφών εννοιών.

3.3.2.1 Κόστη – Οφέλη από την Χρήση των Αρχών Σχεδίασης

Η σχεδίαση οντολογιών, όπως τα περισσότερα προβλήματα σχεδίασης, θα απαιτήσει των υπολογισμό του ισοζυγίου κόστους-οφέλους μεταξύ των κριτηρίων. Εντούτοις, τα κριτήρια δεν είναι εγγενώς σε διαφωνία. Παραδείγματος χάριν, για χάρη της σαφήνειας, οι ορισμοί πρέπει να περιορίσουν τις πιθανές ερμηνείες των όρων. Ελαχιστοποίηση της οντολογικής προσήλωσης, εντούτοις, σημαίνει ο καθορισμός μιας αδύναμης θεωρίας, ο οποίος επιτρέπει την αναγνώριση πολλών πιθανών προτύπων. Αυτοί οι δύο στόχοι δεν βρίσκονται σε αντίθεση. Το κριτήριο της σαφήνειας αφορά στους ορισμούς των όρων, ενώ η οντολογική προσήλωση αφορά στην σύλληψη που περιγράφεται.

Μια άλλη προφανής αντίφαση είναι μεταξύ της επεκτασιμότητας και της οντολογικής προσήλωσης. Μια οντολογία η οποία αντιμετωπίζει ένα εύρος στόχων και αντικειμένων, δεν απαιτείται να περιλαμβάνει ένα λεξικό επαρκές τόσο, ώστε να εκφράζει όλη την γνώση η οποία σχετίζεται με αυτούς τους στόχους¹. Μια επεκτάσιμη οντολογία μπορεί να καθορίζει μια πολύ γενική θεωρία, όμως ταυτόχρονα να περιλαμβάνει τέτοιους μηχανισμούς απεικόνισης ώστε να επιτρέπει τον ορισμό επιπλέον των αρχικά καθορισμένων εξειδικευμένων ορισμών. Τόσο η επεκτασιμότητα όσο και η οντολογική προσήλωση περιλαμβάνουν την έννοια της επάρκειας. Δεδομένου ότι μια οντολογία εξυπηρετεί έναν διαφορετικό σκοπό από μια βάση γνώσεων, η έννοια της επάρκειας απεικόνισης σε κάθε μια

1

από αυτές διαφέρει ποιοτικά. Μια οντολογία για την περιγραφή ενός τομέα απαιτείται μόνο να περιγράψει ένα λεξικό που να περιέχει τις έννοιες του, σε αντίθεση με μια βάση γνώσης όπου μπορεί να περιλαμβάνει την γνώση η οποία απαιτείται για την επίλυση ενός προβλήματος ή για την απάντηση αυθαίρετων ερωτήσεων σχετικές με τον τομέα.

3.4 Σύνοψη

Στις παραγράφους που προηγήθηκαν παρουσιάστηκαν οι θεωρητικές βάσεις των οντολογιών. Ωστόσο ολοκληρώνοντας την θεωρητική προσέγγιση των οντολογιών, και εξαιτίας του γεγονότος ότι στην βιβλιογραφία μια σειρά όρων όπως τα λεξικά, οι ταξινομίες, και οι θησαυροί συγχέονται με τις οντολογίες θεωρούμε χρήσιμο να παρουσιάσουμε τα κοινά τους σημεία, και να αναδείξουμε τις βασικές διαφορές τους.

Τα **κοινά χαρακτηριστικά** τα οποία μοιράζονται τα λεξικά, οι ταξινομήσεις, οι θησαυροί, τα μετά-μοντέλα με τις οντολογίες είναι:

- Είναι προσεγγίσεις για να βοηθήσουν να κτίσουν, να ταξινομήσουν, να διαμορφώσουν, και ή να αντιπροσωπεύσουν τις έννοιες και τις σχέσεις σχετικά με κάποιο περιεχόμενο το οποίο παρουσιάζει ενδιαφέρον σε κάποια κοινότητα.
- Έχουν ως σκοπό να επιτρέψουν σε μια κοινότητα να συμφωνήσει για την χρησιμοποίηση ίδιων όρων με τον ίδιο τρόπο.
- Επιτρέπουν σε μια κοινότητα τον καθορισμό μιας σειράς από όρους τους οποίους συμφωνεί να χρησιμοποιεί για να αναφέρεται σε έννοιες και σχέσεις του τομέα της.
- Επιτρέπουν την διευκρίνιση εννοιών και των όρων του τομέα με κάποιο τρόπο και μέχρι ενός ορισμένου βαθμού.
- Όλες οι παραπάνω έννοιες είναι fuzzy, μερικώς καθορισμένες έννοιες που χρησιμοποιούνται με πολλούς διαφορετικούς τρόπους από τα διαφορετικές άτομα και τις κοινότητες.

Οι **σημαντικότερες διαφορές** που διακρίνουν αυτές τις προσεγγίσεις είναι:

- *Ποιοτικές*: Πόσο ενδελεχώς καθορίζεται η κάθε έννοια και κάθε όρος από αυτές;
- *Τυπολογικές*: Ποια σημείωση ή γλώσσα χρησιμοποιείται για να διευκρινίσουν την έννοια;
- *Λειτουργικές*: Για ποια χρήση προορίζονται; Διότι οι ταξινομήσεις, οι θησαυροί, οι οντολογίες, και τα μετά-πρότυπα έχουν διαφορετικές αλλά επικαλυπτόμενες χρήσεις.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω και σε συνάρτηση με τους ορισμούς του καθενός από τους παραπάνω όρους, μπορούμε να προσεγγίσουμε και να κατανοήσουμε την σημασία και τον ρόλο των οντολογιών. Έτσι λοιπόν έχουμε:

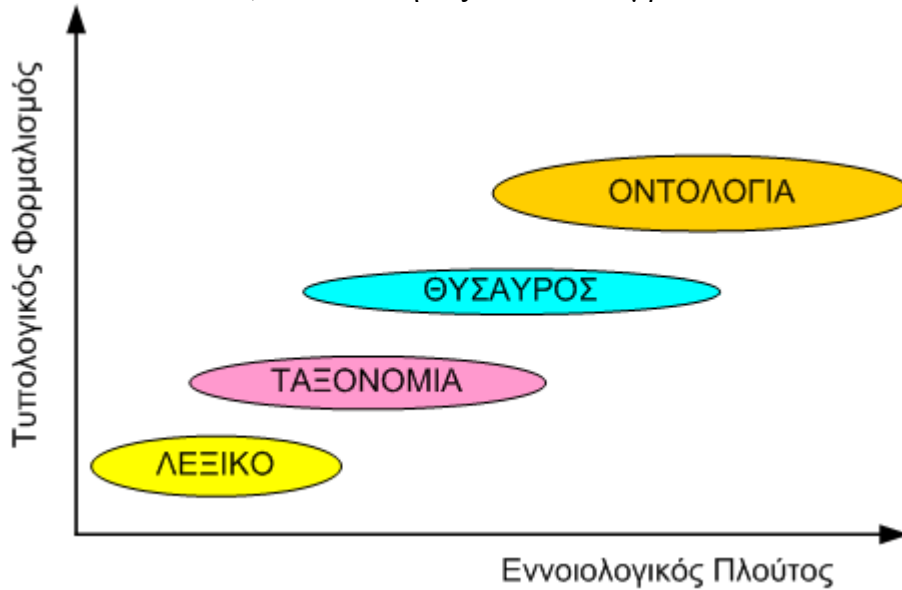
Ένα **λεξικό** μπορεί να μην διευκρινίζει καμία έννοια (θα μπορούσε να είναι κάλλιστα ένα σύνολο όρων που οι άνθρωποι συμφωνούν να χρησιμοποιούν, των οποίων η έννοιά είναι κατανοητή), ή μπορεί να περιλαμβάνει πολύ λεπτομερείς ορισμούς για κάθε όρο.

Μια **ταξινομία** προσθέτει επιπλέον νόημα στις έννοιες που περιέχει, το οποίο καθορίζεται από τις ιδιότητες της ιεραρχίας που το κατατάσσει. Στις παραδοσιακές ταξινομίες η ιδιότητα περιγράφεται από μια σύνδεση γενίκευσης / εξειδίκευσης ή με σχέση του τύπου «είναι του είδους τάδε». Το είδος της σχέσης σε αυτού του είδους τις ταξινομίες εξαρτάται από την διεύθυνση που τις διατρέχει. Αυτές τις μέρες η λέξη "ταξινομία" χρησιμοποιείται για να αναφερθεί σε άλλα είδη ιεραρχιών με διαφορετικές έννοιες για τις συνδέσεις (π.χ. τμήμα του τάδε, ευρύτερο θέμα από, στιγμιότυπο του τάδε). Συνήθως οι ταξινομίες δεν θα προσδιορίσουν ρητά τις ιδιότητες των συνδέσεων τους, επιτρέποντας την ύπαρξη διαφορετικών ορισμών. Εάν μια ταξινομία έχει ποικίλες πολύ προσεκτικά καθορισμένες ιδιότητες για τις ιεραρχικές σύνδεσής της, τότε σε αυτή την περίπτωση προσεγγίζει και παρουσιάζει μεγάλη ομοιότητα με τις οντολογίες.

Ένας **θησαυρός** έχει δύο είδη συνδέσεων: ευρύτερος όρος - στενότερος όρος, οι όποιες μοιάζουν με τη σύνδεση γενίκευσης / ειδίκευσης των ταξινομιών, αλλά μπορεί να περιλάβει

και ποικίλες άλλες συνδέσεις. Ένας θησαυρός έχει ένα άλλο είδος σύνδεσης, το οποίο δεν είναι μια χαρακτηριστική ιεραρχική σχέση, αν και θα μπορούσε να είναι. Αυτή η σύνδεση μπορεί να μην έχει οποιαδήποτε ρητή έννοια, εκτός από ότι υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των δύο όρων .

Ο όρος «οντολογία» έχει χρησιμοποιηθεί για να αναφερθεί σε όλες τις ανωτέρω δομές απεικόνισης εννοιών. Ωστόσο όταν αναφερόμαστε σε αυτήν τείνουμε να εννοούμε μια πλούσια, τυπική και βασισμένη στη λογική κωδικοποίηση για τη διευκρίνιση της έννοιας των όρων ενός τομέα. Τόσο ένας θησαυρός όσο και μια ταξινόμια θα μπορούσαν να θεωρηθούν ότι έχουν μια απλή κωδικοποίηση στην οποία θα μπορούσε να αντιστοιχηθεί μια γραμματική και ένα συντακτικό, αν και συνήθως αυτό δεν συμβαίνει.



Εικόνα 7. Κατάταξη των μεθοδολογιών κωδικοποίησης ενός τομέα ως προς την εκφραστικότητα και τον φορμαλισμό τους.

Στην εικόνα 7, βλέπουμε να απεικονίζεται η συσχέτιση των «τεχνικών» κωδικοποίησης και απεικόνισης της γνώσης ενός τομέα, ως προς τον εννοιολογικό τους πλούτο και την τυπικότητα στον φορμαλισμό τους. Όπως είναι φανερό οι οντολογίες βρίσκονται στην κορυφή αυτή της ιεράρχησης, διότι είναι εκείνες οι οποίες απεικονίζουν με τρόπο συστηματικό την γνώση και τις έννοιες ενός τομέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Γλώσσες και Εργαλεία Ανάπτυξης Οντολογιών

4.1 Εισαγωγή

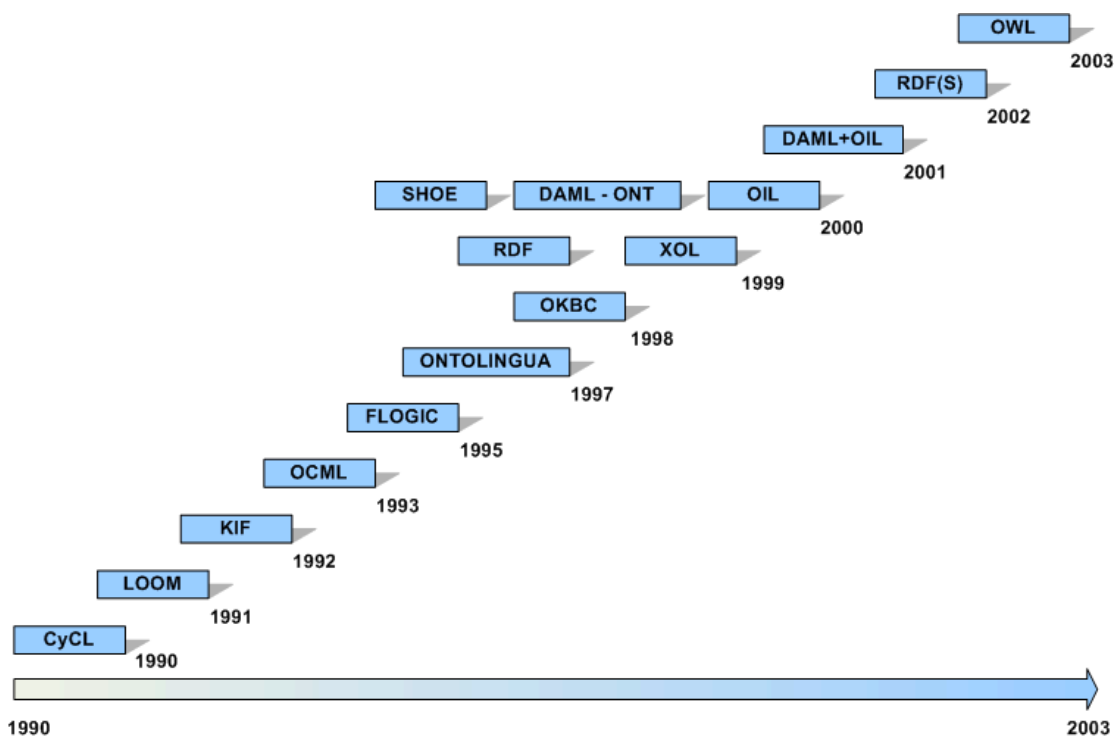
Μια από τις σημαντικότερες αποφάσεις που πρέπει να λάβει κάποιος, ο οποίος αναπτύσσει μια οντολογία είναι η επιλογή τη γλώσσας με την οποία θα την αναπτύξει. Τα τελευταία χρόνια στην βιβλιογραφία έχουν παρουσιαστεί μια σειρά από διαφορετικές γλώσσες ανάπτυξης οντολογιών, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον τρόπο απεικόνισης της γνώσης και τους reasoning μηχανισμούς που αυτές υποστηρίζουν.

Αφού γίνει η επιλογή της γλώσσας, το επόμενο βήμα είναι η επιλογή του κατάλληλου εργαλείου για την ανάπτυξη της οντολογίας. Η τεχνολογία των εργαλείων ανάπτυξης οντολογιών έχει γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 οπότε και πρωτοεμφανίστηκαν. Έτσι τα σημερινά σύγχρονα περιβάλλοντα ανάπτυξης επιτρέπουν την ταχεία ανάπτυξη των οντολογιών σε περισσότερες από μια γλώσσες συνήθως, παρέχοντας ένα ισχυρό περιβάλλον ανάπτυξης, επιτρέποντας στους προγραμματιστές των έλεγχο σε όλα τα στάδια του κύκλου ανάπτυξης των οντολογιών.

Στο κεφάλαιο αυτό στο πρώτο μέρος θα παρουσιάσουμε μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη των γλωσσών για την ανάπτυξη οντολογιών, θα παραθέσουμε τα βασικά κριτήρια για την επιλογή τους, θα δείξουμε την διάκριση τους σε παραδοσιακές και mark-up, και τέλος θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τις παραδοσιακές και περισσότερο αναλυτικά τις mark-up με έμφαση στην OWL. Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου θα παρουσιάσουμε την εξέλιξη των εργαλείων ανάπτυξης οντολογιών, μια κατηγοριοποίηση τους με βάση της υπηρεσίες τις οποίες παρέχουν, και τέλος θα παρουσιάσουμε τις δυνατότητες των Web ODE και Protégé-OWL 2000.

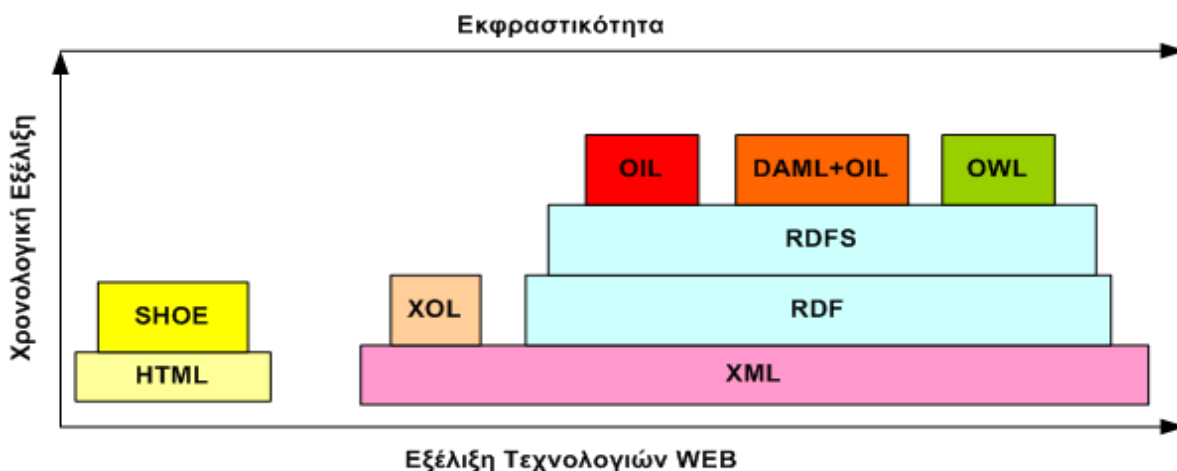
4.2 Αναδρομή στην Εξέλιξη των Γλωσσών Ανάπτυξης Οντολογιών

Στην αρχή της δεκαετίας του '90, δημιουργήθηκε ένα σύνολο από γλώσσες ανάπτυξης οντολογιών οι οποίες βασίζονταν στην τεχνητή νοημοσύνη. Βασικά, η μεθοδολογία απεικόνισης γνώσης (Knowledge Representation – εφεξής KR) που κρύβεται κάτω από αυτές τις γλώσσες βασίστηκε στα πλαίσια που συνδυάζονται με την λογική πρώτου βαθμού (π.χ. στις Ontolingua, OCML και FLogic) ή στην DL (π.χ στην γλώσσα Loom). Αργότερα με την εμφάνιση των Mark-up γλωσσών και την πρόοδο στις τεχνολογίες του παγκοσμίου ιστού το βάρος στην ανάπτυξη γλωσσών μετατοπίστηκε από τον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης προς αυτόν του σημασιολογικού ιστού. Στην εικόνα 14 παρουσιάζονται η χρονολογική εξέλιξη της εμφάνισης των γλωσσών ανάπτυξης οντολογιών, ενώ στην εικόνα 15 απεικονίζεται η ταξινόμηση των γλωσσών με βάση την προέλευσή τους (τεχνητή νοημοσύνη ή σημασιολογικός ιστός).



Εικόνα 14. Χρονολογική Εξέλιξη των γλωσσών ανάπτυξης Οντολογιών

Παρακάτω θα εξετάσουμε και χρησιμοποιήσουμε μετά την πιο σύγχρονη γλώσσα **OWL** (<http://www.w3.org/2004/OWL/>) για τη δημιουργία οντολογιών που βασίζεται στην προηγούμενη RDF (Resource Description Framework) .



Εικόνα 16. Γλώσσες Ανάπτυξης Οντολογιών και οι μεταξύ τους σχέσεις.

4.2.1 OWL

Η γλώσσα OWL έχει δημιουργηθεί από την ομάδα εργασίας του W3C με όνομα «Web Ontology – WebOnt». Προέρχεται από τη γλώσσα DAML+OIL, και αποτελεί επέκταση της RDF(S). Η περιγραφή της OWL είναι πλέον W3C Στάνταρτ. Όπως και η OIL, η OWL χωρίζεται σε τρία επίπεδα:

1. OWL Lite: Είναι υποσύνολο της OWL-DL, η έκδοση αυτή είναι η απλούστερη και ευκολότερη στην εφαρμογή από τις τρεις εκδόσεις της OWL. Η OWL Lite υποστηρίζει του χρήστες εκείνους οι οποίοι απαιτούν κυρίως απλούς περιορισμούς και ιεραρχίες κλάσεων, π.χ., cardinalities μόνο 0 ή 1, όχι αποσυνδέσεις, κ.τ.λ.

2. **OWL DL:** Είναι περιορισμένη έκδοση της OWL-Full, που βασίζεται στην περιγραφική λογική. Η OWL DL 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.
3. **OWL Full:** Αποτελεί ένωση της OWL με την RDF (S). Δεν περιλαμβάνει κανένα περιορισμό στο που και με ποιο τρόπο μπορούν να χρησιμοποιούνται τα διάφορα γλωσσικά κατασκευάσματα της. Η OWL-Full προορίζεται για τους χρήστες που θέλουν τη μέγιστη, κατά το δυνατόν, εκφραστικότητα, και τη συντακτική ελευθερία της RDF χωρίς υπολογιστικές εγγυήσεις π.χ., στην OWL Full μια κλάση μπορεί να αντιμετωπιστεί ταυτόχρονα σαν μια συλλογή από στιγμιότυπα αλλά και σαν αυτούσιο και αυτοδύναμο στιγμιότυπο.

Όπως είπαμε και νωρίτερα 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. Πέραν αυτών, εξαιτίας του γεγονότος ότι η OWL προέκυψε από την DAML+OIL κληρονόμησε και μοιράζεται πολλά χαρακτηριστικά με αυτήν, ωστόσο παρουσιάζει και πολλές διαφορές με σημαντικότερες τις παρακάτω:

- Η OWL δεν περιλαμβάνει αριθμητικούς περιορισμούς του τύπου (*daml:hasClassQ*, *daml:cardinalityQ*, *daml:maxCardinalityQ*, και *daml:minCardinalityQ*).
 - Η OWL επιτρέπει τον ορισμό συμμετρικών ιδιοτήτων, οι οποίες δεν προβλέπονται στην DAML+OIL, με την δήλωση : *owl:SymmetricProperty*.
 - Η OWL δεν μετονομάζει τις δηλώσεις της RDF(S) που χρησιμοποιεί, όπως συμβαίνει στην DAML+OIL, αλλά τις χρησιμοποιεί ως έχει παραδείγματος χάριν: *rdfs:subClassOf*, *rdfs:subPropertyOf*, κτλ.
 - Ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τις δηλώσεις της DAML+OIL τις οποίες μετονομάζει, παραδείγματος χάριν, η δήλωση *daml:toClass* στην OWL μετονομάζεται σε *owl:allValuesFrom*.
 - Η OWL δεν περιλαμβάνει την δήλωση *daml:disjointUnionOf*, μιας και αυτή μπορεί να επιτευχθεί με τον συνδυασμό των *owl:unionOf* and *owl:disjointWith*.
- Πέραν αυτών υπάρχουν και άλλες μικρότερες διαφορές ανάμεσα στις δύο γλώσσες οι οποίες αναφέρονται με λεπτομέρεια στο [Dean and Schreiber (2003)].

4.2.2 Εργαλεία σχεδίασης οντολογιών.

Για τη σχεδίαση οντολογιών υπάρχουν διάφορα λογισμικά όπως EnoOntis, Altova SemanticWorks, Amine, The Apelon DTS, DOME, FlexViz, Knoodl, και πολλά άλλα.

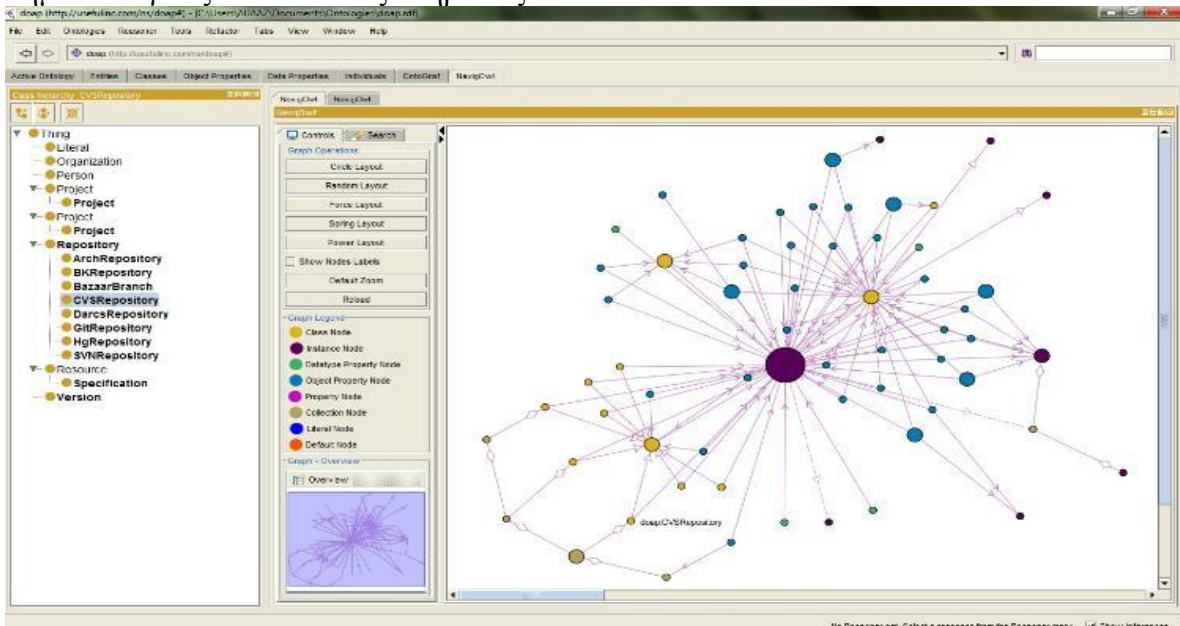
Στην παρούσα εργασία τη σχεδίαση της οντολογίας για τα χαρακτηριστικά και ιδιότητες των χρηστών συστημάτων διάχυτου υπολογισμού, θα χρησιμοποιήσουμε το λογισμικό **Protégé** (<http://protege.stanford.edu/>) .

Το **Protégé** είναι μια δωρεάν , open-source πλατφόρμα που παρέχει σε μια αυξανόμενη κοινότητα των χρηστών μια σειρά από εργαλεία για την κατασκευή μοντέλων τομέα (domain models) και της γνώσης εφαρμογές με οντολογίες . Στον πυρήνα της , Protégé εφαρμόζει ένα πλούσιο σύνολο μοντελοποίησης γνώσεων δομών και δράσεων που υποστηρίζουν τη δημιουργία , απεικόνιση , και τις πράξεις χειρισμού των οντολογιών σε διάφορες μορφές . Το

Protégé μπορεί να προσαρμοστεί για να παρέχει domain-friendly υποστήριξης για τη δημιουργία μοντέλων γνώσης και την εισαγωγή δεδομένων . Περαιτέρω , το Protégé μπορεί να επεκταθεί μέσω ενός πρόσθετου λογισμικού(plug-in) και ενός Java -based περιβάλλοντος διεπαφής χρήστη για προγραμματισμό εφαρμογών (API) και την οικοδόμηση εργαλείων της γνώσης και εφαρμογών .



Μια οντολογία περιγράφει τις έννοιες και τις σχέσεις που είναι σημαντικές σε ένα συγκεκριμένο τομέα, παρέχοντας ένα λεξιλόγιο για αυτόν τον τομέα , καθώς και μια ηλεκτρονική περιγραφή των εννοιών και των όρων που χρησιμοποιούνται στο λεξιλόγιο . Οι οντολογίες κυμαίνονται από ταξινομήσεις σε σχήματα βάσεων δεδομένων , για την πλήρη αξιωματοποίηση θεωριών . Τα τελευταία χρόνια , οι οντολογίες έχουν υιοθετηθεί σε πολλές επιχειρηματικές και επιστημονικές κοινότητες ως ένας τρόπος για να μοιράζονται και να επαναχρησιμοποιούν τη διαδικασία γνώσης τομέα . Οι Οντολογίες είναι πλέον στο επίκεντρο πολλών εφαρμογών , όπως η επιστημονικών portals γνώσης , τη διαχείριση των πληροφοριών και την ολοκλήρωση συστημάτων , το ηλεκτρονικό εμπόριο , και σημασιολογικές διαδικτυακές υπηρεσίες .



Η πλατφόρμα Protégé υποστηρίζει δύο βασικούς τρόπους μοντελοποίησης οντολογιών :

Το **Protégé - Frames editor** επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν και να συμπληρώσουν οντολογίες που είναι βασισμένες σε πλαίσια , σύμφωνα με το Open Knowledge Base Connectivity πρωτόκολλο (OKBC) . Σε αυτό το μοντέλο , μια οντολογία αποτελείται από ένα σύνολο κατηγοριών που οργανώνονται σε μια ιεραρχία υπαλληλίας να εκπροσωπεί βασικές έννοιες ενός τομέα , μια σειρά slots που σχετίζονται με τις κατηγορίες

για να περιγράψουν τις ιδιότητες και τις σχέσεις τους , καθώς και μια σειρά από περιπτώσεις(instances) εκείνων των κλάσεων και επιμέρους υποδειγμάτων εννοιών που κατέχουν ειδικές τιμές για τις ιδιότητές τους .

Το **Protégé - OWL editor** επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν οντολογίες του Σημασιολογικού Ιστού , ιδίως στη Γλώσσα Οντολογίας του Παγκοσμίου Ιστού του W3C (OWL) . « Μια οντολογία OWL μπορεί να περιλαμβάνει περιγραφές των ιδιοτήτων τάξεων, και των περιπτώσεων τους . Λαμβάνοντας υπόψη μια τέτοια οντολογία , η OWL τυπική σημασιολογία καθορίζει πώς αντλούνται οι λογικές συνέπειές της , δηλαδή πώς τα γεγονότα υπάρχουν στην οντολογία , αλλά περιέχει και τη σημασιολογία . Αυτές οι συνεπαγωγές βασίζονται σε ένα ενιαίο έγγραφο ή πολλαπλά κατανεμημένα έγγραφα που έχουν συνδυαστεί με ορισμένους μηχανισμούς OWL " .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Οντολογίες για τη μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών ενός ατόμου και κοινωνικού πλαισίου

5.1 Είδη Οντολογιών

Μια οντολογία πράκτορα ή ατόμου σε ένα περιβάλλον διάχυτου υπολογισμού χρησιμοποιείται για να περιγράψει τους παράγοντες του περιβάλλοντος . Σε σύγκριση με τις άλλες διαστάσεις του πλαισίου , όπως η γεωγραφική θέση ή χρόνο , το πλαίσιο πράκτορα , ή ατόμου είναι πιο υποκειμενικό . Τα συστήματα που επικεντρώνονται σε διαφορετικά σενάρια , καθορίζουν διαφορετικούς ρόλους και χαρακτηριστικά για ένα πρόσωπο , ή πράκτορα . Οι διάχυτες εφαρμογές πληροφορικής μπορούν να χρησιμοποιούν τις ακόλουθες οντολογίες για να εκφράσουν και να συγχρονίσουν για το προφίλ επαφής ενός ατόμου και τις κοινωνικές του επαφές σε άλλους ανθρώπους στην γειτονική περιοχή .

Η FOAF (Friend - Of- A - Friend) είναι μια δημοφιλής οντολογία για την αναπαράσταση των προσωπικών πληροφοριών προφίλ και κοινωνικών σχέσεων μεταξύ ομάδων συνομηλίκων . Αναπτύχθηκε για τη δημιουργία αναγνώσιμων από υπολογιστή ιστοσελίδων για άτομα , ομάδες , οργανώσεις κλπ , για να περιγράψει τις δραστηριότητές τους και πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους . Η οντολογία FOAF παρέχει ένα ενιαίο τρόπο για την περιγραφή των ανθρώπων ή συμφερόντων τους και επιτρέπει τον καθορισμό σχέσεων φιλίας μεταξύ ιδιοτήτων όπως το όνομα , η θέση κλπ. Η FOAF Realm επεκτείνει τη FOAF οντολογία με το επίπεδο της σχέσης φιλίας .

Οι MoGATU BDI (Belief , Desire , and Intentions) οντολογίες . Η οντολογία BDI περιγράφει ένα αφηρημένο σημασιολογικό μοντέλο για την αναπαράσταση και τον υπολογισμό ενός προφίλ χρήστη ή πράκτορα ανάλογα με τις δράσεις , τις πεποιθήσεις τους , τις επιθυμίες , τις προθέσεις και τους στόχους του που έχουν μπει σε προτεραιότητα και προσωρινά διαταχθεί . Μια οντολογία πράκτορα (Agent) αντιπροσωπεύει ανθρώπινους χρήστες , ή ευφυείς οντότητες λογισμικού . Οι πράκτορες μπορούν να εκφράσουν τις πεποιθήσεις , τις επιθυμίες τους , τις προθέσεις και τους στόχους . Οι επιθυμίες ενός πράκτορα μπορεί να έρχονται σε σύγκρουση με τις άλλες επιθυμίες , αλλά οι στόχοι του είναι να γίνει εφικτό ένα σύνολο μη - συγκρουόμενων επιθυμιών . Μπορεί να εκκινήσει και οργανώσει μια σειρά από προθέσεις και ενέργειες που οδηγήσουν στην επίτευξη των στόχων του . Αυτές οι δράσεις μπορούν να συνδυαστούν σε μία διατεταγμένη ακολουθία , η οποία ονομάζεται ένα σχέδιο . Οι οντολογίες MoGATU επίσης επιτρέπει την έκφραση του χρόνου , και ως χρονικές στιγμές και ως χρονικές περιόδους . Αυτό επιτρέπει στον πράκτορα να καθορίσει πότε και πόσο συχνά ξεκινά ένα σχέδιο δράσης . Αναλύοντας πέρα από τις πληροφορίες που διατίθενται στην οντολογία , ο πράκτορας μπορεί να δράσει έξυπνα βάσει της τρέχουσας κατάστασης του περιβάλλοντος και των άλλων παραγόντων (ανθρώπινου ή λογισμικού) , που λαμβάνουν μέρος σε αυτό .

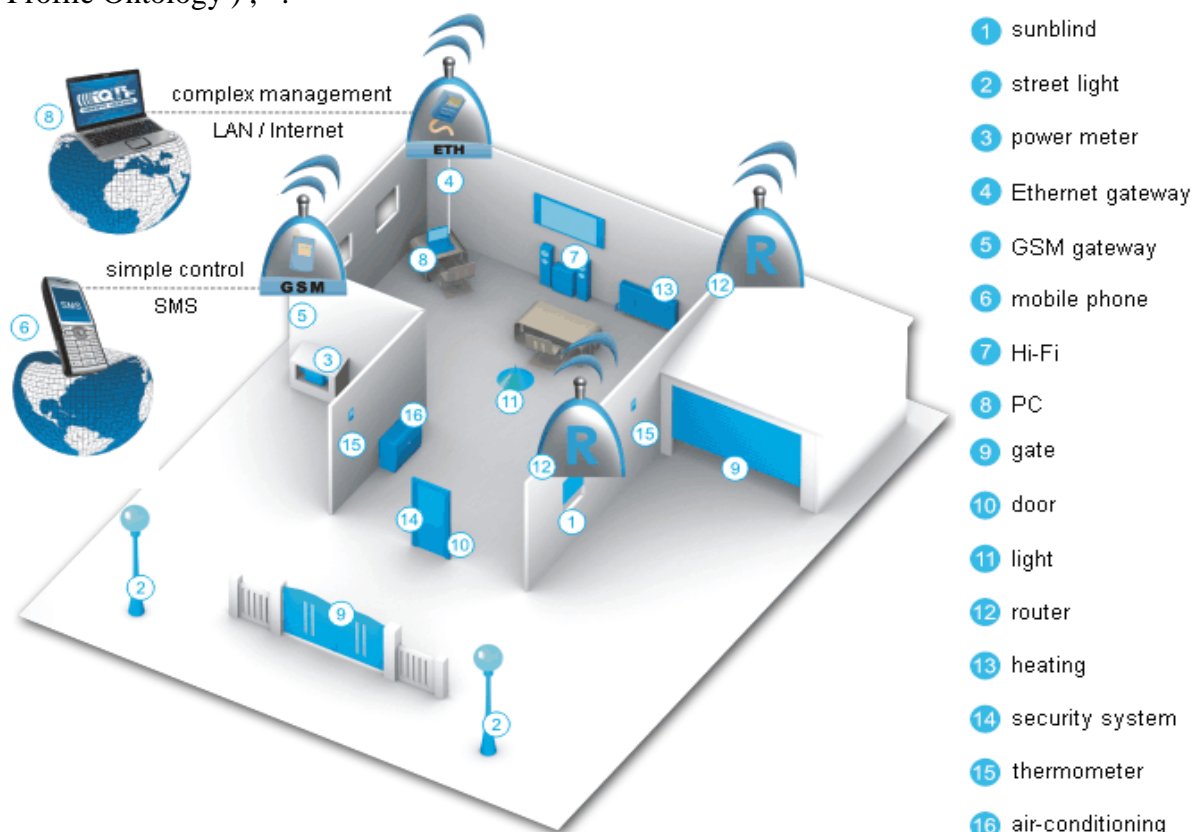
Η UPOS (User Profile Ontology with Situation-Dependent Preferences Support) είναι μια οντολογία του προφίλ χρηστών , που ορίζεται σε OWL , και περιγράφει την κατάσταση που εξαρτάται από τις πληροφορίες των χρηστών . Ένας χρήστης έχει ένα προφίλ και ένα πλαίσιο (θέση ή δραστηριότητα) που συνδέονται . Το προφίλ διαρθρώνεται σε υπο-προφίλ , που το καθένα περιέχει προτιμήσεις των χρηστών που αντιστοιχούν σε μια συγκεκριμένη κατάσταση, και περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες για το χρήστη , όπως η διεύθυνση χρήστη, το όνομα και την ημερομηνία γέννησης . Αυτή η οντολογία έχει το μειονέκτημα ότι δεν εξετάζει συχνά το μεταβαλλόμενο περιβάλλον χρήστη . Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από context-aware προσαρμοστικές πλατφόρμες υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας και τις υπηρεσίες πληροφοριών για να ενεργοποιεί αυτόματα την εξατομίκευση των υπηρεσιών ανάλογα με την περίσταση .

5.2 Οντολογία προφίλ χρήστη

Θα χρησιμοποιήσουμε το project Atraco, που είναι μια πρωτότυπη εφαρμογή ενός έμπιστου συστήματος «οικολογίας» περιβάλλοντος χώρου που εκτελείται και διαχειρίζεται σε τομείς δραστηριότητας σε ένα έξυπνο περιβάλλοντα χώρο . Οι σφαίρες δραστηριότητας πραγματοποιούνται με την αυτόματη ανακάλυψη, την επιλογή και την προσαρμογή των έξυπνων συσκευών (αντικειμένων) που υπάρχουν στο χώρο, ανάλογα με τις προτιμήσεις, τις συνήθειες του χρήστη, καθώς και τις δραστηριότητές του. Οι οντολογίες OWL χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση του προφίλ των χρηστών του συστήματος, των συσκευών, δραστηριοτήτων, καθώς και των περιγραφών στόχων. Τα πιο γενικά σχέδια συνδέονται με συγκεκριμένα συστήματα, μεθόδους και αξίες μέσω σημασιολογική αντιστοίχισης.

Ένας από τους κύριους στόχους του προγράμματος Atraco είναι να παρέχει στους χρήστες υπηρεσίες ανάλογα με τις δραστηριότητες και προτιμήσεις τους , προκειμένου να επιτύχει ένα συγκεκριμένο στόχο του χρήστη . Για το σκοπό αυτό , διάφορα κομμάτια των πληροφοριών χρήστη πρέπει να συλλέγονται και να δομούνται σε ένα προφίλ χρήστη . Αυτά τα προφίλ μπορούν να εμπλουτιστούν και να χρησιμοποιηθούν από το σύστημα Atraco .

Παρακάτω θα περιγράψουμε εν συντομία την πρώτη έκδοση του Atraco UPO (User Profile Ontology) , .



Φάση Προδιαγραφή : Για να αποκτήσουμε τις πληροφορίες που απαιτούνται για την κατασκευή της οντολογίας , έχουμε σχεδιάσει για πρώτη φορά έναν κατάλογο των άτυπων ερωτήσεων ικανότητας , οι οποίες αναφέρονται παρακάτω :

Ποια είναι η τρέχουσα δραστηριότητα του χρήστη ;

Ποια είναι η τρέχουσα θέση του χρήστη ;

Ποια είναι η θερμοκρασία που ένας χρήστης προτιμά ;

Είναι ο χρήστης και μόνο;

Ποια είναι τα ενδιαφέροντα του χρήστη ;

Μήπως η συναισθηματική κατάσταση του χρήστη επηρεάσει τη δραστηριότητά του / της;
 Ποια είναι τα φυσικά χαρακτηριστικά του χρήστη ;
 Μήπως ο χρήστης ανήκει σε μια ομάδα ;
 Ποια είναι τα επίπεδα φωτισμού και ο φωτισμός που ο χρήστης προτιμά ;
 Ποιες είναι οι επιλογές πολυμέσων που ο χρήστης προτιμά ;
 Πώς πολλοί χρήστες χρησιμοποιούν το περιβάλλον, την ίδια στιγμή ;
 Ποια είναι τα σχέδια / δραστηριότητες του χρήστη για την ημέρα / εβδομάδα / μήνα;
 Τι συσκευές / υπηρεσίες δεν χρησιμοποιεί συνήθως ο χρήστης;
 Ποιος είναι ο τρέχων στόχος του χρήστη ;
 Ποιες ρυθμίσεις προτιμά ο χρήστης σε κάθε εφαρμογή σε συσκευές / εργασίες (π.χ. TV < - > τηλεχειριστήριο , MP3 player < - > φωνή) ;
 Ποια είναι η / γενική περιγραφή του (π.χ. ηλικία , φύλο) ;
 Ποιο είναι το επίπεδο εμπειρίας του χρήστη , σε σχέση με τις νέες τεχνολογίες ;

Όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση των υπαρχουσών οντολογιών , υπάρχουν πολλά έργα που διατίθενται στις μέρες μας , που δείχνουν οντολογίες με βάση το μοντέλο του προφίλ των χρηστών , το καθένα από μια διαφορετική ιεράρχηση των εννοιών και μπορούν να διακριθούν ως αυτές που περιγράφουν είτε στατικές πληροφορίες για το χρήστη , ή δυναμικές πληροφορίες για το . Οι στατικές πληροφορίες χρήστη αναφέρονται στα μόνιμα χαρακτηριστικά , τις προτιμήσεις , τα ενδιαφέροντα και το περιβάλλον του χρήστη , ενώ το δυναμικό προφίλ του χρήστη περιλαμβάνει θέματα που αφορούν τις προτιμήσεις χρόνου και ενδιαφερόντων , σύμφωνα με μια συγκεκριμένη κατάσταση .

Έχοντας αυτά κατά νου , καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το πεδίο εφαρμογής του προτεινόμενου Atraco UPO είναι να διαμορφώσει μια φυσική οντότητα (δηλαδή ο χρήστης) που θέλει να επιτύχει κάποιους στόχους με την υλοποίηση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων στο πλαίσιο ενός ευφυούς περιβάλλοντος . Αυτή η οντολογία περιγράφει τα χαρακτηριστικά του χρήστη , τις σχέσεις του με τους άλλους χρήστες , τις σταθερές προτιμήσεις του , τα ενδιαφέροντα , τις ικανότητες και την τρέχουσα / μόνιμη κατάσταση μέσα σε συνεχώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα , δηλαδή , για να περιγράψει το στατικής και δυναμικό προφίλ του.

Φάση σύλληψη : το σημείο εκκίνησης , προκειμένου να καθοριστούν οι Atraco τάξεις UPO και ιδιότητες, εκτός από τις άτυπες ερωτήσεις επάρκειας , έχουμε επιλέξει την UPOS οντολογία . Αυτή η οντολογία έχει το μειονέκτημα ότι δεν εξετάζει αλλάζει συχνά το περιβάλλον χρήστη , σε κάποιο σημείο που θα πρέπει να επικεντρωθεί .

Μετά την ανάλυση των κλάσεων και ιδιοτήτων της UPOS οντολογίας και το άτυπο ζήτημα της της φάσης προδιαγραφών , αποφασίσαμε να υιοθετήσουμε μια top-down(από πάνω προς τα κάτω) προσέγγιση , όπου κατ 'αρχάς επιλέγουμε σημαντικές γενικές έννοιες , οι οποίες αργότερα εμπλουτίζονται με ειδικότερες , προκειμένου να δημιουργηθεί , δηλαδή , να καθοριστεί ως προς τις κατηγορίες και τις ιδιότητες της αρχικής έκδοσης το Atraco UPO .

Στο μοντέλο μας , μας δεσμεύει ένας στόχος που σχετίζεται με υποπροφίλ(subprofile) σε ένα στόχο . Αυτό το υποπροφίλ θα περιέχει τις προτιμήσεις των χρηστών που πρέπει να εφαρμόζονται όταν ο στόχος επιτελείται . Ένας στόχος σχετίζεται με ένα χρήστη , ένα πλαίσιο και ένα υποπροφίλ που περιγράφει τις προτιμήσεις για την επίτευξη αυτού του στόχου . Αυτό δίνει μια δυναμική πτυχή στο προφίλ χρήστη . Το πλαίσιο(context) είναι ένα σύνολο από πολλαπλές συνδυαζόμενες διαστάσεις , που κατηγοριοποιούνται σε δύο κατηγορίες : το φυσικό πλαίσιο (PhysicalContext) , που περιλαμβάνει τις φυσικά εκφραζόμενες διαστάσεις , όπως η τοποθεσία και ο χρόνος . Το πλαίσιο χρήστη(UserContext) , το οποίο περιέχει τα προσωπικά στοιχεία του χρήστη που μπορούν να επηρεάσουν την τρέχουσα δραστηριότητά του , όπως είναι η συναισθηματική του κατάσταση

. Κάθε υποπροφίλ αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο στόχο χρήστη και περιέχει μια περίληψη των περιγραφών εργασιών που πραγματοποιούνται μέσω συγκεκριμένων δραστηριοτήτων .

Φάση υλοποίησης : Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τις κατηγορίες , τις ιδιότητες του αντικειμένου , καθώς και τις ιδιότητες του τύπου δεδομένων της πρώτης έκδοσης του Atraco UPO .Βλέπουμε παρακάτω από το **Protégé** τις κλάσεις (πορτοκαλί), τις ιδιότητες αντικειμένων (μπλε) ,και τις ιδιότητες τύπου δεδομένων (πράσινο)

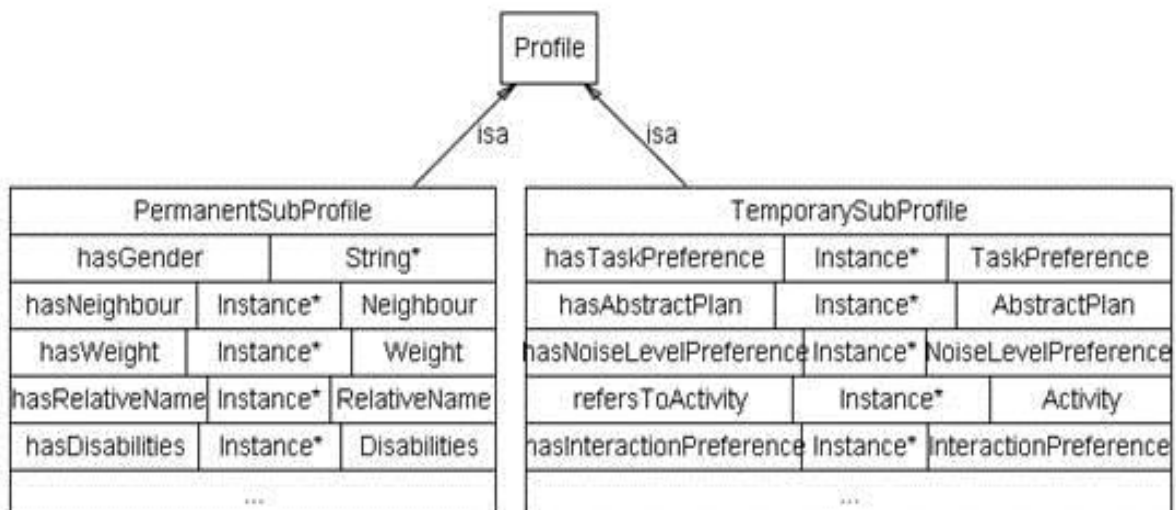
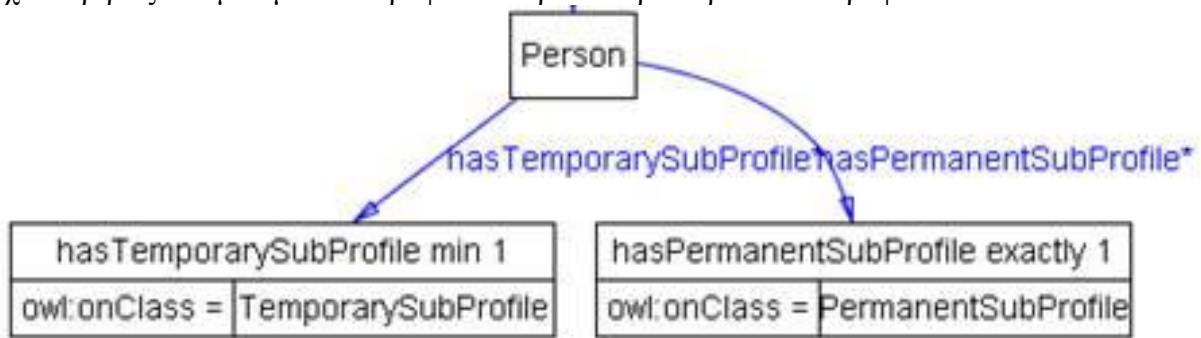
<ul style="list-style-type: none"> owl:Thing AbstractTask Activity Context <ul style="list-style-type: none"> PhysicalContext <ul style="list-style-type: none"> EnvironmentalCondition <ul style="list-style-type: none"> Humidity Lighting Noise Temperature Weather Wind Time UserContext <ul style="list-style-type: none"> UserEmotionalState UserLocation Device Entity <ul style="list-style-type: none"> User UserGroup Goal Profile Service SubProfile <ul style="list-style-type: none"> DynamicSubProfile <ul style="list-style-type: none"> Preference StaticSubProfile <ul style="list-style-type: none"> Ability ContactInformation GeneralInformation Interest PhysicalCharacteristic PhysiologicCharacteristic 	<ul style="list-style-type: none"> hasSubProfile <ul style="list-style-type: none"> hasDynamicSubProfile hasStaticSubProfile hasContext <ul style="list-style-type: none"> hasPhysicalContext hasEntityContext belongsTo isAssociatedWith isDescribedBy hasActivity dependsOn isRelatedTo offers hasGoal hasPreference hasAbstractTask concerns 	<ul style="list-style-type: none"> hasEmail hasAddress hasPhoneNumber hasHairColor hasEyeColor hasWeight hasHeight hasGender hasLastName hasFirstName hasAge
Classes	Object Properties	Datatype Properties

Φάση αξιολόγησης: Η τεχνική ποιότητα αυτής της έκδοσης του Atraco UPO ελέγχεται χρησιμοποιώντας το Pellet reasoner, κατά το πρώτο στάδιο της μοντελοποίησης. Ασφαλώς, θα πρέπει να αναθεωρήσουμε αυτή την αρχική οντολογία. Μετά την τελική έκδοση του, θα πρέπει να ελέγξετε την ποιότητα του χρησιμοποιώντας τις ερωτήσεις ικανότητας από τη φάση προδιαγραφών.

5.2.1 Οντολογία προφίλ χρήστη (UPO)

Στο Atraco, υπάρχει ανάγκη για περιγραφή των στατικών χαρακτηριστικών των χρηστών, και των δυναμικών πτυχών που σχετίζονται με συγκεκριμένες δραστηριότητες στις οποίες ο χρήστης εμπλέκεται. Η Οντολογία προφίλ χρήστη χρησιμοποιεί τα προσωρινά υπο-προφίλ ενός προφίλ χρήστη, προκειμένου να κωδικοποιήσει δραστηριότητες που σχετίζονται με τις προτιμήσεις του χρήστη.

Στην Atraco UPO, το προφίλ ενός χρήστη έχει ένα μόνιμο υπο-προφίλ που περιέχει στατικές πληροφορίες σχετικά με το χρήστη και μια σειρά από προσωρινά υπο-προφίλ, όπως αυτά περιγράφονται παρακάτω. Το PermanentSubProfile περιέχει γενικές ενέργειες (π.χ., το όνομα, την ηλικία και το φύλο), συμπάθειες, αντιπάθειες, Αναπηρίες, Στοιχεία Επικοινωνίας (π.χ., PHONE_NUMBER, και e-mail_address), κοινωνικές πληροφορίες (π.χ., friend, και family_member), κατοχές (π.χ., object, και living_thing) και PhysicalInformation (π.χ., ύψος και βάρος). Κάθε TemporarySubProfile περιέχει προτιμήσεις (π.χ., privacy_preference, interaction_preference, environmental_condition_preference, κλπ.), οι οποίες σχετίζονται με τη δραστηριότητα που ένας χρήστης εκτελεί. Επιπλέον, κάθε προσωρινό υπο-προφίλ εξαρτάται από το UserContext(πλαίσιο χρήστη) που περιέχει τη θέση του χρήστη, το χρόνο στον οποίο η δραστηριότητα αυτή πραγματοποιείται, την κατάσταση του χρήστη, το οποίο σημαίνει ότι αν ο χρήστης είναι "μόνος" ή "με-φίλους", και τη διάθεση του χρήστη. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τις σχέσεις μεταξύ person, profile, TemporarySubProfile και PermanentSubprofile και τις ιδιότητες του κάθε υπο-προφίλ. Συγκεκριμένα, ένα πρόσωπο έχει ακριβώς ένα μόνιμο υπο-προφίλ και αρκετά προσωρινά υπο-προφίλ.



5.2.2 Επέκταση οντολογίας προφίλ χρήστη

Ένας από τους κύριους στόχους του προγράμματος Atraco είναι να παρέχει στους χρήστες υπηρεσίες ανάλογα με τη δραστηριότητά τους, δηλαδή προτιμήσεις, προκειμένου να επιτύχει ένα συγκεκριμένο στόχο ο χρήστης. Για αυτό το σκοπό οι προτιμήσεις του χρήστη και πληροφορίες πρέπει να συλλέγονται και να δομηθούν σε ένα προφίλ χρήστη με έναν τρόπο ώστε να μπορούν να συσχετιστούν με τις υπηρεσίες που είναι διαθέσιμες στο χώρο του χρήστη. Για παράδειγμα, αν ο στόχος του χρήστη είναι να ακούει μουσική, το Atraco θα πρέπει να είναι σε θέση να ψάξει για το είδος της μουσικής που ο χρήστης προτιμά, την ένταση και την ποιότητά της στο προφίλ του χρήστη, προκειμένου να του παράσχει τη μουσική υπηρεσία.

Στις οντολογίες του προφίλ των χρηστών χρησιμοποιούνται οι προτιμήσεις του χρήστη όταν σχετίζονται με αφηρημένες καθήκοντα, αλλά όχι σε υπηρεσίες. Για το τελικό πρωτότυπο επεκτείνουμε την οντολογία του προφίλ χρήστη, προκειμένου να αφορούν ρητά τις προτιμήσεις των χρηστών με τις υπηρεσίες. Προσθέσαμε τη σχέση "dependson" μεταξύ των "TaskPreference" και "ServicePreference" περιπτώσεων. Δημιουργήσαμε τις κατάλληλες "ServicePreference" περιπτώσεις για την περιγραφή των υπηρεσιών που χρειάζεται ο χρήστης στον χώρο του για συγκεκριμένες εργασίες (π.χ. τη "MusicReproduction" προτίμηση των υπηρεσιών που απαιτούνται για να ακούτε μουσική). Στη συνέχεια, προστίθεται στην οντολογία η κατηγορία «PreferenceAttribute» για την περιγραφή των χαρακτηριστικών προτίμησης. Η "PreferenceAttribute" κλάση σχετίζεται με την τάξη "προτίμηση" μέσω δύο ιδιοτήτων: «hasPreferenceAttribute» και "hasAttributeValue": Μια προτίμηση μπορεί να έχει κάποια χαρακτηριστικά προτίμησης, ενώ η τιμή ενός χαρακτηριστικού μπορεί να είναι άλλη από της προτίμησης. Προσθέσαμε επιτέλους κάποια υποκατηγορίες της κατηγορίας «Προτίμηση», προκειμένου να περιγράψουν τις προτιμήσεις που απαιτούνται (π.χ. "MusicPreference" και "MusicGenderPreference»). Μια απεικόνιση των υπηρεσιών που σχετίζονται με πτυχές της οντολογίας του προφίλ των χρηστών φαίνεται παρακάτω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Μοντελοποίηση Χρήστη για Συστήματα Παροχής Οδηγιών Πλοήγησης

6.1 Εισαγωγή

Η πλοήγηση είναι μια θεμελιώδης ανθρώπινη δραστηριότητα και ένα αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής ζωής, έτσι οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τη γνώση τους και την προηγούμενη εμπειρία τους με το γεωγραφικό χώρο για να βρουν τον δρόμο τους από τον ένα προορισμό στον επόμενο. Επομένως δεν προκαλεί ιδιαίτερη εντύπωση το γεγονός ότι ιδιαίτερα σημαντική ερευνητική προσπάθεια στους τομείς της γνωστικής επιστήμης, της ψυχολογίας, και της τεχνητής νοημοσύνης έχει διεξαχθεί για να εξετάσει τα μέσα με τα οποία οι άνθρωποι πλοηγούνται. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα παρουσιάσουμε τις θεωρητικές αρχές στις οποίες βασίζεται η μοντελοποίηση του χρήστη για την εφαρμογή Ontoplan η οποία είναι ένα σύστημα παροχής οδηγιών πλοήγησης σε εσωτερικούς χώρους βασισμένο σε οντολογίες και σημασιολογικές πληροφορίες σχετικά με τον χώρο και τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις πλοήγησης των χρηστών του.

6.2 Πλοήγηση και Εντοπισμός Πορείας: Επισκόπηση Θεωρίας

Προτού προχωρήσουμε με την ανάλυση του πως οι άνθρωποι βρίσκουν τον δρόμο τους στον χώρο θεωρούμε σκόπιμο να κάνουμε μια σύντομη παρουσίαση των όρων που θα χρησιμοποιήσουμε στην συνέχεια.

.2.1 Συνειδητοποιημένη Πλοήγηση (Navigational Awareness)

Ως συνειδητή εννοείται η πλοήγηση η οποία λαμβάνει χώρα στην περίπτωση που ο πλοηγούμενος έχει πλήρη γνώση του περιβάλλοντος στο οποίο πρέπει να πλοηγηθεί, Υπάρχουν δύο ευδιάκριτοι τύποι πλοήγησης ενός περιβάλλοντος και κάθε τύπος καταδεικνύει διαφορετικές συμπεριφορές. Ο πρώτος τύπος πλοήγησης καλείται διαδικαστική γνώση (procedural knowledge) ή γνώση διαδρομών (route knowledge). Η διαδικαστική γνώση αναφέρεται στο άτομο (ego-referenced), και αποκτάται συνήθως δια της προσωπικής εξερεύνησης μιας νέας περιοχής. Τα χαρακτηριστικά της διαδικαστικής γνώσης είναι ότι ο πλοηγούμενος μπορεί επιτυχώς να πάει από ένα ορόσημο² σε άλλο σε μια γνωστή διαδρομή, αλλά δεν αναγνωρίζει τυχόν εναλλακτικές διαδρομές ή συντομότερους δρόμους.

Η ερευνητική γνώση (survey knowledge), η οποία αντιστοιχεί στον δεύτερο τύπο πλοήγησης, επιτυγχάνεται με πολλαπλές εξερευνήσεις ενός περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας πολλαπλές διαφορετικές διαδρομές. Η ερευνητική γνώση πλοήγησης χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα να υποστηριχτεί ένα εξωτερικό σημείο ως σημείο αναφοράς και επομένως χαρακτηρίζεται ως εξωκεντρική ή έξω – αναφερόμενη (world referenced). Με την μέθοδο αυτή η νοητική απεικόνιση μιας περιοχής αντιστοιχεί σε μια εκ του μακρόθεν, χωρίς πολλές λεπτομέρειες απεικόνιση του. Η διαδικασία αυτή είναι παρόμοια με την νοητική απεικόνιση ενός χάρτη, η οποία στην βιβλιογραφία αναφέρεται συχνά ως γνωσιακός χάρτης (cognitive map).

Η έρευνα στην συνειδητοποιημένη πλοήγηση έχει δείξει ότι για να επιτύχει την πλήρη γνώση πλοήγησης σε ένα νέο μεγάλο περιβάλλον, ένα πρόσωπο πρέπει να περάσει από μια εποικοδομητική δυναμική διαδικασία. Αυτή η διαδικασία περιγράφεται σε ένα πρότυπο από τους Siegel & White, το οποίο ονομάζεται "Διαδοχικό και Ιεραρχικό πρότυπο», του οποίου τα πρώτα δύο βήματα είναι απαραίτητα για την απόκτηση διαδικαστικής γνώσης ενώ τα υπόλοιπα απαιτούνται από την ερευνητική γνώση.

Τα βήματα αυτά είναι:

1. Αναγνώριση ορόσημων: Αντικείμενα γίνονται ορόσημα για δύο λόγους α) για την διακρισιμότητα και β) την προσωπική έννοιά τους. Τα αντικείμενα μπορούν να είναι

διακριτά παραδείγματος χάριν, λόγω του αρχιτεκτονικού ύφους τους, του μεγέθους τους, ή του χρώματος τους. Αυτά τα διακριτικά αντικείμενα γίνονται σημαντικά ορόσημα ειδικά όταν δίνουν επίσης πληροφορίες κατεύθυνσης, όταν παραδείγματος χάριν υπάρχουν σε μια γωνία δύο κάθετων διαδρόμων ή οδών. Αντικείμενα που έχουν προσωπική σημασία ως ορόσημα μπορούν να γίνει επίσης σημαντικά ορόσημα, ακόμα κι αν πολλά από αυτά μπορούν να μην παρέχουν άμεσα πληροφορίες πλοήγησης.

2. Διαδρομές ή Συνδέσεις: Οι διαδρομές και τον οι συνδέσεις διαμορφώνονται κατά την μετακίνηση μεταξύ δύο ορόσημων. Διαμορφώνοντας τη γνώση διαδρομών, οι εικόνες και τα ορόσημα ανακαλούνται με τον ίδιο τρόπο όπως η διαδρομή που ταξιδεύουν.

3. «Πρωτεύουσα» Ερευνητική Γνώση: Αυτός ο τύπος γνώσης επιτυγχάνεται μετά από σημαντική όδευση διαδρομών και συνδέσεων ώστε τελικά να είναι δυνατός ο υπολογισμός διαφορετικών διαδρομών και ο προσδιορισμός της απόστασης ανάμεσα σε ορόσημα.

4. Κατάτμηση του περιβάλλοντος: Εάν το περιβάλλον είναι εξαιρετικά μεγάλο γίνεται απαραίτητη η κατάτμηση του σε μικρότερες περιοχές. Αυτές οι μικρότερες περιοχές ενθυλακώνονται σε μεγαλύτερες περιοχές, οι οποίες με την σειρά τους ανήκουν σε άλλες μεγαλύτερες κ.λπ. Η δυνατότητα αυτή μας επιτρέπει να εστιάζουμε πνευματικά από την μία στην άλλη περιοχή δίνοντας στις έννοιες της απόστασης και πλοήγησης μια ευρύτερη έννοια. Η παραπάνω ιδιότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική και μας επιτρέπει την χρησιμοποίηση της για την παροχή οδηγιών πλοήγησης στα πλαίσια της εφαρμογής OntoNav.

6.2.2 Χωρική Ικανότητα

Ο καθορισμός της χωρικής δυνατότητας είναι αδύναμος στην καλύτερη περίπτωση, δεδομένου ότι έχει μελετηθεί για τον μεγαλύτερο μέρος αυτού του αιώνα, και παρόλα αυτά ως σήμερα παραμένει "ανεπαρκής καθορισμένη έννοια". Αυτό που έχει συμφωνηθεί σχετικά με την χωρική δυνατότητα είναι ότι αποτελείται από διάφορες διαστάσεις. Οι τρεις σημαντικές διαστάσεις της χωρικής δυνατότητας που εξετάζονται συνήθως είναι ο χωρικός προσανατολισμός, η χωρική απεικόνιση και οι χωρικές σχέσεις. Ο χωρικός προσανατολισμός περιλαμβάνει τη δυνατότητα να κινηθούν διανοητικά ή να μετασηματιστούν τα ερεθίσματα, διατηρώντας τις σχέσεις τους. Επιπλέον, περιλαμβάνει το διανοητικό χειρισμό ενός αντικείμενου από ένα άτομο, χρησιμοποιώντας ως αναφορά τον εαυτό του. Η χωρική απεικόνιση πηγαινει περαιτέρω, δεδομένου ότι το πρόσωπο μπορεί να χειριστεί τις σχέσεις μέσα σε ένα αντικείμενο. Η τρίτη διάσταση, χωρικές σχέσεις, αποτελείται από τη δυνατότητα να φανταστεί ένα άτομο, πώς ένα αντικείμενο θα απεικονίζεται από διαφορετικές προοπτικές.

6.2.3 Εύρεση Διαδρομής (Wayfinding)

Οι παραπάνω δεξιότητες οι οποίες αναφέρονται σε γνωσιακές και πνευματικές δεξιότητες των ατόμων απαιτούνται για την ολοκλήρωση με επιτυχία της πλοήγησης από ένα σημείο σε ένα άλλο ιδιαίτερα στην περίπτωση όπου η πλοήγηση λαμβάνει χώρα σε περιοχή μη γνωστή στο άτομο. Η παραπάνω νοητική διαδικασία ονομάζεται εύρεση διαδρομής (Wayfinding). Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν την παραπάνω διαδικασία καθημερινά σε όλη την διάρκεια της ζωής τους. Πλοηγούνται από ένα μέρος στο άλλο, βασιζόμενοι στην γνώση που αποκτούν από τις εμπειρίες που αποκτούν σε σχέση με τα αντικείμενα και τον χώρο στον οποίο διαβιούν και εργάζονται. Η δυνατότητα εύρεσης διαδρομής είναι μια φυσική ικανότητα που οι άνθρωποι μαθαίνουν ως μικρά παιδιά και αναπτύσσουν καθώς μεγαλώνουν. Πραγματοποιείται σε πολλές διαφορετικές καταστάσεις, όπως η οδήγηση σε μια χώρα, το περπάτημα σε μια πόλη, ή η κίνηση μέσα σε ένα κτήριο. Σε όλες αυτές τις καταστάσεις οι άνθρωποι έχουν ένα πράγμα από κοινού: χρησιμοποιούν τη κοινής λογικής γνώση του γεωγραφικού χώρου.

Ως εύρεση διαδρομής ορίζεται από τον Gluck «...η διαδικασία που χρησιμοποιείται για τον προσανατολισμό και την πλοήγηση, τελικός στόχος της οποίας είναι η με ακρίβεια μετακίνηση από ένα μέρος στο επόμενο, ιδιαίτερα σε πάρα πολλή μεγάλους και σύνθετους χώρους». Οι Downs and Stea , πρότειναν ότι η εύρεση διαδρομής γίνεται σε τέσσερα βήματα.

1. Προσανατολισμός: Καθορισμός του που βρίσκεται κάποιος σε σχέση με κοντινά αντικείμενα και των τόπο προορισμού.

2. Επιλογή Διαδρομής: επιλογή μιας διαδρομής η οποία θα οδηγήσει το άτομο στον τελικό προορισμό του.

3. Έλεγχος διαδρομής: Συνεχής έλεγχος και επιβεβαίωση ότι η διαδρομή που έχει πάρει κάποιος είναι σωστή και οδηγεί στη σωστή κατεύθυνση.

4. Αναγνώριση προορισμού: Αναγνωρίζει ότι κάποιος έχει φθάσει στο σωστό προορισμό, ή τουλάχιστον σε ένα σημείο κοντά του.

Ο Allen [114] προτείνει μια ταξινόμηση των «αποστολών» κατά την εύρεση μιας διαδρομής, η οποία βασίζεται σε λειτουργικούς στόχους. Η ταξινόμηση αυτή χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες:

- «Αφελής» αναζήτηση: Οποιαδήποτε αναζήτηση διαδρομής προς συγκεκριμένο στόχο στην οποία ο πλοηγούμενος δεν έχει καμία a priori γνώση του χώρου του εν λόγω στόχου. Μια αφελής αναζήτηση υπονοεί ότι μια εξαντλητική αναζήτηση πρόκειται να εκτελεσθεί.
- Primed αναζήτηση: Οποιοσδήποτε στόχος έρευνας στον οποίο ο πλοηγός ξέρει τη θέση του στόχου. Η αναζήτηση είναι μη λεπτομερής.
- Εξερεύνηση: Οποιαδήποτε περιπλάνηση στον χώρο στην οποία δεν υπάρχει κανένας στόχος.
- Mixed: Αναζήτηση στην οποία περιλαμβάνονται παραπάνω από ένας από τους προαναφερθέντες λειτουργικούς στόχους.

Οι ταξινομήσεις των παραπάνω στόχων πλοήγησης είναι αμοιβαία αποκλειστικές. Εντούτοις, συχνά είναι επάλληλες. Σε περιπτώσεις όπου ο πλοηγός έχει τη γενική γνώση της θέσης του στόχου χωρίς αρκετή ακρίβεια να την βρει άμεσα, ακολουθείται μια primed αναζήτηση μέχρι να φτάσει ο πλοηγούμενος στην γενική περιοχή του στόχου και στην συνέχεια ακολουθεί μια «αφελής» αναζήτηση μέχρι την άφιξη στον στόχο.

6.2.4 Χωρική Γνώση και Δυνατότητες Εύρεσης Διαδρομών των Ανθρώπων

Σύμφωνα με τον Golledge , η εύρεση διαδρομής αναφέρεται στις ανθρώπινες γνωσιακές και συμπεριφορικές ικανότητες να βρίσκει μια διαδρομή από μια προέλευση σε έναν προορισμό. Αυτές οι δυνατότητες είναι μια απαραίτητη προϋπόθεση για τους ανθρώπους για να χρησιμοποιήσουν τις περιβαλλοντικές πληροφορίες — γνώση στον κόσμο — ή απεικονίσεις της χωρικής γνώσης για το περιβάλλον — γνώση στο κεφάλι — για να αποδώσει επιτυχώς μια προσπάθεια εντοπισμού θέσης.

Πρόσφατη εργασία από τον Allen διακρίνει τις χωρικές δυνατότητες των ανθρώπων, σε ομάδες σύμφωνα με τη λειτουργία τους, δηλαδή στους στόχους και τις καταστάσεις στους οποίους εφαρμόζονται. Αυτή η ταξινόμηση είναι βασισμένη σε προηγούμενη έρευνα στους τομείς της νευρο-ψυχολογίας, και ιδιαίτερα στους τομείς αυτής που ασχολούνται με θέματα ανάπτυξης, και επεξεργασίας πληροφοριών από τους ανθρώπους, στην μελέτη αυτή καταδεικνύεται ότι η εύρεση μιας διαδρομής εξαρτάται στενά από μια σειρά παραγόντων οι κυριότεροι των οποίων είναι:

1. Ατομικά Χαρακτηριστικά (ηλικία, φύλο, γνωσιακή ανάπτυξη, αντιληπτική ικανότητα, ψυχική κατάσταση, φυσική κατάσταση).
2. Χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος (μέγεθος, φωτισμός, σηματοδότηση, χρήση, δομή, εξοικείωση του χρήστη με αυτό).

3. Διαδικασίες μάθησης(στρατηγικές απόκτησης γνώσης, συνθήκες μάθησης, μέσο επικοινωνιών)

Όμως η χωρική ικανότητα των ανθρώπων φαίνεται να εξαρτάται κυρίως από τους ακόλουθους τέσσερις πόρους: αντιληπτικές ικανότητες, θεμελιώδεις ικανότητες επεξεργασίας πληροφοριών, πρότερη γνώση, και κινητικές ικανότητες. Οι πόροι αυτοί υποστηρίζουν διαφορετικές οπτικές της διαδικασίας εύρεσης μονοπατιού όπως φαίνεται στην εικόνα 22. Ένα τέτοιο μοντέλο μπορεί να λειτουργήσει ως ένα πλαίσιο για την διερεύνηση του γιατί κάποια άτομα εμφανίζουν μεγαλύτερες ικανότητες πλοήγησης σε σχέση με κάποια άλλα.



Εικόνα 22. Χωρική Ικανότητα των Ανθρώπων: Συσχέτιση με Διαφορετικές ικανότητες.

6.2.5 Σύνοψη

Συνοψίζοντας, χωρική ικανότητα ονομάζεται η δυνατότητα που έχουμε ως άτομα να αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις μας το περιβάλλον. Η ικανότητα αυτή περιλαμβάνει όλες τις νοητικές διαδικασίες με τις οποίες μαθαίνουμε το περιβάλλον μας και κατανοούμε τις συσχετίσεις μεταξύ αντικειμένων σε αυτό. Σε συνέχεια του προηγούμενου με τον όρο χωρική συνειδητοποίηση αναφερόμαστε στο πόσο καλά «λειτουργούμε» στον κόσμο ή σε πειραματικές συνθήκες χρησιμοποιώντας τις χωρικές μας ικανότητες. Ακολούθως η συνειδητή πλοήγηση έρχεται ως το αποτέλεσμα της εξερεύνησης ενός περιβάλλοντος τόσο καλά ώστε το άτομο να κατέχει σε μεγάλο βαθμό τόσο διαδικαστική όσο και ερευνητική γνώση για αυτό. Έτσι, ως επιστέγασμα όλων αυτών των δεξιοτήτων έρχεται η ικανότητα της εύρεσης διαδρομής, η οποία είναι μια δυναμική και απαιτητική γνωσιακή διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί τις χωρικές και πλοηγητικές μας ικανότητες ώστε να μπορούμε να φτάσουμε σε έναν επιθυμητό προορισμό.

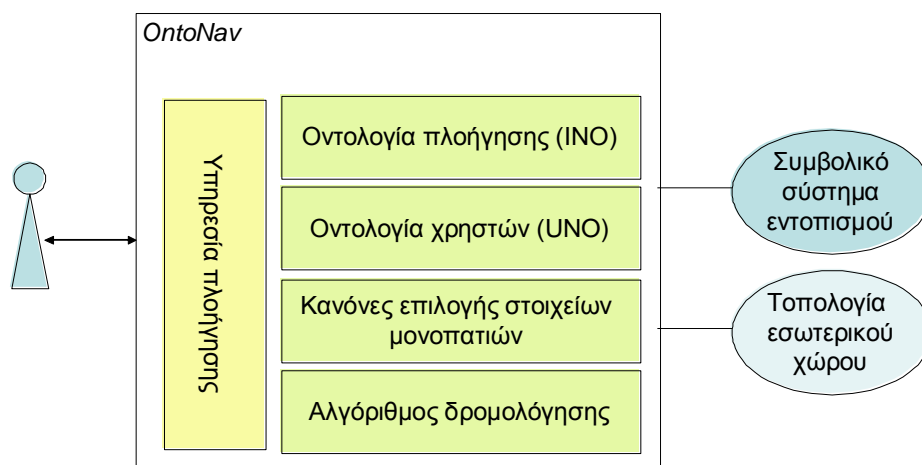
Η εύρεση μιας διαδρομής όπως είδαμε, απαιτεί ιδιαίτερες νοητικές και φυσικές ικανότητες και ως εκ τούτου όλοι οι άνθρωποι δεν έχουν τις ίδιες ικανότητες πλοήγησης στο χώρο. Το ιδιαίτερο αυτό χαρακτηριστικό μας επιτρέπει να κατακερματίσουμε τον χώρο των χρηστών με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί ένα σύστημα παροχής οδηγιών χρήστη κατάλληλα εξατομικευμένο, ώστε να ικανοποιεί τις γνωσιακές και φυσικές ιδιαιτερότητες των χρηστών του.

6.3 Μοντελοποίηση χρήστη για την εφαρμογή OntoNav.

Το OntoNav είναι ένα προσανατολισμένο στον χρήστη σύστημα παροχής οδηγιών πλοήγησης για εσωτερικούς χώρους το οποίο έχει αναπτυχθεί από την ερευνητική ομάδα διάχυτου προγραμματισμού (Pervasive Computing Research Group- p-comp³) στο Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο της Αθήνας. Το σύστημα χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού για την επιλογή του κατάλληλου δρομολογίου πλοήγησης. Σύμφωνα με μια σειρά επιλογών του χρήστη καθώς και με βάση το προφίλ του το οποίο δημιουργείται με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του χρήστη (πνευματική, ψυχολογική, φυσική κατάσταση). Το σύστημα απευθύνεται κυρίως σε ηλικιωμένους και παιδιά, καθώς και σε άτομα με κινητικές ή άλλες αναπηρίες, όπως επίσης και σε άτομα με περιορισμένες νοητικές ικανότητες.

6.3.1 Γενική Αρχιτεκτονική

Τα συστατικά που συνθέτουν τη λογική αρχιτεκτονική του συστήματος πλοήγησης OntoNav απεικονίζονται στην Εικόνα 3.1. Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται περιληπτικά η λειτουργικότητα όλων των συστατικών ενώ με μεγαλύτερη λεπτομέρεια θα παρουσιασθούν οι αρχές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό των βασικών και ειδικών χαρακτηριστικών των χρηστών και για την τελική τους κατηγοριοποίηση από το σύστημα..



Εικόνα 23. Η γενική αρχιτεκτονική του OntoNav

6.3.1.1 Υπηρεσία πλοήγησης

Η υπηρεσία αυτή αποτελεί τη κύρια διεπαφή ανάμεσα στους χρήστες και στο υπόλοιπο σύστημα. Δέχεται τις αιτήσεις των χρηστών για πλοήγηση και τους «απαντά» με το πιο κατάλληλο μονοπάτι (αν υπάρχει κάποιο). Το μονοπάτι θα πρέπει να είναι συμβατό με τις όποιες φυσικές ή αντιληπτικές ικανότητες έχουν οι χρήστες καθώς και με τυχόν προτιμήσεις διαδρομής τους. Αυτή η υπηρεσία κάνει κατάλληλες κλήσεις στα υπόλοιπα συστατικά της αρχιτεκτονικής ώστε να υπολογιστούν τα αιτούμενα μονοπάτια. Μπορεί να υποστηρίξει πολλές παράλληλες αιτήσεις διαφορετικών χρηστών.

6.3.1.2 Οντολογία πλοήγησης

Η οντολογία αυτή αποτελεί μια καινοτομία του συστήματος καθώς περιγράφει τις βασικές έννοιες που συμμετέχουν στη διαδικασία πλοήγησης καθώς και τις μεταξύ τους σχέσεις (τυπολογικές και μη). Επίσης, ελλείπει κάποιες καθαρά χωρικής οντολογίας, περιέχει και κάποιες βασικές έννοιες μοντελοποίησης εσωτερικών χώρων.

6.3.1.3 Οντολογία χρηστών πλοήγησης

Η οντολογία χρηστών θα αναπτυχθεί βασιζόμενη στα πορίσματα μελετών τα οποία προέρχονται από μια σειρά επιστημονικών περιοχών όπως της ψυχολογίας, της αρχιτεκτονικής και της πληροφορικής. Η μοντελοποίηση των χρηστών που θα παρουσιασθεί σε αυτή την εργασία έχει δύο σκοπούς: α) να κατηγοριοποιήσει τους χρήστες με βάση τα βασικά χαρακτηριστικά τους (εκείνα που επηρεάζουν την δυνατότητα εύρεσης και τήρησης ενός δρομολογίου) και στην συνέχεια να τους παρέχει την βέλτιστη για το προφίλ τους διαδρομή, και β) να προσφέρει με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά οδηγίες κατευθύνσεως στην καταλληλότερη για αυτούς διεπαφή.

6.3.1.4 Συμβολικό σύστημα εντοπισμού

Το σύστημα αυτό αφενός υπολογίζει την τρέχουσα συμβολική θέση ενός χρήστη που έκανε αίτηση για την υπηρεσία πλοήγησης και αφετέρου αντιστοιχίζει τη θέση τόσο του χρήστη, όσο και του σημείου προορισμού, σε «θέσεις» συμβατές με το εννοιολογικό μοντέλο χώρου που χρησιμοποιούμε (οντολογία πλοήγησης). Αυτή η αντιστοίχιση είναι απαραίτητη επειδή η ακρίβεια εντοπισμού θέσης δεν είναι πάντα ίδια με την ακρίβεια μοντελοποίησης του χώρου (εξαρτάται από τη τεχνολογία εντοπισμού θέσης που χρησιμοποιείται).

6.3.1.5 Τοπολογία Εσωτερικού Χώρου

Για τη δημιουργία των στιγμιότυπων (instances) του εννοιολογικού μοντέλου πλοήγησης είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας τοπολογικής αναπαράστασης του εσωτερικού χώρου που μελετάμε. Μια τέτοια αναπαράσταση για παράδειγμα μπορεί να είναι κάποια δεδομένα που προέρχονται από ένα Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (κατόψεις ορόφων), ίσως εμπλουτισμένα με κάποια επιπλέον μετα-δεδομένα που περιγράφουν τη σημασιολογία των χωρικών στοιχείων. Στη παρούσα εργασία θεωρούμε ότι έχουμε διαθέσιμα τα στιγμιότυπα της οντολογίας και έτσι δεν θίγουμε ζητήματα μετατροπής τοπολογικών και γεωγραφικών δεδομένων σε οντολογικά στιγμιότυπα και συσχετίσεις.

6.3.1.6 Αλγόριθμος δρομολόγησης

Ο αλγόριθμος αυτός αποτελεί κεντρικό στοιχείο του συστήματος και σε συνεργασία με το σύνολο κανόνων επιλογής είναι αρμόδιος για τον υπολογισμό του καταλληλότερου μονοπατιού πλοήγησης ανάμεσα σε δύο δεδομένες θέσεις.

6.3.1.7 Κανόνες Επιλογής Στοιχείων Μονοπατιών

Η επιλογή των μονοπατιών με βάση τη σημασιολογία των στοιχείων τους γίνεται με τη βοήθεια κανόνων παραγωγής (production rules). Αυτοί οι κανόνες συνδυάζουν τη σημασιολογία των χωρικών στοιχείων που περιέχονται στην οντολογία πλοήγησης με τη σημασιολογία των χρηστών που περιέχεται στην οντολογία χρηστών και τελικά κάνουν assert στην βάση γνώσης (οντολογία πλοήγησης) ποια στοιχεία μονοπατιών είναι κατάλληλα για ένα δεδομένο χρήστη.

6.4 Η Οντολογία Χρηστών Πλοήγησης

Ένα από τα βασικά συστατικά του OntoNav είναι η οντολογία UNO (User Navigation Ontology). Η UNO είναι μια οντολογία που αναπτύχθηκε για τη μοντελοποίηση των χρηστών με βάση εκείνα τα χαρακτηριστικά τους που επηρεάζουν αφενός μεν την πλοήγησή τους (επιλογή καταλληλότερου μονοπατιού, αφετέρου δε την μορφή και το μέσο που τους παρέχονται η οδηγίες δρομολόγησης. Στην παρούσα φάση για την εξυπηρέτηση της λειτουργικότητας του συστήματος έχει αναπτυχθεί μια οντολογία τα βασικά χαρακτηριστικά της οποία απεικονίζονται στον πίνακα 2. Οι βασικές δυαδικές σχέσεις και τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στον πίνακα αυτό έχουν προφανή ερμηνεία που προκύπτει από τα ονόματά τους. Επίσης, τα περισσότερα χαρακτηριστικά είναι τύπου Boolean.

Όνομα έννοιας	Χαρακτηριστικό	Σχέση	Περιγραφή
User	hasName canWalk isBlind hasCardiopathy isLazy isPregnant	hasAge	Περιγράφει τα βασικά χαρακτηριστικά ενός χρήστη
LazyUser			Αποτελεί εξειδίκευση της κλάσης User (defined κλάση)
BlindUser			«
PerceptuallyResctrictedUser			«
PhysicallyResctrictedUser			«
HandicappedUser			«
PregnantUser			«
CardiopathicUser			«

Πίνακας 2: Το Λεξικό Εννοιών (Concept Dictionary) της οντολογίας UNO στην παρούσα μορφή της

Στις παραγράφους που ακολουθούν θα παρουσιαστεί το μοντέλο του χρήστη το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την μελλοντική ανάπτυξη της οντολογίας UNO στην τελική λειτουργική της μορφή.

6.4.1 Προσεγγίζοντας ένα Μοντέλο Χρήστη

Όπως είδαμε στην επισκόπηση της θεωρίας, η εύρεση μιας διαδρομής είναι μια ιδιαίτερα απαιτητική πνευματική διαδικασία, η οποία για την επιτυχή ολοκλήρωσή της απαιτεί την επιστράτευση μιας σειράς πνευματικών και κινητικών διαδικασιών. Η παραπάνω διαδικασία εκτελείται χωρίς η πλειονότητα από εμάς να το αντιλαμβανόμαστε, για ορισμένες ωστόσο κατηγορίες ατόμων με συγκεκριμένες αδυναμίες, οι οποίες εντοπίζονται είτε στην νοητική τους κατάσταση είτε στην φυσική τους κατάσταση, η διαδικασία της εύρεσης και διατήρησης ενός δρομολογίου είναι δύσκολη και πολλές φορές αδύνατη χωρίς την συνδρομή κάποιου εξωτερικού παράγοντα (συνοδού, βοηθού, περαστικού κ.τ.λ). Στο πλαίσιο αυτό και πριν την

παρουσίαση της διαδικασίας κατακερματισμού του πληθυσμού των χρηστών του OntoNav ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, είναι χρήσιμο να παρουσιάσουμε μια επισκόπηση της λειτουργίας του.

Την πρώτη φορά που ο χρήστης χρησιμοποιεί το σύστημα καλείται να δημιουργήσει ένα προφίλ στο οποίο καταγράφονται όλες οι πληροφορίες οι οποίες σχετίζονται με την φυσική, διανοητική, σωματική και ψυχική κατάσταση καθώς και οι προτιμήσεις πλοήγησης του (μόνο χρήση ασανσέρ, μεγάλων διαδρόμων, ταχύτερη διαδρομή, συντομότερη διαδρομή, κ.τ.λ). Το προφίλ αυτό αποθηκεύεται, ωστόσο είναι δυνατόν οποιαδήποτε στιγμή ο χρήστης να το μεταβάλλει.

Ένα ολοκληρωμένο προφίλ αποτελείται από τις παρακάτω υποκατηγορίες (εικόνα 24):

- 1. Γενικά Στοιχεία Χρήστη (User Demographics):** Στην κατηγορία αυτή καταγράφονται όλα τα γενικά στοιχεία του χρήστη παραδείγματος χάριν το ονοματεπώνυμό του, η ηλικία του, το φίλο του καθώς και μια σειρά πληροφοριών μη υποχρεωτικών πληροφοριών, οι οποίες σχετίζονται με πληροφορίες που αφορούν την κατοικία του, τον χώρο εργασίας του, τηλέφωνα επικοινωνίας, κτλ.
- 2. Πνευματικά Γνωσιακά Στοιχεία Χρήστη (Mental-Cognitive Characteristics):** Στην κατηγορία αυτή καταγράφονται όλα τα στοιχεία τα οποία σχετίζονται με την εγκεφαλική λειτουργία του χρήστη όπως η συνείδηση, η ικανότητα προσανατολισμού, η μνήμη, και η δυνατότητα επικοινωνίας και εκτέλεσης υπολογισμών. Ειδικότερά έχουμε:

1/. Συνειδησιακές λειτουργίες (Consciousness functions) : στην κατηγορία αυτή καταγράφεται η ύπαρξη ή μη τυχόν συνειδησιακών δυσλειτουργιών από τον χρήστη (π.χ διατήρηση της συνειδητότητας του, εγρήγορση, διατήρηση στην κατάσταση μη ύπνου κ.λπ.). Η δυνατή τιμή που μπορεί να πάρει αυτό το πεδίο είναι (Ναι / Όχι) η σχέση δηλαδή που ορίζεται από αυτό είναι δυαδική.

2/. Δυσλειτουργίες στον Προσανατολισμό: στην κατηγορία αυτή καταγράφεται η ικανότητα του χρήστη να προσανατολίζεται στο χώρο. Οι συνηθέστερες δυσλειτουργίες αυτής της κατηγορίας είναι η αδυναμία αντίληψης της οικείας θέσης, της οικείας θέσης σε σχέση με τους άλλους, τον χρόνο ή και το περιβάλλον. Όπως και το προηγούμενο η δυνατή τιμή που μπορεί να πάρει αυτό το πεδίο είναι (Ναι / Όχι).

3/. Νοητικές λειτουργίες: στην κατηγορία αυτή καταγράφονται τυχόν νοητικές δυσλειτουργίες του χρήστη όπως διαταραχές στην νοητική ηλικία, νοητική καθυστέρηση, άνοια κ.τ.λ., και εδώ οι χρήστες διακρίνονται με βάση το (Ναι / Όχι).

4/. Πνευματικές λειτουργίες οι οποίες σχετίζονται με την συμπεριφορά και την προσωπικότητα: Στην κατηγορία αυτή καταγράφονται τα πνευματικά χαρακτηριστικά τα οποία διαφοροποιούν το ένα άτομο από το άλλο. Έτσι καταγράφονται οι επόμενες ιδιαιτερότητες: εξωστρέφεια, εσωστρέφεια, κοινωνικότητα, ψυχική και συναισθηματική σταθερότητα,. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αφορούν την καθοδήγηση των χρηστών διότι όπως προκύπτει από την βιβλιογραφία τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του χαρακτήρα κάθε ατόμου καθορίζουν και την ικανότητα του να ακολουθεί οδηγίες καθοδήγησης.

5/. Διαταραχές της προσοχής: Η κατηγορία αυτή καταγραφεί τυχόν χρήστες οι οποίοι έχουν τυχόν προβλήματα συγκέντρωσης σε ένα στόχο. Ως συγκέντρωση σε ένα στόχο χαρακτηρίζεται η πνευματική λειτουργία η οποία επιτρέπει σε ένα να εστιάζει σε ένα εξωτερικό ερέθισμα ή μια εσωτερική εμπειρία για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η παραπάνω διαταραχή μπορεί να έχει διαφορετικές διακυμάνσεις (διατήρηση της προσοχής, εναλλαγή της προσοχής συγκέντρωση, απόσπαση από ένα σκοπό), και συνήθως εμφανίζεται σε άτομα μεγάλης ηλικίας ή σε έφηβους και μικρά παιδιά. Η συγκεκριμένη διαταραχή πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από το OntoNav ιδιαίτερα κατά την παροχή οδηγιών δρομολόγησης.

6/. Υψηλού επιπέδου γνωστικές λειτουργίες: στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται δυσλειτουργίες σε υψηλού επιπέδου γνωστικές διαδικασίες όπως η λήψη αποφάσεων, η σχεδίαση και εκτέλεση κάποιου σχεδίου, οι λειτουργίες της μνήμης κ.τ.λ. Όπως είναι αντιληπτό και αυτές οι διαταραχές αποτελούν αντικείμενο του OnToNav και σχετίζονται τόσο με την επιλογή μονοπατιού όσο και με την παροχή οδηγιών.

7/. Πνευματικές λειτουργίες σε σχέση με την επικοινωνία: Στην κατηγορία αυτή καταγράφεται η ικανότητα του χρήστη να επικοινωνεί με την ομιλούσα γλώσσα ή να κατανοεί γραπτά σήματα. Οι λειτουργίες αυτές σχετίζονται με την ικανότητα του χρήστη να επεξεργάζεται πληροφορίες με τον νου και όχι να τις συγκεντρώνει με τα αισθητηριακά του μέσα.

3. Αισθητηριακά Στοιχεία του Χρήστη (Sensory Abilities): Στην κατηγορία αυτή καταγράφεται η ικανότητα του χρήστη να χρησιμοποιεί τις αισθήσεις του (ακοή, όραση) για τον εντοπισμό μιας διαδρομής. Χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες: της όρασης και της ακοής. Στην υποκατηγορία της όρασης περιλαμβάνονται οι αισθητηριακές ικανότητες οι οποίες σχετίζονται με την αίσθηση της ύπαρξης του φωτός, του σχήματος, του μεγέθους και του είδους ενός οπτικού ερεθίσματος. Οι χρήστες ως προς την όραση κατηγοριοποιούνται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

1/. Οπτική Οξύτητα: Οι χρήστες με βάση την οπτική τους οξύτητα χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες – Α: Άριστη, -Β: Καλή, -Γ: Μέτρια, -Δ: Κακή.

2/. Οπτική Ποιότητα: Σχετίζεται με την ικανότητα των χρηστών να αντιλαμβάνονται το φως, τα χρώματα, την αντίθεση και εν γένει την ποιότητα μιας εικόνας. Οι χρήστες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες (Α/Β) και η απάντηση σε αυτό μαζί με την οπτική οξύτητα καθορίζουν την συμπεριφορά του συστήματος προς τον χρήστη (παροχή οδηγιών σε κατάλληλο μέσο, επιλογή κατάλληλου μονοπατιού, χρησιμοποίηση υπηρεσίας παροχής επιπλέον οδηγιών κατά την πορεία, κ.τ.λ.)

Ός προς την ακοή οι χρήστες κατηγοριοποιούνται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

1. Δυνατότητα αντίληψης ήχων: Οι χρήστες με βάση την ακουστική τους οξύτητα χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες – Α: Άριστη, -Β: Καλή, -Γ: Μέτρια, -Δ: Κακή.

4. Κινητικά Στοιχεία του Χρήστη (Motor Capabilities): Στην υποκατηγορία αυτή καταγράφεται η ικανότητα του χρήστη να μετακινείται ελέγχοντας και συντονίζοντας την κίνηση του. Ειδικότερα έχουμε

1. πλήρως ελεγχόμενη κινητικότητα
2. μετακίνηση με βοήθεια τρίτου ατόμου.
3. αυτόνομη μετακίνηση με αναπηρικό αμαξίδιο.
4. μη αυτόνομη μετακίνηση με αμαξίδιο .

5. Προτιμήσεις Πλοήγησης του Χρήστη (Navigational Preferences): Στην κατηγορία αυτή καταγράφονται οι ιδιαίτερες προτιμήσεις πλοήγησης του χρήστη. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι ρυθμίσεις για την επιλογή από το σύστημα κατάλληλου δρομολογίου, μερικές από τις οποίες είναι:

- 1/. Καμιά ιδιαίτερη επιλογή
- 2/. Επιλογή συντομότερης διαδρομής.
- 3/. Επιλογή ταχύτερης διαδρομής
- 4/. Χρήση μόνο κυρίων διαδρόμων
- 5/. Όχι χρησιμοποίηση κλιμακοστάσιων.
- 6/. Αποφυγή χώρων μεγάλης συγκέντρωσης ατόμων.
- 7/. Επιλογή της περισσότερο / λιγότερο δημοφιλούς διαδρομής.
- 8/. Χρήση Ορόσημων

9/. Παροχή οδηγιών χρησιμοποιώντας γεωγραφικούς προσδιορισμούς.

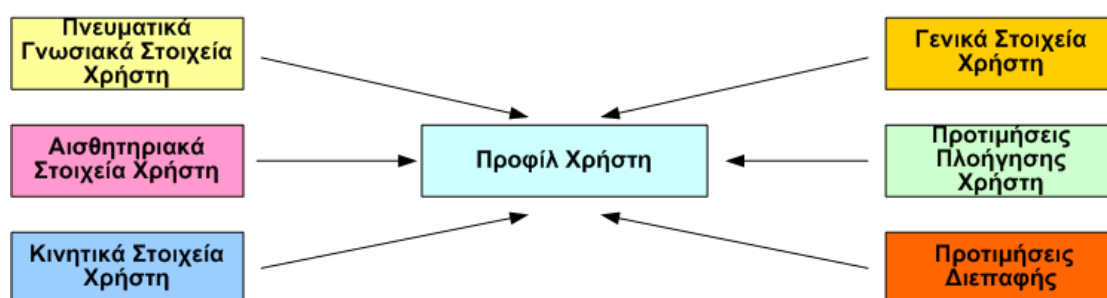
10/. Παρακολούθηση ή όχι από το σύστημα της διαδρομής και διόρθωση της πορείας σε περίπτωση απομάκρυνσης από το δρομολόγιο.

Όπως είναι προφανές ο παραπάνω κατάλογος θα μπορούσε να επεκταθεί και να γίνει περισσότερο λεπτομερειακός, τόσο όσο να καλύπτει τις ειδικότερες ανάγκες του χώρου τον οποίο το OntoNav εξυπηρετεί.

6. Προτιμήσεις Διεπαφής (Interface Preferences): Στην κατηγορία αυτή καταγράφονται οι επιλογές του χρήστη ως προς την διεπαφή με το σύστημα, τόσο για τις μεταγενέστερες χρήσεις του όσο και για το μέσο με το οποίο θα λαμβάνει τις οδηγίες δρομολόγησης. Έτσι έχουμε:

1/. Είδος χρησιμοποιούμενης συσκευής: Η επιλογή αυτή μπορεί να πάρει τις τιμές (PDA, κινητό τηλέφωνο, φορητός υπολογιστής, information kiosk (σε χώρους που αυτό θα υπάρχει)).

2/. Μορφή παρεχομένων πληροφοριών: Η επιλογή αυτή μπορεί να πάρει τις τιμές (μόνο με απεικόνιση του μονοπατιού στην συσκευή σε κείμενο, μόνο με ηχητικές πληροφορίες, με την χρήση εικόνων και κειμένου, με την χρήση μόνο εικόνων, με την χρήση κειμένου και με ηχητικές πληροφορίες, με την χρήση εικόνων και ηχητικών οδηγιών, σε περίπτωση χρήσης information kiosk : με την εκτύπωση σε χαρτί του κειμένου, με την εκτύπωση σε χαρτί του κειμένου και των εικόνων της διαδρομής).

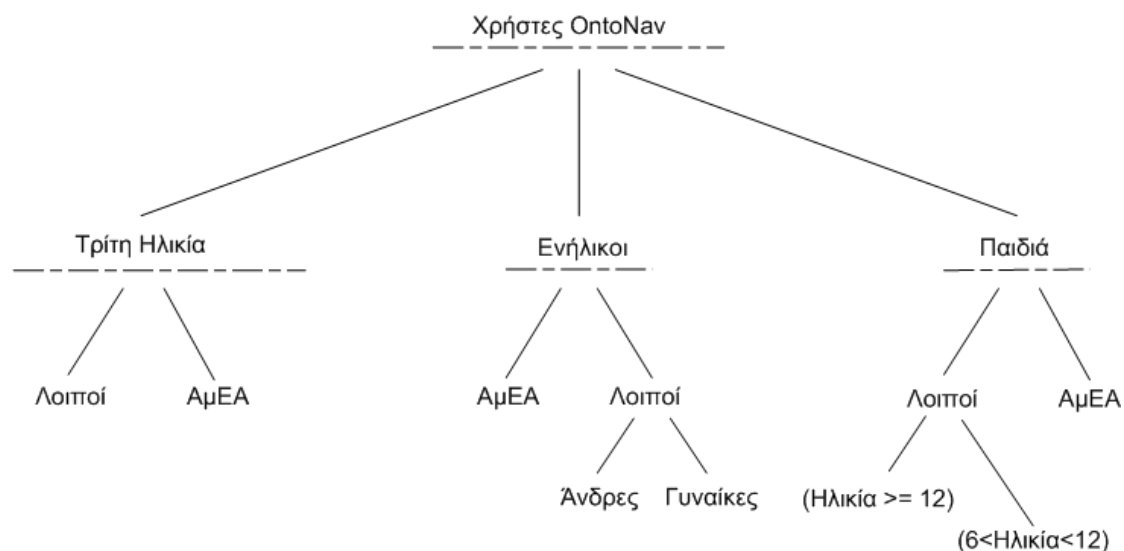


Εικόνα 24. Το προφίλ του χρήστη με τις υποκατηγορίες που το συνθέτουν.

Έτσι ένα προφίλ χρήστη καθορίζεται ως το άθροισμα το οποίο προκύπτει από το σύνολο των χαρακτηριστικών των παραπάνω κατηγοριών, και αποτελεί για το σύστημα την απεικόνιση των δυνατοτήτων – χαρακτηριστικών του. Όπως είδαμε κάθε χαρακτηριστικό του προφίλ του μπορεί να οριστεί από την τριάδα (Όνομα Κατηγορίας, Όνομα Χαρακτηριστικού, Τιμή Χαρακτηριστικού). Επιπλέον, τα περισσότερα χαρακτηριστικά παίρνουν μια διακριτή δυαδική τιμή (Ναι / Όχι) αλλά για τα χαρακτηριστικά τα οποία δεν είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν πλήρως, υπάρχουν και τιμές που εκφράζουν διαστήματα (διακυμάνσεις), επίσης υπάρχουν ιδιότητες οι οποίες δεν παίρνουν κάποια τιμή αλλά αποκλείουν αυτόματα κάποια τιμή ή δυνατότητα (π.χ. το χαρακτηριστικό αυτόνομη μετακίνηση με αναπηρικό αμαξίδιο αποκλείει την δυνατότητα χρήσης σκάλας) με βάση κάποιο από τους κανόνες της οντολογίας πλοήγησης.

Από την παρουσίαση των παραπάνω κατηγοριών που απαρτίζουν το προφίλ του χρήστη προκύπτει ότι αυτό είναι αρκετά λεπτομερές ώστε να καλύπτει όσο το δυνατόν περισσότερες κατηγορίες χρηστών. Για την ακόμα περισσότερο βελτίωση του μοντέλου οι χρήστες χωρίζονται επιπλέον κατά το φύλλο τους, αλλά και την ηλικία τους. Η επιπλέον αυτή κατηγοριοποίηση είναι αναγκαία διότι όπως προκύπτει από την βιβλιογραφία η ικανότητα πλοήγησης των ανθρώπων μεταβάλλεται ανάλογα με το φύλλο τους αλλά και την ηλικία τους. Επιπλέον πέραν της μεταβολής της ικανότητας πλοήγησης το φύλλο και η ηλικία παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή της καταλληλότερης μορφής οδηγιών πλοήγησης.

Έτσι για τους άνδρες από την εφηβική ηλικία μέχρι την τρίτη ηλικία, η καταλληλότερη μορφή οδηγιών πλοήγησης είναι με την χρησιμοποίηση μετρικών και γεωγραφικών προσδιορισμών, π.χ ακολούθησε για ένα χιλιόμετρο πορεία βόρεια και στην συνέχεια στην διασταύρωση στρίψε δεξιά και ακολούθησε τον δρόμο ευθεία για 500 μέτρα. Ενώ για τις γυναίκες ανεξάρτητα την ηλικία τους, καταλληλότερος τρόπος καθοδήγησης είναι με την παροχή οδηγιών που περιέχουν χαρακτηριστικά σημεία, π.χ. ακολούθησε τον δρόμο αυτών μέχρι να φτάσεις στην εκκλησία, και στην συνέχεια στρίψε δεξιά και συνέχισε μέχρι να φτάσεις σε μια πλατεία, ο προσορισμός είναι στο πάνω μέρος της πλατείας. Για τα παιδιά προεφηβικής ηλικίας και τα άτομα της τρίτης ηλικίας ο προσφορότερος τρόπος παροχής οδηγιών είναι με τον κατακερματισμό της διαδρομής σε πολλά μικρότερα τμήματα σε κάθε ένα από τα οποία να υπάρχει ένα χαρακτηριστικό αδιαμφισβήτητο σημείο. Ο παραπάνω διαχωρισμός ισχύει και για τα μέσα με τα οποία παρέχονται οι οδηγίες πλοήγησης. Έτσι για τους άντρες ο καταλληλότερος τρόπος είναι με την παροχή φωνητικών οδηγιών, ενώ για τις γυναίκες προτιμότερος τρόπος είναι με την παροχή εικόνων για τα χαρακτηριστικά σημεία και κειμένου ή φωνής. Για τους ανήκοντες στην τρίτη ηλικία και τα παιδιά προτιμότερος τρόπος είναι με εικόνες των χαρακτηριστικών σημείων και εφόσον χρησιμοποιούν κάποιο υπολογιστικό σύστημα, με την απεικόνιση με απλά βέλη στις οθόνες των συσκευών αυτών. Η παραπάνω κατηγοριοποίηση ισχύει για άτομα τα οποία δεν ανήκουν στην κατηγορία των ΑμΕΑ. Για τα ΑμΕΑ η παροχή των οδηγιών γίνεται ανάλογα με την ειδική ικανότητα του καθενός – καθεμίας και ιδιαίτερα με βάση τις προτιμήσεις τους.



Εικόνα 25. Κατηγοριοποίηση των Χρηστών με βάση την ηλικία και το φύλλο.

6.4.2 Σύνοψη

Η μοντελοποίηση η οποία παρουσιάστηκε στις προηγούμενες παραγράφους βασίστηκε σε ερευνητικές μελέτες από διάφορους επιστημονικούς τομείς όπως η ψυχολογία, η φυσιολογία, η αρχιτεκτονική. Το παραγόμενο από τη παραπάνω μοντελοποίηση προφίλ του χρήστη είναι αρκετά λεπτομερειακό, και μπορεί να συμπεριλάβει μια ευρεία ποικιλία από διαφορετικά χαρακτηριστικά των χρηστών. Επιπλέον, είναι έτσι δομημένο, το μοντέλο του χρήστη, ώστε να επιτρέπει την ταχεία μετατροπή του σε μια οντολογία χρηστών, επιτρέποντας την εξαγωγή συμπερασμάτων και παραγωγή κανόνων από αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Επίλογος – Συμπεράσματα

7.1 Συμπεράσματα

Στην εργασία είδαμε πρώτα τι είναι διάχυτος υπολογισμός και τις ανεπτυγμένες τεχνολογίες και εφαρμογές του ,που σχετίζονται με την ανάπτυξη των υπολογιστικών τεχνολογιών. Οι ίδια πρόοδος της τεχνολογίας έχει δώσει τα τελευταία χρόνια μια μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη των οντολογιών, όπως άλλωστε προκύπτει και από την πληθώρα των εργασιών που υπάρχουν διαθέσιμες στην βιβλιογραφία. Η δυνατότητα που παρέχουν οι οντολογίες για την κωδικοποίηση της γνώσης ενός τομέα όπως ενός διάχυτου συστήματος, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες εξαγωγής συμπερασμάτων από την γνώση την οποία περιέχουν καθιστούν της οντολογίες, ως μια από τις κεντρικές τεχνολογίες στην προσπάθεια ανάπτυξης εφαρμογών διάχυτου υπολογισμού. Ένα από τα κύρια συμπεράσματα αυτής της εργασίας είναι ότι η μεθοδολογίες ανάπτυξης οντολογιών υστερούν ως προς τον βαθμό ανάπτυξης τους σε σχέση με τα εργαλεία και τις γλώσσες ανάπτυξης, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο τομέας είναι ακόμα σε ανάπτυξη και δεν έχει καθιερωθεί μια συγκεκριμένη γλώσσα ανάπτυξης, αν και αυτό τα επόμενα χρόνια φαίνεται ότι θα επιτευχθεί μετά και από την υιοθέτηση της OWL ως W3C στάνταρτ. Η OWL η οποία με τις τρεις διαφορετικές εκδόσεις της επιτρέπει την ανάπτυξη οντολογιών οι οποίες μπορούν να διακρίνονται ως προς την πολυπλοκότητα τους από απλές μέχρι εξαιρετικά σύνθετες. Τέλος στην εργασία καταδείχθηκε η δυνατότητα μοντελοποίησης των χρηστών ενός συστήματος το οποίο βασίζεται σε αυτές οντολογίες, χρησιμοποιώντας την διαθέσιμη γνώση από διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Listing of 185 Ontology Building Tools <http://www.mkbergman.com/904/listing-of-185-ontology-building-tools/>

[2] pervasive computing (ubiquitous computing)
<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/pervasive-computing>

[3] what is protégé? <http://protege.stanford.edu/overview/>

[4] Διδακτορική διατριβή **Διαχείριση Πληροφορίας Πλαισίου για το Διάχυτο Υπολογισμό**
Οδυσσέας Λ. Σέκκας Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα πληροφορικής Φεβρουάριος 2010

[5] Pervasive Computing and Networking
By Mohammad S. Obaidat, Mieso Denko, Isaac Woungang ,publisher Wiley
ISBN: 978-0-470-74772-8
Year: 2011

[6] Διπλωματική εργασία
Σχεδίαση Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού με την Χρήση Οντολογιών
Παναγιώτης Κ. Κίκιρας Αθήνα Νοέμβριος 2005 ,Πανεπιστήμιο Αθηνών

[7] Fundamentals of Mobile and Pervasive Computing Frank Adelstein Sandeep K. S. Gupta
Golden G. Richard III Loren Schwiebert McGraw-Hill New York Chicago San Francisco

[8] Ontological User Profile Modeling for Context-Aware Application Personalization
K.L. Skillen¹, L. Chen¹, C.D. Nugent¹, M.P. Donnelly¹, W. Burns¹, I. Solheim²
¹School of Computing and Mathematics, University of Ulster, Northern Ireland 2012