



Τελικό Παραδοτέο Ομάδας Εργασίας Ια2

«Ο Σημασιολογικός Ιστός ως Μοχλός Ανάπτυξης μιας Νέας Γενιάς Ηλεκτρονικού Επιχειρείν»

Συντονιστές: **Γρηγόρης Αντωνίου**, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ)
Κωνσταντίνος Ταραμπάνης, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Νίκος Βασιλειάδης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Μιλτιάδης Λύτρας, Πανεπιστήμιο Πάτρας, AIS SIGSEMIS

Rapporteur: **Δημήτρης Ζαβαλιάδης**, Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης
Αικατερίνη Πίτσα, Πανεπιστήμιο Πειραιά

Αθήνα, Ιούλιος 2007

Επιτελική Σύνοψη

Στην Κοινωνία της Πληροφορίας, τα δεδομένα της επιχειρηματικής δράσης είναι αν μη τι άλλο ευμετάβλητα και ελάχιστα δεδομένα. Κάθε επιχείρηση και οργανισμός καλείται σε αυτό το πλαίσιο να διευρύνει τα αισθητήριά του αλλά και τις εσωτερικές διαδικασίες που αξιοποιούν κάθε ανεκμετάλλευτο πόρο. Μια σημαντική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια στη Διοικητική Επιστήμη και στην Πληροφορική είναι η αναγνώριση του σημαντικού ρόλου του *ανθρώπινου κεφαλαίου* και της *γνώσης* στην υλοποίηση κάθε στρατηγικού οράματος. Εξαιτίας αυτής της ποιοτικής μεταστροφής, μια σειρά από ενδιαφέρουσες επιστημονικές περιοχές έχουν αναδυθεί, με σημαντική συνεισφορά στην κατανόηση του τρόπου που οι σύγχρονες επιχειρήσεις λειτουργούν αλλά και με καινοτομικές τεχνολογικές εισηγήσεις.

Ο Σημαιολογικός Ιστός, οριοθετεί ένα νέο ορόσημο στην αέναη προσπάθεια του ανθρώπινου πνεύματος και της επιστημονικής έρευνας να δημιουργήσει νέα επίπεδα αναπαράστασης και εκμετάλλευσης της γνώσης. Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι να δημιουργήσει για την Ελλάδα, έναν επιστημονικό πυρήνα με σκοπό την διάδοση της έννοιας και των εφαρμογών του Σημαιολογικού Ιστού για μια νέα αναπτυξιακή γενιά εφαρμογών Ηλεκτρονικού Επιχειρείν.

Executive Summary

In the Information Society, business action data are at least variable and minimum data. Each business and organization is called upon to expand its senses and the internal procedures that use all untapped resources. An important development in recent years in Management Science and Information Technology has been the acknowledgment of the vital role of *human capital* and *knowledge* in the implementation of any strategic vision. Due to this quality switch, a number of interesting scientific areas have emerged, contributing significantly towards understanding the way in which modern businesses work, but also contributing innovative technological suggestions.

The Semantic Web creates a new milestone in the perpetual effort of the human spirit and scientific research, to create new levels for knowledge representation and use. The goal of this work is to create in Greece a scientific nucleus aiming to disseminate the concept and applications of the Semantic Web for a new developmental generation of E-Business applications.

1	Εισαγωγή.....	5
1.1	Ομάδα Εργασίας Ια2: Σκοπός Σύστασης και Σύνθεση Ομάδας	5
1.2	Μεθοδολογία Υλοποίησης	7
2	Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	8
2.1	Γενικά	8
2.2	Ορισμοί	9
2.3	Πρωτοβουλίες για τον Σημασιολογικό Ιστό	10
2.4	Τομείς Εφαρμογής Σημασιολογικού Ιστού	12
2.4.1	Ηλεκτρονικό Επιχειρείν	13
2.4.2	Ηλεκτρονική Υγεία	15
2.4.3	Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση	16
2.4.4	Ηλεκτρονική Εκπαίδευση	17
3	Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού.....	22
3.1	Unicode και URI.....	22
3.2	XML.....	23
3.3	XML Schema	26
3.4	RDF.....	26
3.4.1	Βασικές Έννοιες	27
3.4.2	Το Μοντέλο RDF	30
3.5	RDF Schema	35
3.5.1	Περιγραφή Κλάσεων	37
3.5.2	Περιγραφή Ιδιοτήτων.....	41
3.6	Οντολογίες	44
3.6.1	Απαιτήσεις Γλώσσών Μοντελοποίησης Οντολογιών	46
3.6.2	OWL	48
3.7	Λογική, Αποδείξεις και Εξαγωγή Συμπερασμάτων.....	50
3.8	Εμπιστοσύνη (Trust)	53
3.9	Ευφυείς Πράκτορες Λογισμικού	54
4	Σημασιολογικό Ηλεκτρονικό Επιχειρείν.....	57
4.1	Θεματικές Περιοχές.....	59
4.1.1	Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού	59
4.1.2	Διαχείριση Γνώσης	60
4.1.3	Διαδικασίες Ηλεκτρονικού Επιχειρείν	62
4.2	Επιχειρηματικές Εφαρμογές	63
4.2.1	B2C Ηλεκτρονικό Εμπόριο	63
4.2.2	B2B Ηλεκτρονικό Εμπόριο	65
4.2.3	Ηλεκτρονικά Σημεία Αγοραπωλησιών	66
4.2.4	Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας	67
5	Διεθνής Εμπειρία.....	68
5.1	Οριζόντια Πληροφόρηση στον Οργανισμό Επιστημονικών Εκδόσεων Elsevier	68
5.2	Ολοκλήρωση Δεδομένων στην Audi	70
5.3	Εύρεση Ικανοτήτων στην Swiss Life.....	71

5.4	Διάχυση Πληροφοριών στα Τηλεφωνικά Κέντρα της British Telecom.....	73
5.5	Ηλεκτρονική Μάθηση	74
5.6	Διαλειτουργικότητα Συσκευών στη Nokia	75
5.7	Semantic Blogging και Semantic Portals από τα HP Labs.....	76
6	Συμπεράσματα από τη Διαβούλευση.....	80
7	Προτάσεις προς την Πολιτεία και τις Επιχειρήσεις	81
7.1	Εισαγωγή	81
7.2	Ένα πλαίσιο ανάλυσης.....	82
7.3	Τομείς ενδιαφέροντος για την Ελλάδα	85
7.3.1	Πολιτισμός και Ιστορία.....	85
7.3.2	Κοινωνία – Παιδεία	86
7.3.3	Υγεία.....	87
7.3.4	Εξυπηρέτηση του Πολίτη.....	88
7.3.5	Τουρισμός	88
7.3.6	Διοίκηση Έργων	89
7.3.7	Ελληνική Ομογένεια	90
7.3.8	Επιστημονική Έρευνα.....	91
	Παράρτημα Α - Πρακτικά Συναντήσεων.....	92
	Πρακτικά 1 ^{ης} Συνάντησης.....	92
	Πρακτικά 2 ^{ης} Συνάντησης.....	92
	Πρακτικά 3 ^{ης} Συνάντησης.....	92
	Παράρτημα Β - Λίστα Μελών Ομάδας Εργασίας Ια2	93
	Παράρτημα Γ – Συνεντεύξεις με εμπειρογνώμονες.....	96
	Παράρτημα Δ – Η Κοινότητα Έρευνας του Σημασιολογικού Ιστού.....	113
	Παράρτημα Ε – Ορόσημα και προϋποθέσεις για την εισαγωγή εννοιών του Σημασιολογικού Ιστού στα προγράμματα σπουδών Πληροφοριακών Συστημάτων.	120
	Αναφορές - Βιβλιογραφία	139

1 Εισαγωγή

Η Ελληνική Πολιτεία στα πλαίσια της «Κοινωνίας της Πληροφορίας» και εκτιμώντας τη διεθνή και την ελληνική πραγματικότητα στο χώρο του ηλεκτρονικού επιχειρείν, σχεδιάζει την ενίσχυση πρωτοβουλιών στην κατεύθυνση αυτή. Το συγκεκριμένο έργο, αφορά στην ανάλυση του ρόλου του Σημασιολογικού Ιστού στα πλαίσια της ανάπτυξης μιας νέας γενιάς ηλεκτρονικού επιχειρείν.

Για την αναλυτική εξειδίκευση του έργου, χρησιμοποιήθηκαν τα πορίσματα που εκπόνησε εξειδικευμένη ομάδα εργασίας του e-business forum, αποτελούμενη από ειδικούς εμπειρογνώμονες, που προέρχονται τόσο από τον ακαδημαϊκό όσο και από τον επιχειρηματικό χώρο. Ενδεικτικά θέματα με τα οποία ασχολήθηκε η επιτροπή συμπεριλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Τεχνολογίες και πρότυπα του Σημασιολογικού Ιστού,
- Η εφαρμογή των τεχνολογιών και της φιλοσοφίας του Σημασιολογικού Ιστού, γενικά,
- Η εφαρμογή των τεχνολογιών και της φιλοσοφίας του Σημασιολογικού Ιστού ειδικότερα στα πλαίσια του ηλεκτρονικού επιχειρείν και τα δυνητικά οφέλη,
- Η διεθνής εμπειρία από την εφαρμογή του Σημασιολογικού Ιστού σε ένα πλήθος από μελέτες περίπτωσης.

Ευρύτερος στόχος του έργου, είναι να δημιουργήσει για την Ελλάδα έναν επιστημονικό πυρήνα με σκοπό την διάδοση της έννοιας και των εφαρμογών του Σημασιολογικού Ιστού για μια νέα αναπτυξιακή γενιά εφαρμογών ηλεκτρονικού επιχειρείν.

1.1 Ομάδα Εργασίας Ια2: Σκοπός Σύστασης και Σύνθεση Ομάδας

Στα πλαίσια του Ια' κύκλου εργασιών του e-business forum του ΥΠ.ΑΝ., δημιουργήθηκε η Ομάδα Εργασίας με τίτλο «Ο σημασιολογικός ιστός ως μοχλός ανάπτυξης μιας νέας γενιάς Ηλεκτρονικού Επιχειρείν», εφεξής καλούμενη Ια2.

Σκοπός της συγκεκριμένης ομάδας, ήταν να ασχοληθεί με την καταγραφή του διεθνούς τοπίου και των τάσεων που επικρατούν σε σχέση με το Σημασιολογικό Ιστό και την αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτού γενικότερα, αλλά και ειδικότερα στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του ηλεκτρονικού επιχειρείν και να υποβάλλει ανάλογες προτάσεις τόσο

προς τις επιχειρήσεις όσο και προς την Πολιτεία. Πιο συγκεκριμένα, για την επίτευξη του παραπάνω γενικού στόχου, κρίθηκε απαραίτητη η επίτευξη των εξής επιμέρους στόχων:

- Να δημιουργήσει ένα δίκτυο ειδικών στην Ελλάδα και μια διευρυμένη ομάδα διαλόγου με σκοπό την παραγωγή επίκαιρης γνώσης και διάχυσης της στους ενδιαφερόμενους για τον καταλυτικό ρόλο του Σημαιολογικού Ιστού στο ηλεκτρονικό επιχειρείν.
- Να δημιουργήσει έναν οδικό χάρτη για την προετοιμασία της Ελλάδος στην νέα γενιά πληροφοριακών συστημάτων που απορρέουν από την εξέλιξη στις τεχνολογίες και τις στρατηγικές του Σημαιολογικού Ιστού.
- Να εγκαινιάσει μια περιοδική ηλεκτρονική έκδοση με σκοπό την ενημέρωση και την ανάπτυξη συνεργασιών μεταξύ των ενδιαφερομένων για τα τεκταινόμενα του Σημαιολογικού Ιστού.
- Να διερευνήσει τρόπους ολοκλήρωσης και συνεργασίας της επιστημονικής κοινότητας και της βιομηχανίας μέσα από κοινές δράσεις.
- Να διοργανώσει στην Ελλάδα, ένα workshop με παρεμφερές θέμα, το φθινόπωρο του 2007.
- Να δημιουργήσει ένα βιβλίο/σύντομο εγχειρίδιο με αντίστοιχο θέμα.

Ο πυρήνας της Ομάδας Εργασίας Ια2, απαρτίζεται από έξι άτομα:

Συντονιστές

- Μιλτιάδης Λύτρας, Πανεπιστήμιο Πάτρας, AIS SIGSEMIS
- Γρηγόρης Αντωνίου, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ)
- Κωνσταντίνος Ταραμπάνης, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Νίκος Βασιλειάδης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Rapporteur

- Δημήτρης Ζαβαλιάδης, Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης
- Αικατερίνη Πίτσα, Πανεπιστήμιο Πειραιά

Αναλυτικά, τα μέλη της ευρύτερης Ομάδας αποτελούνται από εκπροσώπους του επιχειρηματικού χώρου (εταιρείες πληροφορικής, συμβουλευτικές, κλπ.), από φορείς του ευρύτερου ακαδημαϊκού χώρου, καθώς και από απλούς δυνητικούς χρήστες. Ο ονομαστικός

κατάλογός τους βρίσκεται στο Παράρτημα Β αυτής της εργασίας, καθώς και στην ιστοσελίδα της ομάδας στο site του forum.

1.2 Μεθοδολογία Υλοποίησης

Εκτός από τις επιμέρους συναντήσεις της Ομάδας Εργασίας, οι δύο rapporteurs έκαναν μία εκτενή επισκόπηση του διεθνούς γίνεσθαι σε θέματα που αφορούν την ανάπτυξη και την εφαρμογή του Σημασιολογικού Ιστού. Η επισκόπηση αυτή μαζί με τα αποτελέσματα των συναντήσεων της ομάδας οδήγησαν στην δημιουργία της παρούσης έκθεσης, η οποία περιέχει τα ακόλουθα κεφάλαια:

- Στην *Ενότητα 2*, γίνεται μία γενική εισαγωγική αναφορά στους στόχους, στην ιστορία και στη φιλοσοφία του Σημασιολογικού Ιστού, στις ερευνητικές πρωτοβουλίες που ασχολούνται με την ανάπτυξη και προώθησή του, καθώς και στις περιοχές όπου η εφαρμογή των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού μπορεί να βρει πρόσφορο έδαφος.
- Στην *Ενότητα 3*, γίνεται μία αναλυτική επισκόπηση των θεμελιωδών τεχνολογιών και προτύπων, καθώς και της αρχιτεκτονικής του Σημασιολογικού Ιστού, όπως αυτά ορίζονται από το *World Wide Web Consortium*.
- Στην *Ενότητα 4*, γίνεται αναλυτική αναφορά στο ρόλο που παίζει/μπορεί να παίξει ο Σημασιολογικός Ιστός με την εφαρμογή του στα πλαίσια του Ηλεκτρονικού Επιχειρείν.
- Στην *Ενότητα 5*, παρουσιάζεται η διεθνής εμπειρία από την εφαρμογή των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού, εξετάζοντας αναλυτικά διάφορες μελέτες περίπτωσης.
- Στην *Ενότητα 6*, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από τις διαβουλεύσεις της ομάδας.
- Στην *Ενότητα 7*, παρουσιάζονται οι προτάσεις της ομάδας προς τις επιχειρήσεις και την Πολιτεία.

2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Γενικά

Ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web), αναμφισβήτητα, έχει επηρεάσει καθοριστικά διάφορες περιοχές της ανθρώπινης δραστηριότητας, από τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν μεταξύ τους, μέχρι τον τρόπο με τον οποίο διεξάγουν τις επιχειρηματικές τους δραστηριότητες, παρέχοντας ανά πάσα στιγμή και με οποιοδήποτε μέσο, εύκολη πρόσβαση σε ένα απεριόριστο πλήθος δεδομένων και πληροφοριών. Εντούτοις, ο τρόπος και η μορφή με την οποία τα δεδομένα αυτά διατίθενται περιορίζουν τη χρήση και τη χρησιμότητά τους, καθώς γίνονται κατανοητά αποκλειστικά από ανθρώπους, ενώ καθιστούν πολύ δύσκολη ή αδύνατη την περαιτέρω ανάκτηση και επεξεργασία τους από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να αυτοματοποιήσουν πολλές από τις χρονοβόρες διαδικασίες που μέχρι στιγμής διεξάγονται από ανθρώπους.

Τα τελευταία χρόνια, το παραπάνω πρόβλημα έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον διαφόρων φορέων τόσο στον ακαδημαϊκό όσο και στον επιχειρηματικό χώρο, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας σειράς πρωτοβουλιών για τη δημιουργία και την προώθηση αυτού που πλέον ονομάζουμε *Σημασιολογικό Ιστό* (Semantic Web). Βασικός στόχος του Σημασιολογικού Ιστού είναι να διορθώσει τις ατέλειες του υπάρχοντος Ιστού, όχι καταργώντας τον, αλλά επεκτείνοντάς τον, με το να προσδίδει ειδικό νόημα και σημασία στα online δεδομένα του, καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο εφικτή την καλύτερη «κατανόησή» τους από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και συνεπώς παρέχοντας νέες δυνατότητες επεξεργασίας και ανταλλαγής των πληροφοριών. Η ρητή αναπαράσταση της σημασίας και της έννοιας των δεδομένων, θα επιτρέψει τη δημιουργία ενός Ιστού βασισμένου στη γνώση που θα παρέχει, ποιοτικά, ένα νέο επίπεδο υπηρεσιών, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να φιλτράρουν, να κατηγοριοποιούν και να αναζητούν πληροφορίες με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια. Είναι φανερό λοιπόν, ότι ο Σημασιολογικός Ιστός ανοίγει νέους δρόμους όχι μόνο για τις απλές καθημερινές δραστηριότητες των χρηστών του, όπως την ανάκτηση πληροφοριών με τη χρήση μίας online μηχανής αναζήτησης, αλλά και για κάθε είδους επιχειρηματικές διαδικασίες τόσο σε επίπεδο διεπιχειρησιακό όσο και σε επίπεδο επιχείρησης – πελάτη.

2.2 Ορισμοί

Ο Σημασιολογικός Ιστός σαν ιδέα δεν αποτελεί κάτι καινούριο. Ήδη από τα πρώτα βήματα της δημιουργίας του Παγκόσμιου Ιστού, ο εμπνευστής και δημιουργός του Tim Berners-Lee, οραματιζόταν έναν Ιστό όπου η πληροφορία θα έπαιζε κυρίαρχο ρόλο, με πλούσιες περιγραφές των online δεδομένων του και των μεταξύ τους συνδέσμων. Παρόλα αυτά, στην προσπάθεια δημιουργίας ενός απλού και σταθερού συστήματος που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εύκολα από τον καθένα, αυτές οι αρχικές ιδέες παραμελήθηκαν, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του Παγκόσμιου Ιστού όπως τον ξέρουμε σήμερα.

Αυτό το αρχικό όραμα όμως δεν ξεχάστηκε ποτέ, αλλά εκφράστηκε αναλυτικά σε ένα άρθρο που δημοσιεύτηκε στο Scientific American [29] από τους Tim Berners-Lee, Jim Hendler και Ora Lassila τον Μάιο του 2001. Σε αυτό το άρθρο οι συγγραφείς του παρουσιάζουν ένα διαφορετικό κόσμο, όπου οι άνθρωποι δεν ψάχνουν πλέον μόνοι τους για πληροφορίες, ούτε τους απασχολούν απλές καθημερινές διαδικασίες όπως η αναζήτηση εγγράφων ή ο εντοπισμός διαφόρων υπηρεσιών. Αντίθετα ο Ιστός διεκπεραιώνει αυτές τις χρονοβόρες διαδικασίες για λογαριασμό τους. Για να πραγματοποιηθεί κάτι τέτοιο, είναι απαραίτητη η παροχή επαρκών πληροφοριών γύρω από κάθε online πηγή δεδομένων καθώς και η ύπαρξη κατάλληλων εργαλείων για τη χρησιμοποίηση αυτών των πληροφοριών, έτσι ώστε οι υπολογιστές να μπορούν να εντοπίζουν τα σωστά δεδομένα και να παίρνουν σωστές αποφάσεις. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το άρθρο:

“The Semantic Web will bring structure to the meaningful content of Web pages, creating an environment where software agents roaming from page to page can readily carry out sophisticated tasks for users.”

Με λίγα λόγια, μακροπρόθεσμος στόχος είναι να «εμποτιστεί» ο Ιστός με νόημα, παρέχοντας εύκολους τρόπους για την περιγραφή των διαθέσιμων πηγών του και των συνδέσμων που υπάρχουν μεταξύ τους. Συνεπώς, έτσι εισάγεται και η έννοια της *σημασιολογίας* (semantics) ως θεμελιώδες κομμάτι του Παγκόσμιου Ιστού, εξηγώντας τους λόγους για τους οποίους τα πράγματα είναι όπως είναι. Από τη στιγμή που θα υπάρξει ένας μηχανισμός που θα ορίζει τη σημασιολογία των δεδομένων και των συνδέσμων του Ιστού, τότε κάποια στιγμή θα υπάρξει και η δυνατότητα *αυτόματης επεξεργασίας* αυτών από *ευφυείς πράκτορες λογισμικού* (software agents -προγράμματα που δουλεύουν για λογαριασμό των χρηστών), αντί για τη

μεσολάβηση ανθρώπων. Στο συγκεκριμένο άρθρο, ο Σημασιολογικός Ιστός ορίζεται ως εξής (σε ελεύθερη μετάφραση):

“...μία επέκταση του υφιστάμενου Ιστού στην οποία η πληροφορία αποκτά ξεκάθαρο νόημα, δίνοντας τη δυνατότητα σε υπολογιστές και ανθρώπους να συνεργάζονται καλύτερα”

Ένας από τους λόγους που αναφέρονται συχνά για την παρακίνηση της δημιουργίας του Σημασιολογικού Ιστού, είναι η ανάγκη ανάκτησης online εγγράφων, όχι μόνο με βάση το κείμενο και το περιεχόμενό τους, αλλά και με βάση μία *περιγραφή*. Σαν παράδειγμα, αναφέρεται η δυσκολία αναζήτησης άρθρων που γράφτηκαν από έναν συγκεκριμένο συγγραφέα, αντί για άρθρα που απλά περιέχουν μέσα στο κείμενό τους το όνομα του συγγραφέα. Αν ψάξουμε για το όνομα “Tim Berners-Lee”, μία μηχανή αναζήτησης θα επιστρέψει όλα τα δημοσιεύματα που περιλαμβάνουν αυτή τη φράση, μερικά από τα οποία μπορεί να έχουν γραφτεί από τον Tim Berners-Lee, αλλά τα περισσότερα από αυτά απλά θα αναφέρονται ή θα έχουν κάποια παραπομπή σε αυτόν. Αντιθέτως, ο Σημασιολογικός Ιστός παρέχει τη δυνατότητα κάθε online έγγραφο να συνοδεύεται από μία ειδική «περιγραφή» (τα λεγόμενα *μεταδεδομένα* όπως θα δούμε στη συνέχεια) με πληροφορίες σχετικά με το συγγραφέα του εγγράφου, την ημερομηνία δημιουργίας του, το είδος του περιεχομένου του, κλπ. Με αυτό τον τρόπο, όσον αφορά το παραπάνω παράδειγμα, γίνεται κατανοητό ότι μία μηχανή αναζήτησης θα μπορούσε να επιστρέψει μόνο τα κατάλληλα έγγραφα, δηλαδή μόνο αυτά με τον συγκεκριμένο συγγραφέα της αναζήτησης.

2.3 Πρωτοβουλίες για τον Σημασιολογικό Ιστό

Ο Σημασιολογικός Ιστός σαν οργανωμένη προσπάθεια, άρχισε να παίρνει σάρκα και οστά μετά τη δημοσίευση του *Οδικού Χάρτη για το Σημασιολογικό Ιστό* (Semantic Web Road Map) [2] το Σεπτέμβριο του 1998 στο *World Wide Web Consortium* (εν συντομία W3C), της διεθνούς κοινοπραξίας που θέτει τα πρότυπα¹ των τεχνολογιών επάνω στις οποίες βασίζεται ο Παγκόσμιος Ιστός.

Το W3C δημιουργήθηκε τον Οκτώβριο του 1994 με επικεφαλής τον Tim Berners-Lee, όταν άρχισε να παρουσιάζεται ο κίνδυνος «κατάρρευσης» του Ιστού από την πίεση

¹ Το W3C χρησιμοποιεί τον όρο *Συστάσεις* (Recommendations) αντί για *πρότυπα*

αντικρουόμενων επιχειρηματικών συμφερόντων και πλέον αποτελεί ένα κεντρικό κόμβο πληροφόρησης για πολλούς ενδιαφερόμενους και οργανισμούς ανά την υφήλιο. Βασική επιδίωξη του W3C είναι να οδηγήσει τον Παγκόσμιο Ιστό στην πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του μέσω της ανάπτυξης κοινών πρωτοκόλλων που προάγουν την εξέλιξη του και διασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητά του. Το W3C διευθύνεται από κοινού από το MIT Laboratory for Computer Science (MIT LCS) στις Η.Π.Α., το European Research Consortium for Informatics and Mathematics (ERCIM) στη Γαλλία, και το Keio University στην Ιαπωνία. Η χρηματοδότησή του προέρχεται από συνδρομές μελών που ξεπερνούν τα 400 σε όλο τον κόσμο, περιλαμβάνοντας ηγετικές εταιρείες του χώρου, οργανισμούς μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, καθώς και πανεπιστήμια.

Ο Σημασιολογικός Ιστός σαν συγκεκριμένη δραστηριότητα υπό την αιγίδα του W3C, ξεκίνησε το 1998 ως *Web Metadata Working Group*, που στη συνέχεια έγινε *Semantic Web Activity* [43]. Από τις αρχικές εργασίες αυτής της προσπάθειας, προήλθαν δύο σημαντικά πρότυπα: το *Resource Description Framework (RDF)* [23] και το *Resource Description Framework Schema (RDFS)* [22] τα οποία θα εξετάσουμε πιο αναλυτικά στη συνέχεια. Εντούτοις, σε αυτό το αρχικό στάδιο η δραστηριότητα είχε μικρή εμβέλεια και υπήρχε σύγχυση γύρω από το σκοπό και τη χρησιμότητά της, με αποτέλεσμα οι εργασίες να συνεχιστούν μεν αλλά να λάβουν περισσότερο ερευνητικό χαρακτήρα. Από την άλλη μεριά, την ίδια περίπου εποχή ξεκίνησε το ερευνητικό πρόγραμμα με την ονομασία *DAML (DARPA Agent Markup Language)* [5] χρηματοδοτούμενο από το *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)* των Η.Π.Α., από το οποίο προήλθαν και προτάθηκαν τελικά πολλές σημαντικές προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων του Σημασιολογικού Ιστού.

Τα τελευταία τέσσερα με πέντε χρόνια, οι εργασίες του W3C σχετικά με τον Σημασιολογικό Ιστό, έχουν προχωρήσει με ιδιαίτερα γοργούς ρυθμούς. Δύο βασικές ομάδες εργασίας του W3C, η ομάδα *RDF Core Working Group* [19] και η ομάδα *Web Ontology Working Group* [44] (οι οποίες πλέον έχουν ολοκληρώσει τις εργασίες τους) έχουν προτείνει ένα πλήθος σημαντικών προτύπων. Επίσης έχουν δημιουργηθεί πολλές άλλες δραστηριότητες στα πλαίσια των εργασιών του W3C όπως το πρόγραμμα *Semantic Web Advanced Development* και το έργο *Semantic Web Advanced Development in Europe* [30] χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Οι εργασίες συνεχίστηκαν ή συνεχίζονται ακόμα από άλλες σημαντικές ομάδες εργασίας που δημιουργήθηκαν πιο πρόσφατα. Για παράδειγμα, η ομάδα *Semantic Web Best Practices and Deployment Working Group* [31] (που ολοκλήρωσε τον κύκλο της το Σεπτέμβριο του 2006) είχε σαν στόχο να υποστηρίξει και να επεκτείνει την πρακτική εφαρμογή του Σημασιολογικού Ιστού σε διάφορους τομείς, ενώ η ομάδα *RDF Data Access Working Group* [20] από την άλλη μεριά, αναπτύσσει γλώσσες για την ανάκτηση και την επεξεργασία σημασιολογικών δεδομένων που βρίσκονται στον Ιστό. Επίσης, σημαντικό έργο επιτελεί η ομάδα ενδιαφέροντος *Semantic Web Health Care and Life Sciences Interest Group* [34] που ασχολείται με την εφαρμογή των τεχνολογιών Σημασιολογικού Ιστού στον χώρο της υγείας και των επιστημών ζωής.

Πέρα όμως από το W3C, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ερευνητών παγκοσμίως που εξετάζει τους βέλτιστους τρόπους με τους οποίους αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να βοηθήσουν και να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω. Ήδη πολλά ερευνητικά προγράμματα έχουν ολοκληρωθεί ή βρίσκονται εν εξελίξει, τόσο στην Ευρώπη όσο και στις Η.Π.Α. αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο. Η συνολική επένδυση για τον Σημασιολογικό Ιστό παγκοσμίως, βρίσκεται στην τάξη των δεκάδων εκατομμυρίων δολαρίων.

Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι διάφορες κοινότητες ανεξάρτητων developers και απλών χρηστών παγκοσμίως, συνεργάζονται για την παροχή και διάθεση χρήσιμων εργαλείων και πληροφοριών γύρω από τον Σημασιολογικό Ιστό. Προκειμένου όμως ο Σημασιολογικός Ιστός να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην υποδομή των τεχνολογιών πληροφορικής, θα πρέπει οπωσδήποτε να συμμετέχουν και μεγάλες εταιρίες του χώρου. Ήδη εταιρίες-κολοσσοί όπως η Hewlett-Packard η British Telecom και η IBM, επενδύουν σε ανάλογα ερευνητικά προγράμματα. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τα βασικά πρότυπα που έχουν προταθεί ήδη από το W3C, προμηνύουν σημαντικές εξελίξεις και μεγάλες επιρροές στο χώρο, σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

2.4 Τομείς Εφαρμογής Σημασιολογικού Ιστού

Ο Σημασιολογικός Ιστός πλέον έχει ωριμάσει αρκετά, σε βαθμό που να μπορεί να υιοθετηθεί και να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τομείς, οι πιο σημαντικοί από τους οποίους παρουσιάζονται παρακάτω.

2.4.1 Ηλεκτρονικό Επιχειρείν

Πολλά έχουν ειπωθεί και γραφτεί μέχρι τώρα για την επανάσταση που έχει επιφέρει το ηλεκτρονικό επιχειρείν, τις ωφέλειες αλλά και τα μειονεκτήματά του για επιχειρήσεις κάθε μεγέθους. Από αυτές τις - μερικές φορές αντικρουόμενες - αναφορές ένα μόνο πράγμα είναι ξεκάθαρο: κανείς δε μπορεί να μένει αδιάφορος απέναντι στις νέες εξελίξεις. Κάθε εταιρεία οφείλει να έχει κάποια στρατηγική για την αντιμετώπιση αυτής της ηλεκτρονικής επανάστασης, συμπεριλαμβανομένων τόσο των παραδοσιακών επιχειρήσεων (συχνά αποκαλούμενες και ως “clicks-and-mortar”) όσο και αυτών με καθαρά ηλεκτρονική υπόσταση (γνωστές και ως “dot-coms”).

Το ηλεκτρονικό επιχειρείν δεν είναι κάτι στατικό, αλλά εξελίσσεται συνεχώς. Στην πρώτη φάση του, ξεκίνησε με τη χρήση του πρωτοκόλλου EDI (Electronic Document Interchange) και των ενδοδικτύων (intranets) και εξωδικτύων (extranets) για τις συναλλαγές ανάμεσα σε προμηθευτές και αγοραστές, τα οποία είχαν σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της ταχύτητας των συναλλαγών. Από την άλλη μεριά όμως, απαιτούσαν τόσο από την πλευρά του προμηθευτή όσο και από την πλευρά του αγοραστή σημαντικές επενδύσεις σε τεχνολογία και τεχνογνωσία από τα πρώτα στάδια της συνεργασίας τους, με αποτέλεσμα στη συνέχεια να παραμένουν δέσμιοι αυτών των επενδύσεων καθιστώντας πολύ δύσκολη την αλλαγή συνεργατών και τεχνολογιών. Σε βάθος χρόνου, αυτή η τεχνολογική σχέση ανάμεσα στους δύο εταίρους αποτέλεσε ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη του ελεύθερου ανταγωνισμού.

Στη δεύτερη φάση της εξέλιξής του, το ηλεκτρονικό επιχειρείν είχε σαν κύριο στόχο την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων. Με την αυξανόμενη διαθεσιμότητα του Παγκόσμιου Ιστού, αναπτύχθηκε ένα περισσότερο ανοιχτό περιβάλλον για τη διεξαγωγή του ηλεκτρονικού επιχειρείν, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να συναλλάσσονται με μεγαλύτερη ελευθερία μεταξύ τους. Ένα μέρος αυτής της ελευθερίας επιτυγχάνεται με τον ανταγωνισμό σε διαδικτυακές πύλες που δρουν σαν ηλεκτρονικά σημεία αγοραπωλησιών (e-marketplaces), δηλαδή σαν μεσολαβητές για συναλλαγές μεταξύ επιχειρήσεων. Κάποια από τα πλεονεκτήματα που προσέφερε το EDI μπορούν να επιτευχθούν σε ένα πιο ελεύθερο περιβάλλον, όπου οι επιχειρηματικές σχέσεις δε χρειάζεται πλέον να είναι απαραίτητα μακροχρόνιες.

Παρόλα αυτά, υπάρχει ένα όφελος από τη λύση του EDI που συχνά χάνεται σε αυτή τη

δεύτερη φάση. Οι διαπραγματεύσεις για τις τιμές γινόταν εκ των προτέρων στον κόσμο του EDI, με αποτέλεσμα την πλήρη αυτοματοποίηση των αγορών. Όταν ένα σύστημα σχεδιασμού επιχειρησιακών πόρων (ERP) αναγνωρίσει την ανάγκη για μια αγορά, έχει τη δυνατότητα να την ξεκινήσει αυτόματα χωρίς ανθρώπινη μεσολάβηση, αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα και την ταχύτητα των συναλλαγών. Στη δεύτερη φάση όμως που περιγράψαμε πιο πάνω, κάθε αγορά μπορεί να περιλαμβάνει τη συνεργασία με κάποιο νέο προμηθευτή κι έτσι μπορεί να περιλαμβάνει νέες διαπραγματεύσεις των όρων. Συνεπώς, πολλές από αυτές τις αγορές δε μπορούν να γίνουν αυτόματα, αλλά απαιτούν την ανθρώπινη διαμεσολάβηση μέσω του Web.

Στην τρίτη φάση που διανύουμε τώρα, ένας από τους βασικούς στόχους του ηλεκτρονικού επιχειρείν είναι να αντιμετωπίσει το παραπάνω πρόβλημα, επιτρέποντας την αυτοματοποίηση κάθε επιχειρηματικής διαδικασίας μέσα σε ένα ευέλικτο περιβάλλον. Η τεχνολογία δε θα αποτελεί πλέον έναν ανασταλτικό παράγοντα για την αλλαγή συνεργατών. Οι μακροχρόνιες επιχειρηματικές σχέσεις θα εξακολουθούν να παίζουν σημαντικό ρόλο, αλλά θα είναι αποτέλεσμα κοινής επιλογής των δύο πλευρών και όχι της δέσμευσής τους απέναντι σε τεχνολογίες. Εντούτοις, για να γίνει κάτι τέτοιο πραγματικότητα, θα πρέπει πρώτα να ξεπεραστούν κάποια εμπόδια:

- Απαιτείται αυτοματοποιημένη υποστήριξη για την εύρεση και σύγκριση πωλητών και των προσφορών αυτών. Προς το παρόν, τέτοιου είδους διαδικασίες διεξάγονται με την ανθρώπινη διαμεσολάβηση, γεγονός το οποίο εμποδίζει σημαντικά την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού επιχειρείν.
- Απαιτείται αυτοματοποιημένη υποστήριξη για την επεξεργασία πολλών και ετερογενών δεδομένων. Προς το παρόν, υπάρχουν αρκετά «πρότυπα» για την περιγραφή προϊόντων και υπηρεσιών, καταλόγων προϊόντων και επιχειρηματικών εγγράφων. Παρόλα αυτά, οι *οντολογίες*, όπως θα δούμε στη συνέχεια, είναι απαραίτητες για τον καλύτερο ορισμό αυτών των προτύπων και τη μεταξύ τους συσχέτιση.
- Απαιτείται αυτοματοποιημένη υποστήριξη για «κατανόηση» πολλών και διαφορετικών επιχειρηματικών λογικών (business logic). Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, προς το παρόν υπάρχουν διάφορα «πρότυπα» που μπορούν να ορίσουν την επιχειρηματική λογική και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ένας συνεργάτης μιας επιχείρησης. Η ανθρώπινη μεσολάβηση είναι όμως

και πάλι απαραίτητη για την εξισορρόπηση αυτών των διαφορών, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ομαλή συνεργασία.

Βασικό ρόλο σε αυτή τη νέα πραγματικότητα αναμένεται να παίζει ο Σημασιολογικός Ιστός, με την παροχή υπηρεσιών που θα έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αυτόματα για τη δημιουργία βραχυχρόνιων ή μακροχρόνιων επιχειρηματικών δεσμών. Οι τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού μπορούν να βοηθήσουν σε αυτόν τον τομέα, με την επεξεργασία περιγραφικών δεδομένων, επιτρέποντας την αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Κι αυτό δεν αναφέρεται αποκλειστικά στις συναλλαγές επιχείρησης-με-επιχείρηση (B2B) όπως είδαμε παραπάνω, αλλά και σε κάθε άλλη επιχειρηματική διαδικασία όπως στις συναλλαγές επιχείρησης-πελάτη (B2C), στη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, στη διαχείριση της γνώσης καθώς και σε διάφορες άλλες διαδικασίες όπως θα δούμε αναλυτικότερα στην Ενότητα 4.2, μιας και η εργασία αυτή εστιάζει στην εφαρμογή του Σημασιολογικού Ιστού στα πλαίσια του ηλεκτρονικού επιχειρείν.

2.4.2 Ηλεκτρονική Υγεία

Ο τομέας της υγείας χρησιμοποιεί εδώ και καιρό ηλεκτρονικές μεθόδους για διοικητικές λειτουργίες, όμως η τεχνολογία αφομοιώθηκε με πιο αργούς ρυθμούς στον τομέα αυτό για τη βελτίωση των υπηρεσιών, λόγω του ότι η υιοθέτηση νέων διαδικασιών που έχουν να κάνουν με τεχνολογία προϋποθέτει ότι οι διαδικασίες αυτές έχουν εξεταστεί ενδελεχώς ως προς την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητά τους (για λόγους ασφαλείας).

Από την άλλη μεριά, τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιούνται στο χώρο της υγείας, αποθηκεύουν δεδομένα σε πολλά ανόμοια και ετερογενή αποθετήρια δεδομένων. Οι διαδικασίες που αφορούν τη διαχείριση της γνώσης, είναι περισσότερο επικεντρωμένες στην απόκτηση και αποθήκευση πληροφοριών, παρά στο διαμοιρασμό και τη μεταφορά αυτών μεταξύ συστημάτων και οργανισμών, για την υποστήριξη της παραγωγικότητας των χρηστών. Επιπλέον, τα δεδομένα που αποκτώνται και αποθηκεύονται σε πληροφοριακά συστήματα υγείας, μπορεί να έχουν οποιαδήποτε μορφή. Είναι επιτακτική η ανάγκη ύπαρξης ενός κοινού λεξιλογίου για την αναπαράσταση δεδομένων και πληροφοριών, προκειμένου να επιτυγχάνεται η αποδοτική διαχείριση της γνώσης στον τομέα της υγείας. Οι διάφορες προσπάθειες που έγιναν κατά καιρούς, έχουν επικεντρωθεί στην ανάπτυξη ανεξάρτητων εφαρμογών που προσπαθούν να κάνουν τα συστήματα να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, ενώ η πραγματική ανάγκη είναι να δημιουργηθούν μοντέλα για την ενοποίηση των δεδομένων σε

αυτά τα ανόμοια συστήματα, με σκοπό την αποτελεσματική χρήση και τον αποτελεσματικό διαμοιρασμό της γνώσης. Για την εξυπηρέτηση των αναγκών, η γνώση που αφορά τους ασθενείς θα πρέπει να είναι προσβάσιμη στο άτομο που παρέχει φροντίδα, εγκαίρως κατά την ροή των εργασιών.

Τα πρότυπα διαλειτουργικότητας που παρέχουν οι αναδυόμενες τεχνολογίες του Σημαιολογικού Ιστού, μπορούν να καταστήσουν δυνατή την ολοκλήρωση των πληροφοριών στο χώρο της υγείας με τη χρήση ενός κοινού «λεξικού», εξασφαλίζοντας τη διαφάνεια των σχετικών διαδικασιών ανάμεσα σε όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, όπως νοσοκομεία, φαρμακευτικές εταιρίες, ασφαλιστικές εταιρίες, άλλους παρόχους υπηρεσιών υγείας, κλινικά εργαστήρια, κλπ. Τέτοιου είδους καινοτομίες, μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένη αποτελεσματικότητα των παρόχων υπηρεσιών υγείας, στη μεγαλύτερη ικανοποίηση των εργαζομένων, στη μεγαλύτερη ικανοποίηση των ασθενών και γενικότερα στη βελτίωση του συστήματος υγείας και των σχετικών παρεχόμενων υπηρεσιών.

2.4.3 Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση

Με τον όρο «ηλεκτρονική διακυβέρνηση» εννοούμε τη χρήση των διαδικτυακών τεχνολογιών για την παροχή κυβερνητικών υπηρεσιών στους πολίτες και τις επιχειρήσεις. Στόχος της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης είναι να εκσυγχρονίσει και να απλοποιήσει τις διαδικασίες και να βελτιώσει τις συναλλαγές με τον επιχειρηματικό κόσμο, να ενδυναμώσει τη θέση των πολιτών παρέχοντάς τους κατάλληλες πληροφορίες και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της κυβερνητικής διοίκησης. Ο τομέας της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης είναι μοναδικός λόγω της τεράστιας πρόκλησης που αντιμετωπίζει για την επίτευξη διαλειτουργικότητας, δεδομένου των υπηρεσιών της που εκτείνονται σε πολλά διαφορετικά οργανωσιακά πλαίσια και υποδομές και των πολλαπλών σημαιολογικών διαφορών κατά την ερμηνεία και επεξεργασία πληροφοριών που αφορούν για παράδειγμα νόμους, κανονισμούς, υπηρεσίες προς τους πολίτες, διαχειριστικές διαδικασίες, βέλτιστες πρακτικές, κ.ο.κ.

Αυτές οι διαφορές σημαιολογικού χαρακτήρα είναι άμεσα συνδεδεμένες με πολλές διαφορετικές λύσεις σε επίπεδο εφαρμογών και πληροφοριακών συστημάτων, οι οποίες θα πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους. Συνεπώς, και στην περίπτωση της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, οι δυσκολίες εκτέλεσης των διαφόρων διαδικασιών και παροχής των υπηρεσιών, συνίστανται ουσιαστικά στη διαφορετική μορφή των δεδομένων και στο γεγονός

ότι απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση για την ολοκλήρωσή τους. Η δημιουργία αποτελεσματικών υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης απαιτεί την ολοκλήρωση των πληροφοριών καθώς και των διαδικασιών.

Οι τεχνολογίες του Σημαιολογικού Ιστού μπορούν να βελτιώσουν τις διαδικασίες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης με το διαφανή διαμοιρασμό πληροφοριών και γνώσης. Ήδη έχουν γίνει προσπάθειες και εξετάζεται η χρήση των οντολογιών σε εφαρμογές ηλεκτρονικής διακυβέρνησης βασισμένες σε τεχνολογίες Σημαιολογικού Ιστού, για την υποστήριξη της διαχείρισης της γνώσης στα πλαίσια παροχής υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την ανάλυση των απαιτήσεων καθώς και για την εξέταση των παραγόντων επιτυχίας στην ανάπτυξη συστημάτων με τη χρήση τεχνολογιών Σημαιολογικού Ιστού, για την αποτελεσματική διαχείριση της γνώσης στα πλαίσια της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης.

2.4.4 Ηλεκτρονική Εκπαίδευση

Ο Σημαιολογικός Ιστός αναμένεται να έχει ιδιαίτερα σημαντικό αντίκτυπο στον τομέα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και ιδίως στην ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση, μιας και εκεί συναντάμε συνήθως τους περισσότερο «ανοιχτούς» και ενήμερους δυνητικούς χρήστες καινοτόμων τεχνολογιών. Παρά το γεγονός ότι δεν είναι ακόμα απολύτως ξεκάθαρο σε ποια σημεία ακριβώς θα επηρεάσει ο Σημαιολογικός Ιστός τον τομέα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης, υπάρχουν τέσσερις τομείς στους οποίους κατά πάσα πιθανότητα θα έχει σημαντικές επιπτώσεις τόσο όσον αφορά τη διδασκαλία όσο και την έρευνα: η διαχείριση της γνώσης, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, οι εικονικές κοινότητες και οι online συνεργασίες και η ηλεκτρονική μάθηση.

2.4.4.1 Διαχείριση Γνώσης

Πιθανώς, το αντικείμενο μελέτης που έχει κερδίσει μέχρι τώρα το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο χώρο του Σημαιολογικού Ιστού, είναι η διαχείριση της γνώσης, δηλαδή η οργάνωση και η ανακάλυψη πληροφοριών, μιας και αποτελεί το βασικό κίνητρο πίσω από την ανάπτυξή του. Ο Σημαιολογικός Ιστός μπορεί να ενισχύσει τις δυνατότητες των εργαλείων του παρόντος Ιστού, έτσι ώστε να εξελιχθούν σε χρήσιμα εργαλεία διαχείρισης της γνώσης, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να επεξεργάζονται τις σημαιολογικές περιγραφές που συνδέονται με κάποιες ιστοσελίδες. Ο Παγκόσμιος Ιστός ήδη αποτελεί τη βασική πηγή πληροφόρησης για πολλούς μαθητές και ερευνητές ανά τον κόσμο. Μία περισσότερο δομημένη και στοχευμένη προσέγγιση για τη διαχείριση αυτών των πληροφοριών, τόσο στο

εσωτερικό επίπεδο ενός οργανισμού όσο και ανάμεσα σε διαφορετικούς οργανισμούς, μπορεί να καταστήσει αυτές τις πληροφορίες περισσότερο χρήσιμες και να βελτιώσει τη δυνατότητα «μέτρησης» της ποιότητάς τους. Με την αυτοματοποίηση της επεξεργασίας της σημασιολογίας των δεδομένων μπορεί να μειωθεί κατά πολύ ο χρόνος που αφιερώνουν οι χρήστες για τη εκτέλεση διαδικασιών ρουτίνας.

2.4.4.2 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες

Οι βιβλιοθήκες αποτελούν ένα βασικό συστατικό της πληροφοριακής υποδομής που υποστηρίζει την ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση. Παρέχουν μία βασική πηγή γνώσης για μαθητές και ερευνητές, ενώ μετατρέπονται ολοένα και περισσότερο σε ψηφιακές βιβλιοθήκες. Ένα κύριο χαρακτηριστικό των ψηφιακών βιβλιοθηκών, είναι η παροχή *διαμοιραζόμενων καταλόγων (shared catalogues)* που μπορούν να δημοσιευθούν και να διαβαστούν online. Αυτό απαιτεί τη χρήση κοινών μεταδεδομένων για την περιγραφή των πεδίων του καταλόγου (π.χ. τίτλος, συγγραφέας, ημερομηνία, εκδότης, κλπ.), καθώς και κοινών *ελεγχόμενων λεξικών (controlled vocabularies)* για την αντιστοίχιση των δημοσιεύσεων σε συγκεκριμένες θεματικές κατηγορίες. Με τη δημοσίευση ελεγχόμενων λεξικών στα οποία μπορούν να έχουν πρόσβαση όλοι οι χρήστες online, οι κατάλογοι των βιβλιοθηκών μπορούν να χρησιμοποιούν τα ίδια λεξικά για την κατηγοριοποίηση και τη σήμανση των περιεχομένων τους με βάση σχετικούς όρους από το λεξικό, ανάλογα με τον τομέα ενδιαφέροντος. Κατόπιν, οι μηχανές αναζήτησης μπορούν να χρησιμοποιούν τα ίδια λεξικά κατά τη διαδικασία αναζήτησης έτσι ώστε να επιστρέφουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Ο Σημασιολογικός Ιστός παρέχει τη δυνατότητα για την υιοθέτηση μιας τέτοιας προσέγγισης. Δημιουργεί ανοιχτά πρότυπα που επιτρέπουν τεχνολογικές λύσεις ανεξάρτητες από κατασκευαστές και παρέχει ευελιξία στην επεξεργασία δεδομένων (επιτρέποντας δομημένα και ημι-δομημένα δεδομένα, τυπικές και άτυπες περιγραφές αυτών, καθώς και μία ανοιχτή και επεκτάσιμη αρχιτεκτονική).

2.4.4.3 Εικονικές Κοινότητες και Οργανισμοί

Ένα άλλο σημαντικό θέμα που προέκυψε κατά την ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού, είναι η δυνατότητα που παρέχει για την υποστήριξη της online επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφόρων ομάδων ανθρώπων. Αυτό έχει δύο προεκτάσεις, την υποστήριξη *εικονικών κοινοτήτων (virtual communities)* και την υποστήριξη *εικονικών οργανισμών (virtual organizations)*.

Όσον αφορά τις εικονικές κοινότητες, όπως είναι γνωστό, οποιοσδήποτε μπορεί πλέον πολύ εύκολα να δημοσιεύσει στο διαδίκτυο πληροφορίες σχετικά με τον εαυτό του, τα ενδιαφέροντά του και την εργασία του, επιτρέποντας έτσι σε άλλα άτομα με κοινά ενδιαφέροντα να ανακαλύψουν και να μοιραστούν αυτή τη γνώση, με σκοπό τη δημιουργία μιας εικονικής κοινότητας ατόμων που μοιράζονται ιδέες. Η υποστήριξη τέτοιου είδους κοινοτήτων, θα μπορούσε να αποδειχθεί πολύ χρήσιμη στο χώρο της εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας κατάλληλα εργαλεία ενσωματωμένα σε Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης (Virtual Learning Environments), κοινότητες σπουδαστών μέσα στο ίδιο τμήμα ή ανάμεσα σε διαφορετικούς οργανισμούς, θα μπορούσαν να βρουν κατάλληλη υποστήριξη με ή χωρίς καθοδήγηση. Αυτές οι κοινότητες θα μπορούσαν για παράδειγμα να διευκολύνουν την ανταλλαγή χρήσιμων πληροφοριών και απόψεων (π.χ. βιβλιογραφίες) και τις συζητήσεις μέσω ιστολογίων (blogs) και σχολίων σε αυτά. Παρέχοντας μια πλουσιότερη περιγραφική δομή σε αυτές τις πληροφορίες με τη χρήση των τεχνολογιών Σημαιολογικού Ιστού, μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά η χρησιμότητά τους και να γίνει πιο άμεσος και εύκολος ο διαμοιρασμός τους. Με τον ίδιο τρόπο, αυτά τα εργαλεία μπορούν να υποστηρίξουν και τις ερευνητικές κοινότητες με την ενσωμάτωσή τους σε Εικονικά Περιβάλλοντα Έρευνας (Virtual Research Environments).

Από την άλλη μεριά, μία περισσότερο αυστηρή προσέγγιση απαιτείται στην περίπτωση που άνθρωποι και οργανισμοί επιθυμούν να συνεργαστούν και «επίσημα» online για την επίτευξη κοινών στόχων. Στο χώρο της εκπαίδευσης, για παράδειγμα, ως εικονική συνεργασία μπορεί να θεωρηθεί ένα ερευνητικό έργο με εταίρους που βρίσκονται διάσπαρτοι σε διάφορα μέρη της Ευρώπης, ή η εκμάθηση υποβοηθούμενη από υπολογιστές, όπου οι σπουδαστές και ο διδάσκων επιθυμούν να μοιραστούν εκπαιδευτικό υλικό online καθώς και να συμμετέχουν σε ομαδικές δραστηριότητες όπως π.χ. ομαδικές εργασίες.

Ο όρος *εικονικός οργανισμός*, αναφέρεται στην συνεργασία που επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών, πέρα από τα στενά όρια ενός οργανισμού. Ήδη υπάρχουν σχετικά πρότυπα που παρέχουν την υποδομή για τη δημιουργία εικονικών οργανισμών, συνήθως με τη χρήση του λεγόμενου *Service Oriented Architecture* (εν συντομία *SOA*), όπου εφαρμογές και εργαλεία παρέχουν προκαθορισμένη πρόσβαση σε υπηρεσίες στα μέλη μιας συνεργασίας. Για την υποστήριξη της λειτουργίας ενός εικονικού οργανισμού, θα πρέπει να υπάρχει κάποιος τρόπος ώστε τα μέλη του να βρίσκουν εύκολα τις προσφερόμενες

υπηρεσίες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες τους, να διαπραγματεύονται τη χρήση τους με ασφάλεια και να συντονίζουν τη χρήση διαφορετικών υπηρεσιών για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος. Αυτά τα πρότυπα απαιτούν την ανάπτυξη κοινών λεξιλογίων και πρωτοκόλλων διαπραγμάτευσης. Ο Σημασιολογικός Ιστός μπορεί να παρέχει την κατάλληλη υποδομή για την ανάπτυξη μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής για την υποστήριξη εικονικών οργανισμών, με την αυτοματοποίηση των διαδικασιών εύρεσης και διαπραγμάτευσης υπηρεσιών.

2.4.4.4 Ηλεκτρονική Μάθηση

Είναι ξεκάθαρο πλέον από όσα ειπώθηκαν παραπάνω, ότι ο Σημασιολογικός Ιστός έχει πολλά να προσφέρει στον τομέα της ηλεκτρονικής μάθησης, υποστηρίζοντας τόσο την εξ αποστάσεως όσο και την παραδοσιακή εκπαίδευση. Η έννοια του «μαθησιακού αντικειμένου» (learning object) ως αυτόνομης μονάδας εκπαιδευτικού υλικού που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και να συνδυαστεί με άλλα μαθησιακά αντικείμενα, αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης. Εντούτοις, η μέθοδος αυτή (δηλ. η χρήση μαθησιακών αντικειμένων) έχει δεχθεί πολλές κριτικές για την έλλειψη ευελιξίας και για το γεγονός ότι δε λαμβάνει υπόψη τις ιδιαίτερες μαθησιακές ανάγκες κάθε ατόμου ή τις απαιτήσεις του πλαισίου χρήσης. Παρόλα αυτά, αν χρησιμοποιηθεί ορθά αποτελεί μία χρήσιμη και αποτελεσματική μέθοδο, η οποία έχει πολλά να κερδίσει από τον Σημασιολογικό Ιστό.

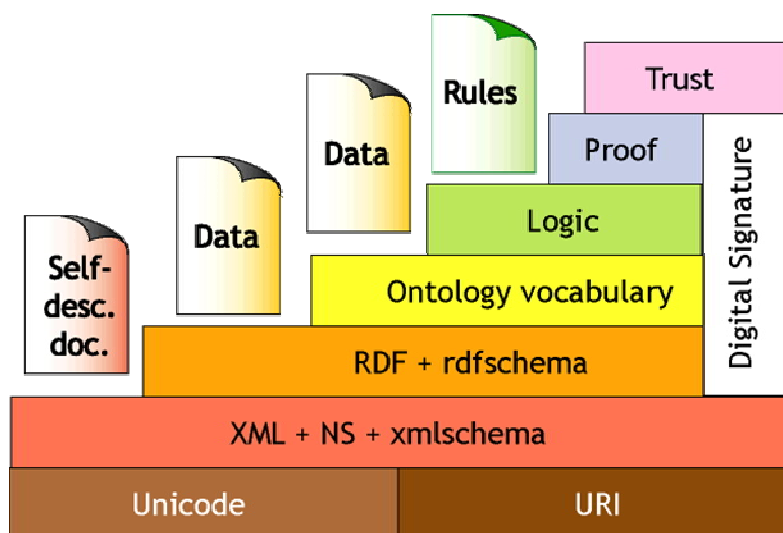
Τα μαθησιακά αντικείμενα μπορούν να οργανωθούν σε αποθετήρια (repositories) και να διαμοιραστούν μέσω του Ιστού. Κάθε μαθησιακό αντικείμενο που προστίθεται στο αποθετήριο συνοδεύεται από πλούσια μεταδεδομένα, δηλαδή πληροφορίες που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου με στόχο την πιο αποτελεσματική εύρεση, διαχείριση και χρήση του. Στη συνέχεια, μπορεί να γίνει εύκολη αναζήτηση και ανάκτηση των αντικειμένων, αναζητώντας τα στο διαμοιραζόμενο αποθετήριο με βάση τα μεταδεδομένα τους.

Αξιίζει να σημειωθεί ότι έχουν ήδη εμφανιστεί αρκετές γλώσσες για τη σημασιολογική περιγραφή μαθησιακών αντικειμένων, όπως για παράδειγμα η γλώσσα *Educational Modelling Language (EML)* [7, 8] που αναπτύχθηκε από το ανοιχτό πανεπιστήμιο της Ολλανδίας και τα *Learning Object Metadata (LOM)* [46] από το *Learning Technology Standardization Committee (LTSC)* του Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών

Μηχανικών (IEEE). Αυτές οι γλώσσες επιτρέπουν την καλύτερη αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό υλικό, και τη μεσολάβηση οντολογιών και ευφών πρακτόρων για την αντιστοίχιση των αναγκών των εκπαιδευόμενων με τους διαθέσιμους πόρους.

3 Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού

Συχνά, ο όρος «Σημασιολογικός Ιστός» αναφέρεται απλά σε ένα σύνολο από τεχνολογίες και πρότυπα που αποτελούν τα βασικά συστατικά ενός συστήματος το οποίο θα μπορούσε να υποστηρίξει το όραμα ενός Ιστού βασισμένου στη γνώση. Το W3C και οι σχετικές ομάδες εργασίας αναπτύσσουν το Σημασιολογικό Ιστό σταδιακά δημιουργώντας μία πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική, η οποία συχνά απεικονίζεται με τη χρήση ενός διαγράμματος που αρχικά προτάθηκε από τον Tim Berners-Lee, ενώ στη συνέχεια εμφανίστηκε σε διάφορες παραλλαγές. Μια τυπική απεικόνιση του διαγράμματος αυτού παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1: Η Αρχιτεκτονική του Σημασιολογικού Ιστού

Στη συνέχεια ακολουθεί μία συνοπτική περιγραφή των τεχνολογιών και των προτύπων που εμφανίζονται στο παραπάνω διάγραμμα.

3.1 Unicode και URI

Στο χαμηλότερο επίπεδο βρίσκουμε το πρότυπο *unicode* [41], ένα σύστημα κωδικοποίησης χαρακτήρων που σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την ανταλλαγή, επεξεργασία και εμφάνιση κειμένων σε οποιαδήποτε γλώσσα του κόσμου (αντιστοιχώντας ένα μοναδικό αριθμό σε κάθε χαρακτήρα). Το *unicode* αποτελεί βασικό συστατικό όλων των σύγχρονων πρωτοκόλλων στις τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, καθώς παρέχει μία κοινή και ενιαία αρχιτεκτονική για την κωδικοποίηση περισσότερων από 96.000 χαρακτήρων και αποτελεί τη βάση για την επεξεργασία, αποθήκευση και ανταλλαγή

δεδομένων κειμένου παγκοσμίως. Στο ίδιο επίπεδο με το unicode, βρίσκεται επίσης και το *URI (Uniform Resource Identifier)* [42], το πρότυπο για την αναγνώριση και τον εντοπισμό ενός ονόματος ή μιας πηγής (π.χ. μιας ιστοσελίδας) σε ένα δίκτυο, με τη χρήση μιας προκαθορισμένης μορφής απόδοσης ονομάτων. Συσχετίζοντας μία πηγή με ένα URI, ο καθένας μπορεί να συνδεθεί και αναφερθεί σε αυτή ή να ανακτήσει μία αναπαράστασή της. Τα δύο αυτά πρότυπα αποτελούν τα θεμέλια της αρχιτεκτονικής του Σημασιολογικού Ιστού, μιας και όπως θα δούμε στη συνέχεια είναι απαραίτητα για τον καθορισμό άλλων προτύπων που βρίσκονται στα επόμενα επίπεδα, όπως π.χ. της XML η οποία βασίζεται στο unicode και του RDF το οποίο βασίζεται στα URIs.

3.2 XML

Όπως είπαμε και νωρίτερα, ένα βασικό βήμα για την υλοποίηση του Σημασιολογικού Ιστού είναι η χρήση των λεγόμενων μεταδεδομένων. Ο πιο απλός ορισμός που μπορεί να δοθεί για τα μεταδεδομένα, είναι ότι πρόκειται για δεδομένα σχετικά με δεδομένα. Τα μεταδεδομένα μας διευκολύνουν σημαντικά στην κατανόηση, χρήση και διαχείριση των δεδομένων, ενώ η XML - που χρησιμοποιείται ήδη κατά κόρον στον κόσμο του διαδικτύου - αποτελεί ένα σημαντικό μηχανισμό για τη δημιουργία μεταδεδομένων.

Η XML (Extensible Markup Language) [9] είναι μία γλώσσα σήμανσης όπως και η HTML, δηλαδή ένα σύνολο κανόνων (ή διαφορετικά ένα πακέτο κατευθυντήριων γραμμών και συμβάσεων) για το σχεδιασμό μορφών κειμένου που διευκολύνουν τη δόμηση ενός εγγράφου (document). Η XML έχει σχεδιαστεί για τη σήμανση εγγράφων που περιέχουν «αυθαίρετες» δομές και στοιχεία, σε αντίθεση με την HTML, η οποία σχεδιάστηκε για έγγραφα του διαδικτύου που περιέχουν προκαθορισμένα στοιχεία. Για να γίνει καλύτερα κατανοητή η σημασία της XML και η διαφορά της σε σχέση με την HTML, παρακάτω παραθέτουμε ένα παράδειγμα περιγραφής ενός βιβλίου, πρώτα χρησιμοποιώντας HTML:

```
<h2>A Semantic Web Primer</h2>
<i>by <b>Grigoris Antoniou</b> and <b>Frank van
Harmelen</b></i><br>
MIT Press 2004<br>
ISBN 0-262-01210-3
```

Ένα παράδειγμα αναπαράστασης της παραπάνω πληροφορίας σε XML θα μπορούσε να είναι το εξής:

```
<book>
  <title>A Semantic Web Primer</title>
  <author>Grigoris Antoniou</author>
```



```
<author> Frank van Harmelen </author>
<publisher>MIT Press</publisher>
<year>2004</year>
<isbn>0-262-01210-3</isbn>
</book>
```

Όπως παρατηρούμε, τόσο η HTML όσο και η XML, όντας γλώσσες σήμανσης και οι δύο², βασίζονται στα λεγόμενα *tags* (π.χ. <h2> και <author>). Μία από τις διαφορές στην XML είναι ότι όλα τα tags θα πρέπει να είναι κλειστά (π.χ. το <title> θα πρέπει πάντα να συνοδεύεται από ένα </title>), ενώ στην HTML κάποια tags όπως π.χ. το
, μπορούν να μένουν ανοιχτά. Το περιεχόμενο, μαζί με τα tags από τα οποία περιβάλλεται, ονομάζεται *στοιχείο* (*element*). Κάτι άλλο που παρατηρούμε, είναι ότι κάποιος μπορεί να διαβάσει τα παραπάνω παραδείγματα αρκετά εύκολα, μιας και οι δύο γλώσσες σχεδιάστηκαν για να είναι εύκολα κατανοητές και εύχρηστες από τους ανθρώπους. Αν θέλαμε όμως για παράδειγμα να βρούμε τους συγγραφείς του βιβλίου χρησιμοποιώντας μια μηχανή αναζήτησης, στην περίπτωση της HTML κάτι τέτοιο θα ήταν αρκετά δύσκολο γιατί δεν ορίζεται ξεκάθαρα αυτή η πληροφορία. Μία πιθανότητα θα ήταν η μηχανή αναζήτησης να «μαντέψει» ότι τα ονόματα των συγγραφέων εμφανίζονται ακριβώς κάτω από τον τίτλο του βιβλίου ή αμέσως μετά τη λέξη “by”, αλλά αυτό μπορεί να μην ισχύει πάντα. Ακόμα κι αν ίσχυε κάτι τέτοιο, μία άλλη δυσκολία που θα αντιμετώπιζε η μηχανή αναζήτησης θα ήταν να ξεχωρίσει αν υπάρχουν δύο ξεχωριστοί συγγραφείς ή ένας με το όνομα “Grigoris Antoniou and Frank Harmelen”. Είναι φανερό λοιπόν, ότι στην περίπτωση της χρήσης HTML χρειάζεται αρκετή επεξεργασία του κειμένου προκειμένου να απαντηθούν τέτοιες ερωτήσεις από υπολογιστές και μάλιστα με μεγάλες πιθανότητες το αποτέλεσμα να είναι λανθασμένο.

Τέτοιου είδους προβλήματα προκύπτουν από το γεγονός ότι η HTML δεν παρέχει δομικές πληροφορίες, δηλαδή πληροφορίες που να αφορούν τα διάφορα κομμάτια από τα οποία απαρτίζεται το έγγραφο και τις σχέσεις μεταξύ αυτών των κομματιών. Αντιθέτως, το XML έγγραφο είναι πολύ πιο εύκολα προσβάσιμο από υπολογιστές, μιας και κάθε κομμάτι πληροφορίας που περιέχει περιγράφεται κατάλληλα από μεταδεδομένα. Επιπλέον, οι σχέσεις ανάμεσα σε αυτά τα κομμάτια πληροφοριών ορίζονται από τη φωλιασμένη δομή της XML. Για παράδειγμα, τα <author> tags βρίσκονται μέσα στα <book> tags, που σημαίνει ότι περιγράφουν τις ιδιότητες του συγκεκριμένου βιβλίου. Όταν ένας υπολογιστής επεξεργαστεί

² Η HTML και η XML προήλθαν ουσιαστικά από την SGML (standard generalized markup language), ενός προτύπου που δημιουργήθηκε για τη δόμηση και αναπαράσταση πληροφοριών, το οποίο όμως ήταν υπερβολικά πολύπλοκο για να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια του Διαδικτύου.

αυτό το έγγραφο, θα είναι σε θέση να συμπεράνει ότι το στοιχείο *author* αναφέρεται στο στοιχείο *book*, αντί απλά να υποθέσει αυτό το γεγονός, όπως στην περίπτωση της HTML.

Από την άλλη μεριά, η HTML παρέχει και πληροφορίες σχετικά με την εμφάνιση και τη μορφή του εγγράφου, όπως π.χ. τη στοίχιση, το χρώμα και το μέγεθος των γραμμάτων ενός κειμένου. Εντούτοις, το χαρακτηριστικό αυτό της HTML θεωρείται μειονέκτημα και όχι πλεονέκτημα, μιας και θα πρέπει πάντα να ορίζει τόσο την εμφάνιση του κειμένου όσο και τη δομή του. Αντιθέτως, η XML επιτρέπει το διαχωρισμό του περιεχομένου από τον τρόπο εμφάνισής του, με αποτέλεσμα η ίδια πληροφορία να μπορεί να εμφανιστεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, χωρίς να απαιτούνται πολλαπλά αντίγραφα του ίδιου περιεχομένου. Τα έγγραφα HTML προορίζονται για την *εμφάνιση* πληροφοριών (πέρα από τη σύνδεσή με άλλα έγγραφα με τη χρήση υπερσυνδέσμων) και για αυτόν ακριβώς το λόγο χρησιμοποιούν ένα προκαθορισμένο σετ από tags π.χ. για έντονη γραφή (), για λίστες (), κλπ. Στην περίπτωση της XML τα tags δεν είναι προκαθορισμένα, μιας και ο ίδιος ο χρήστης έχει την ευχέρεια να ορίσει τα δικά του tags σαν ένα είδος λεξιλογίου, για να περιγράψει τα δεδομένα του (π.χ. <book> και <author>), ανάλογα πάντα με την εφαρμογή.

Η XML πέρα από γλώσσα για τη σήμανση εγγράφων, αποτελεί και ένα ευρέως διαδεδομένο format για την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα σε εφαρμογές. Μάλιστα, η χρήση της XML ως μέσο ανταλλαγής δεδομένων είναι πολύ περισσότερο διαδεδομένη σε σχέση με τον πραγματικό σκοπό για τον οποίο προοριζόταν κατά τη δημιουργία της, δηλαδή ως γλώσσα σήμανσης εγγράφων. Οι επιχειρήσεις πολύ συχνά ανταλλάσσουν έγγραφα με τους συνεργάτες τους και ανανεώνουν ανάλογα τις βάσεις δεδομένων τους. Εάν δεν υπάρχει ένα προ-συμφωνημένο κοινό πρότυπο όπως η XML, ο κάθε συνεργάτης ξεχωριστά θα πρέπει να αναπτύσσει το δικό του λογισμικό για την επεξεργασία και ανάκτηση τέτοιων εγγράφων, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα κόστη.

Το επόμενο πρόβλημα που προκύπτει, οφείλεται στο γεγονός ότι, όπως αναφέραμε παραπάνω, τα έγγραφα XML δεν περιλαμβάνουν συγκεκριμένη δομή και προκαθορισμένα tags. Συνεπώς, όταν π.χ. δύο επιχειρήσεις θελήσουν να ανταλλάξουν δεδομένα με βάση το πρότυπο XML, θα πρέπει να συμφωνήσουν και να ορίσουν με κάποιο τρόπο τη δομή και τα tags που θα περιλαμβάνουν τα έγγραφα XML που θα ανταλλάσσουν. Για το σκοπό αυτό, στην πρώτη έκδοση της XML (XML 1.0), χρησιμοποιούνται τα *Document Type Definitions (DTD)*, ένα είδος γραμματικής για τον καθορισμό περιορισμών, όσον αφορά τη χρήση των

tags και τις επιτρεπόμενες σχέσεις μεταξύ τους σε ένα έγγραφο XML. Τον τελευταίο καιρό όμως, γίνονται προσπάθειες για την αντικατάσταση του DTD από ένα νεότερο πρότυπο με την ονομασία *XML Schema* [45], το οποίο αν και παρέχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με το DTD, έχει ουσιαστικά τον ίδιο στόχο, δηλαδή αποτελεί ένα είδος γραμματικής για έγγραφα XML. Το XML Schema περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

3.3 XML Schema

Το XML Schema αποτελεί μία σημαντικά πιο πλούσια γλώσσα σε σχέση με το Document Type Definition, για τον προσδιορισμό της δομής XML εγγράφων. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι ότι για τη δημιουργία του χρησιμοποιείται η XML αυτή καθ' αυτή σε αντίθεση με τα DTDs. Μία τέτοια σχεδιαστική απόφαση παρέχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα: αυξάνεται κατά πολύ η ευκολία ανάγνωσης ενός XML Schema, ενώ επιτυγχάνεται σημαντική επαναχρησιμοποίηση της τεχνολογίας. Δεν είναι πλέον απαραίτητη η δημιουργία δύο διαφορετικών ειδών λογισμικού, όπως στην περίπτωση του DTD, δηλαδή ένα για την επεξεργασία των DTDs και ένα για την επεξεργασία των XML εγγράφων, μιας και χρησιμοποιείται XML και στις δύο περιπτώσεις. Μία ακόμα βασική βελτίωση σε σχέση με τα DTDs, είναι η δυνατότητα που παρέχεται για την επαναχρησιμοποίηση και βελτίωση των ίδιων των XML σχημάτων. Ένα XML Schema επιτρέπει τη δημιουργία νέων τύπων με την επέκταση ή τον περιορισμό υφιστάμενων σχημάτων. Σε συνδυασμό με τη βασισμένη σε XML σύνταξη, αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά δυνατή τη δημιουργία XML σχημάτων από άλλα σχήματα που έχουν δημιουργηθεί ήδη, με αποτέλεσμα τη μείωση του συνολικού χρόνου και κόστους. Τέλος, το XML Schema παρέχει ένα πλούσιο σετ από τύπους δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε έγγραφα XML, ενώ τα DTDs επιτρέπουν μόνο τη χρήση στοιχειοσειρών (strings).

3.4 RDF

Μέχρι στιγμής έχουμε δει ότι η XML αποτελεί μία γενικής χρήσης «μετα-γλώσσα» για την περιγραφή και ανταλλαγή εγγράφων, ενώ το XML Schema αποτελεί ένα είδος γραμματικής που καθορίζει το περιεχόμενο και τη δομή ενός XML εγγράφου. Εντούτοις, η XML από μόνη της δεν παρέχει κάποιο μηχανισμό που να προσδιορίζει την ιδιότητα και το νόημα των δεδομένων, δηλαδή τη σημασιολογία τους. Η κάθε εφαρμογή που θα επεξεργαστεί τα δεδομένα και τη δομή τους, μπορεί να αποδώσει το δικό της νόημα, οπότε θα πρέπει να υπάρχει κάποιος μηχανισμός για την κοινή κατανόηση αυτών των δεδομένων από τους υπολογιστές.

Τη λύση στο παραπάνω πρόβλημα έρχεται να δώσει το *RDF (Resource Description Framework)* [23]. Το RDF αποτελεί μία γλώσσα (ή ένα μοντέλο δεδομένων) για την αναπαράσταση πηγών πληροφοριών στον Παγκόσμιο Ιστό. Πιο συγκεκριμένα, προορίζεται για την αναπαράσταση μεταδεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό, όπως για παράδειγμα τον τίτλο, το συγγραφέα και την ημερομηνία δημιουργίας μίας ιστοσελίδας ή τα δικαιώματα του δημιουργού ενός εγγράφου.

3.4.1 Βασικές Έννοιες

Το RDF βασίζεται στην ιδέα του προσδιορισμού πραγμάτων με τη χρήση των Uniform Resource Identifiers (URIs) που περιγράψαμε νωρίτερα, καθώς και στην απλή περιγραφή των ιδιοτήτων αυτών των πραγμάτων. Για να γίνει καλύτερα κατανοητό το RDF, στη συνέχεια παραθέτουμε μια σειρά από παραδείγματα, τα οποία αποτελούν μία περίληψη των αντίστοιχων παραδειγμάτων που χρησιμοποιούνται στο RDF Primer [21] του W3C.

Έστω ότι θέλουμε να εκφράσουμε το γεγονός ότι κάποιος με το όνομα John Smith δημιούργησε μία συγκεκριμένη ιστοσελίδα. Ένας απλός τρόπος για να εκφράσουμε κάτι τέτοιο με τη χρήση φυσικής γλώσσας όπως π.χ. τα Αγγλικά, είναι ο παρακάτω:

`http://www.example.org/index.html` has a **creator whose value is **John Smith****

Από την παραπάνω πρόταση γίνεται κατανοητό, ότι για να είμαστε σε θέση να περιγράψουμε τις ιδιότητες ενός «πράγματος», θα πρέπει να μπορούμε να προσδιορίσουμε τα εξής:

- Το «πράγμα» που περιγράφει η πρόταση, δηλαδή την ιστοσελίδα στην περίπτωση μας,
- Μία συγκεκριμένη ιδιότητα (property) του «πράγματος» που περιγράφει η πρόταση, δηλαδή τον δημιουργό της ιστοσελίδας στην περίπτωση μας,
- Το «πράγμα» το οποίο αποτελεί την «τιμή» της ιδιότητας του «πράγματος» που περιγράφει η πρόταση, δηλαδή το όνομα του δημιουργού της ιστοσελίδας στην περίπτωση μας.

Στην παραπάνω πρόταση, για τον προσδιορισμό της ιστοσελίδας χρησιμοποιείται το URL της. Επιπλέον, η λέξη “creator” χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ιδιότητας, ενώ οι δύο λέξεις “John Smith” χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του «πράγματος» (ένα

πρόσωπο) που αποτελεί την τιμή αυτής της ιδιότητας. Άλλες ιδιότητες αυτής της ιστοσελίδας μπορούν να περιγραφούν ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή με τη χρήση URL για τον προσδιορισμό της ιστοσελίδας και με τη χρήση λέξεων ή προτάσεων για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων και των τιμών τους. Για παράδειγμα, η ημερομηνία δημιουργίας της ιστοσελίδας και η γλώσσα στην οποία έχει γραφτεί, μπορούν να περιγραφούν χρησιμοποιώντας τις εξής επιπλέον προτάσεις:

http://www.example.org/index.html has a **creation-date** whose value is **August 16, 1999**

http://www.example.org/index.html has a **language** whose value is **English**

Το RDF βασίζεται στην ιδέα ότι τα πράγματα που περιγράφονται έχουν κάποιες ιδιότητες, οι οποίες με τη σειρά τους έχουν κάποιες τιμές και ότι οι πηγές δεδομένων ή πόροι (resources), μπορούν να περιγραφούν με προτάσεις οι οποίες καθορίζουν αυτές τις ιδιότητες και τιμές. Το RDF χρησιμοποιεί μία συγκεκριμένη ορολογία για τον προσδιορισμό των διαφόρων μερών μιας πρότασης. Συγκεκριμένα, το μέρος το οποίο προσδιορίζει το πράγμα στο οποίο αναφέρεται μια πρόταση (η ιστοσελίδα στο παράδειγμά μας), στην ορολογία του RDF ονομάζεται *subject* (υποκείμενο). Το μέρος το οποίο προσδιορίζει την ιδιότητα ή το χαρακτηριστικό του subject στο οποίο αναφέρεται η πρόταση (“creator”, “creation-date” και “language” αντίστοιχα στα παραπάνω παραδείγματα), ονομάζεται *predicate* (κατηγορούμενο), ενώ το μέρος που προσδιορίζει την τιμή αυτής της ιδιότητας (“John Smith”, “August 16, 1999” και “English” αντίστοιχα στα παραδείγματα), ονομάζεται *object* (αντικείμενο). Εάν πάρουμε για παράδειγμα την Αγγλική πρόταση:

http://www.example.org/index.html has a **creator** whose value is **John Smith**

η ονοματολογία σύμφωνα με τη λογική που ακολουθεί το RDF για τα διάφορα μέρη της πρότασης, έχει ως εξής:

- Το *subject* είναι το URL “http://www.example.org/index.html”
- Το *predicate* είναι η λέξη “creator”
- Το *object* είναι η φράση “John Smith”

Τα Αγγλικά είναι χρήσιμα για την επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων, αλλά ο στόχος του RDF είναι η δημιουργία προτάσεων επεξεργάσιμων από υπολογιστές. Για να μπορούν οι παραπάνω προτάσεις να επεξεργαστούν από υπολογιστές, είναι απαραίτητα τα εξής:

- Ένα σύστημα μοναδικών αναγνωριστικών για την προσδιορισμό ενός subject, predicate ή object σε μία πρόταση, χωρίς να υπάρχει η πιθανότητα σύγχυσης με κάποιο παρόμοιο αναγνωριστικό που μπορεί να χρησιμοποιείται από κάποιον άλλον στον Ιστό.
- Μία γλώσσα επεξεργάσιμη από υπολογιστές, για την αναπαράσταση αυτών των προτάσεων και την ανταλλαγή τους ανάμεσα σε διαφορετικές εφαρμογές.

Τα πρότυπα που έχουμε περιγράψει μέχρι τώρα, παρέχουν και τις δύο αυτές δυνατότητες. Όπως αναφέραμε και νωρίτερα, ο Ιστός παρέχει ένα είδος γενικού αναγνωριστικού, τα URIs, καθώς και ένα συγκεκριμένο τύπο URI, το URL (Uniform Resource Locator). Ένα URL χρησιμοποιήθηκε στο αρχικό μας παράδειγμα για τον καθορισμό της ιστοσελίδας με δημιουργό τον “John Smith”. Κάθε URL αποτελεί μία σειρά από χαρακτήρες που προσδιορίζουν μια πηγή δεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό, αναπαριστώντας το μηχανισμό πρόσβασής σε αυτή (ουσιαστικά τη δικτυακή της τοποθεσία). Όλα τα URIs (και συνεπώς και τα URLs) έχουν το χαρακτηριστικό ότι διαφορετικά πρόσωπα ή οργανισμοί μπορούν να τα δημιουργήσουν ανεξάρτητα και να τα χρησιμοποιήσουν για τον προσδιορισμό πραγμάτων. Αξίζει να σημειωθεί, ότι τα URIs δεν χρησιμοποιούνται μόνο για τον εντοπισμό πραγμάτων που έχουν αποκλειστικά δικτυακές τοποθεσίες, αλλά ένα URI μπορεί να δημιουργηθεί για να αναφέρεται σε οτιδήποτε χρειαστεί μέσα σε μία πρόταση, όπως:

- Πράγματα προσβάσιμα μέσω δικτύου, όπως ηλεκτρονικά έγγραφα, εικόνες, υπηρεσίες (π.χ. δελτίο καιρού για μια τοποθεσία) ή άλλες πηγές πληροφοριών,
- Πράγματα τα οποία δεν είναι προσβάσιμα μέσω δικτύου, όπως άνθρωποι, εταιρίες και «κανονικά» βιβλία (μη ηλεκτρονικά) σε μία βιβλιοθήκη,
- Αφηρημένες έννοιες που δεν υφίστανται στην πραγματικότητα, όπως η έννοια του «δημιουργού» (creator) που είδαμε νωρίτερα στα παραδείγματά μας.

Το RDF καθορίζει ως πηγή οτιδήποτε είναι αναγνωρίσιμο μέσω ενός URI και γι’ αυτό το λόγο η χρήση των URIs επιτρέπει στο RDF να περιγράφει ουσιαστικά οτιδήποτε, αλλά και να περιγράφει και τις σχέσεις μεταξύ πραγμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα URIs μπορούν να περιέχουν unicode χαρακτήρες, επιτρέποντας έτσι τη χρήση πολλών γλωσσών.

3.4.2 Το Μοντέλο RDF

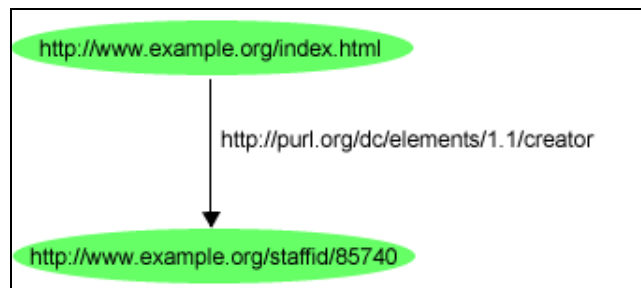
Το RDF χρησιμοποιεί ένα μοντέλο γράφων (*graph model*), για την αναπαράσταση προτάσεων με τη χρήση κόμβων και βελών. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, μία πρόταση αναπαρίσταται με:

- Έναν κόμβο για το subject,
- Έναν κόμβο για το object και
- Ένα βέλος για το predicate, με φορά από τον κόμβο του subject στον κόμβο του object.

Με βάση τα παραπάνω, η πρόταση που είδαμε στην προηγούμενη ενότητα:

http://www.example.org/index.html has a **creator** whose value is **John Smith**

μπορεί να αναπαρασταθεί με το γράφο της Εικόνας 2 (βλ. RDF Primer [21]):



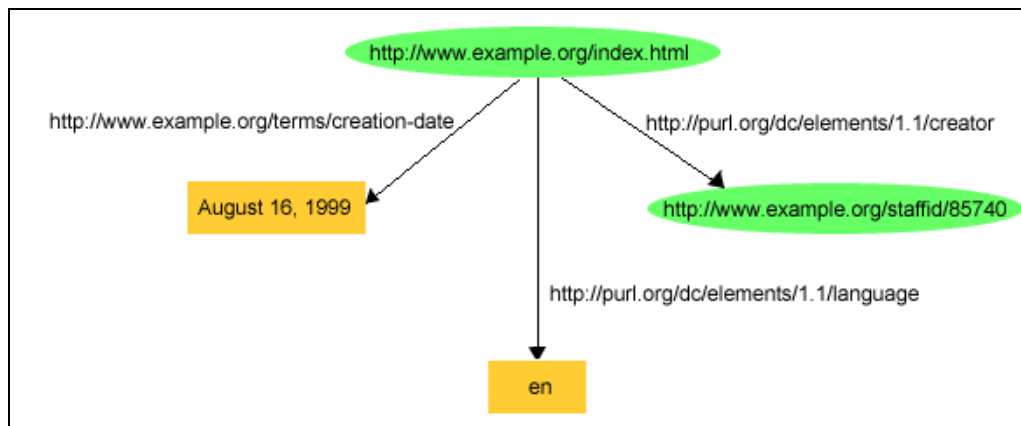
Εικόνα 2: Γράφος RDF

Ομάδες προτάσεων αναπαρίστανται με αντίστοιχες ομάδες κόμβων και βελών. Συνεπώς, για να απεικονίσουμε επιπλέον τις προτάσεις:

http://www.example.org/index.html has a **creation-date** whose value is **August 16, 1999**

http://www.example.org/index.html has a **language** whose value is **English**

ο γράφος της Εικόνας 2 μπορεί να γίνει ως εξής:



Εικόνα 3: Γράφος RDF με χρήση literals για την αναπαράσταση objects

Στην Εικόνα 3, βλέπουμε ότι τα objects σε προτάσεις RDF μπορεί να είναι είτε URIs, είτε απλές σταθερές τιμές που ονομάζονται *literals* (κυριολεκτήματα) και αποτελούνται από στοιχειοσειρές (strings), προκειμένου να αναπαριστούν συγκεκριμένους τύπους τιμών ιδιοτήτων (property values). Για παράδειγμα, το literal στην περίπτωση του predicate `http://purl.org/dc/elements/1.1/language`, είναι ένα διεθνές πρότυπο δύο χαρακτήρων (το “en”) για την Αγγλική γλώσσα. Τα literals δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως subject ή predicates σε προτάσεις RDF. Όσον αφορά το είδος των σχημάτων που χρησιμοποιούνται στην απεικόνιση των γράφων RDF, οι URI κόμβοι εμφανίζονται ως ελλείψεις, ενώ οι literal κόμβοι απεικονίζονται ως «κουτιά».

Πολλές φορές, δεν είναι βολική η απεικόνιση γράφων για την αναπαράσταση RDF προτάσεων και γι’ αυτό το λόγο υπάρχει ένας εναλλακτικός τρόπος αναπαράστασης αυτών, με τη μορφή *triplets* (τριπλέτες). Σε αυτή την περίπτωση, κάθε πρόταση του γράφου, γράφεται ως μια απλή τριπλέτα που αποτελείται από ένα subject, predicate και object, με αυτή τη σειρά. Για παράδειγμα, οι τρεις προτάσεις της Εικόνας 3, θα γραφόταν ως εξής:

```

<http://www.example.org/index.html>
<http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>
<http://www.example.org/staffid/85740> .

<http://www.example.org/index.html>
<http://www.example.org/terms/creation-date> "August 16, 1999" .

<http://www.example.org/index.html>
<http://purl.org/dc/elements/1.1/language> "en" .
  
```


Κάθε τριπλέτα αντιστοιχεί σε ένα βέλος του γράφου, μαζί με τους κόμβους του (δηλαδή το subject και object της πρότασης). Σε αντίθεση με τους απεικονιζόμενους γράφους, στις τριπλέτες ο κάθε κόμβος θα πρέπει να υπάρχει ξεχωριστά σε κάθε πρόταση στην οποία εμφανίζεται, όπως δηλαδή στην περίπτωση της αρχικής πρότασης. Έτσι για παράδειγμα, το URI `http://www.example.org/index.html` εμφανίζεται τρεις φορές στο γράφο με τη μορφή τριπλέτας (μία σε κάθε τριπλέτα), αλλά μία μόνο φορά στην απεικόνιση του γράφου ως σχήμα. Εντούτοις, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι τριπλέτες αντιπροσωπεύουν ακριβώς την ίδια πληροφορία με τους απεικονιζόμενους γράφους. Αυτό που έχει πρωτεύουσα σημασία στο RDF, είναι το μοντέλο γράφων των προτάσεων και κατά δεύτερο λόγο ο τρόπος αναπαράστασης αυτών.

Για λόγους ευκολίας, υπάρχει και ένας άλλος πιο σύντομος τρόπος γραφής τριπλετών, με τη χρήση των *XML Qualified Names* (ή *QNames*). Ένα QName αποτελείται από ένα πρόθεμα (prefix) το οποίο συσχετίζεται με ένα namespace URI, από μία άνω-κάτω τελεία και από ένα τοπικό όνομα (*local name*). Έτσι για παράδειγμα, εάν το πρόθεμα `ex` προσδιορίζει το namespace URI `http://www.example.org/`, τότε το QName `ex:index.html` αποτελεί συντομογραφία του `http://www.example.org/index.html`. Αντίστοιχα, εάν υποθέσουμε ότι:

- Το πρόθεμα `dc:` αντιστοιχεί στο namespace URI `http://purl.org/dc/elements/1.1/`³
- Το πρόθεμα `extterms:` αντιστοιχεί στο namespace URI `http://www.example.org/terms/` (για όρους που χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό του παραδείγματος)
- Το πρόθεμα `exstaff:` αντιστοιχεί στο namespace URI `http://www.example.org/staffid/` (για τον αναγνωριστικό αριθμό των εργαζομένων στον οργανισμό του παραδείγματος),

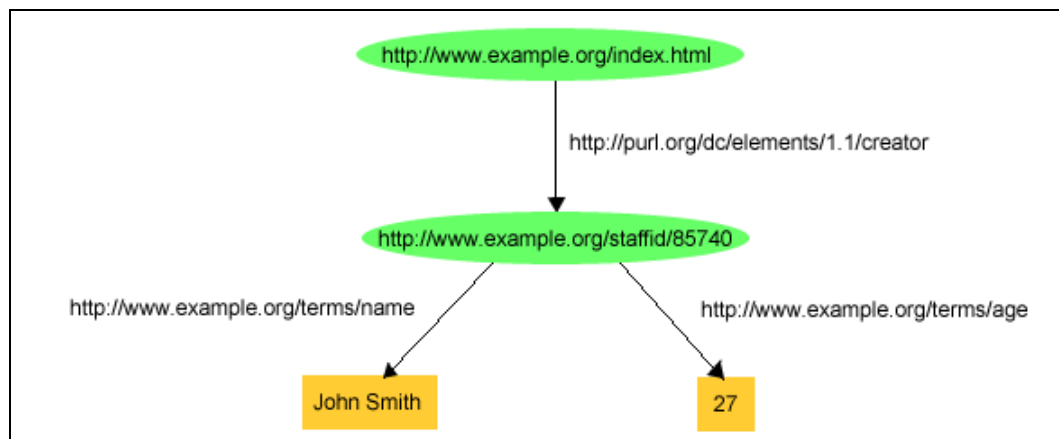
το προηγούμενο παράδειγμα με τις τριπλέτες θα μπορούσε να γραφτεί ως εξής:

```
ex:index.html dc:creator exstaff:85740 .
ex:index.html extterms:creation-date "August 16, 1999" .
```

³ Το URI αυτό αναφέρεται στο λεξιλόγιο *Dublin Core*, μία ευρέως χρησιμοποιούμενη ομάδα μεταδεδομένων τα οποία περιγράφουν ιδιότητες κάθε είδους (για περισσότερες λεπτομέρειες ο αναγνώστης παραπέμπεται στο <http://dublincore.org/>)

ex:index.html dc:language "en" .

Από τα παραπάνω παραδείγματα, είναι φανερό ότι το RDF χρησιμοποιεί τα URIs ως βασικό μέσο για τον προσδιορισμό πραγμάτων. Για παράδειγμα, στην πρώτη πρόταση, αντί να χρησιμοποιήσουμε τη φράση “John Smith” για τον προσδιορισμό του δημιουργού της ιστοσελίδας, χρησιμοποιούμε ένα URI που αναφέρεται στον αριθμό μητρώου εργαζομένου (<http://www.example.org/staffid/85740>) του John Smith. Ένα πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης, είναι ότι ο προσδιορισμός του subject της πρότασης αυτής μπορεί να είναι περισσότερο ακριβής. Δηλαδή, δημιουργός της ιστοσελίδας δεν είναι η στοιχειοσειρά “John Smith”, αλλά ο συγκεκριμένος John Smith που συσχετίζεται με αυτό το URI (η συσχέτιση αυτή ορίζεται από τον δημιουργό του URI). Επιπλέον, καθώς υπάρχει ένα URI το οποίο αναφέρεται στον John Smith, επιπρόσθετες πληροφορίες μπορούν να καταγραφούν σχετικά με αυτόν, απλά προσθέτοντας καινούριες προτάσεις RDF με το URI ως subject. Για παράδειγμα, η Εικόνα 4 απεικονίζει μερικές καινούριες προτάσεις που δίνουν το όνομα και την ηλικία του John Smith:



Εικόνα 4: Γράφος με απεικόνιση επιπλέον πληροφοριών του object

Από τα παραδείγματα επίσης γίνεται φανερό ότι το RDF χρησιμοποιεί URIs ως predicates σε προτάσεις RDF. Δηλαδή, αντί απλά να χρησιμοποιεί στοιχειοσειρές όπως “creator” και “name” για τον προσδιορισμό ιδιοτήτων, χρησιμοποιεί κατάλληλα URIs. Η χρήση URIs για τον προσδιορισμό ιδιοτήτων παρέχει πολλά πλεονεκτήματα. Ξεχωρίζει τις ιδιότητες που χρησιμοποιεί κάποιος από διαφορετικές ιδιότητες που μπορεί να χρησιμοποιεί κάποιος άλλος, αλλά οι οποίες μπορεί να εκφράζονται με την ίδια στοιχειοσειρά. Για παράδειγμα,

στην πρόταση της Εικόνας 4, ο example.org χρησιμοποιεί το “name” για να περιγράψει το πλήρες όνομα κάποιου υπό τη μορφή literal (π.χ. “John Smith”), αλλά κάποιος άλλος μπορεί να χρησιμοποιεί το “name” για να περιγράψει κάτι διαφορετικό (π.χ. το όνομα μίας μεταβλητής σε ένα πρόγραμμα λογισμικού). Μία εφαρμογή η οποία θα συναντήσει το “name” ως το αναγνωριστικό μίας ιδιότητας, πιθανώς να μην είναι δυνατό να ξεχωρίσει τις δύο διαφορετικές αυτές έννοιες. Εάν όμως ο example.org χρησιμοποιεί το `http://www.example.org/terms/name` για την ιδιότητα “name” και κάποιος άλλος χρησιμοποιεί το `http://www.domain2.example.org/genealogy/terms/name`, είναι φανερό ότι πρόκειται για δύο διαφορετικές ιδιότητες, ακόμα κι αν μία εφαρμογή δεν είναι σε θέση να προσδιορίσει αυτόματα τα διαφορετικά νοήματα. Επιπλέον, η χρήση URIs για τον προσδιορισμό ιδιοτήτων, δίνει τη δυνατότητα οι ιδιότητες να θεωρούνται πηγές δεδομένων από μόνες τους. Καθώς λοιπόν οι ιδιότητες αποτελούν πηγές δεδομένων, επιπρόσθετες πληροφορίες μπορούν να καταγραφούν σχετικά με αυτές απλά προσθέτοντας προτάσεις RDF με το URI της ιδιότητας ως subject, όπως και στην περίπτωση του object που περιγράψαμε παραπάνω.

Η χρήση URIs για τον προσδιορισμό των subjects, predicates και objects σε προτάσεις RDF, υποστηρίζει την ανάπτυξη και χρήση κοινών λεξιλογίων στον Ιστό, αντανakλώντας μία κοινή κατανόηση αυτών των εννοιών ανάμεσα στους χρήστες τους. Το RDF αυτό καθ’ αυτό, δεν παρέχει τη δυνατότητα για τον ορισμό συγκεκριμένων εννοιών όπως για παράδειγμα της ιδιότητας “creator” ή της ιδιότητας “name” που είδαμε παραπάνω. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση του *RDF Schema* το οποίο θα εξετάσουμε στην επόμενη ενότητα.

Επιστρέφοντας πάλι στο μοντέλο γράφων του RDF, εκτός από τη σχηματική απεικόνιση και τις τριπλέτες που περιγράψαμε παραπάνω, το RDF παρέχει και μία σύνταξη βασισμένη στην XML για την καταγραφή και ανταλλαγή RDF γράφων, η οποία ονομάζεται RDF/XML. Σε αντίθεση με τις τριπλέτες που αποτελούν ουσιαστικά συντομογραφία, το RDF/XML είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος γραφής RDF. Η βασική ιδέα πίσω από τη σύνταξη RDF/XML, μπορεί να επεξηγηθεί χρησιμοποιώντας μερικά από τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν ήδη. Μία αναπαράσταση του γράφου της Εικόνας 3 υπό τη μορφή XML, θα μπορούσε να είναι η εξής:

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
```

```
xmlns:exterms="http://www.example.org/terms/">
<rdf:Description rdf:about="http://www.example.org/index.html">
  <exterms:creation-date>August 16, 1999</exterms:creation-date>
  <dc:language>en</dc:language>
  <dc:creator rdf:resource=
    http://www.example.org/staffid/85740"/>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Όπως παρατηρούμε, η δεύτερη γραμμή ξεκινάει με ένα στοιχείο `rdf:RDF`, το οποίο δηλώνει ότι το περιεχόμενο που ακολουθεί αναπαριστά RDF. Στην ίδια γραμμή, έχουμε τη δήλωση ενός namespace που αντιπροσωπεύεται με το attribute `xmlns:rdf`. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα tags που αρχίζουν με το πρόθεμα `rdf:`, προσδιορίζονται από το URI `http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`. Αυτό το URI παραπέμπει σε προκαθορισμένους όρους που χρησιμοποιούνται από το λεξιλόγιο του RDF. Στην τρίτη γραμμή έχουμε τη δήλωση ενός άλλου namespace, το οποίο καθορίζει ότι το πρόθεμα `dc:` συσχετίζεται με το URI `http://purl.org/dc/elements/1.1/`, το οποίο παραπέμπει στα μεταδεδομένα Dublin Core. Συνεπώς κάθε tag που ξεκινάει με το πρόθεμα `dc:` προσδιορίζεται από αυτά τα μεταδεδομένα. Αντίστοιχα, το namespace στην τέταρτη γραμμή, καθορίζει ότι κάθε tag που ξεκινάει με το πρόθεμα `exterms:` προσδιορίζεται από το λεξιλόγιο που ορίζεται από τον οργανισμό `example.org`.

Οι γραμμές 5-9, ανάλογα περιγράφουν τις προτάσεις του γράφου της Εικόνας 3. Το tag `rdf:Description` δηλώνει την αρχή της περιγραφής μίας πηγής και συνεχίζει με τον προσδιορισμό της πηγής στην οποία αναφέρεται η πρόταση (δηλαδή το subject), με τη χρήση του attribute `rdf:about`. Οι επόμενες τρεις γραμμές συνεχίζουν με τα λεγόμενα *property elements* τα οποία αντιπροσωπεύουν τα predicates και objects της πρότασης, δηλαδή τις ιδιότητες και τις τιμές τους. Τα tags αυτά, βρίσκονται φωλιασμένα μέσα στο tag `rdf:Description`, υποδηλώνοντας έτσι ότι οι ιδιότητες αναφέρονται στην πηγή που καθορίζεται με το attribute `rdf:about`.

3.5 RDF Schema

Το RDF παρέχει έναν τρόπο για την περιγραφή πηγών πληροφοριών, με τη χρήση απλών προτάσεων. Παρόλα αυτά, το RDF από μόνο του δεν είναι ικανό να ορίζει την έννοια των όρων που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις προτάσεις και συγκεκριμένα να υποδηλώνει ότι αυτές οι προτάσεις περιγράφουν συγκεκριμένα είδη ή κλάσεις πόρων χρησιμοποιώντας

συγκεκριμένες ιδιότητες για την περιγραφή τους. Για παράδειγμα, εάν μας ενδιέφερε η περιγραφή βιβλιογραφικών πόρων, θα θέλαμε να περιγράψουμε κατηγορίες όπως `ex:Book` ή `ex:MagazineArticle` και ιδιότητες όπως `ex:author`, `ex:title` και `ex:subject`. Άλλες εφαρμογές μπορεί να χρειάζεται να περιγράψουν κλάσεις όπως `ex2:Person` και `ex2:Company` και ιδιότητες όπως `ex2:age`, `ex2:jobTitle`, `ex2:stockSymbol` και `ex2:numberOfEmployees`. Το RDF αυτό καθ' αυτό δεν παρέχει κανένα μέσο για τον προσδιορισμό κλάσεων και ιδιοτήτων. Τέτοιου είδους κλάσεις και ιδιότητες περιγράφονται ως ένα RDF λεξιλόγιο, μέσω ενός μηχανισμού που ονομάζεται *RDF Schema (RDFS)* [22].

Σκόπιμα τονίσαμε τη λέξη *μέσω* στην προηγούμενη παράγραφο, μιας και το RDF Schema δεν παρέχει ένα συγκεκριμένο λεξιλόγιο που να αναφέρεται σε συγκεκριμένες εφαρμογές (όπως για παράδειγμα οι κλάσεις και οι ιδιότητες που περιγράψαμε παραπάνω). Αντί αυτού, το RDFS παρέχει τις *προϋποθέσεις* που απαιτούνται για να περιγράψει κανείς τέτοιες κλάσεις και ιδιότητες και για να υποδηλώσει ποιες κλάσεις και ιδιότητες αναμένεται να χρησιμοποιηθούν μαζί (για παράδειγμα να καθορίσει ότι η ιδιότητα `ex:jobTitle` θα χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή του `ex:Person`). Με άλλα λόγια, το RDF Schema παρέχει ένα σύστημα τύπων για το RDF. Το σύστημα αυτό του RDFS είναι παρόμοιο, έως ένα βαθμό, με τα συστήματα τύπων των αντικειμενοστραφών γλωσσών προγραμματισμού όπως η Java. Για παράδειγμα, το RDF Schema επιτρέπει τον ορισμό πόρων ως στιγμιότυπα (instances) μίας ή περισσότερων κλάσεων. Επιπλέον, επιτρέπει την οργάνωση των κλάσεων σε μία ιεραρχική δομή. Παραδείγματος χάριν, μία κλάση `ex:Dog` μπορεί να οριστεί ως υποκλάση του `ex:Mammal`, το οποίο με τη σειρά του αποτελεί υποκλάση του `ex:Animal`, εννοώντας ότι οποιοσδήποτε πόρος που είναι στιγμιότυπο της κλάσης `ex:Dog` είναι επίσης έμμεσα στιγμιότυπο της κλάσης `ex:Animal`.

Οι ιδιότητες του RDF Schema, παρέχονται και οι ίδιες υπό την μορφή ενός RDF λεξιλογίου, δηλαδή ως ένα εξειδικευμένο σετ από προκαθορισμένες πηγές RDF με το δικό τους ειδικό νόημα. Οι πηγές του λεξιλογίου του RDF Schema προσδιορίζονται με το πρόθεμα `rdfs:` το οποίο παραπέμπει στο URI `http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#`. Οι περιγραφές του λεξιλογίου που είναι γραμμένες στη γλώσσα του RDF Schema, αποτελούν έγκυρους RDF γράφους. Συνεπώς, ένα πρόγραμμα λογισμικού το οποίο δεν έχει αναπτυχθεί συγκεκριμένα για να επεξεργάζεται και το λεξιλόγιο του RDF Schema, από τη μία μεριά έχει τη δυνατότητα να ερμηνεύσει ένα σχήμα ως έναν έγκυρο RDF γράφο που αποτελείται από

διάφορες πηγές και ιδιότητες, αλλά από την άλλη μεριά δεν έχει τη δυνατότητα να «κατανοήσει» το νόημα των όρων που χρησιμοποιεί το RDF Schema. Για την κατανόηση αυτών των νοημάτων, το λογισμικό θα πρέπει να υποστηρίζει και μία εκτεταμένη γλώσσα που περιλαμβάνει όχι μόνο το λεξιλόγιο `rdf:`, αλλά και το λεξιλόγιο `rdfs:` μαζί με τα ενσωματωμένα νοήματά τους.

3.5.1 Περιγραφή Κλάσεων

Ένα βασικό βήμα σε κάθε είδους διαδικασία περιγραφής, είναι ο προσδιορισμός των διαφόρων ειδών πραγμάτων που πρόκειται να περιγραφούν. Το RDF Schema αναφέρεται σε αυτά τα «είδη πραγμάτων» ως *κλάσεις*. Μία κλάση στο RDF Schema αντιστοιχεί στη γενική έννοια ενός *Τύπου* ή μίας *Κατηγορίας*, όπως περίπου η έννοια της κλάσης στις αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού. Οι κλάσεις του RDF μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντιπροσωπεύσουν σχεδόν οποιαδήποτε κατηγορία πράγματος, όπως ιστοσελίδες, ανθρώπους, τύπους εγγράφων, βάσεις δεδομένων ή αφηρημένες έννοιες. Οι κλάσεις περιγράφονται χρησιμοποιώντας τις έννοιες του RDF Schema `rdfs:Class` και `rdfs:Resource` καθώς και τις ιδιότητες `rdf:type` και `rdfs:subClassOf`.

Για την καλύτερη κατανόηση του RDF Schema, θα συνεχίσουμε και πάλι την περιγραφή μας με τα παραδείγματα που χρησιμοποιούνται στο RDF Primer. Ας υποθέσουμε λοιπόν, ότι ο οργανισμός `example.org` θέλει να χρησιμοποιήσει RDF για να παρέχει πληροφορίες σχετικά με διαφορετικά είδη μηχανοκίνητων οχημάτων (*motor vehicles*). Όσον αφορά το RDF Schema, ο `example.org` πρώτα απ' όλα θα χρειαστεί μία κλάση που να αντιπροσωπεύει την κατηγορία πραγμάτων που αποτελούν μηχανοκίνητα οχήματα. Οι πόροι που ανήκουν σε μία κλάση ονομάζονται *στιγμιότυπα* (*instances*) αυτής της κλάσης. Σε αυτή την περίπτωση, τα στιγμιότυπα αυτής της κλάσης θα είναι κάποιου είδους οχήματα.

Στο RDF Schema, μία κλάση είναι κάθε πόρος που έχει μία ιδιότητα `rdf:type`, η τιμή της οποίας είναι ο πόρος `rdfs:Class`. Έτσι, η κλάση *Motor Vehicle* μπορεί να περιγραφεί με το να συσχετίσουμε την κλάση με ένα URI, π.χ. το `ex:MotorVehicle` (όπου το `ex:` αναφέρεται στο namespace URI `http://www.example.org/schemas/vehicles`) και να περιγράψουμε αυτόν τον πόρο με την ιδιότητα `rdf:type`, η τιμή της οποίας είναι ο πόρος `rdfs:Class`. Συνεπώς, ο `example.org` θα έγραφε την εξής πρόταση:

```
ex:MotorVehicle    rdf:type    rdfs:Class .
```

Η ιδιότητα `rdf:type` χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει ότι ένας πόρος αποτελεί στιγμιότυπο μίας κλάσης. Έτσι, έχοντας περιγράψει το `ex:MotorVehicle` ως μία κλάση, ο πόρος `exthings:companyCar` θα μπορούσε να περιγραφεί ως μηχανοκίνητο όχημα, με την εξής πρόταση RDF:

```
exthings:companyCar    rdf:type    ex:MotorVehicle .
```

Μετά την περιγραφή της κλάσης `ex:MotorVehicle`, ο `example.org` πιθανώς να θέλει να περιγράψει διάφορες κλάσεις που να αντιπροσωπεύουν διάφορα άλλα είδη μηχανοκίνητων οχημάτων, π.χ., επιβατικά οχήματα, vans, minivans, κ.ο.κ.. Αυτές οι κλάσεις μπορούν να περιγραφούν με τον ίδιο τρόπο όπως και η κλάση `ex:MotorVehicle`, αποδίδοντας ένα URI σε κάθε καινούρια κλάση, και γράφοντας προτάσεις RDF περιγράφοντας αυτούς τους πόρους ως κλάσεις, π.χ., γράφοντας:

```
ex:Van      rdf:type    rdfs:Class .
ex:Truck    rdf:type    rdfs:Class .
```

κλπ. Παρόλα αυτά, οι προτάσεις αυτές καθ' αυτές, περιγράφουν μόνο την κάθε κλάση ξεχωριστά. Ο `example.org` μπορεί να θέλει να καθορίσει και τις σχέσεις τους με την κλάση `ex:MotorVehicle`, να καθορίσει δηλαδή ότι αποτελούν ένα συγκεκριμένο είδος `Motor Vehicle`.

Αυτού του είδους η σχέση ανάμεσα σε δύο κλάσεις, περιγράφεται με τη χρήση της προκαθορισμένης ιδιότητας `rdfs:subClassOf`, για τη συσχέτιση των δύο κλάσεων. Για παράδειγμα, για να δηλώσουμε ότι το `ex:Van` είναι ένα εξειδικευμένο είδος `ex:MotorVehicle`, θα γράφαμε την ακόλουθη πρόταση RDF:

```
ex:Van    rdfs:subClassOf    ex:MotorVehicle .
```

Το νόημα της σχέσης `rdfs:subClassOf`, είναι ότι κάθε στιγμιότυπο της κλάσης `ex:Van` αποτελεί ταυτόχρονα και στιγμιότυπο της κλάσης `ex:MotorVehicle`. Συνεπώς, εάν ο πόρος `exthings:companyVan` είναι ένα στιγμιότυπο του `ex:Van`, τότε με βάση τη σχέση `rdfs:subClassOf`, ένα πρόγραμμα λογισμικού RDF που έχει τη δυνατότητα να «κατανοεί» το λεξιλόγιο του RDF Schema, μπορεί αυτόματα να συμπεράνει ότι ο πόρος `exthings:companyVan` αποτελεί ταυτόχρονα και στιγμιότυπο του `ex:MotorVehicle`.

Το παραπάνω παράδειγμα, επεξηγεί κατά κάποιο τρόπο κι αυτό που αναφέραμε νωρίτερα, ότι δηλαδή το RDF αυτό καθ' αυτό δεν ορίζει το ιδιαίτερο νόημα των όρων του λεξιλογίου του RDF Schema, όπως π.χ. το `rdfs:subClassOf`. Έτσι, εάν ένα RDF Schema καθορίζει τη σχέση `rdfs:subClassOf` ανάμεσα στο `ex:Van` και `ex:MotorVehicle`, ένα πρόγραμμα λογισμικού που δεν «κατανοεί» τους όρους του RDF Schema, θα αναγνώριζε αυτή την τριπλέτα με predicate το `rdfs:subClassOf`, αλλά δε θα ήταν σε θέση να ερμηνεύσει την ειδική σημασία του `rdfs:subClassOf` και δεν θα είχε τη δυνατότητα να συμπεράνει ότι το `exthings:companyVan` αποτελεί ταυτόχρονα και στιγμιότυπο του `ex:MotorVehicle`.

Επίσης, η ιδιότητα `rdfs:subClassOf` είναι *μεταβατική (transitive)*. Αυτό σημαίνει ότι για παράδειγμα εάν έχουμε τις προτάσεις RDF:

```
ex:Van      rdfs:subClassOf  ex:MotorVehicle .
ex:MiniVan  rdfs:subClassOf  ex:Van .
```

το RDF Schema ορίζει ότι το `ex:MiniVan` είναι ταυτόχρονα και υποκλάση του `ex:MotorVehicle`. Αξίζει να σημειωθεί ότι μία κλάση μπορεί να είναι υποκλάση περισσότερων από μία κλάσεων (για παράδειγμα, η κλάση `ex:MiniVan` μπορεί να είναι υποκλάση τόσο του `ex:Van` όσο και του `ex:PassengerVehicle`) και ότι το RDF Schema ορίζει ότι όλες οι κλάσεις είναι υποκλάσεις της `rdfs:Resource`. Η Εικόνα 5, απεικονίζει την ιεραρχία των κλάσεων που περιγράψαμε παραπάνω



Εικόνα 5: Απεικόνιση ιεραρχίας κλάσεων με RDF Schema

Το παραπάνω σχήμα μπορεί να περιγραφεί με τη χρήση triples ως εξής:

ex:MotorVehicle	rdf:type	rdfs:Class .
ex:PassengerVehicle	rdf:type	rdfs:Class .
ex:Van	rdf:type	rdfs:Class .
ex:Truck	rdf:type	rdfs:Class .
ex:MiniVan	rdf:type	rdfs:Class .
ex:PassengerVehicle	rdfs:subClassOf	ex:MotorVehicle .
ex:Van	rdfs:subClassOf	ex:MotorVehicle .
ex:Truck	rdfs:subClassOf	ex:MotorVehicle .
ex:MiniVan	rdfs:subClassOf	ex:Van .
ex:MiniVan	rdfs:subClassOf	ex:PassengerVehicle .

και με τη χρήση RDF/XML:

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [<!ENTITY xsd
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">]>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xml:base="http://example.org/schemas/vehicles">

  <rdfs:Class rdf:ID="MotorVehicle"/>

  <rdfs:Class rdf:ID="PassengerVehicle">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>
  </rdfs:Class>

  <rdfs:Class rdf:ID="Truck">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>
  </rdfs:Class>
  </rdf:RDF>
  
```

```
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="Van">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="MiniVan">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Van"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#PassengerVehicle"/>
</rdfs:Class>

</rdf:RDF>
```

3.5.2 Περιγραφή Ιδιοτήτων

Εκτός από την περιγραφή συγκεκριμένων *κλάσεων* πραγμάτων, το RDF Schema δίνει και τη δυνατότητα περιγραφής συγκεκριμένων *ιδιοτήτων* που χαρακτηρίζουν αυτές τις κλάσεις πραγμάτων (όπως την ιδιότητα `rearSeatLegRoom` για την περιγραφή ενός οχήματος). Στο RDF σχήμα, οι ιδιότητες περιγράφονται χρησιμοποιώντας την RDF κλάση `rdf:Property` και τις ιδιότητες του RDF Schema `rdfs:domain`, `rdfs:range`, και `rdfs:subPropertyOf`. Το RDF Schema παρέχει επίσης ένα λεξιλόγιο για να περιγράψει πώς οι ιδιότητες και οι κλάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί σε δεδομένα RDF. Η σημαντικότερη πληροφορία αυτού του είδους, παρέχεται με τη χρησιμοποίηση των ιδιοτήτων του RDF Schema `rdfs:range` και `rdfs:domain`, για να περιγράψουν περαιτέρω τις ιδιότητες μιας συγκεκριμένης εφαρμογής.

Η ιδιότητα `rdfs:range` χρησιμοποιείται για να δείξει ότι οι τιμές μιας συγκεκριμένης ιδιότητας, αποτελούν στιγμιότυπα μιας οριζόμενης κλάσης. Για παράδειγμα, εάν ο `example.org` ήθελε να καθορίσει ότι η ιδιότητα `ex:author` έχει τιμές που είναι στιγμιότυπα της κλάσης `ex:Person`, θα γράφαμε:

```
ex:Person rdf:type rdfs:Class.
ex:author rdf:type rdf:Property.
ex:author rdfs:range ex:Person.
```

Οι προτάσεις αυτές, καθορίζουν ότι το `ex:Person` είναι μία κλάση, το `ex:author` είναι μία ιδιότητα και ότι οι RDF προτάσεις που χρησιμοποιούν την ιδιότητα `ex:author`, έχουν τα στιγμιότυπα του `ex:Person` ως objects.

Μία ιδιότητα, για παράδειγμα η `ex:hasMother`, μπορεί να έχει καμία, μία ή περισσότερες από μια ιδιότητες range. Εάν η `ex:hasMother` δεν έχει καμία ιδιότητα range, τότε τίποτα δεν

λέγεται για τις τιμές της ιδιότητας `ex:hasMother`. Εάν η `ex:hasMother` έχει μία `range` ιδιότητα, για παράδειγμα την `ex:Person`, αυτό λέει ότι οι τιμές της ιδιότητας `ex:hasMother` είναι στιγμιότυπα της κλάσης `ex:Person`. Εάν η `ex:hasMother` έχει περισσότερες από μία `range` ιδιότητες, για παράδειγμα την `ex:Person` και την `ex:Female`, αυτό λέει ότι οι τιμές της ιδιότητας `ex:hasMother` αποτελούν πόρους που είναι στιγμιότυπα όλων των κλάσεων οι οποίες έχουν καθοριστεί ως `ranges`, δηλαδή ότι οποιαδήποτε τιμή της `ex:hasMother` είναι και `ex:Female` και `ex:Person`. Τέλος, το `rdfs:range` μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να δείξει ότι η τιμή μιας ιδιότητας μπορεί να δίνεται και από ένα κυριολέκτημα (literal - βλ. Ενότητα 3.4.2).

Η ιδιότητα `rdfs:domain` χρησιμοποιείται για να δείξει ότι μία συγκεκριμένη ιδιότητα ισχύει για μία οριζόμενη κλάση. Παραδείγματος χάριν, εάν ο `example.org` ήθελε να καθορίσει ότι η ιδιότητα `ex:author` ισχύει για τα στιγμιότυπα της κλάσης `ex:Book`, θα γράφαμε:

```
ex:Book rdfs:type rdfs:Class.  
ex:author rdfs:type rdf:Property.  
ex:author rdfs:domain ex:Book.
```

Οι προτάσεις αυτές, υποδηλώνουν ότι το `ex:Book` είναι μία κλάση, το `ex:author` είναι μία ιδιότητα και ότι οι RDF προτάσεις που χρησιμοποιούν την ιδιότητα `ex:author`, έχουν τα στιγμιότυπα του `ex:Book` ως `subjects`.

Μια δεδομένη ιδιότητα, για παράδειγμα η `externs:weight`, μπορεί να έχει καμία, μία ή περισσότερες από μία ιδιότητες `domain`. Εάν η `externs:weight` δεν έχει καμία ιδιότητα `domain`, τότε τίποτα δεν λέγεται για τους πόρους με τους οποίους η `externs:weight` μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Εάν η `externs:weight` έχει μία ιδιότητα `domain`, για παράδειγμα την `ex:Book`, αυτό λέει ότι η ιδιότητα `externs:weight` ισχύει για τα στιγμιότυπα της κλάσης `ex:Book`. Εάν η `externs:weight` έχει περισσότερες από μία ιδιότητες `domain`, για παράδειγμα την `ex:Book` και την `ex:MotorVehicle`, αυτό λέει ότι οποιοσδήποτε πόρος που έχει μια ιδιότητα `externs:weight` αποτελεί στιγμιότυπο όλων των κλάσεων που έχουν οριστεί ως `domains`, δηλαδή οποιοσδήποτε πόρος που έχει μία ιδιότητα `externs:weight` είναι ταυτόχρονα και `ex:Book` και `ex:MotorVehicle`.

Τέλος, το RDF σχήμα παρέχει τη δυνατότητα να ειδικευτούν οι ιδιότητες, όπως και οι

κλάσεις. Αυτή η σχέση ειδίκευσης μεταξύ δύο ιδιοτήτων, περιγράφεται χρησιμοποιώντας την προκαθορισμένη ιδιότητα `rdfs:subPropertyOf`. Για παράδειγμα, εάν τα `ex:primaryDriver` και `ex:driver` είναι και οι δύο ιδιότητες, ο `example.org` θα μπορούσε να περιγράψει αυτές τις ιδιότητες, και το γεγονός ότι το `ex:primaryDriver` είναι μία ειδική περίπτωση του `ex:driver`, με τις εξής RDF προτάσεις:

```
ex:driver rdf:type rdf:Property.  
ex:primaryDriver rdf:type rdf:Property.  
ex:primaryDriver rdfs:subPropertyOf ex:driver.
```

Το νόημα της σχέσης `rdfs:subPropertyOf`, είναι ότι εάν ένα στιγμίοτυπο `exstaff:fred` είναι ένας `ex:primaryDriver` του στιγμιότυπου `ex:companyVan`, τότε σύμφωνα με το RDF Schema, το `exstaff:fred` είναι επίσης και `ex:driver` του `ex:companyVan`.

Μια ιδιότητα, μπορεί να είναι υπο-ιδιότητα καμίας, μίας ή περισσότερων ιδιοτήτων. Οι ιδιότητες του RDF Schema `rdfs:range` και `rdfs:domain` που ισχύουν για μια ιδιότητα, ισχύουν επίσης για κάθε μία από τις υπο-ιδιότητές αυτής. Έτσι, στο παραπάνω παράδειγμα, το RDF Schema καθορίζει το `ex:primaryDriver` επίσης να έχει `rdfs:domain` το `ex:MotorVehicle`, λόγω της σχέσης `subproperty` με το `ex:driver`.

Μία ενδεικτική RDF/XML αναπαράσταση του σχήματος με κάποιες από τις ιδιότητες που περιγράψαμε, θα μπορούσε να είναι η εξής:

```
<?xml version="1.0"?>  
<!DOCTYPE rdf:RDF [<!ENTITY xsd  
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">]>  
<rdf:RDF  
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"  
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"  
  xml:base="http://example.org/schemas/vehicles">  
  
  <rdfs:Class rdf:ID="MotorVehicle"/>  
  
  <rdfs:Class rdf:ID="PassengerVehicle">  
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>  
  </rdfs:Class>  
  
  <rdfs:Class rdf:ID="Truck">  
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>  
  </rdfs:Class>  
  
  <rdfs:Class rdf:ID="Van">  
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>  
  </rdfs:Class>
```

```
<rdfs:Class rdf:ID="MiniVan">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Van"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#PassengerVehicle"/>
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="Person"/>

<rdfs:Datatype rdf:about="xsd:integer"/>

<rdf:Property rdf:ID="registeredTo">
  <rdfs:domain rdf:resource="#MotorVehicle"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Person"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="rearSeatLegRoom">
  <rdfs:domain rdf:resource="#PassengerVehicle"/>
  <rdfs:range rdf:resource="xsd:integer"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="driver">
  <rdfs:domain rdf:resource="#MotorVehicle"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="primaryDriver">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#driver"/>
</rdf:Property>

</rdf:RDF>
```

Το RDF Schema μπορεί να θεωρηθεί μία στοιχειώδης γλώσσα για τη συγγραφή *οντολογιών*. Εντούτοις, είναι απαραίτητη η ύπαρξη πιο ισχυρών γλωσσών για την μοντελοποίηση οντολογιών, οι οποίες επεκτείνουν το RDF Schema και επιτρέπουν την αναπαράσταση περισσότερο πολύπλοκων σχέσεων ανάμεσα σε αντικείμενα του Παγκόσμιου Ιστού. Αυτές τις γλώσσες εξετάζουμε στη συνέχεια.

3.6 Οντολογίες

Η «εκφραστικότητα» του RDF και του RDF Schema που περιγράψαμε στις προηγούμενες ενότητες, είναι σκόπιμα περιορισμένη. Το RDF περιορίζεται στην περιγραφή subjects, predicates και objects, ενώ το RDF Schema περιορίζεται σχεδόν σε μία ιεραρχία υποκλάσεων και ιδιοτήτων, με ορισμούς κλίμακας και τομέα (range και domain) γι' αυτές τις ιδιότητες. Εντούτοις, η ομάδα εργασίας *Web Ontology Working Group* [44] του W3C, έχει επισημάνει μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις για το Σημασιολογικό Ιστό, όπου απαιτείται πολύ μεγαλύτερη «εκφραστικότητα» από αυτή που είναι σε θέση να προσφέρουν το RDF και το RDF Schema. Για παράδειγμα, μπορεί να απαιτούνται τα εξής:

- Περιορισμοί πληθικότητας (cardinality constraints) στις ιδιότητες, ότι π.χ. ένα άτομο μπορεί να έχει *ακριβώς μόνο ένα* βιολογικό πατέρα.

- Η δυνατότητα καθορισμού μιας ιδιότητας ως μεταβατικής (transitive), π.χ. εάν $A \text{ ex:hasAncestor } B$ και $B \text{ ex:hasAncestor } C$, τότε $A \text{ ex:hasAncestor } C$.
- Η δυνατότητα καθορισμού μίας ιδιότητας ως μοναδικού αναγνωριστικού (unique identifier) για τα στιγμιότυπα μιας συγκεκριμένης κλάσης.
- Η δυνατότητα καθορισμού ότι δύο διαφορετικές κλάσεις (δηλαδή με διαφορετικά URIs), στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύουν την ίδια κλάση.
- Η δυνατότητα καθορισμού ότι δύο διαφορετικά στιγμιότυπα (δηλαδή με διαφορετικά URIs), στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύουν το ίδιο πράγμα.
- Η δυνατότητα καθορισμού περιορισμών στην κλίμακα (range) ή στην πληθικότητα (cardinality) μίας ιδιότητας, οι οποίοι να εξαρτώνται από την κλάση του πόρου στην οποία αναφέρεται μία ιδιότητα, π.χ. η δυνατότητα ορισμού ότι για μία ομάδα ποδοσφαίρου η ιδιότητα ex:hasPlayers έχει έντεκα τιμές, ενώ για μία ομάδα καλαθοσφαίρισης η ίδια ιδιότητα μπορεί να έχει μόνο πέντε τιμές.
- Η δυνατότητα περιγραφής νέων κλάσεων που προκύπτουν από συνδυασμούς (π.χ. από ενώσεις και τομές) άλλων κλάσεων, ή η δυνατότητα καθορισμού περιορισμών μη επικάλυψης (disjoint constraint) για δύο κλάσεις (π.χ. ένας πόρος δε μπορεί να αποτελεί στιγμιότυπο και των δύο κλάσεων).

Ένας μεγάλος αριθμός ερευνητικών ομάδων τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ευρώπη, επισήμαναν εδώ και καιρό την ανάγκη ύπαρξης πιο ισχυρών γλωσσών μοντελοποίησης *οντολογιών*. Αυτό είχε σαν συνέπεια τη δημιουργία μιας πλουσιότερης γλώσσας με την ονομασία DAML-OIL [4], που προήλθε από τη συνένωση του ονόματος της αμερικανικής πρότασης DAML-ONT και της ευρωπαϊκής πρότασης OIL. Στη συνέχεια, η DAML-OIL αποτέλεσε το σημείο εκκίνησης για την ομάδα εργασίας Web Ontology Working Group του W3C, από την οποία τελικά προέκυψε η δημιουργία της OWL (Web Ontology Language) με σκοπό να αποτελέσει ένα πρότυπο γλώσσας οντολογιών για το Σημασιολογικό Ιστό.

Και οι δύο αυτές γλώσσες, βασίζονται στο RDF και στο RDF Schema (και οι δύο παρέχουν όλες τις επιπρόσθετες δυνατότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω). Στόχος τους είναι να παρέχουν επιπλέον σημασιολογία επεξεργάσιμη από υπολογιστές, δηλαδή να κάνουν τις αναπαραστάσεις των πόρων στους υπολογιστές να μοιάζουν περισσότερο με αυτές του πραγματικού κόσμου. Παρά το γεγονός ότι αυτές οι επιπλέον δυνατότητες δεν είναι απαραίτητες για τη δημιουργία χρήσιμων εφαρμογών βασισμένων στο RDF, η ανάπτυξη

τέτοιων γλωσσών αποτελεί ιδιαίτερα ενεργό κομμάτι της ανάπτυξης του Σημασιολογικού Ιστού.

3.6.1 Απαιτήσεις Γλώσσών Μοντελοποίησης Οντολογιών

Η έννοια της οντολογίας χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Αριστοτέλη και αφορούσε την κατηγοριοποίηση των όντων από φιλοσοφικής άποψης καθώς και τον προσδιορισμό των κοινών τους γνωρισμάτων. Τηρουμένων των αναλογιών, με την ίδια σχεδόν έννοια χρησιμοποιείται και στα πλαίσια του Σημασιολογικού Ιστού. Συγκεκριμένα, οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για να επεξηγήσουν τους όρους και τις έννοιες που περιγράφουν και αναπαριστούν τη γνώση πάνω σε ένα συγκεκριμένο τομέα π.χ. στην πληροφορική. Οι οντολογίες περιέχουν ορισμούς για τις βασικές έννοιες του κάθε τομέα, καθώς και για τις σχέσεις που έχουν μεταξύ τους, δημιουργώντας έτσι ένα κοινό λεξιλόγιο για τα μέλη κάθε κοινότητας. Για να γίνει δυνατή η απεικόνιση όλης αυτής της γνώσης, οι οντολογίες ορίζουν και χρησιμοποιούν κλάσεις που αντιστοιχούν στα βασικά αντικείμενα του χώρου στον οποίο αναφέρονται, τις σχέσεις που υπάρχουν και που συνδέουν τις κλάσεις αυτές και τέλος ορίζουν τα επιμέρους γνωρίσματα και χαρακτηριστικά του κάθε αντικειμένου τους.

Οι γλώσσες οντολογιών, δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να αναπαριστούν με ξεκάθαρο τρόπο domain models. Οι κύριες απαιτήσεις από αυτές είναι [1]:

- Καλά-ορισμένη σύνταξη (well-defined syntax),
- Τυπική σημασιολογία (formal semantics).
- Αποτελεσματική υποστήριξη συλλογισμών (efficient reasoning support).
- Επαρκή εκφραστική δύναμη (efficient expressive power).
- Ευκολία στην έκφραση (convenience of expression).

Η σημασία της *καλά-ορισμένης σύνταξης* είναι ξεκάθαρη και γνωστή από το χώρο των γλωσσών προγραμματισμού. Αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την επεξεργασία πληροφοριών από υπολογιστές. Όλες οι γλώσσες που περιγράψαμε μέχρι τώρα, έχουν μία καλά-καθορισμένη σύνταξη. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η DAML-OIL και η OWL βασίζονται στο RDF και στο RDF Schema, οπότε έχουν παρόμοια σύνταξη. Φυσικά, είναι υπό συζήτηση το κατά πόσο η βασισμένη στην XML σύνταξη του RDF, είναι αρκετά φιλική προς τον χρήστη. Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις που είναι περισσότερο φιλικές προς το χρήστη, όπως για παράδειγμα η σύνταξη της OIL. Γεγονός όμως είναι, ότι αυτό το

μειονέκτημα δεν είναι και τόσο σημαντικό, μιας και οι χρήστες μπορούν να αναπτύσσουν τις δικές τους οντολογίες με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων ανάπτυξης οντολογιών, αντί να γράφουν απευθείας DAML-OIL ή OWL.

Η τυπική σημασιολογία (formal semantics), περιγράφει το νόημα της γνώσης με ακρίβεια. Όταν λέμε *με ακρίβεια*, εννοούμε ότι η σημασιολογία δεν αναφέρεται σε υποκειμενικές κρίσεις ούτε είναι ανοιχτή σε διαφορετικές ερμηνείες από διαφορετικούς ανθρώπους (ή διαφορετικούς υπολογιστές). Η σημασία της τυπικής σημασιολογίας είναι καθιερωμένη για παράδειγμα στο χώρο της μαθηματικής λογικής. Μία χρήση της τυπικής σημασιολογίας είναι για τη διευκόλυνση της διαδικασίας συλλογισμού γύρω από τη γνώση (reasoning about knowledge). Όσον αφορά την οντολογική γνώση, η διαδικασία συλλογισμού μπορεί να αναφέρεται στα εξής:

- *Συμμετοχή σε κλάσεις (class membership)*. Εάν το χ αποτελεί στιγμιότυπο της κλάσης C , και η C είναι υποκλάση της D , τότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το χ είναι και στιγμιότυπο της D .
- *Ισοδυναμία κλάσεων*. Εάν η κλάση A είναι ισοδύναμη της κλάσης B και η κλάση B είναι ισοδύναμη της κλάσης C , τότε η κλάση A είναι ισοδύναμη και της κλάσης C .
- *Συνάφεια*. Ας υποθέσουμε ότι το χ είναι ένα στιγμιότυπο της κλάσης A και ότι
 - ο η A είναι υποκλάση της $A \cap B$
 - ο η A είναι υποκλάση της D
 - ο οι B και D είναι μη επικαλυπτόμενες (disjoint).

Σε αυτή την περίπτωση έχουμε πρόβλημα γιατί η A θα έπρεπε να είναι κενή, αλλά έχει το στιγμιότυπο χ . Αυτό αποτελεί ένδειξη σφάλματος στην οντολογία.

- *Κατηγοριοποίηση*. Εάν έχουμε καθορίσει ότι συγκεκριμένα ζεύγη ιδιοτήτων-τιμών αποτελούν ικανή συνθήκη για συμμετοχή σε μία κλάση A , τότε εάν ένα στιγμιότυπο ικανοποιεί αυτές τις συνθήκες, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το χ αποτελεί στιγμιότυπο της κλάσης A .

Η σημασιολογία είναι προαπαιτούμενο για την υποστήριξη της διαδικασίας συλλογισμού. Συμπεράσματα όπως τα προηγούμενα μπορούν να βγουν αυτόματα αντί να υπολογίζονται με το χέρι. Η υποστήριξη συλλογισμών (reasoning support) είναι σημαντική γιατί επιτρέπει:

- Τον έλεγχο της συνάφειας της οντολογίας και της γνώσης,
- Τον έλεγχο ανεπιθύμητων σχέσεων ανάμεσα σε κλάσεις,

- Την αυτόματη ταξινόμηση στιγμιotypων κλάσεων.

Η αυτοματοποιημένη υποστήριξη συλλογισμών επιτρέπει τον έλεγχο πολλών περισσότερων περιπτώσεων από όσες θα μπορούσαν να ελεγχθούν με το χέρι. Έλεγχτοι όπως οι προηγούμενοι είναι πολύτιμοι για το σχεδιασμό μεγάλων οντολογιών όπου συμμετέχουν πολλαπλοί συγγραφείς, καθώς και για την ολοκλήρωση και το διαμοιρασμό οντολογιών από διάφορες πηγές.

3.6.2 OWL

Οι παραπάνω απαιτήσεις, οδήγησαν την ομάδα εργασίας Web Ontology Working Group του W3C στη δημιουργία της OWL (*Web Ontology Language*) [17, 18]. Η OWL αποτελείται από τρεις υπο-γλώσσες, κάθε μία από τις οποίες σχεδιάστηκε για να ικανοποιεί τις ανάγκες συγκεκριμένων κοινοτήτων χρηστών:

- *OWL Lite*. Η OWL Lite υποστηρίζει τους χρήστες που κυρίως χρειάζονται μία απλή ιεραρχία κατηγοριών και κάποιους απλούς περιορισμούς. Για παράδειγμα, ενώ υποστηρίζει περιορισμούς πληθικότητας, επιτρέπει μόνο τιμές πληθικότητας 0 ή 1. Το βασικό πλεονέκτημα της OWL Lite, είναι ότι αποτελεί μία γλώσσα που είναι εύκολη τόσο στην κατανόηση (για τους χρήστες), όσο και στην εφαρμογή (για τους δημιουργούς εργαλείων λογισμικού). Το μειονέκτημα φυσικά είναι η περιορισμένη εκφραστικότητα που παρέχει.
- *OWL DL*. Η OWL DL υποστηρίζει τους χρήστες που επιθυμούν μέγιστη εκφραστικότητα αλλά παράλληλα θέλουν να εξασφαλίζουν και υπολογιστική πληρότητα (ότι δηλαδή όλοι οι υπολογισμοί θα τελειώσουν σε πεπερασμένο χρόνο). Η OWL DL περιλαμβάνει όλα τα δομικά στοιχεία της OWL, αλλά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο υπό ορισμένους περιορισμούς (για παράδειγμα, ενώ μία κλάση μπορεί να αποτελεί υποκλάση πολλών κλάσεων, μία κλάση δε μπορεί να είναι στιγμιότυπο μίας άλλης κλάσης). Το DL στο όνομα της OWL DL, προέρχεται από το *Description Logics*, το πεδίο έρευνας που εξετάζει τη λογική πίσω από τη φορμαλιστική θεμελίωση της OWL. Το βασικό πλεονέκτημα της OWL DL είναι ότι επιτρέπει την αποτελεσματική υποστήριξη συλλογισμών (*efficient reasoning support*). Το μειονέκτημα είναι ότι χάνεται η πλήρης συμβατότητα με το RDF.
- *OWL Full*. Η OWL Full προορίζεται για χρήστες που επιθυμούν μέγιστη εκφραστικότητα και τη συντακτική ελευθερία που παρέχει το RDF, χωρίς να παρέχονται εγγυήσεις σχετικά με την υπολογιστική πληρότητα. Η OWL Full, δίνει τη

δυνατότητα σε μία οντολογία να ενισχύει το νόημα του προκαθορισμένου (RDF ή OWL) λεξιλογίου. Είναι σχετικά απίθανο, ότι θα υπάρξει λογισμικό που να μπορεί να υποστηρίζει πλήρη συλλογισμό για κάθε χαρακτηριστικό της OWL Full. Το πλεονέκτημά της είναι ότι είναι πλήρως συμβατή με το RDF. Το μειονέκτημα είναι ότι λόγω της εκφραστικότητας και της δύναμης που παρέχει, γίνεται πολύ δύσκολη η πλήρης (ή αποτελεσματική) υποστήριξη συλλογισμών.

Κάθε μία από αυτές τις υπογλώσσες, αποτελεί μία επέκταση της απλούστερης προηγηθείσας γλώσσας, τόσο σχετικά με το τι μπορεί να εκφραστεί, όσο και με το τι συμπέρασμα μπορεί να βγει. Ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις (αλλά όχι οι αντίστροφες):

- Κάθε έγκυρη OWL Lite οντολογία αποτελεί και έγκυρη OWL DL οντολογία.
- Κάθε έγκυρη OWL DL οντολογία αποτελεί και έγκυρη OWL Full οντολογία.
- Κάθε έγκυρο OWL Lite συμπέρασμα αποτελεί και έγκυρο OWL DL συμπέρασμα.
- Κάθε έγκυρο OWL DL συμπέρασμα αποτελεί και έγκυρο OWL Full συμπέρασμα.

Κατά την ανάπτυξη οντολογιών, θα πρέπει να γίνεται επιλογή της κατάλληλης υπογλώσσας, ανάλογα με τις ανάγκες κάθε φορά. Η επιλογή ανάμεσα στην OWL Lite και στην OWL DL, εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο οι χρήστες απαιτούν τα πιο εκφραστικά στοιχεία που παρέχονται από την OWL DL. Η επιλογή ανάμεσα στην OWL DL και στην OWL Full κυρίως εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο οι χρήστες απαιτούν τις ευκολίες μεταμοντελοποίησης που παρέχει το RDF Schema (π.χ. ο ορισμός κλάσεων και η απόδοση ιδιοτήτων σε κλάσεις). Όταν χρησιμοποιείται η OWL Full σε σχέση με την OWL DL, η υποστήριξη συλλογιστικής είναι λιγότερο αναμενόμενη, καθώς πλήρεις υλοποιήσεις της OWL Full δεν υπάρχουν προς το παρόν.

Η OWL Full μπορεί να θεωρηθεί μία επέκταση του RDF, ενώ η OWL Lite και η OWL DL, μπορούν να θεωρηθούν επεκτάσεις μιας περιορισμένης όψης του RDF. Κάθε έγγραφο OWL (Full, DL, Lite) αποτελεί ένα έγγραφο RDF και κάθε έγγραφο RDF αποτελεί ένα έγγραφο OWL Full, αλλά μόνο κάποια έγγραφα RDF μπορούν να είναι έγκυρα OWL Lite ή OWL DL έγγραφα. Εξαιτίας αυτού, θα πρέπει να δίνεται προσοχή όταν π.χ. ο χρήστης θέλει να μετατρέψει ένα έγγραφο RDF σε έγγραφο OWL. Όταν η εκφραστικότητα της OWL DL ή της OWL Lite κρίνεται κατάλληλη, θα πρέπει να παίρνονται προφυλάξεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα του αρχικού RDF εγγράφου με τους επιπλέον περιορισμούς

που επιβάλλονται από την OWL DL και την OWL Lite. Μεταξύ άλλων, κάθε URI που χρησιμοποιείται ως όνομα κλάσης θα πρέπει να είναι τύπου `owl:Class` (το αντίστοιχο ισχύει για τις ιδιότητες), το κάθε «πράγμα» θα πρέπει να ανήκει τουλάχιστον σε μία κλάση και τα URIs που χρησιμοποιούνται για κλάσεις, ιδιότητες και πράγματα, θα πρέπει να είναι μη επικαλυπτόμενα (disjoint).

3.7 Λογική, Αποδείξεις και Εξαγωγή Συμπερασμάτων

Από μία γενικότερη άποψη, τα θέματα που εξετάσαμε στις προηγούμενες ενότητες σχετίζονται όλα με την *αναπαράσταση γνώσης (knowledge representation)*, δηλαδή γνώσης σχετικά με το περιεχόμενο των πόρων του Ιστού, καθώς και γνώσης σχετικά με τις έννοιες ενός συγκεκριμένου τομέα και των σχέσεων μεταξύ αυτών των εννοιών. Οι οντολογίες αποτελούν ένα μόνο κομμάτι της αναπαράστασης γνώσης καθώς αυτή βασίζεται στη *λογική (logic)*. Το επίπεδα *Logic* και *Proof* που είδαμε στην πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική της Εικόνας 1, αναφέρονται στον περαιτέρω εμπλουτισμό των γλωσσών οντολογιών για την αναπαράσταση γνώσης σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Με τον όρο «λογική», εννοούμε την επιστημονική περιοχή που μελετά τις αρχές του συλλογισμού και η οποία έχει τις ρίζες της στην εποχή του Αριστοτέλη. Γενικά, η λογική προσφέρει, πρώτα απ' όλα, *τυπικές γλώσσες (formal languages)* για την αναπαράσταση γνώσης. Δεύτερο, η λογική παρέχει αυτό που αναφέραμε και νωρίτερα ως *τυπική σημασιολογία (formal semantics)*, δηλαδή το νόημα των προτάσεων ορίζεται ρητά χωρίς περιθώρια παρερμηνείας. Τρίτο, παρέχει τη δυνατότητα *αυτόματης εξαγωγής συμπερασμάτων* από δεδομένη γνώση, μετατρέποντας έτσι την άρρητη (implicit) γνώση σε ρητή (explicit). Η τελευταία αυτή δυνατότητα, έχει μελετηθεί εκτεταμένα στο χώρο της τεχνητής νοημοσύνης.

Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω, ας δούμε ένα παράδειγμα εξαγωγής συμπεράσματος ([1]). Ας υποθέσουμε ότι όλοι οι καθηγητές (professors) σε ένα πανεπιστήμιο αποτελούν μέλη μιας σχολής (faculty members), ότι όλα τα μέλη μιας σχολής αποτελούν μέλη του προσωπικού (staff members) του πανεπιστημίου και ότι ο Μίλτος είναι καθηγητής. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να εκφραστούν ως εξής με βάση τους κανόνες της λογικής:

$$\begin{aligned} \text{prof}(X) &\rightarrow \text{faculty}(X) \\ \text{faculty}(X) &\rightarrow \text{staff}(X) \\ \text{prof}(\text{miltos}) \end{aligned}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

```
faculty(miltos)
staff(miltos)
prof(X) → staff(X)
```

Συνεπώς, η λογική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακάλυψη γνώσης που δε δίνεται ξεκάθαρα. Με αυτό τον τρόπο, βοηθάει και στην ανακάλυψη ανεπιθύμητων σχέσεων και ανακολουθιών.

Σημειωτέον, το παραπάνω παράδειγμα περιλαμβάνει γνώση που συνήθως συναντάμε στις οντολογίες. Η λογική παρόλα αυτά είναι πιο γενική από τις οντολογίες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ευφυείς πράκτορες λογισμικού (βλ. Ενότητα 3.9) για τη λήψη αποφάσεων και την επιλογή δράσεων. Για παράδειγμα, ένας ευφυής πράκτορας που χρησιμοποιείται από κάποιο ηλεκτρονικό κατάστημα, μπορεί να αποφασίσει να παρέχει έκπτωση σε έναν πελάτη, βασιζόμενος στον κανόνα

```
loyalCustomer(X) → discount(5%)
```

όπου ο `loyalCustomer` καθορίζεται από δεδομένα τα οποία είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων του καταστήματος. Γενικά, υπάρχει μία εξισορρόπηση ανάμεσα στην εκφραστική δύναμη και στην υπολογιστική αποτελεσματικότητα. Όσο πιο εκφραστική είναι η λογική, τόσο μεγαλύτερη υπολογιστική δύναμη απαιτείται για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα, η εξαγωγή συμπερασμάτων μπορεί να είναι και αδύνατη. Ευτυχώς, η περισσότερη γνώση που σχετίζεται με το Σημασιολογικό Ιστό φαίνεται να έχει μια σχετικά περιορισμένη μορφή. Παραδείγματος χάριν, τα προηγούμενα παραδείγματα περιελάμβαναν κανόνες (*rules*) της μορφής “if conditions, then conclusion” και μόνο ένας πεπερασμένος αριθμός αντικειμένων χρειάστηκε να ληφθεί υπόψη. Αυτό το υποσύνολο της λογικής μπορεί να διαχειριστεί και να υποστηριχθεί εύκολα από αποτελεσματικά εργαλεία συλλογισμού.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της λογικής, είναι ότι μπορεί να παρέχει *εξηγήσεις* (explanations) σχετικά με τα συμπεράσματα που προκύπτουν, εντοπίζοντας τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εξαγωγή ενός συμπεράσματος. Επιπλέον, οι εξηγήσεις αυτές

μπορούν να παρουσιαστούν με τρόπο εύκολα κατανοητό προς τους ανθρώπους, οργανώνοντας μία απόδειξη ως ένα φυσικό πόρισμα και ομαδοποιώντας κάποια λεπτομερή βήματα για την εξαγωγή του συμπεράσματος σε μετα-βήματα (metasteps), τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ως ένα βήμα απόδειξης. Εν τέλει, μία εξήγηση θα συσχετίσει μία απάντηση με μία δεδομένη σειρά γεγονότων και με τους κανόνες εξαγωγής συμπερασμάτων που ακολουθήθηκαν.

Οι εξηγήσεις είναι πολύ σημαντικές για το Σημασιολογικό Ιστό γιατί αυξάνουν την εμπιστοσύνη των χρηστών στους ευφυείς πράκτορες. Οι εξηγήσεις είναι επίσης απαραίτητες για τις δραστηριότητες μεταξύ πρακτόρων. Παρά το γεγονός ότι κάποιοι πράκτορες έχουν τη δυνατότητα να βγάζουν και συμπεράσματα, άλλοι πράκτορες έχουν μόνο την ικανότητα να επικυρώνουν τις αποδείξεις, δηλαδή να επαληθεύουν τους «ισχυρισμούς» άλλων πρακτόρων. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι ο Πράκτορας Α που αντιπροσωπεύει ένα online κατάστημα, στέλνει ένα μήνυμα «Οφειλής 80 €» (σε μία κατάλληλη γλώσσα επεξεργάσιμη από υπολογιστή) στον Πράκτορα Β που αντιπροσωπεύει έναν πελάτη του καταστήματος. Ο Πράκτορας Β μπορεί να ζητήσει εξηγήσεις και ο Πράκτορας Α να ανταποκριθεί με μία ακολουθία της μορφής

Αρχείο καταγραφής αγοράς αξίας μεγαλύτερης των 80 €
Απόδειξη παράδοσης (π.χ. κωδικός *courier*)
Κανόνας από τους όρους αγοράς του καταστήματος:
 $\text{purchase}(X, \text{Item}) \wedge \text{price}(\text{Item}, \text{Price}) \wedge \text{delivered}(\text{Item}, X)$
 $\rightarrow \text{owes}(X, \text{Price})$

Συνεπώς, τα γεγονότα συνήθως θα συσχετιστούν με κάποια διεύθυνση στον Ιστό (η εγκυρότητα της οποίας θα επαληθευθεί από πράκτορες) και οι κανόνες μπορεί να αποτελούν μέρος μίας μοιραζόμενης οντολογίας εμπορίου, ή πολιτική του online καταστήματος.

Προκειμένου η λογική να είναι χρήσιμη στα πλαίσια του Παγκόσμιο Ιστού, θα πρέπει να είναι «εύχρηστη» μαζί με άλλα δεδομένα καθώς και επεξεργάσιμη από υπολογιστές. Η πρόοδος όσον αφορά την αναπαράσταση λογικής γνώσης και αποδείξεων στο Σημασιολογικό Ιστό, προχωράει με πιο αργούς ρυθμούς σε σχέση με τα άλλα επίπεδα που εξετάσαμε νωρίτερα, αλλά παρόλα αυτά μέχρι σήμερα έχουν προταθεί αρκετές προσεγγίσεις. Αρχικά οι προτάσεις επικεντρώθηκαν στο επίπεδο της XML, αλλά γρήγορα έγινε κατανοητό ότι οι κανόνες και οι αποδείξεις θα πρέπει να αναπαρίστανται στο επίπεδο του RDF και των γλωσσών μοντελοποίησης οντολογιών όπως η DAML-OIL και η OWL. Πρόσφατα, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον ένα υποψήφιο πρότυπο του W3C με την ονομασία SPARQL [38] το

οποίο παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας ερωτημάτων και την ανάκτηση πληροφοριών από δεδομένα RDF. Επίσης, έχουν προταθεί και κάποιες γλώσσες κανόνων όπως η *RuleML* [25], αλλά αυτές περισσότερο αποτελούν εφαρμογές πειραματικού επιπέδου με στόχο να επιδείξουν την αξία της διαδικασίας συλλογισμού, χωρίς να έχουν υιοθετηθεί ευρέως και απέχοντας πολύ από την προτυποποίηση. Σε αυτή την κατεύθυνση όμως, κινείται μία άλλη γλώσσα για την αναπαράσταση κανόνων και συλλογισμών η οποία αποτελεί συνδυασμό της OWL και της RuleML, με την ονομασία *SWRL* [40]. Παρόλα αυτά, θα χρειαστεί αρκετός χρόνος ακόμα μέχρι να αποφασιστεί μία κοινή γραμμή όσον αφορά τις βέλτιστες πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται και την απαιτούμενη λειτουργικότητα από τα εργαλεία συλλογισμού.

3.8 Εμπιστοσύνη (Trust)

Το τελευταίο επίπεδο της Εικόνας 1, αναφέρεται σε θέματα εμπιστοσύνης στα πλαίσια της εφαρμογής του Σημασιολογικού Ιστού. Οι εργασίες του W3C σε αυτό το επίπεδο, δεν έχουν προχωρήσει ακόμα με τους ρυθμούς των προηγούμενων επιπέδων, αλλά παρόλα αυτά αποτελεί ακόμα ένα ενεργό πεδίο έρευνας όπου αναμένονται σημαντικές εξελίξεις στο προσεχές μέλλον.

Μία βασική δυσκολία που προκύπτει, είναι ότι λόγω της φύσης του, ο Σημασιολογικός Ιστός αποτελεί ένα αχανές σύστημα στο οποίο ο καθένας μπορεί να συμμετέχει. Αυτό το χαρακτηριστικό του Σημασιολογικού Ιστού, εύλογα δημιουργεί το ερώτημα του κατά πόσο μπορούμε να εμπιστευόμαστε την κάθε πηγή πληροφοριών σε αυτόν. Μία λύση που έχει προταθεί σε σχέση με το παραπάνω πρόβλημα, είναι η χρήση των ψηφιακών πιστοποιητικών (*digital signatures*). Τα ψηφιακά πιστοποιητικά, παρέχουν αποδείξεις ότι ένα συγκεκριμένο πρόσωπο έχει γράψει (ή συμφωνεί με) ένα έγγραφο ή μία πρόταση. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να ξέρουμε ποιος έχει δημιουργήσει (ή έχει εγκρίνει), για παράδειγμα, κάποιες RDF προτάσεις που μας ενδιαφέρουν και να ρυθμίσουμε ανάλογα ένα πρόγραμμα επεξεργασίας των προτάσεων, σχετικά με το ποιες «υπογραφές» μπορεί να εμπιστευτεί και ποιες όχι.

Κάτι άλλο που αναφέρεται συχνά, είναι ο λεγόμενος «Ιστός Εμπιστοσύνης» (*Web of Trust*), όπου ο κάθε χρήστης γνωρίζει μία μικρή ομάδα άλλων χρηστών τους οποίους εμπιστεύεται, κάθε ένας από αυτούς τους χρήστες εμπιστεύεται άλλους χρήστες, κ.ο.κ., με αποτέλεσμα να δημιουργείται μία αλληλουχία δικτύων εμπιστοσύνης. Η έννοια του Web of Trust, διατυπώθηκε από το δημιουργό του δημοφιλούς λογισμικού κρυπτογράφησης *PGP* (*Pretty*

Good Privacy)⁴ Philip Zimmermann, ως κάτι αντίστοιχο του πρωτοκόλλου PKI (Public Key Infrastructure), σύμφωνα με τον οποίον:

“As time goes on, you will accumulate keys from other people that you may want to designate as trusted introducers. Everyone else will each choose their own trusted introducers. And everyone will gradually accumulate and distribute with their key a collection of certifying signatures from other people, with the expectation that anyone receiving it will trust at least one or two of the signatures. This will cause the emergence of a decentralized fault-tolerant web of confidence for all public keys.”

Κάτι αντίστοιχο (χωρίς όμως απαραίτητα τη χρήση PKI), εφαρμόζεται ήδη με επιτυχία, π.χ. στο *ebay.com*, όπου απλοί αγοραστές δημοσιεύουν τη γνώμη τους σχετικά με την αξιοπιστία ενός πωλητή είτε με τη μορφή σχολίων είτε με τη μορφή βαθμολογίας, επηρεάζοντας έτσι ανάλογα την εμπιστοσύνη των δυνητικών αγοραστών.

Σε γενικές γραμμές, παρά το γεγονός ότι η εμπιστοσύνη εμφανίζεται στο υψηλότερο σημείο της «πυραμίδας» των τεχνολογιών που περιγράψαμε μέχρι τώρα, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, μιας και ο Ιστός θα μπορέσει να οδηγηθεί στο μέγιστο των δυνατοτήτων του, όταν οι χρήστες αρχίσουν να εμπιστεύονται τις λειτουργίες του και την ποιότητα των πληροφοριών που παρέχει.

3.9 Ευφυείς Πράκτορες Λογισμικού

Οι *ευφυείς πράκτορες λογισμικού* (*intelligent software agents*) [3, 12], παρότι δεν αποτελούν μέρος της πυραμίδας του Σημασιολογικού Ιστού, όπως είδαμε και νωρίτερα, είναι κατά κάποιο τρόπο ο συνδετικός κρίκος ανάμεσα σε όλες τις τεχνολογίες που εξετάσαμε μέχρι τώρα και γι' αυτό το λόγο παρουσιάζουμε μια συνοπτική περιγραφή τους παρακάτω.

Οι ευφυείς πράκτορες είναι προγράμματα λογισμικού, τα οποία πραγματοποιούν λειτουργίες και επεξεργασία δεδομένων για λογαριασμό ενός χρήστη ή ενός άλλου προγράμματος. Υπάρχει ένα βαθμός ανεξαρτησίας και αυτονομίας στη λειτουργία τους, πάντα όμως καθοδηγούνται από τα κριτήρια και τις απαιτήσεις που έχει ορίσει ο χρήστης ή το πρόγραμμα λογισμικού για λογαριασμό του οποίου δρα ένας πράκτορας. Υπάρχουν διαφορετικά ήδη πρακτόρων ανάλογα με τη λειτουργία που καλούνται να επιτελέσουν. Έτσι

⁴ <http://www.pgpi.org/>

μπορούμε να έχουμε πράκτορες που φέρνουν εις πέρας εξειδικευμένες αναζητήσεις ή που κάνουν έρευνα αγοράς για ένα προϊόν που έχει ζητήσει ο χρήστης και στη συνέχεια αγοράζουν αυτό που ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές και στα οικονομικά κριτήρια που έχει θέσει ο χρήστης. Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, επικοινωνούν και συνεργάζονται και με άλλους πράκτορες, οι οποίοι τους βοηθούν να συγκεντρώσουν πιο εύκολα τα δεδομένα που αναζητούν. Όσον αφορά το Σημαιολογικό Ιστό, οι πράκτορες ουσιαστικά αντλούν, ταξινομούν και επεξεργάζονται την πληροφορία που συλλέγουν από τον Ιστό και είναι σχεδιασμένοι ώστε η πληροφορία αυτή να πληροί τα κριτήρια και τις απαιτήσεις των χρηστών. Κατά τη διάρκεια της αναζήτησης σχηματίζεται στην ουσία μια αλυσίδα πληροφοριακής αξίας (*information value chain*). Αυτό σημαίνει ότι όταν ένας πράκτορας δεχθεί εντολή για μια αναζήτηση, αφού επεξεργαστεί και αναλύσει τα απαιτούμενα κριτήρια, τα αποστέλλει και σε άλλους πράκτορες που έχει εντοπίσει στο διαδίκτυο. Η αλληλεπίδραση αυτή των πρακτόρων δημιουργεί την αλυσίδα πληροφοριακής αξίας, στην οποία κάθε πράκτορας επεξεργάζεται την τεράστια ποσότητα δεδομένων που έχει στη διάθεσή του μέσω του διαδικτύου και σταδιακά τα μειώνει προσανατολισμένος στην απάντηση που αναμένει ο χρήστης.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι πράκτορες δεν πρόκειται να αντικαταστήσουν τους «ανθρώπινους» χρήστες στο Σημαιολογικό Ιστό, ούτε απαραίτητα να παίρνουν αποφάσεις για λογαριασμό τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο ρόλος τους θα είναι να συλλέγουν και να οργανώνουν πληροφορίες και στη συνέχεια να παρουσιάζουν επιλογές στο χρήστη για να διαλέξει, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση που ένας πράκτορας αναζητά προσφορές ταξιδιωτικών γραφείων και στην συνέχεια παρουσιάζει τις καλύτερες επιλογές που έχει βρει, με βάση πάντα τα κριτήρια που έχει θέσει ο χρήστης.

Οι ευφυείς πράκτορες στο Σημαιολογικό Ιστό, χρησιμοποιούν όλες τις τεχνολογίες που περιγράψαμε μέχρι τώρα, ως εξής:

- Τα μεταδεδομένα χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση και εξαγωγή πληροφοριών από πόρους του Ιστού.
- Οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για αναζητήσεις πληροφοριών στον Ιστό, για την ερμηνεία των πληροφοριών που ανακτώνται και για την επικοινωνία μεταξύ πρακτόρων μέσω ενός κοινού «λεξικού».

- Η λογική χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των πληροφοριών που ανακτώνται προκειμένου να εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα και να δίνονται λεπτομερείς «εξηγήσεις» όποτε αυτές ζητηθούν.
- Τα ψηφιακά πιστοποιητικά χρησιμοποιούνται για την εξακρίβωση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας των πηγών από τις οποίες αντλούνται πληροφορίες, προκειμένου να υπάρχει εμπιστοσύνη μεταξύ πρακτόρων και χρηστών.

Πιθανός μελλοντικά να χρειαστούν και νέες τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα νέες γλώσσες για την αποτελεσματικότερη επικοινωνία μεταξύ πρακτόρων. Επιπλέον, σε προηγμένες εφαρμογές, θα ήταν χρήσιμη η φορμαλιστική αναπαράσταση των «πεποιθήσεων», των «επιθυμιών» και των «προθέσεων» των πρακτόρων, καθώς και η δημιουργία και διατήρηση μοντέλων των χρηστών (user models). Γεγονός όμως είναι, ότι οι ευφυείς πράκτορες αναμένεται να αλλάξουν τα μέχρι τώρα δεδομένα. Σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα θα συλλέγουν πληροφορίες από διαφορετικές πηγές στο διαδίκτυο, θα τις επεξεργάζονται και θα εξάγουν αποτελέσματα, τα οποία θα ανταλλάσσουν με άλλα προγράμματα λογισμικού. Η λειτουργία τους θα κάνει πιο εύκολες τις αναζητήσεις και αναμένεται να φέρει επανάσταση στο χώρο της πληροφορίας.

4 Σημασιολογικό Ηλεκτρονικό Επιχειρείν

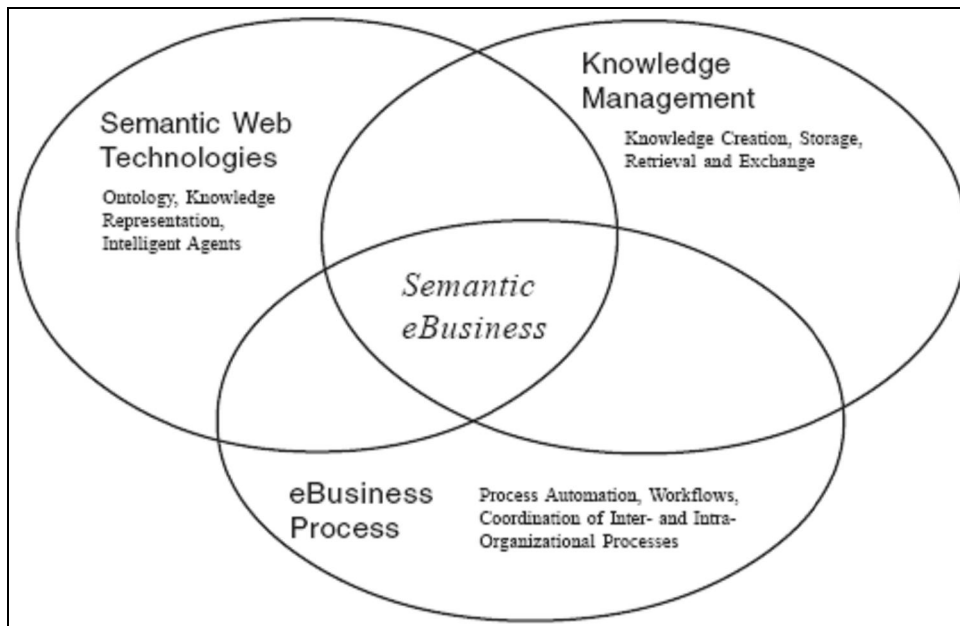
Ζώντας σε μια παγκόσμια οικονομία, το ηλεκτρονικό επιχειρείν έχει καταστεί απαραίτητο συστατικό κάθε επιχειρησιακής στρατηγικής και ένα σημαντικό μέσο για την οικονομική ανάπτυξη κάθε επιχείρησης. Θα μπορούσαμε να το ορίσουμε ελεύθερα ως τις διαδικασίες και τα εργαλεία που επιτρέπουν σε μια επιχείρηση να χρησιμοποιεί διαδικτυακές τεχνολογίες και υποδομές, τόσο εσωτερικά στην επιχείρηση όσο και εξωτερικά, προκειμένου να διεκπεραιώσει τις καθημερινές της λειτουργίες. Πιο συγκεκριμένα, θα λέγαμε ότι είναι ένα μέσο για την επίτευξη των επιχειρησιακών στόχων, όπου η τεχνολογία ανταλλαγής πληροφοριών επιτρέπει ή διευκολύνει την εκτέλεση των ενεργειών κατά μήκος της αλυσίδας αξίας, καθώς επίσης υποστηρίζει και τη διαδικασία λήψης αποφάσεων που απαιτούν οι ενέργειες αυτές. Οι πρακτικές δηλαδή του ηλεκτρονικού επιχειρείν, επιτρέπουν στις εταιρίες να ενώσουν τα εσωτερικά και εξωτερικά συστήματα επεξεργασίας δεδομένων τους πιο αποτελεσματικά για να συνεργάζονται αποδοτικότερα και καλύτερα με τους συνεργάτες και τους προμηθευτές τους ώστε να ανταποκρίνονται και να ικανοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των πελατών τους. Οι διαδικασίες όμως του ηλεκτρονικού επιχειρείν, απαιτούν πάνω απ' όλα, ξεκάθαρη ροή πληροφορίας και σαφή γνώση ανάμεσα στους συνεργαζόμενους εταίρους.

Από την άλλη μεριά, γίνεται ολοένα και πιο ξεκάθαρο, ότι το όραμα του Σημασιολογικού Ιστού μπορεί να υποστηρίξει άμεσα και να βελτιώσει πολλές διαφορετικές επιχειρηματικές διαδικασίες και να ικανοποιήσει την ανάγκη ανταλλαγής πληροφοριών και γνώσης ανάμεσα σε οργανισμούς που υιοθετούν το ηλεκτρονικό επιχειρείν. Η μεγάλη πρόκληση στο όλο εγχείρημα, είναι περισσότερο επιχειρηματικής φύσεως παρά τεχνολογικής, υπό την έννοια ότι πλέον απαιτείται η δημιουργία κατάλληλων επιχειρηματικών μοντέλων τα οποία θα αναδεικνύουν τις δυνατότητες που παρέχουν αυτές οι νέες τεχνολογίες τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους καταναλωτές.

Με τον όρο *Σημασιολογικό Ηλεκτρονικό Επιχειρείν* (*Semantic eBusiness*), εννοούμε «μία προσέγγιση στη διαχείριση της γνώσης για το συντονισμό των διαδικασιών ηλεκτρονικού επιχειρείν, μέσω της συστηματικής εφαρμογής των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού» [27]. Με άλλα λόγια, το Σημασιολογικό Ηλεκτρονικό Επιχειρείν, θέτει σε εφαρμογή τις τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια του Σημασιολογικού Ιστού, για την

υποστήριξη της διαφάνειας κατά τη ροή σημασιολογικά-εμπλουτισμένης πληροφορίας και γνώσης, καθώς και για την ενδυνάμωση των συνεργατικών διαδικασιών ηλεκτρονικού επιχειρείν, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά σε έναν οργανισμό. Πιο συγκεκριμένα, το Σημασιολογικό Ηλεκτρονικό Επιχειρείν, βασίζεται σε τρεις θεματικές περιοχές [27] (βλ. Εικόνα 6):

- Στις *τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού*, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογιών αναπαράστασης γνώσης, των οντολογιών και των ευφύων πρακτόρων λογισμικού,
- Στη *διαχείριση της γνώσης (knowledge management)*, συμπεριλαμβάνοντας τη δημιουργία, αποθήκευση, ανάκτηση και ανταλλαγή γνώσης,
- Στις *διαδικασίες ηλεκτρονικού επιχειρείν (eBusiness Processes)*, συμπεριλαμβάνοντας την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, την ολοκλήρωση των επιχειρηματικών συστημάτων και το συντονισμό της ροής εργασιών μέσα και ανάμεσα σε επιχειρήσεις.



Εικόνα 6: Θεματικές Περιοχές Semantic eBusiness [27]

Στη συνέχεια περιγράψουμε συνοπτικά κάθε μία από τις παραπάνω θεματικές περιοχές καθώς και τη σημασία τους στα πλαίσια υλοποίησης του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν.

4.1 Θεματικές Περιοχές

4.1.1 Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού

Σε προηγούμενες ενότητες, περιγράψαμε αναλυτικά τις θεμελιώδεις τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού, οπότε σε αυτή την υποενότητα θα περιοριστούμε απλά στην αναφορά των πλεονεκτημάτων τους σε σχέση με το Ηλεκτρονικό Επιχειρείν.

Όπως είδαμε και νωρίτερα, η XML και οι σχετικές με αυτή τεχνολογίες (XML Schema, RDF, RDF Schema κλπ.), παρέχουν τα θεμέλια για τη δημιουργία, αναπαράσταση, ανταλλαγή και αποθήκευση γνώσης με έναν κοινό τρόπο, επιτρέποντας έτσι τη χρήση και επεξεργασία δεδομένων ανάμεσα σε ανομοιογενή συστήματα. Συγκεκριμένα σε σχέση με το Ηλεκτρονικό Επιχειρείν, οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν τη δημιουργία κοινών λεξιλογίων τα οποία βοηθούν στην αυτοματοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών, επιτρέποντας την καλύτερη συνεργασία και ανταλλαγή γνώσης μεταξύ συνεργατών σε σημασιολογικά-ολοκληρωμένα συστήματα.

Οι οντολογίες και οι γλώσσες μοντελοποίησης οντολογιών όπως η OWL και η DAML-OIL, παρέχουν ένα μηχανισμό για την περιγραφή της σημασιολογίας και για την κοινή κατανόηση συγκεκριμένων θεμάτων σε συγκεκριμένους τομείς, όπως οι επιχειρηματικές διαδικασίες που συναντώνται συχνά στο ηλεκτρονικό επιχειρείν. Σύμφωνα με το όραμα του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν, οι οργανισμοί αναπτύσσουν περιγραφές των επιχειρηματικών τους διαδικασιών και των επιχειρηματικών τους κανόνων, χρησιμοποιώντας τέτοιες γλώσσες αναπαράστασης σημασιολογικής γνώσης όπως η OWL, σε μία μορφή που επιτρέπει την επεξεργασία τους από πράκτορες λογισμικού. Οι επιχειρηματικές διαδικασίες αποτελούνται από περιγραφές της ροής των εργασιών οι οποίες αναφέρονται σε συγκεκριμένες εργασίες σε ατομικό επίπεδο. Επιπλέον, οι οντολογίες σχετικά με προϊόντα, περιγράφουν τις σχέσεις ανάμεσα στους διάφορους πόρους που αξιοποιούνται, απαιτούνται ή δημιουργούνται από έναν οργανισμό μέσα στο δίκτυο του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν. Αυτό επιτρέπει τη δημιουργία ενός κοινού λεξιλογίου που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσης ανάμεσα σε όλους τους συμμετέχοντες ενός συστήματος.

Τέλος, οι ευφυείς πράκτορες λογισμικού, έχουν τη δυνατότητα να οργανώνουν, να αποθηκεύουν, να ανακτούν, να αναζητούν και να ταιριάζουν πληροφορίες και γνώση για την αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ εταίρων Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν. Οι

ευφυείς πράκτορες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της διαδικασίας διαχείρισης της γνώσης στα πλαίσια του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν.

4.1.2 Διαχείριση Γνώσης

Η *διαχείριση της γνώσης* (*knowledge management - KM*), αναφέρεται στην απόκτηση, πρόσβαση και συντήρηση της γνώσης μέσα σε έναν οργανισμό. Πλέον θεωρείται απαραίτητο συστατικό στοιχείο κάθε μεγάλης επιχείρησης, μιας και σε αυτές τις περιπτώσεις η εσωτερική γνώση αντιμετωπίζεται ως περιουσιακό στοιχείο το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγικότητα και στη δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Από λειτουργικής απόψεως, η διαχείριση της γνώσης είναι μία διαδικασία που βοηθά τους οργανισμούς στην εύρεση, επιλογή, οργάνωση, διάχυση και μεταφορά σημαντικών πληροφοριών και γνώσεων, στοιχεία απαραίτητα για τη διεκπεραίωση διαδικασιών όπως η επίλυση προβλημάτων, ο στρατηγικός σχεδιασμός και η λήψη αποφάσεων. Από οργανωσιακής απόψεως, η διαχείριση της εταιρικής γνώσης είναι αυτή που μπορεί να βελτιώσει διάφορα χαρακτηριστικά της οργανωσιακής απόδοσης, δίνοντας τη δυνατότητα σε μία επιχείρηση να δρα περισσότερο αποτελεσματικά.

Ένα σύστημα διαχείρισης της διαθέσιμης γνώσης, πέρα από τις διευκολύνσεις που παρέχει για την αξιοποίηση αυτής της γνώσης σε σχέση με μία επιχειρηματική δραστηριότητα, θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλους μηχανισμούς για τη δημιουργία, ανταλλαγή, αποθήκευση και ανάκτηση γνώσης μέσω μίας ανταλλάξιμης και εύχρηστης μορφής. Οι περισσότερες πληροφορίες, ακόμα και σήμερα, είναι διαθέσιμες με μία αόριστη δομή, π.χ. ως κείμενο, ήχος ή εικόνα. Από την πλευρά της διαχείρισης της γνώσης, η διαθέσιμη τεχνολογία παρουσιάζει πολλούς περιορισμούς στα ακόλουθα σημεία:

- *Αναζήτηση πληροφοριών.* Οι επιχειρήσεις συνήθως βασίζονται σε μηχανές αναζήτησης οι οποίες είναι σε θέση να κάνουν αναζητήσεις με βάση μία λέξη- κλειδί. Οι περιορισμοί αυτής της προσέγγισης έχουν ήδη αναφερθεί στην Ενότητα 2.
- *Εξαγωγή πληροφοριών.* Απαιτείται χρόνος και κόπος από την πλευρά του χρήστη, προκειμένου να εντοπίσει συγκεκριμένες πληροφορίες ανάμεσα σε όλες τις πληροφορίες που ανακτήθηκαν.
- *Συντήρηση πληροφοριών.* Προς το παρόν, υπάρχουν σοβαρά προβλήματα όσον αφορά τη συντήρηση της γνώσης, όπως ανακρίβειες στην ορολογία και ανεπάρκεια στην μετακίνηση «παλαιών» πληροφοριών και αντικατάστασή τους με νέες.
- *Αποκάλυψη γνώσης.* Νέα εν δυνάμει γνώση που υπάρχει σε εταιρικές βάσεις

δεδομένων, εξάγεται με τη χρήση τεχνικών *data mining*. Εντούτοις, αυτή η δραστηριότητα παρουσιάζει δυσκολίες όταν πρόκειται για κατανεμημένες, ασαφώς δομημένες πληροφορίες.

Ένας από τους στόχους του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν, είναι να αντιμετωπίσει τους παραπάνω περιορισμούς, παρέχοντας προηγμένα συστήματα διαχείρισης της γνώσης:

- Η γνώση μπορεί να οργανώνεται ανάλογα με το νόημα.
- Κατάλληλα εργαλεία, μπορούν να υποστηρίξουν τη συντήρηση της γνώσης, ελέγχοντας για ασυνέπειες και εξάγοντας νέα γνώση.
- Οι αναζητήσεις με βάση μία λέξη-κλειδί, μπορούν να αντικατασταθούν με απαντήσεις σε ερωτήματα (query answering): η απαιτούμενη γνώση θα ανακτάται και θα παρουσιάζεται με τρόπο φιλικό προς το χρήστη.
- Οι απαντήσεις ερωτημάτων θα είναι εφικτές και ανάμεσα σε πολλά διαφορετικά έγγραφα.

Επιπλέον, το όραμα του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν, είναι χτισμένο στην εύκολη ανταλλαγή γνώσεων και πληροφοριών μεταξύ ολοκληρωμένων συστημάτων, που αξιοποιούν τις διαθέσιμες τεχνολογίες του διαδικτύου για την επίτευξη συνεργασιών μέσα στην αλυσίδα αξίας, από άκρη σε άκρη. Αυτή η «διαφάνεια» που επιτυγχάνεται κατά την ανταλλαγή πληροφοριών, ενισχύει τις ωφέλειες και τη δυνατότητα επέκτασης των διαδικασιών διαχείρισης γνώσης ενός οργανισμού, με τη χρήση προτυποποιημένων μορφών αναπαράστασης γνώσης. Η υλοποίηση και η διαχείριση τέτοιου είδους ολοκλήρωσης ανάμεσα σε κατανεμημένα και ετερογενή συστήματα όπως το διαδίκτυο, είναι μία διαδικασία που παρουσιάζει πολλές προκλήσεις αλλά ταυτόχρονα και σημαντικά οφέλη για τους οργανισμούς που θα υιοθετήσουν αυτό το όραμα. Μερικά από αυτά, είναι η βελτιστοποίηση των επιπέδων αποθεμάτων, υψηλότερα κέρδη, η αύξηση της ικανοποίησης των πελατών, αυξημένη παραγωγικότητα, η αυτοματοποίηση διαδικασιών ρουτίνας και η άμεση επίλυση των προβλημάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Συνεπώς, το όραμα είναι να επιτευχθεί μία δυναμική συνεργασία μεταξύ των επιχειρηματικών εταίρων και πελατών μέσω της ανταλλαγής σημασιολογικά εμπλουτισμένων πληροφοριών και γνώσεων.

4.1.3 Διαδικασίες Ηλεκτρονικού Επιχειρείν

Το EDI, όπως είδαμε και στην Ενότητα 2.4.1, αποτέλεσε το θεμέλιο για την αυτοματοποίηση συγκεκριμένων επιχειρηματικών διαδικασιών, παρέχοντας στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν πληροφορίες σχετικά με αυτές τις διαδικασίες ηλεκτρονικά, χρησιμοποιώντας ένα κοινό πρότυπο ανταλλαγής εγγράφων. Στρατηγικές όπως η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management - SCM) και η διαχείριση των επιχειρησιακών πόρων (Enterprise Resource Planning - ERP), προχωράνε πέρα από την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, απλοποιώντας και ολοκληρώνοντας τις εσωτερικές αλλά και τις διεπιχειρησιακές διαδικασίες, για τη βελτίωση της διαθεσιμότητας των πληροφοριών ανάμεσα στους συνεργάτες μιας αλυσίδας αξίας. Παρά το γεγονός ότι οι στρατηγικές αυτές έχουν βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των συναλλαγών, η αδυναμία ολοκλήρωσης συστημάτων και διαδικασιών και η έλλειψη «ορατότητας» στην αλυσίδα αξίας που αυτή συνεπάγεται, συνεχίζουν να αποτελούν εμπόδιο στη δημιουργία αμοιβαία ωφέλιμων συνεργασιών. Οι διαδικασίες του ηλεκτρονικού επιχειρείν, απαιτούν διαφάνεια στην ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσης μεταξύ επιχειρηματικών εταίρων. Στόχος λοιπόν είναι, να επιτευχθεί δυναμική συνεργασία μεταξύ του εσωτερικού περιβάλλοντος της εταιρίας, των συνεργάτιδων εταιριών και των πελατών μέσα σε μία εμπορική κοινότητα, ηλεκτρονική αγορά ή γενικότερα μέσα σε ένα εμπορικό περιβάλλον όπου οι συναλλαγές που πραγματοποιούνται χαρακτηρίζονται από την απρόσκοπτη ανταλλαγή γνώσης και πληροφοριών.

Η έγκυρη ανταλλαγή αξιόπιστων πληροφοριών ανάμεσα σε συνεργαζόμενες επιχειρήσεις και η διαφάνεια στην εφοδιαστική αλυσίδα, είναι κρίσιμοι παράγοντες για την αποτελεσματική ροή των εργασιών που υποστηρίζουν τις επιχειρηματικές διαδικασίες. Οι τεχνολογίες πληροφοριών μπορούν να βοηθήσουν στην απλοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών ανάμεσα σε οργανισμούς και στη βελτίωση της αποδοτικότητας της αλυσίδας, αξίας επιτρέποντας τον καλύτερο συντονισμό των διεπιχειρησιακών διαδικασιών, για παράδειγμα μέσα από τα επιχειρήση προς επιχείρηση (B2B) ηλεκτρονικά σημεία αγοραπωλησιών (e-marketplaces). Η έλλειψη συμβατότητας των πληροφοριών και της γνώσης στα συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακών λειτουργιών, αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην ανάπτυξη καινοτομιών. Το αποτέλεσμα της μη διαφάνειας της ροής της πληροφορίας κατά την αλυσίδα αξίας, εμποδίζει την αποτελεσματικότερη συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων επιχειρήσεων στα B2B ηλεκτρονικά σημεία αγοραπωλησιών. Οι ηλεκτρονικές αλυσίδες σήμερα, υποφέρουν από έλλειψη διαφανούς πληροφορίας.

Συστήματα που δουλεύουν ομαλά μεταξύ τους, αλληλεπιδρούν και υποστηρίζουν την ανταλλαγή διαφανούς πληροφορίας και γνώσης και μπορούν να ενισχύσουν τη συνεργασία στην επιχειρησιακή αλυσίδα αξίας, διευρύνοντας την υποστήριξη διαφόρων διαδικασιών ηλεκτρονικού επιχειρείν. Τέτοια συστήματα πρέπει να παρέχουν στους συνεργάτες της αλυσίδας αξίας δυνατότητες διαφανούς και απρόσκοπτης ανταλλαγής πληροφοριών που αφορούν στην αγορά. Με αυτόν τον τρόπο, διευκολύνεται η ανάπτυξη διοργανωσιακών σχέσεων μέσω της βελτιωμένης προσαρμοστικότητας και της προτυποποίησης της αναπαράστασης περιεχομένου.

4.2 Επιχειρηματικές Εφαρμογές

Η εφαρμογή των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού για τη λειτουργία του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν, παρέχει στους οργανισμούς το μέσο για το σχεδιασμό συνεργατικών και ενοποιημένων, εσωτερικών και διοργανωσιακών, επιχειρηματικών διαδικασιών και συστημάτων που στηρίζονται στην απρόσκοπτη ανταλλαγή γνώσης. Οι αρχιτεκτονικές του Σημασιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν, επιτρέπουν την ανταλλαγή διαφανούς πληροφορίας και γνώσης, καθώς και τη στήριξη «έξυπνων» αποφάσεων, για την ενίσχυση των online διαδικασιών ηλεκτρονικού επιχειρείν. Το Σημασιολογικό Ηλεκτρονικό Επιχειρείν, μπορεί επίσης να βοηθήσει τους οργανισμούς να καλύψουν το χάσμα που υπάρχει στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών για τη βελτίωση των επιχειρηματικών διαδικασιών, μέσω της χρήσης κατανεμημένων πηγών γνώσης.

Οι ακόλουθες ενότητες, παρουσιάζουν κάποιες περιοχές όπου το Σημασιολογικό Ηλεκτρονικό Επιχειρείν αναμένεται να ενισχύσει την ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσης, καθώς και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών του ηλεκτρονικού επιχειρείν.

4.2.1 B2C Ηλεκτρονικό Εμπόριο

Το επιχείρηση-προς-καταναλωτή (business to consumer - B2C) ηλεκτρονικό εμπόριο, αποτελεί τη συνηθέστερη μορφή εμπορική συναλλαγής των χρηστών του διαδικτύου. Ένα τυπικό σενάριο, περιλαμβάνει μία επίσκεψη του χρήστη σε ένα ή περισσότερα ηλεκτρονικά καταστήματα, αναζήτηση των προσφορών τους, επιλογή και παραγγελία προϊόντων. Στην ιδανική περίπτωση, ένας χρήστης θα συγκέντρωνε και θα συνέκρινε πληροφορίες σχετικά με τις τιμές, τη διαθεσιμότητα των προϊόντων, κλπ. από όλα ή τουλάχιστον από τα περισσότερα μεγάλα ηλεκτρονικά καταστήματα και στη συνέχεια θα προχωρούσε στην επιλογή της

συμπεριφέρειας προσφοράς. Στην πραγματικότητα όμως, μία τέτοια διαδικασία είναι υπερβολικά χρονοβόρα, οπότε αυτό που συμβαίνει συνήθως, είναι ο χρήστης να επισκέπτεται ένα μόνο ή πολύ λίγα ηλεκτρονικά καταστήματα προτού πάρει την τελική του απόφαση.

Για τη βελτίωση αυτής της κατάστασης, υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία που βοηθούν στην αγορά προϊόντων μέσω διαδικτύου, υπό τη μορφή *shopbots*, δηλαδή πράκτορες λογισμικού οι οποίοι «επισκέπτονται» online καταστήματα, εξάγουν πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα και τις τιμές τους και συνθέτουν μία περιληπτική σύνοψη της αγοράς. Η λειτουργικότητά τους παρέχεται μέσω άλλων προγραμμάτων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να εξάγουν πληροφορίες από ένα ηλεκτρονικό κατάστημα. Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα πρέπει να αναπτυχθεί για κάθε κατάστημα. Προφανώς, αυτή η προσέγγιση παρουσιάζει διάφορα προβλήματα. Οι πληροφορίες εξάγονται από το online κατάστημα μέσω αναζήτησης με λέξεις-κλειδιά, καθώς και με άλλα μέσα ανάλυσης κειμένου. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιεί κάποιες υποθέσεις σχετικά με τη θέση που παρουσιάζουν συγκεκριμένα κομμάτια πληροφοριών μέσα σε ένα κείμενο (π.χ. η τιμή αντιπροσωπεύεται από τη λέξη «τιμή», ακολουθούμενη από το σύμβολο «€», ακολουθούμενο από ένα θετικό αριθμό). Αυτή η ευριστική προσέγγιση παρουσιάζει συχνά σφάλματα χωρίς να υπάρχουν εγγυήσεις ότι θα δουλέψει σωστά. Λόγω αυτών των δυσκολιών, εξάγονται περιορισμένες πληροφορίες μόνο. Για παράδειγμα, τα έξοδα αποστολής, οι ώρες παράδοσης, οι περιορισμοί σχετικά με τη χώρα προορισμού, η πολιτική ιδιωτικότητας (*privacy policy*), κ.α., συνήθως είναι δύσκολο να εξαχθούν. Αυτές οι πληροφορίες όμως, μπορεί να παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόφαση που τελικά θα πάρει ο χρήστης. Επιπλέον, η ανάπτυξη προγραμμάτων λογισμικού είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και οι οποιεσδήποτε αλλαγές στην online παρουσία του ηλεκτρονικού καταστήματος απαιτούν και αλλαγές στο λογισμικό, οι οποίες όμως κοστίζουν σε χρόνο και χρήμα.

Ο Σημασιολογικός Ιστός, επιτρέπει τη δημιουργία ευφώνων πρακτόρων λογισμικού, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να *ερμηνεύουν* τις πληροφορίες των προϊόντων και τους όρους εξυπηρέτησης:

- Οι πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα και τις τιμές τους μπορούν να εξάγονται σωστά και οι πολιτικές παράδοσης και ιδιωτικότητας να ερμηνεύονται και να συγκρίνονται με τις απαιτήσεις του κάθε χρήστη.

- Επιπρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τη φήμη των ηλεκτρονικών καταστημάτων, θα μπορούν να ανακτηθούν από άλλες πηγές, όπως για παράδειγμα ανεξάρτητες εκτιμητικές αρχές και ινστιτούτα καταναλωτών.
- Δε είναι αναγκαία η ανάπτυξη λογισμικού για κάθε κατάσταση ξεχωριστά.
- Εξελιγμένοι πράκτορες θα είναι σε θέση να διεξάγουν αυτόματες διαπραγματεύσεις για λογαριασμό του αγοραστή, με πράκτορες-αντιπροσώπους των καταστημάτων.

4.2.2 B2B Ηλεκτρονικό Εμπόριο

Οι περισσότεροι χρήστες συνδέουν το εμπορικό κομμάτι του Ιστού με το B2C ηλεκτρονικό εμπόριο, αλλά στην πραγματικότητα οι μεγαλύτερες οικονομικές υποσχέσεις ανάμεσα σε όλες τις τεχνολογίες του διαδικτύου, βρίσκονται στο χώρο του επιχείρησης-προς-επιχείρηση (B2B) ηλεκτρονικού εμπορίου.

Παραδοσιακά, οι επιχειρήσεις ανταλλάσσουν δεδομένα με τη χρήση του EDI. Εντούτοις, αυτή η τεχνολογία είναι πολύπλοκη και κατανοητή μόνο από ειδικούς. Είναι δύσκολη στον προγραμματισμό και στη συντήρηση, καθώς και επιρρεπής στα λάθη. Κάθε B2B επικοινωνία απαιτεί ξεχωριστό προγραμματισμό και γι' αυτό το λόγο αυτού του είδους οι επικοινωνίες είναι δαπανηρές. Τέλος, το EDI αποτελεί μία «απομονωμένη» τεχνολογία, υπό την έννοια ότι είναι δύσκολο να ενοποιηθεί με άλλες επιχειρηματικές εφαρμογές.

Το διαδίκτυο φαίνεται να αποτελεί την ιδανική υποδομή για την B2B επικοινωνία. Οι επιχειρήσεις ενδιαφέρονται ολοένα και περισσότερο για διαδικτυακές εφαρμογές και νέα επιχειρηματικά μοντέλα αναδεικνύονται, όπως τα *B2B Portals*. Παρόλα αυτά, το B2B ηλεκτρονικό εμπόριο εμποδίζεται από την έλλειψη κατάλληλων καθιερωμένων προτύπων. Η HTML δεν επαρκεί για να υποστηρίξει τις διαδικασίες των επιχειρήσεων αποτελεσματικά, μιας και δεν παρέχει ούτε τη δομή ούτε τη σημασιολογία των πληροφοριών. Η XML αποτελεί μεγάλη βελτίωση σε αυτόν τον τομέα, αλλά μπορεί να υποστηρίξει την επικοινωνία μόνο σε περιπτώσεις που υπάρχει μία εκ των προτέρων συμφωνία σχετικά με το λεξιλόγιο που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και τη σημασία του.

Ο Σημασιολογικός Ιστός δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να συμμετέχουν με χαμηλό κόστος σε συνεργασίες. Οι διαφορές στην ορολογία ξεκαθαρίζονται με τη χρήση *αφηρημένων μοντέλων τομέα (abstract domain models)* και τα δεδομένα μπορούν να ανταλλάσσονται με τη χρήση υπηρεσιών «μετάφρασης». Οι δημοπρασίες, οι

διαπραγματεύσεις και η προετοιμασία συμβολαίων μπορούν να γίνονται αυτόματα (ή ημιαυτόματα) από πράκτορες λογισμικού.

4.2.3 Ηλεκτρονικά Σημεία Αγοραπωλησιών

Τα ηλεκτρονικά σημεία αγοραπωλησιών (*E-Marketplaces* ή *E-Marketplace Portals* ή *B2B Portals*), αποτελούν στην ουσία ένα είδος διαμεσολαβητών που διευκολύνουν τη διεκπεραίωση συναλλαγών μεταξύ επιχειρήσεων. Συνήθως περιλαμβάνουν καταλόγους προϊόντων που παρέχονται από κάθε πωλητή, λίστες αγοραστών και τι επιθυμούν να αγοράσουν, άλλες πληροφορίες της βιομηχανίας ή γενικές πληροφορίες. Οι αγοραστές μπορούν κατόπιν να συνδεθούν στους ιστοτόπους ή τις πύλες των συγκεκριμένων πωλητών που τους ενδιαφέρουν για να ολοκληρώσουν τις συναλλαγές τους.

Τα e-marketplaces παίζουν σημαντικό ρόλο στο να φέρνουν κοντά αγοραστές και προμηθευτές καθώς και στη διευκόλυνση των συναλλαγών τους, αποτελώντας ένα κομβικό σημείο για την ολοκλήρωση των ροών πληροφορίας ανάμεσα στις συμμετέχοντες επιχειρήσεις. Επιπλέον, αποτελούν σημαντικά αποθετήρια γνώσης σχετικά με τους προμηθευτές και τους αγοραστές καθώς και τη φύση των μεταξύ τους συναλλαγών, περιλαμβάνοντας τις εμπειρίες παλαιότερων αγοραστών σχετικά με την αξιοπιστία των προμηθευτών. Παρέχουν ανεξάρτητες αποτιμήσεις των διαφόρων συναλλαγών, όσον αφορά την τήρηση των υποχρεώσεων και από τις δύο πλευρές, για τη διευκόλυνση της ανάπτυξης συντονιστικών δομών που οδηγούν στη δημιουργία σχέσεων συνεργασίας σε ηλεκτρονικές εφοδιαστικές αλυσίδες. Η ενοποίηση της ευφυΐας και της γνώσης μέσα και ανάμεσα σε ηλεκτρονικά σημεία αγοραπωλησιών, μπορεί να ενισχύσει το συντονισμό των δραστηριοτήτων ανάμεσα στους συνεργαζόμενους εταίρους μέσα σε αυτά. Οι συνεργασίες με τη σειρά τους, δημιουργούν πληροφορικούς συνεταιρισμούς ανάμεσα σε οργανισμούς, για την ενδυνάμωση της παροχής προϊόντων και υπηρεσιών στον πελάτη με αποτελεσματικό τρόπο.

Οι τεχνολογίες ενοποίησης που υποστηρίζουν τη διαφανή και απρόσκοπτη ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσης, διευκολύνουν την ανάπτυξη διαοργανωσιακών σχέσεων, μέσω της προτυποποίησης του τρόπου αναπαράστασης περιεχομένου. Οι προσπάθειες που γίνονται για την ανάπτυξη γλωσσών βασισμένων στην XML, επιτρέπουν την προτυποποίηση των μεθόδων αναπαράστασης γνώσης, με αντίστοιχες επιπτώσεις στην υιοθέτηση τεχνολογιών και στην ενοποίηση των επιχειρηματικών εφαρμογών. Τα ηλεκτρονικά σημεία

αγοραπωλησιών, μπορούν να καθορίζουν τη υιοθέτηση τέτοιου είδους προτύπων από όλους τους συμμετέχοντες οργανισμούς, επιτρέποντας έτσι τη διαλειτουργικότητα και την ενοποίηση των πληροφοριακών τους συστημάτων. Υπό αυτήν την έννοια, τα ηλεκτρονικά σημεία αγοραπωλησιών μπορούν να θεωρηθούν ως διαοργανωσιακά πληροφοριακά συστήματα, που δίνουν τη δυνατότητα στους συνεργαζόμενους εταίρους να ενοποιούν την τεχνολογική τους υποδομή σε μία αρχιτεκτονική Σημαιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν, που διευκολύνει την απρόσκοπτη ανταλλαγή πληροφοριών.

4.2.4 Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (*Supply Chain Management*), είναι μία κοινή τακτική που εφαρμόζεται από τις επιχειρήσεις για τη βελτίωση των οργανωσιακών τους διαδικασιών, προκειμένου να βελτιστοποιείται η μεταφορά αγαθών, πληροφοριών και υπηρεσιών ανάμεσα σε αγοραστές και προμηθευτές στην αλυσίδα αξίας. Μία συνεχιζόμενη προσπάθεια της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, είναι η υποστήριξη της διαφάνειας των πληροφοριών (δηλαδή η διάθεση των πληροφοριών σε ερμηνεύσιμη μορφή), που επιτρέπει στους οργανισμούς να συντονίζουν τις αλληλεπιδράσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεσματικά στις ασταθείς συνθήκες της αγοράς. Μία προτυποποιημένη οντολογία για όλους τους εμπορικούς συνεργάτες, είναι απαραίτητη για την απρόσκοπτη μεταφορά πληροφοριών και γνώσης που είναι απαραίτητες για τη συνεργασία στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα στις εφοδιαστικές αλυσίδες, καθιστά την έγκυρη ανταλλαγή αξιόπιστων πληροφοριών ανάμεσα στους συνεργαζόμενους εταίρους, ένα κρίσιμο στοιχείο για την αποτελεσματικότητα της ροής των εργασιών και για τις διαδικασίες του ηλεκτρονικού επιχειρείν. Η ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσης που διευκολύνεται μέσα από τις τεχνολογίες του Σημαιολογικού Ιστού, καθιστά εφικτή τη δημιουργία παγκόσμιων συνεργασιών σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Οι οργανισμοί που υιοθετούν τέτοιες στρατηγικές μπορούν να διατηρήσουν το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα έχοντας μία αποτελεσματική και αποδοτική ηλεκτρονική εφοδιαστική αλυσίδα και να αποκομίζουν οφέλη όπως μειωμένους χρόνους παράδοσης, χαμηλότερα κόστη, βελτιστοποίηση του όγκου των αποθεμάτων, καλύτερη λήψη αποφάσεων και βελτιωμένη εξυπηρέτηση πελατών.

5 Διεθνής Εμπειρία

Σε αυτήν την ενότητα, περιγράφουμε κάποιες γενικές εφαρμογές των τεχνολογιών του Σημαιολογικού Ιστού που εξετάσαμε μέχρι τώρα, που βρίσκονται είτε σε ερευνητικό είτε σε πρακτικό επίπεδο. Αυτές περιλαμβάνουν: οριζόντια πληροφόρηση, ολοκλήρωση δεδομένων, εύρεση ικανοτήτων, ηλεκτρονική μάθηση, διαλειτουργικότητα συσκευών, κλπ. (πηγές [1] [15] [47]).

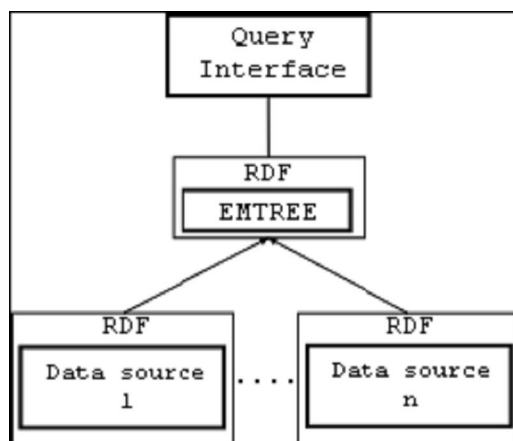
5.1 Οριζόντια Πληροφόρηση στον Οργανισμό Επιστημονικών Εκδόσεων Elsevier

Σε πολλές επιχειρήσεις τα δεδομένα που υπάρχουν στις βάσεις δεδομένων τους, στην πλειονοψηφία των περιπτώσεων, είναι αποθηκευμένα με ανομοιογενή τρόπο και ιδιαίτερα σε πολυεθνικούς οργανισμούς όπου έχουν πολλές και διαφορετικές βάσεις δεδομένων ανά τον κόσμο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να γίνεται δύσκολη έως και αδύνατη η αποτελεσματική αναζήτηση και επεξεργασία των δεδομένων αυτών. Το πρόβλημα αυτό, εμφανίζεται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ανάγκη για οριζόντια πληροφόρηση. Η οριζόντια πληροφόρηση αφορά στην αναζήτηση μίας πληροφορίας που δεν προκύπτει από μία μόνο κατηγορία δεδομένων, και για την απόκτηση της απαιτείται σύνθετη αναζήτηση σε πολλές και ανομοιογενείς πηγές δεδομένων.

Το συγκεκριμένο πρόβλημα αντιμετωπίζει και ο γνωστός οργανισμός επιστημονικών εκδόσεων Elsevier. Στα πλαίσια του οργανισμού, τα περιοδικά που εκδίδει χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τον ευρύτερο επιστημονικό τομέα στον οποίο ανήκουν (π.χ. βιολογία, χημεία, φαρμακευτική, επιστήμη υπολογιστών, κλπ.). Ένας πελάτης-αναγνώστης των περιοδικών του οργανισμού, μπορεί να αναζητήσει κάποια πληροφορία ή να δηλώσει το ενδιαφέρον του για κάποια περιοδικά, κάνοντας αναζήτηση κάθε φορά σε μία μόνο κατηγορία. Όμως κάποιος πελάτης μπορεί να επιθυμεί να αναζητήσει πληροφορίες σχετικά με ένα συγκεκριμένο θέμα (π.χ. πληροφορίες για τη νόσο Πάρκινσον) χωρίς να ενδιαφέρεται σε ποιόν ακριβώς επιστημονικό κλάδο ανήκουν οι πληροφορίες τις οποίες λαμβάνει ως αποτέλεσμα. Με το υπάρχον σύστημα αποθήκευσης των αρχείων του οργανισμού, μία τέτοια αναζήτηση είναι σχεδόν αδύνατη και απαιτεί την ανθρώπινη παρέμβαση.

Με τη χρήση των τεχνολογιών του Σημαιολογικού Ιστού, μπορούν να ξεπεραστούν τέτοιου είδους προβλήματα. Οι οντολογίες και οι θησαυροί (οι οποίοι μπορούν να θεωρηθούν ως ένα απλό είδος οντολογιών), έχει αποδειχθεί ότι αποτελούν σημαντική τεχνολογία για την

αποτελεσματική πρόσβαση σε πληροφορίες, μιας και βοηθούν να ξεπεραστούν μερικά από τα προβλήματα που προκύπτουν από τις αναζητήσεις ελεύθερου κειμένου, συσχετίζοντας και ομαδοποιώντας τους σχετικούς όρους ενός συγκεκριμένου τομέα και παρέχοντας ένα κοινό λεξικό για την δημιουργία ευρετηρίων πληροφοριών (information indexing - βλ. Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Αναζήτηση σε πηγές δεδομένων της Elsevier [1]

Η Elsevier πειραματίζεται με την δυνατότητα παροχής πρόσβασης ταυτόχρονα σε πολλές πηγές πληροφοριών στον τομέα των επιστημών ζωής, μέσω μίας ενιαίας διεπαφής, χρησιμοποιώντας έναν θησαυρό ονόματι *EMTREE*, ως τη μοναδική οντολογία επάνω στην οποία βασίζονται τα ευρετήρια πληροφοριών. Οι τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού, παίζουν πολλαπλό ρόλο σε αυτή την αρχιτεκτονική. Πρώτα απ' όλα, το RDF χρησιμοποιείται ως μέσο διαλειτουργικότητας ανάμεσα σε ετερογενείς πηγές δεδομένων. Δεύτερο, ακόμα και η ίδια η οντολογία (σε αυτήν την περίπτωση το EMTREE) αναπαρίσταται με τη χρήση RDF (παρότι δεν είναι το φυσικό της format) αποτελώντας ένα «διεπιστημονικό» λεξικό όρων. Κάθε μία από τις ξεχωριστές πηγές δεδομένων αντιστοιχίζεται σε αυτή την ενιαία οντολογία, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται ως το μοναδικό σημείο πρόσβασης σε όλες αυτές τις πηγές δεδομένων.

Το συγκεκριμένο πρόβλημα είναι κοινό σε όλους τους οργανισμούς επιστημονικών εκδόσεων. Η προσπάθεια αυτή βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της εξέλιξης, όμως η Elsevier είναι ηγετική στον τομέα της εισαγωγής νέων τεχνολογιών στην οργάνωση και διανομής των προϊόντων της.

5.2 Ολοκλήρωση Δεδομένων στην Audi

Το πρόβλημα που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, στην ουσία αποτελεί ένα πρόβλημα ολοκλήρωσης-ενοποίησης δεδομένων (data integration). Η Elsevier προσπαθεί να ξεπεράσει αυτό το πρόβλημα προς όφελος των πελατών της. Παρόλα αυτά, η ολοκλήρωση των δεδομένων αποτελεί επίσης τεράστιο πρόβλημα και στο εσωτερικό περιβάλλον των επιχειρήσεων και μάλιστα από πολλούς θεωρείται από τα προβλήματα με το μεγαλύτερο παράγοντα κόστους στον προϋπολογισμό πληροφορικής των μεγάλων επιχειρήσεων. Μία επιχείρηση στο μέγεθος της αυτοκινητοβιομηχανίας Audi για παράδειγμα, χρησιμοποιεί χιλιάδες βάσεις δεδομένων, συχνά αντιγράφοντας τις ίδιες πληροφορίες και χάνοντας ευκαιρίες επειδή οι πηγές δεδομένων δεν είναι διασυνδεδεμένες. Η τρέχουσα πρακτική είναι οι επιχειρήσεις να βασίζονται στην κατά-περίπτωση «μετάφραση» για την ενοποίηση των δεδομένων τους.

Παρά το γεγονός ότι τα παραδοσιακά συστήματα ενδιάμεσου λογισμικού (middleware), βελτιώνουν και απλοποιούν τη διαδικασία ολοκλήρωσης, αποτυγχάνουν να αντιμετωπίσουν μία βασική πρόκληση της ενοποίησης: το διαμοιρασμό και την ανταλλαγή πληροφοριών με βάση τη σημασιολογία και το νόημα των δεδομένων.

Με τη χρήση των οντολογιών ως σημασιολογικά μοντέλα δεδομένων, επιτρέπεται η λογική οργάνωση των πηγών δεδομένων ως ένα ενιαίο «σώμα» πληροφοριών. Δημιουργώντας οντολογίες για πηγές δεδομένων και περιεχομένου και προσθέτοντας γενικές πληροφορίες σχετικά με κάθε τομέα, η ενοποίηση ανόμοιων πηγών στις επιχειρήσεις, μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στις υφιστάμενες εφαρμογές. Η οντολογία αντιστοιχίζεται με τις πηγές δεδομένων, παρέχοντας έτσι στις εφαρμογές άμεση πρόσβαση σε αυτά δεδομένα. Συνεπώς, όχι μόνο επιτυγχάνεται η διασύνδεση των μέχρι πρότινος ασύνδετων μεταξύ τους δεδομένων, αλλά και η σύνδεσή τους με βάση το νόημα που αντιπροσωπεύουν, η αυτοματοποιημένη, μέχρι ένα βαθμό, αναζήτησή τους και η πληρέστερη και αποδοτικότερη επεξεργασία και ερμηνεία τους.

Η Audi δεν είναι η μοναδική εταιρία που επενδύει στην έρευνα και την εφαρμογή των τεχνολογιών Σημαιολογικού Ιστού για την επίλυση των προβλημάτων που σχετίζονται με την ολοκλήρωση των δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και για άλλες μεγάλες εταιρίες όπως η *Boeing*, η *Daimler Chrysler*, η *Hewlett Packard* και πολλές άλλες.

5.3 Εύρεση Ικανοτήτων στην Swiss Life

Η Swiss Life, είναι μία από τις μεγαλύτερες ασφαλιστικές εταιρίες της Ευρώπης, με μεγάλο αριθμό εργαζομένων που κατανέμονται γεωγραφικά σε ολόκληρο τον κόσμο. Η Swiss Life έχει θυγατρικές εταιρίες, υποκαταστήματα, γραφεία που την αντιπροσωπεύουν και συνεργάτες, σε περίπου πενήντα διαφορετικές χώρες. Η άρρητη γνώση και οι ικανότητες των υπαλλήλων είναι οι πιο σημαντικές πηγές κάθε επιχείρησης για την επίλυση προβλημάτων απαιτητικών σε γνώση και αποτελούν το θεμέλιο για την επιτυχία της επιχείρησης. Η δημιουργία ενός ηλεκτρονικού αποθετηρίου με πληροφορίες σχετικά με τις ικανότητες, τις δεξιότητες, την εμπειρία και τις περιοχές εξειδίκευσης κάθε εργαζομένου, αποτελεί ένα από τα βασικά συστατικά στοιχεία στην οργάνωση της εταιρικής διαχείρισης της γνώσης. Ένα τέτοιο αποθετήριο ικανοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί π.χ. για την αναζήτηση εργαζομένων που διαθέτουν συγκεκριμένα προσόντα, για τη διαπίστωση ελλείψεων σε γνωστικό επίπεδο ή σε επίπεδο ικανοτήτων δίνοντας τη δυνατότητα στην επιχείρηση να προβεί έγκαιρα σε διορθωτικές κινήσεις, για την καταγραφή του ανθρώπινου κεφαλαίου της επιχείρησης, κλπ.

Σε μία μεγάλη πολυεθνική επιχείρηση όμως όπως η Swiss Life όπου οι άνθρωποι πόροι είναι γεωγραφικά διασκορπισμένοι, η δημιουργία ενός τέτοιου αποθετηρίου γνώσεων και ικανοτήτων των εργαζομένων για ολόκληρη την επιχείρηση, αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα: πώς θα ταξινομηθεί το μεγάλο εύρος των διαφορετικών ικανοτήτων, πώς θα οργανωθούν έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν εύκολα ανάμεσα σε γεωγραφικά και πολιτισμικά όρια και πώς θα εξασφαλίζεται η συχνή ενημέρωση του αποθετηρίου;

Η Swiss Life προκειμένου να αντιμετωπίσει το παραπάνω πρόβλημα, πειραματίστηκε με τη χρήση οντολογιών στα πλαίσια του ερευνητικού έργου *On-To-Knowledge* [48]. Συγκεκριμένα, δημιούργησε και χρησιμοποίησε μία οντολογία για να καλύψει τις ικανότητες σε τρεις οργανωτικές μονάδες: στα Πληροφοριακά Συστήματα, στην Ιδιωτική Ασφάλιση και στους Ανθρώπινους Πόρους. Στην οντολογία αυτή υπήρχαν 700 διαφορετικές έννοιες μοιρασμένες στους τρεις αυτούς τομείς και 180 επιπλέον εκπαιδευτικές έννοιες και 130 έννοιες σχετικές με την φύση της εργασίας, κοινές και για τους τρεις τομείς. Ενδεικτικά, ένα πολύ μικρό κομμάτι αυτής της οντολογίας είναι το εξής:

```
<owl:Class rdf:ID="Skills">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>
```



```
<owl:onProperty rdf:resource="#HasSkillsLevel"/>
  <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">
    1
  </owl:cardinality>
</owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="HasSkills">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Employee"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Skills"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="WorksInProject">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Employee"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Project"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#ProjectMembers"/>
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="ManagementLevel">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Employee"/>
  <rdfs:range>
    <owl:oneOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Thing rdf:about="#member"/>
      <owl:Thing rdf:about="#HeadOfGroup"/>
      <owl:Thing rdf:about="#HeadOfDept"/>
      <owl:Thing rdf:about="#CEO"/>
    </owl:oneOf>
  </rdfs:range>
</owl:ObjectProperty>

<owl:Class rdf:ID="Publishing">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Skills"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="DocumentProcessing">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Skills"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="DeskTopPublishing">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Publishing"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#DocumentProcessing"/>
</owl:Class>
```

Οι εργαζόμενοι της Swiss Life, κλήθηκαν να δημιουργήσουν προσωπικές ιστοσελίδες βασισμένες στη συμπλήρωση φόρμας καθοδηγούμενης από την οντολογία ικανοτήτων. Παρά το γεγονός ότι το σύστημα αυτό δεν πέρασε ποτέ το στάδιο του πειράματος, χρησιμοποιήθηκε αρχικά από 100 (στη συνέχεια 150) υπαλλήλους, σε επιλεγμένα τμήματα του διοικητικού κέντρου της Swiss Life.

5.4 Διάχυση Πληροφοριών στα Τηλεφωνικά Κέντρα της British Telecom

Τα τηλεφωνικά κέντρα (call centers), αποτελούν ένα σημαντικό μηχανισμό για την επικοινωνία με τους πελάτες, σε πολλές επιχειρήσεις. Οι παρούσες τεχνολογίες τηλεφωνικών κέντρων δεν επαρκούν για την υποστήριξη των τηλεφωνητών στις καθημερινές συναλλαγές τους με τους πελάτες. Μελλοντικά, θα απαιτείται μία νέα φιλοσοφία όσον αφορά την αλληλεπίδραση με τους πελάτες. Η κάθε τηλεφωνική συναλλαγή, θα πρέπει να δίνει έμφαση στη μοναδικότητα τόσο του πελάτη όσο και του εργαζομένου που εξυπηρετεί τον πελάτη, κάτι που απαιτεί αποτελεσματική διαχείριση γνώσης, συμπεριλαμβάνοντας γνώση σχετικά με τον πελάτη και τον εργαζόμενο, έτσι ώστε οι πελάτες να κατευθύνονται έγκαιρα στο καταλληλότερο άτομο για την εξυπηρέτησή τους.

Στα τηλεφωνικά κέντρα της *British Telecom (BT)*, οι υπάλληλοι χρησιμοποιούν διάφορες ηλεκτρονικές πηγές για την πληροφόρησή τους κατά τη διάρκεια των τηλεφωνικών συναλλαγών με πελάτες, όπως τα δικά τους εξειδικευμένα συστήματα, τις πελατιακές βάσεις δεδομένων, το ενδοδίκτυο του οργανισμού και, πιθανώς το πιο σημαντικό, βάσεις περιπτώσεων με βέλτιστες πρακτικές. Γι' αυτό το λόγο, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος *On-To-Knowledge* (όπως και στην περίπτωση της *Swiss Life*), αναπτύχθηκε ένα σύστημα για την αυτόματη ανταλλαγή και διάθεση αυτών των πληροφοριών μέσω μίας ενιαίας διεπαφής. Το σύστημα αυτό, βασιζόμενο στη χρήση μίας οντολογίας, δίνει τη δυνατότητα αποθήκευσης πληροφοριών που αφορούν βέλτιστες πρακτικές που ακολουθούνται σε σχέση με την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων και την αυτόματη διάθεση τέτοιων νέων πληροφοριών στους υπαλλήλους των τηλεφωνικών κέντρων. Επιπλέον, οι υπάλληλοι των τηλεφωνικών κέντρων έχουν τη δυνατότητα πλοήγησης και αναζήτησης στην οντολογία, προκειμένου να βρίσκουν σχετικές πληροφορίες με το πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζουν ανά πάσα στιγμή. Επίσης, η χρήση της οντολογίας βοηθάει τους νέους υπαλλήλους στην προσαρμογή τους και λειτουργεί ως αποθετήριο βέλτιστων πρακτικών που συγκεντρώνονται μέσω της εμπειρίας. Τέλος, παρέχει μία μοιραζόμενη δομή για τη βάση γνώσης και μία κοινή γλώσσα για την επικοινωνία ανάμεσα στους υπαλλήλους των τηλεφωνικών κέντρων.

5.5 Ηλεκτρονική Μάθηση

Με την είσοδο του παγκόσμιου ιστού στην καθημερινή μας ζωή, πολλά πράγματα έχουν αλλάξει και κυρίως ο τρόπος που επικοινωνούμε και μαθαίνουμε. Μέχρι πρόσφατα η εκπαιδευτική διαδικασία είχε τρία πολύ βασικά χαρακτηριστικά:

- Το διδακτικό περιεχόμενο καθοριζόταν αυστηρά και μόνο από τον εκπαιδευτή.
- Η σειρά με την οποία γινόταν η διδασκαλία ήταν προκαθορισμένη και αυστηρά γραμμική.
- Απαιτούσε την ταυτόχρονη παρουσία του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου στον ίδιο φυσικό χώρο.

Έτσι μέχρι τώρα η εκπαίδευση είχε έναν μαζικό χαρακτήρα, που δεν ταίριαζε πάντα στις ανάγκες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των εκπαιδευόμενων.

Με την χρήση του Παγκόσμιου Ιστού όμως όλα τείνουν να αλλάζουν. Πλέον ο καθένας μπορεί να αναζητήσει την πληροφορία που επιθυμεί, τη στιγμή που την χρειάζεται. Ακόμα, ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα που να ανταποκρίνεται στις προσωπικές του ανάγκες και στον τρόπο μάθησης που εκείνος προτιμά. Τις ίδιες ακριβώς απαιτήσεις από ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα έχουν και οι σύγχρονες επιχειρήσεις. Ζητούμενο είναι η ταχύτητα, η εγκυρότητα και η προσαρμογή της πληροφορίας στα εκάστοτε δεδομένα. Μέσω της προσέγγισης του e-learning όλα τα παραπάνω είναι εφικτά.

Με τα δεδομένα του σήμερα όμως, είναι δύσκολο να γίνει αποτελεσματικά η καταχώρηση και αναζήτηση της κατάλληλης πληροφορίας και η σύνδεση της με το αντίστοιχο εκπαιδευτικό υλικό, ιδιαίτερα όταν τα δεδομένα είναι και διαφορετικής προέλευσης (π.χ. διαφορετικοί συγγραφείς) και πρέπει να γίνεται χειροκίνητα. Στα πλαίσια των αναγκών αυτών, η χρήση απλών μεταδεδομένων, παρότι σημαντική, δεν είναι αρκετή. Αυτό που απαιτείται είναι η σύνδεση του εκπαιδευτικού υλικού με κατάλληλες οντολογίες, ούτως ώστε να είναι πιο εύκολο όχι μόνο να καταχωρείται και να κατηγοριοποιείται το αντίστοιχο υλικό, αλλά και για να είναι δυνατή η εκτέλεση της αναζήτησης μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών, από ευφυείς πράκτορες. Έτσι όχι μόνο θα είναι δυνατή η διαμόρφωση ενός προσωπικού εκπαιδευτικού προγράμματος και η μη γραμμική πρόσβαση στη γνώση, αλλά και η ολοκλήρωση και ενσωμάτωση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε επιχειρηματικές διαδικασίες. Ήδη η χρήση των οντολογιών στα πλαίσια της ηλεκτρονικής μάθησης και τα

οφέλη που προκύπτουν από αυτή, εξετάζονται από μεγάλα ερευνητικά έργα όπως είναι το ELeGI (European Learning Grid Infrastructure) [49].

5.6 Διαλειτουργικότητα Συσκευών στη Nokia

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μία δραματική εξάπλωση των ψηφιακών συσκευών στο καθημερινό μας περιβάλλον: κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές παλάμης (PDAs), ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, φορητοί υπολογιστές, ασύρματη πρόσβαση σε δημόσιες τοποθεσίες, συσκευές εντοπισμού θέσης σε αυτοκίνητα, κλπ. Δεδομένης αυτής της εξάπλωσης, η διαλειτουργικότητα αυτών των συσκευών καθίσταται απαραίτητη. Η διεισδυτικότητα και η ασύρματη φύση αυτών των συσκευών, απαιτούν αρχιτεκτονικές δικτύων που να μπορούν να υποστηρίξουν αυτόματες και ad-hoc προσαρμογές.

Μία βασική τεχνολογία των ad-hoc δικτύων, είναι η *ανακάλυψη υπηρεσιών* (service discovery), δηλαδή η λειτουργικότητα μέσω της οποίας οι υπηρεσίες (δηλαδή οι λειτουργίες που παρέχονται από διάφορες συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, εκτυπωτές και αισθητήρες) μπορούν να περιγραφούν, να διαφημιστούν και να ανακαλυφθούν από άλλες υπηρεσίες. Όλοι οι υφιστάμενοι μηχανισμοί ανακάλυψης υπηρεσιών και περιγραφής δυνατοτήτων των συσκευών (π.χ. JINI⁵, UPnP⁶, κλπ.) βασίζονται σε ad-hoc πλαίσια αναπαράστασης και εξαρτώνται από την εκ των προτέρων συμφωνία και προτυποποίηση.

Μία καλύτερη λύση από αυτή την εκ των προτέρων προτυποποίηση, είναι η αυτόματη διαλειτουργικότητα (*serendipitous interoperability*), η διαλειτουργικότητα κάτω από ακαθόριστες συνθήκες, δηλαδή συσκευές που δεν έχουν σχεδιαστεί για να δουλεύουν μαζί θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ανακαλύπτουν η μία τη λειτουργικότητα της άλλης και να είναι σε θέση να εκμεταλλεύονται αυτή τη δυνατότητα. Η δυνατότητα «κατανόησης» άλλων συσκευών είναι πλέον απαραίτητη, καθώς τα σενάρια της διάχυτης και διεισδυτικής υπολογιστικής (ubiquitous and pervasive computing) περιλαμβάνουν δεκάδες ή εκατοντάδες συσκευές και συνεπώς η εκ των προτέρων προτυποποίηση θα δημιουργούσε δυσκολίες σε αυτή την περίπτωση. Οι οντολογίες μπορούν να κάνουν πραγματικότητα την αυτόματη «κατανόηση» των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων μεταξύ συσκευών, παρέχοντας όπως είδαμε και στις προηγούμενες περιπτώσεις ένα ενιαίο λεξικό εννοιών. Για το λόγο αυτό, η Nokia επενδύει σημαντικά σε έρευνα και ανάπτυξη γύρω από τις τεχνολογίες του

⁵ <http://www.sun.com/software/jini/specs/>

⁶ <http://www.upnp.org/>

Σημασιολογικού Ιστού.

5.7 Semantic Blogging και Semantic Portals από τα HP Labs

Τα εργαστήρια της Hewlett Packard, επενδύουν σημαντικά σε έρευνα και ανάπτυξη, εξετάζοντας έναν μεγάλο αριθμό από δυνητικές εφαρμογές των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού. Οι πιο ενδιαφέρουσες από αυτές είναι το *Semantic Blogging* και το *Semantic Portal*, που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος SWAD-Europe [30].

Τα ιστολόγια (*blogs*), έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλή τα δύο τελευταία χρόνια, δίνοντας τη δυνατότητα στους ανθρώπους να δημοσιεύουν στο διαδίκτυο κάθε είδους κείμενα και άλλους ανθρώπους να σχολιάζουν αυτές τις δημοσιεύσεις. Η έννοια του *semantic blogging* βασίζεται σε αυτή την επιτυχία, προσθέτοντας σημασιολογική δομή στα περιεχόμενα των blogs. Με αυτόν τον τρόπο προστίθεται σημαντική αξία, επιτρέποντας την πλοήγηση και την αναζήτηση στα περιεχόμενα των blogs με βάση τις σημασίες και το νόημά τους και όχι για παράδειγμα με βάση τη χρονολογική σειρά των δημοσιεύσεων. Ως μέρος των εργασιών της στο έργο SWAD-E, η HP ανέπτυξε μία πρότυπη εφαρμογή [50] με τη χρήση του semantic blogging για τη διαχείριση, το σχολιασμό και την αναζήτηση βιβλιογραφιών ανάμεσα σε κοινότητες με κοινά ενδιαφέροντα, όπως για παράδειγμα ομάδες ερευνητών και σπουδαστών.

Από την άλλη μεριά, η έννοια της σημασιολογικής διαδικτυακής πύλης (Semantic Portal), αναφέρεται στη δημιουργία ευρετηρίων από συλλογές πληροφοριών, με τη χρήση μίας πλούσιας οντολογίας τομέα, σε αντίθεση για παράδειγμα με μία απλή λίστα από λέξεις-κλειδιά. Μία σημασιολογική διαδικτυακή πύλη, παρέχει τη δυνατότητα αναζήτησης και πλοήγησης στις υποκείμενες πηγές πληροφοριών, εκμεταλλευόμενη τη δομή αυτής της οντολογίας. Μπορεί να υπάρχει μία έμμεση αντιστοίχιση ανάμεσα στον τρόπο πλοήγησης που παρέχεται από την πύλη και στη σημασιολογία του τομέα (domain semantics) - η πύλη μπορεί να αναδιοργανωθεί προκειμένου να προσαρμόζεται στις διαφορετικές ανάγκες των χρηστών, αλλά τα ευρετήρια του τομέα παραμένουν σταθερά και επαναχρησιμοποιήσιμα. Στα πλαίσια του SWAD-Europe, αναπτύχθηκε μία δεύτερη πρότυπη εφαρμογή από τα HP Labs, το *Semantic Web Environmental Directory (SWED)* [51], το οποίο αποτελεί μία πύλη κοινοτήτων (community portal) που παρέχει πληροφορίες σχετικά με περιβαλλοντικούς οργανισμούς και ομάδες στη Μ. Βρετανία, δίνοντας τη δυνατότητα αναζήτησης στα

περιεχόμενά της με ένα δομημένο τρόπο, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να αναγνωρίζουν άμεσα τις ομάδες που ταιριάζουν περισσότερο στα ενδιαφέροντά τους.

Πέρα από τις συγκεκριμένες εφαρμογές που περιγράψαμε παραπάνω, υπάρχουν πολλές άλλες εφαρμογές, που αναπτύχθηκαν ή αναπτύσσονται κυρίως σε ερευνητικό επίπεδο. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

Εφαρμογές Διαχείριση γνώσης. Οι εφαρμογές αυτού του είδους, συνήθως επεκτείνουν κάποιο συνηθισμένο κομμάτι του υπάρχοντος Ιστού, όπως οι browsers και οι servers, δίνοντάς του τη δυνατότητα επεξεργασίας των μεταδεδομένων και των σημασιολογικών σχολίων που συσχετίζονται με κάποια ιστοσελίδα. Τέτοιου είδους εφαρμογές είναι για παράδειγμα ο Semantic Web Browser *Haystack* [11] που αναπτύχθηκε από το MIT, το *Magpie* [14] το οποίο μπορεί να προστεθεί ως plug-in σε γνωστούς browsers που υπάρχουν ήδη όπως ο Internet Explorer, ο Semantic Web Server *Joseki* από τα HP Labs [13], που δίνει τη δυνατότητα δημοσίευσης δεδομένων που έχουν μαρκαριστεί με RDF, κλπ.

Σημασιολογικές Μηχανές Αναζήτησης. Πρόκειται για μηχανές αναζήτησης που εκμεταλλεύονται τη χρήση του RDF και των οντολογιών, προκειμένου να επιστρέφουν αποτελέσματα στο χρήστη με βάση το νόημα και τη σημασιολογία των δεδομένων (το οποίο σημαίνει μικρότερος αριθμός αποτελεσμάτων με μεγαλύτερη σχετικότητα). Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το *Swoogle* [39] το οποίο αποτελεί μηχανή αναζήτησης για οντολογίες.

Σημασιολογικές Πύλες. Όπως είδαμε και παραπάνω στην περίπτωση της HP, οι σημασιολογικές δικτυακές πύλες χρησιμοποιούν την οργάνωση που παρέχεται από το μαρκάρισμα των ιστοσελίδων με τη χρήση μεταδεδομένων και οντολογιών, για τη δόμηση και την παρουσίαση του περιεχομένου. Οι σχέσεις που ενσωματώνονται στις σημασιολογικές δομές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη πιο πλούσιων αναζητήσεων με μεγαλύτερη ακρίβεια. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται γενικές προσεγγίσεις και εφαρμογές για την ανάπτυξη σημασιολογικών πυλών, όπως το SEAL [26] και το Ontoweaver [16].

Εφαρμογές Ψηφιακών Βιβλιοθηκών. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στην Ενότητα 2.4.4.2, ένα κύριο χαρακτηριστικό των ψηφιακών βιβλιοθηκών, είναι η παροχή *διαμοιραζόμενων καταλόγων* (*shared catalogues*) που μπορούν να δημοσιευθούν και να διαβαστούν online.

Αυτό απαιτεί τη χρήση κοινών μεταδεδομένων για την περιγραφή των πεδίων του καταλόγου (π.χ. τίτλος, συγγραφέας, ημερομηνία, εκδότης, κλπ.), καθώς και κοινών *ελεγχόμενων λεξικών* (*controlled vocabularies*) για την αντιστοίχιση των δημοσιεύσεων σε συγκεκριμένες θεματικές κατηγορίες, όπως είναι οι θησαυροί (*thesaurus*) και οι ταξινομίες (*taxonomies*). Η ανάπτυξη εργαλείων και *formats* για την αναπαράσταση τέτοιων θησαυρών στο Σημασιολογικό Ιστό, υπήρξε κύριος στόχος του προγράμματος SWAD-Europe που αναφέραμε νωρίτερα. Από αυτό το ερευνητικό έργο, προήλθε το *Simple Knowledge Organisation System* (SKOS) [37] για την περιγραφή λεξιλογίων και κατηγοριών, καθώς και ένα πρότυπο λογισμικό που δίνει τη δυνατότητα σε ανθρώπους και άλλα προγράμματα λογισμικού, να αναζητούν και να επιλέγουν όρους από ένα θησαυρό μέσω του Ιστού.

Επίσης, υπάρχουν πολλά άλλα ερευνητικά έργα που έχουν ως στόχο την παροχή πρόσβασης σε βιβλιοθήκες μέσω του Ιστού, μερικά από τα οποία χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού άμεσα, ενώ άλλα έμμεσα. Τα πιο σημαντικά από αυτά περιλαμβάνουν το *Simile Project* [36] το οποίο χρησιμοποιεί τον Σημασιολογικό Ιστό για να ενισχύσει τη διαλειτουργικότητα ανάμεσα σε ψηφιακούς πόρους όπως σχήματα/λεξικά/οντολογίες, μεταδεδομένα και υπηρεσίες και το *DELOS* [6], το *European Network of Excellence on Digital Libraries*, ο ιστότοπος του οποίου παρέχει πολλούς άλλους συνδέσμους σε projects σχετικά με ψηφιακές βιβλιοθήκες.

Εικονικές Κοινότητες. Ένα σημαντικό θέμα που προέκυψε κατά την ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού, είναι η δυνατότητα που παρέχει για την υποστήριξη της online επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφόρων ομάδων ανθρώπων. Ένα παράδειγμα που έχουμε ήδη δει, είναι η δημιουργία εικονικών κοινοτήτων μέσω σημασιολογικών πυλών και σημασιολογικών blogs. Μία άλλη γνωστή εφαρμογή που κινείται σε αυτά τα πλαίσια, είναι το project *Friend of a Friend* (FOAF) [10], το οποίο χρησιμοποιεί τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού όπως RDF, SPARQL, SKOS, κλπ., δίνοντας τη δυνατότητα στους ανθρώπους να δημοσιεύουν πληροφορίες σχετικά με τον εαυτό τους, την εργασία τους, τα ενδιαφέροντά τους και τα στοιχεία επικοινωνίας τους. Το ενδιαφέρον στο όλο εγχείρημα, είναι ότι οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να δημοσιεύουν συνδέσμους από άλλους χρήστες της κοινότητας, δημιουργώντας έτσι ένα δίκτυο συνδέσμων ανάμεσα σε χρήστες. Στη συνέχεια, ένας άλλος χρήστης της υπηρεσίας, μπορεί να εύκολα να ανακαλύψει την έκταση και το αντικείμενο αυτών των εικονικών κοινοτήτων που δημιουργούνται, εντοπίζοντας με αυτόν τον τρόπο πιθανούς νέους συνδέσμους και κοινότητες με παρόμοια ενδιαφέροντα.

Τέλος, για έναν μεγάλο αριθμό από μελέτες περίπτωσης, όσον αφορά την εφαρμογή των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού, παραπέμπουμε τον αναγνώστη στα *Case Studies and Use Cases* [33] που δημοσίευσε πολύ πρόσφατα η ομάδα ενδιαφέροντος του W3C *Semantic Web Education and Outreach Interest Group*, καθώς και στο σχετικό blog [32] που διατηρεί η ομάδα του έργου SWAD-Europe.

6 Συμπεράσματα από τη Διαβούλευση

Με βάση τη διεθνή εμπειρία και πρακτική και τα όσα συζητήθηκαν κατά τις διαβουλεύσεις, αδιαμφισβήτητα, ο Σημασιολογικός Ιστός μπορεί να αποτελέσει ένα στέρεο υπόβαθρο πάνω στο οποίο μπορεί να οικοδομηθεί μια νέα γενιά Ηλεκτρονικού επιχειρείν.

Παρά το γεγονός, ότι η τεχνολογία SW είναι σχετικά πρόσφατη και έχει πολύ δρόμο ακόμα να διανύσει προκειμένου να φθάσει στην ωριμότητα, τα θεμέλιά της θεωρούνται σημαντικός ακρογωνιαίος λίθος, για την εξέλιξη (ακόμη και για τον επανασχεδιασμό) διάφορων τομέων όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο, το e-learning, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, το e-government και η διαχείριση γνώσης.

Η ανάπτυξη των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού οριοθετεί ένα νέο πλαίσιο προκλήσεων και ευκαιριών. Κι αυτό δεν αναφέρεται αποκλειστικά στις συναλλαγές επιχείρησης-με-επιχείρηση (B2B) αλλά και σε κάθε άλλη επιχειρηματική διαδικασία όπως στις συναλλαγές επιχείρησης-πελάτη (B2C), στη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας κ.τ.λ. Κοινή πρακτική άλλωστε, πολλών μεγάλων επιχειρήσεων, αποτελεί η χρηματοδότηση της έρευνας ή η σύμπραξη με ακαδημαϊκούς ή/και με ανεξάρτητες ερευνητικές ομάδες, για θέματα Σημασιολογικού Ιστού.

Εντούτοις, η ανάπτυξη και επέκταση των λύσεων Σημασιολογικού Ιστού είναι δαπανηρή. Η δημιουργία μεταδεδομένων και η συντήρησή τους – που αποτελούν χρονοβόρες διαδικασίες, ιδιαιτέρως εάν η ποιότητα αποτελεί βασική απαίτηση- παράλληλα με την αυξανόμενη πολυπλοκότητα στις γλώσσες και τα εργαλεία που επιβάλλουν οι λύσεις SW, ενισχύουν την απαίτηση για ειδικευμένο προσωπικό και πιο εκλεπτυσμένη διαχείριση. Χωρίς αμφιβολία, η ενδεχόμενη χρήση των τεχνολογιών SW, θα πρέπει να είναι θεωρείται ως μια πολλά υποσχόμενη επιλογή, ωστόσο η προοδευτική υιοθέτησή τους θα πρέπει να ακολουθεί τις οργανωσιακές προτεραιότητες και να υπόκειται σε προσεκτικές αναλύσεις κόστους-ωφέλειας και απόδοσης της επένδυσης. Ενδεικτικά, αναφορά της αξίας που δύναται να προσδώσουν οι τεχνολογίες Σημασιολογικός Ιστός γίνεται στο άρθρο του παραρτήματος Ε.

Εν κατακλείδι, απαιτείται ακόμα πολύ δουλειά προκειμένου να ξεπεραστούν τα διάφορα εμπόδια που δρουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού. Ενθαρρυντική είναι η σταθερή πρόοδος που σημειώνεται από τα πολυάριθμα ερευνητικά κέντρα, (βλ. παράρτημα Δ) που συμμετέχουν και συνεργάζονται στην προσπάθεια υλοποίησης του οράματος του Σημασιολογικού Ιστού και πλήρους αξιοποίησης των αμέτρητων δυνατοτήτων που αυτός παρέχει.

7 Προτάσεις προς την Πολιτεία και τις Επιχειρήσεις

7.1 Εισαγωγή

Η Κοινωνία της Πληροφορίας αποτελεί αν μη τι άλλο μια πραγματικότητα την οποία δεν μπορεί να αγνοήσει κανείς. Για την Ελλάδα, με τη δεδομένη γεωπολιτική θέση, οι τεχνολογίες της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών μπορούν να αποτελέσουν το εφελτήριο ώστε η πολυθρύλητη στρατηγική θέση της στη Νοτιοανατολική Ευρώπη και τα Βαλκάνια να μετουσιωθεί σε σχέση εμπιστοσύνης με τις οικονομίες των γειτονικών χωρών.

Ταυτόχρονα το 4ο ΚΠΣ συνθέτει ένα πρωτόγνωρο στρατηγικό σχέδιο ανάπτυξης της Ελλάδος με την αποτελεσματικότητα όμως των κονδυλίων να συσχετίζεται άμεσα με την υπέρβαση εγγενών χαρακτηριστικών. Άλλωστε στην Ελλάδα συσχετίσαμε την κρατική ή Ευρωπαϊκή επιχορήγηση με την βραχυπρόθεσμη κοντόφθαλμη απορρόφηση πόρων, με την αδιαμφισβήτητη πραγματικότητα να θέλει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό έργων πληροφορικής να παύει με το πέρας της χρηματοδότησης. Έστω κι αν με αυτή την πρακτική όχι μόνο η ανεργία δεν αντιμετωπίζεται αλλά επιπρόσθετα αναστέλλεται και η συνέργια των επιμέρους υλοποιήσεων. Το συμπέρασμα είναι ότι το χρονικό διάστημα που διανύουμε είναι κρίσιμο. Με την διεύρυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήδη ειλημμένη απόφαση και με μακροπρόθεσμη ροή πόρων προς τους νέους εταίρους της Ευρώπης των 25, το ζήτημα της αξιοποίησης των κονδυλίων αποτελεί εθνική υπόθεση.

Οι τεχνολογίες του Σημασιολογικού ιστού ενταγμένες μέσα στο όραμα της Κοινωνίας της Γνώσης, ένα πολυσχιδές περιβάλλον αξιοποίησης αλλά θέτουν και την πρόκληση της χάραξης εθνικής στρατηγικής. Μια σειρά από τομείς χαρακτηρίζονται έντονα από την παρουσία γνώσης που παραμένει ανεκμετάλλευτη: Υπουργεία, Δημόσιοι Οργανισμοί, Φορείς Στρατηγικής Σημασίας, Επιμελητήρια, κ.α.

Την ίδια στιγμή ποικίλες άτυπες κοινότητες πρακτικής αναλώνονται σε τετριμμένες διαδικασίες που χαρακτηρίζονται γραφειοκρατικές και ελάχιστα αξιοποιήσιμες. Ευαίσθητες κοινωνικές ομάδες, άνεργοι, νέοι, παλιννοστούντες, γυναίκες, ασθενέστερες οικονομικά τάξεις αδυνατούν να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και γνώσεις.

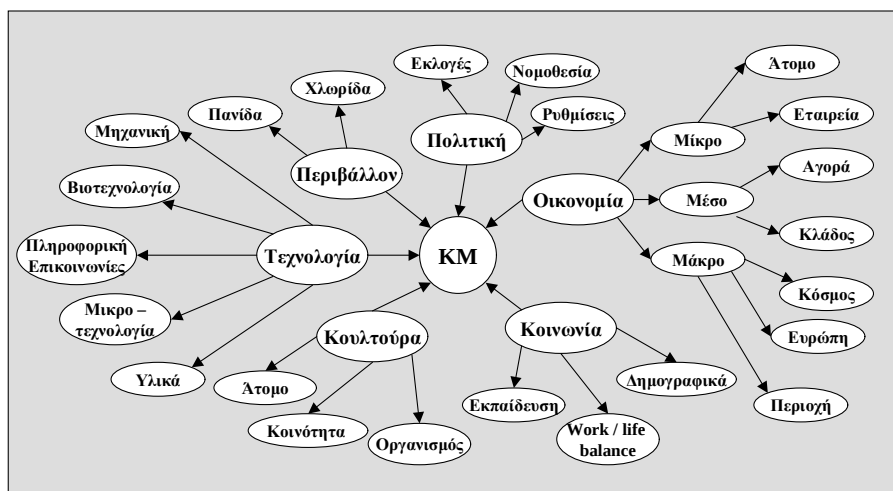
Ένα πλαίσιο προκλήσεων, ευκαιριών αλλά και αδυναμιών. Η πραγματικότητα είναι μία. Οι εποχές που η γνώση αντιλαμβάνονταν ως κλειστή και περιορισμένη μάλλον έχει περάσει ανεπιστρεπτί. Στις μέρες μας οι λεωφόροι της γνώσης έχουν διευρυνθεί. Τρανό παράδειγμα η Κοινότητα του Open Source που απειλεί αυτοκρατορίες λογισμικού.

Στη διεθνή βιβλιογραφία και πρακτική συναντά κανείς πολλές επιτυχημένες εφαρμογές του σημασιολογικού ιστού με έντονη κοινωνική συνεισφορά. Στην Ελληνική πραγματικότητα μπορούμε να επιχειρήσουμε μια πολύ-επίπεδη προσέγγιση. Τομείς στους οποίους η σύγχρονη Ελλάδα πρέπει να θωρακίσει το στρατηγικό της πλεονέκτημα σαν ένα διακριτικό επιτυχίας καθώς επίσης και τομείς που οι επιδόσεις της απέχουν κατά πολύ από τον Ευρωπαϊκό Μέσο Όρο. Σε αυτήν την κατεύθυνση ο ρόλος του Ελληνικού Πανεπιστημίου είναι προδιαγραμμένος: Να αποτελέσει μέσα από τομές και πρωτοβουλίες κυψέλη ανταλλαγής ιδεών σφυρηλατώντας το κριτικό πνεύμα στους φοιτητές και υιοθετώντας νέες μεθόδους διδασκαλίας με πλήρη αξιοποίηση των τεχνολογιών. Θα αναλύσουμε αμέσως στη συνέχεια ορισμένους τομείς όπου ο Σημασιολογικός Ιστός και η Διαχείριση της Γνώσης μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά.

7.2 Ένα πλαίσιο ανάλυσης

Ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα ευρωπαϊκά έργα σε σχέση με τη διαχείριση της γνώσης είναι το Ευρωπαϊκό Φόρουμ για τη Διαχείριση της Γνώσης (European Knowledge Management Forum) που μάλιστα υποστηρίζει και το σχετικό δικτυακό τόπο του Knowledge Board (<http://www.knowledgeboard.com>). Μεταξύ των παραδοτέων του έργου συναντά κανείς δύο πολύ ενδιαφέροντα διαθέσιμα και σε ηλεκτρονική μορφή:

- Scenarios for future work in the K economy,
http://www.knowledgeboard.com/library/deliverables/ekmf_d12_v05_2001_09_30_iao.pdf
- The Future of KM: Research Recommendations
http://www.knowledgeboard.com/library/deliverables/ekmf_wp_futureofkm_research_v04_2002_02_28.pdf



Γράφημα 1. Οι έξι γενικές μεταβλητές επιρροής της Διαχείρισης της Γνώσης

Το παραπάνω γράφημα συνοψίζει με βάση το σκεπτικό του European KM forum το πεδίο της διαχείρισης της γνώσης και τις κύριες περιοχές που αλληλεπιδρά δυναμικά. Έξι γενικές δυνάμεις προσδιορίζονται κάθε μία εκ των οποίων επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων που οφείλει κανείς να λάβει υπόψη:

- Η **Κοινωνία**. Με συγκεκριμένα δημογραφικά χαρακτηριστικά και διαφοροποιήσεις των μελών της, έχει ανάγκη εξασφάλισης διαρκούς εκπαίδευσης στα μέλη της και ανάληψης εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών προσαρμοσίμων στην διαφορετικότητα του νοητικού κοινωνικού κεφαλαίου. Επίσης με έντονη την ανάγκη διασφάλισης μιας ισορροπίας μεταξύ καθημερινής ζωής και εργασίας των μελών της σε ένα εργασιακό περιβάλλον που γίνεται καθημερινά πιο απαιτητικό
- Η **Οικονομία** που βέβαια επηρεάζει κάθε στιγμή οποιαδήποτε ανθρώπινη δραστηριότητα. Με τη γνώση στο πλαίσιο της Κοινωνίας της Πληροφορίας να αναγνωρίζεται ως κρίσιμος πόρος ισότιμος των παραδοσιακών συντελεστών παραγωγικότητας. Σε μικρο, μέσο ή μακρο επίπεδο η οικονομική προσέγγιση θέτει στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος και της σχετικής ανάλυσης το άτομο, την επιχείρηση, την αγορά, τον κλάδο, την περιοχή, την Ευρώπη, τον κόσμο αναγνωρίζοντας με αυτή την πολυδιάστατη προσέγγιση την συσχέτιση στο παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον.

- Η **Τεχνολογία** που με τη ραγδαία εξέλιξή της δημιουργεί νέες συνθήκες εκμετάλλευσης και για τη Διαχείριση της Γνώσης. Χωρίς να αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα της αποτελεσματικότητας της Διαχείρισης της Γνώσης η τεχνολογία θέτει προκλήσεις αξιοποίησής της. Μέσα από με ένα ευρύ πλέγμα υποκατηγοριών της η τεχνολογία ορίζει κατευθύνσεις στην έρευνα αλλά προσδιορίζεται και από αυτή. Με αιχμή τις τεχνολογίες της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών η ΔτΓ καλείται να αξιοποιήσει μια σειρά από επιμέρους τεχνολογίες όπως: Κινητή Τηλεφωνία, Ομότιμη Δικτύωση, Portals, Έμπειρα συστήματα, Τεχνητή Νοημοσύνη, Οντολογίες, Semantics, Smart Agents, Ανοιχτές πλατφόρμες και Αρχιτεκτονικές, Workflow Συστήματα κ.α.. Επίσης η βιοτεχνολογία με τη γενετική μηχανική και τα γενετικά μεταλλαγμένα προϊόντα επηρεάζουν και επηρεάζονται από τη διαχείριση της γνώσης απαιτώντας ευφυείς αλγορίθμους και τεχνικές αναπαράστασης. Πολύ σημαντική για το μέλλον και η εξέλιξη της μικροηλεκτρονικής και της μηχανικής που προωθούν την ανάπτυξη εικονικών εργαστηρίων (virtual labs), προγραμματιζόμενων μικρο-μηχανών (programmable micromachines) και διασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητα (interoperability) και τη διαρκή διαθεσιμότητα (ubiquity).
- Η **Κουλτούρα – Πολιτισμός** που αξιοποιώντας την τεχνολογία και τη γνώση εξασφαλίζει ευέλικτες λεωφόρους πολιτισμικής συνεισφοράς σε ένα ευρύ πεδίο ωφελουμένων. Με άξονες το άτομο, τον οργανισμό και την κοινότητα ατόμων η ανάδειξη της προσωπικής αξίας με έντονο τον πολιτισμικό χαρακτήρα της ατομικής συνεισφοράς αναγάζεται στην αποστολή του συνόλου. Με τον τρόπο αυτό ο πολιτισμός και η κουλτούρα εμποτίζει τις συμπεριφορές προάγοντας την έννοια της κοινωνικότητας.
- Η **Πολιτική** με την ευρεία διάστασή της. Που εξειδικεύεται στο νομοθετικό έργο, στην εφαρμογή των νόμων και των ρυθμίσεων για την ωφέλεια του Πολίτη και με τη διασφάλιση των δημοκρατικών θεσμών και των δικαιωμάτων του Πολίτη. Υπό αυτό το πρίσμα η Διαχείριση της Γνώσης γίνεται κοινωνικά ωφέλιμη. Δεν εξαντλείται σε γενικόλογες διατυπώσεις ούτε διεκδικεί μια θέση στην ομπρέλα της αποκαλούμενης ηλεκτρονικής επιχειρηματικότητας (e-business). Χαράσσει το ρόλο της συνεισφοράς της αναδεικνύοντας κυρίαρχα την κοινωνική διάσταση της γνώσης και τεκμηριώνει

την χρήση της τεχνολογίας με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης νόησης. Από αυτή τη σκοπιά η διαχείριση της γνώσης είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα. Η μηχανική των συστημάτων της αφορά ποιοτικούς μετασχηματισμούς πληροφοριών και όχι ανούσιες συναλλαγές που αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων. Η σημασιολογία και η απόδοση νοημάτων στα άναρχα δεδομένα των πληροφοριακών συστημάτων αποτελεί στοίχημα για την αποδοχή της.

- Το **Περιβάλλον**. Όπου τα οικοσυστήματά του διασφαλίζουν το αυτονόητο και δεδομένο για όλους μας πλαίσιο ζωής και άρα τις προϋποθέσεις οποιασδήποτε ανθρώπινης δράσης.

7.3 Τομείς ενδιαφέροντος για την Ελλάδα

7.3.1 Πολιτισμός και Ιστορία

Ένας πολύ κρίσιμος πόρος για την Ελλάδα της πενιχρής βιομηχανικής παραγωγής είναι ο Πολιτισμός και η Μακραίωνη Ιστορία της. Ο σημασιολογικός ιστός και η Διαχείριση της Γνώσης μπορεί να συμβάλλουν με τις τεχνολογίες τους ουσιαστικά στην αξιοποίηση του παραπάνω πλούτου. Φυσικά όχι μόνο με μια κοντόφθαλμη λογική αρχειοθέτησης και αποκομιδής οικονομικών οφελών αλλά μέσω πρωτοβουλιών που θα προωθούν τα ιδανικά και της αρετές του Ελληνικού Πολιτισμού. Οι λεωφόροι της Πληροφορικής και της Γνώσης μπορούν να αξιοποιηθούν αναμφίβολα για την κωδικοποίηση του πολιτισμικού πλούτου της Ελλάδος και μέσα από διεθνείς κοινότητες μπορούν να αποκομιστούν πολλά έμμεσα οφέλη από την προβολή της Ελλάδος. Μερικές μόνο από τις περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος στον τομέα αυτό περιλαμβάνουν:

- Εφαρμογές στην αιχμή της τεχνολογίας για τα Ελληνικά Μουσεία,
- Συνδυασμός εικονικών διαδρομών στην Ελλάδα του Χτες και του Σήμερα,
- Πρότυπα προγράμματα σπουδών των Ελληνικών Γραμμάτων και Τεχνών με την αιγίδα του Υπουργείου Πολιτισμού.
- Κωδικοποίηση του Ιστορικού Αρχείου της Ελλάδος
- Ηλεκτρονική Διασύνδεση των Κοινοτήτων των Ελλήνων σε ολόκληρο τον κόσμο

7.3.2 Κοινωνία – Παιδεία

Το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να αξιοποιήσει ποικιλότροπα τις μεθοδολογίες και τις τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού, της διαχείρισης της γνώσης αλλά και του e-learning. Με άπειρο εκπαιδευτικό υλικό να παραμένει ανεκμετάλλευτο οι πρωτοβουλίες ενδυνάμωσης της έννοιας της κοινότητας τόσο σε επίπεδο καθηγητών όσο και μαθητών-σπουδαστών είναι κρίσιμης σημασίας. Η ανάπτυξη κεντρικών portals με εκπαιδευτικό υλικό και η υποστήριξη on-line communities ειδικών αποτελούν βήματα προς τη σωστή κατεύθυνση. Ο ρόλος του Υπουργείου Παιδείας αλλά και του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου στην κατεύθυνση αυτή είναι εξαιρετικά κρίσιμοι. Το ΕΠΕΑΕΚ πρέπει να δημιουργήσει υποδομές μακροχρόνιας βιωσιμότητας και ο μόνος τρόπος για να διασφαλιστεί αυτό είναι η διεύρυνση της φιλοσοφίας αξιοποίησης των παραδοτέων των σχετικών έργων. Σε σχέση με το E-learning ποικίλες εφαρμογές χρηματοδοτήθηκαν στα πλαίσια του ΕΠΕΑΕΚ και των Πειραματικών Προγραμμάτων Εκπαίδευσης του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Σε όλες αυτές τις πραγματικά ενδιαφέρουσες πρωτοβουλίες υπάρχει μια κρίσιμη παράμετρος επιτυχίας. Η αποδοχή τους από τους χρήστες τους. Σε αυτό το επίπεδο πραγματικά είναι απαραίτητο να γίνουν πολλά βήματα προόδου. Η χρηστικότητα των υλοποιήσεων δε διασφαλίζεται παρά με εστιασμένες πρωτοβουλίες ενημέρωσης και εκπαίδευσης. Πρέπει η έννοια της Διαχείρισης της Γνώσης να ειπωθεί σαν μια κρίσιμη παράμετρος της εθνικής μας πορείας που μέσα από τις τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού μπορεί να απογειωθεί.

Η Ελλάδα δεν έχει την πολυτέλεια να δαπανά πόρους χωρίς αυτό να γίνεται με στρατηγικούς στόχους. Πόσο μάλλον σε περιπτώσεις όπου ο τεχνολογικός και κοινωνικός χαρακτήρας των επενδύσεων απαιτεί άμεση απόδειξη της απόσβεσης των σχετικών κονδυλίων. Είναι ανάγκη αυτή την επισήμανση να την δούμε να μετουσιώνεται σε καθημερινή πρακτική. Η πολύ γρήγορη απαξίωση των τεχνολογιών δεν επιτρέπει την πολυτέλεια μεμονωμένων έργων χωρίς να υπάρχει σαν παράλληλη πορεία η αγωνία για τη μελλοντική διαθεσιμότητά τους. Για το λόγο αυτό τα θέματα της προτυποποίησης δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται με ελαφρά την καρδιά. Ούτε βέβαια με τη λογική να στήσουμε μια επιτροπή που θα ασχολείται με το γενικό θέμα επ' αόριστο.

Ορισμένα από τα θέματα που χρήζουν περαιτέρω προσοχής και ο σημασιολογικός ιστός μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά είναι τα ακόλουθα:

- Κωδικοποίηση εκπαιδευτικού υλικού σε όλες τις βαθμίδες και εξασφάλιση κεντρικών και αποκεντρωμένων δομών διαχείρισης του
- Προώθηση on-line κοινοτήτων μαθητών, ειδικών και επιστημόνων με ενδιαφέρον στο εκπαιδευτικό σύστημα
- Διασφάλιση Δικτύων Γνώσης εντός του εκπαιδευτικού συστήματος
- Ολοκλήρωση των πανεπιστημιακών δικτύων έρευνας και χάραξη εθνικής στρατηγικής στην επιστημονική έρευνα
- Προώθηση της συνεργασίας ερευνητικών κέντρων και της ιδιωτικής πρωτοβουλίας με συγκεκριμένα χρηματοοικονομικά κριτήρια
- Ολοκληρωμένες πρωτοβουλίες ενημέρωσης (road shows και σεμινάρια) σε ποικίλα επίπεδα
- Εισαγωγή στα πανεπιστημιακά τμήματα Πληροφορικής, Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας αντιστοίχων μαθημάτων (Διαχείρισης Γνώσης και σημασιολογικού Ιστού) με έμφαση επίσης και στις τεχνολογίες αιχμής που τα επόμενα χρόνια θα επωμιστούν το βάρος του Semantic Web. Ειδική αναφορά σε αυτό το θέμα γίνεται σε σχετικό παράρτημα στο τέλος του παραδοτέου.

7.3.3 Υγεία

Το Εθνικό Σύστημα Υγείας δεν είναι υπερβολή να υποστηρίξουμε πως αποτελεί ένα πολύ ουσιαστικό πεδίο αξιοποίησης της Διαχείρισης της Γνώσης αλλά και του Σημασιολογικού Ιστού. Πολλές από τις γραφειοκρατικές διαδικασίες που ταλαιπωρούν τον έλληνα πολίτη θα μπορούσαν να υπερβληθούν με συγκεκριμένες πρωτοβουλίες. Επίσης το πολύ σημαντικό ζήτημα της ανάπτυξης του Ιατρικού και Νοσηλευτικού κόσμου θα μπορούσε με προωθηθεί με αντίστοιχα έργα. Ορισμένες σημαντικές περιοχές στο χώρο της Υγείας που η Διαχείριση της Γνώσης μπορεί να συνεισφέρει περιλαμβάνουν:

- Διαχείριση του απόρρητου ιατρικού ιστορικού,
- Δημιουργία βάσεων γνώσης για ιατρικά θέματα,
- Πρότυπες πύλες (portals) για παροχή ιατρικών συμβούλων,
- Συστήματα Ιατρικής Παρακολούθησης μέσω πρόσβασης σε δίκτυα ειδικών,
- Εικονικά Ιατρικά Εργαστήρια στο υπόδειγμα των virtual labs,

- Δημιουργία προγραμμάτων e-μάθησης σε ειδικές κατηγορίες πληθυσμού,
- Αξιοποίηση τεχνολογιών τηλεδιάσκεψης για εκπαιδευτικούς σκοπούς,
- Συστήματα τηλεϊατρικής στην απομακρυσμένη ελληνική περιφέρεια,
- Υποστήριξη λύσεων για τη Διοίκηση Νοσοκομείων,
- Εφαρμογές ανταπόκρισης σε αιτήματα πολιτών για ιατρική εξυπηρέτηση,
- Ανάπτυξη δικτύων ηλεκτρονικής συνεργασίας με ιατρικά ερευνητικά κέντρα και Νοσοκομεία του Εξωτερικού.

7.3.4 Εξυπηρέτηση του Πολίτη

Η Εξυπηρέτηση του Πολίτη θέτει ιδιαίτερες προκλήσεις για την διαχείριση της γνώσης. Συνήθως το ζήτημα της εξυπηρέτησης αφορά στην πραγματοποίηση μιας αμφίδρομης ροής γνώσης με το μόνιμο πρόβλημα να εντοπίζεται στην αδυναμία διασφάλισης ενός αντίστοιχου καναλιού επικοινωνίας μεταξύ του απρόσωπου οργανισμού και του πολίτη. Η δημιουργία μηχανισμών διασύνδεσης των πολιτών με γνώση που τους αφορά αποτελεί ουσιαστικό ορόσημο για τη διασφάλιση δεσμών εμπιστοσύνης του Πολίτη με το Κράτος. Μια σειρά από σχετικές υπηρεσίες που μπορούν να αξιοποιήσουν την διαχείριση της γνώσης ως θεωρία και ως πρακτική περιλαμβάνουν:

- Εφαρμογές Ηλεκτρονικής Κυβερνητικής (π.χ. με τη διασύνδεση των Κέντρων Εξυπηρέτηση του Πολίτη),
- Πύλες (portals) ειδικών θεμάτων για θέματα π.χ. Φορολογίας, Συναλλαγής με τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης, κ.α.

7.3.5 Τουρισμός

Στο πεδίο του τουρισμού, την αποκαλούμενη και μεγαλύτερη βιομηχανία της Ελλάδος, συνηθίσαμε να ομιλούμε για εφαρμογές ηλεκτρονικού επιχειρείν με ηλεκτρονικές αγορές (marketplaces) συστήματα ηλεκτρονικών κρατήσεων κλπ. Η αλήθεια είναι πως ο ελληνικός τουρισμός χρειάζεται μια καλύτερη υποστήριξη σε ένα επίπεδο που υπέρκειται των μεμονωμένων επιχειρήσεων του κλάδου και άπτεται της μέριμνας της πολιτείας για τη διασφάλιση αυτού του πολύ κρίσιμου πόρου της ελληνικής οικονομίας. Η εστιασμένη στόχευση σε αγορές που απευθύνεται ο ελληνικός τουρισμός (Αραβικές χώρες, χώρες της Άπω Ανατολής, ΗΠΑ, Ευρωπαϊκός Βορράς) δημιουργεί την ανάγκη δημιουργίας καναλιών

επικοινωνίας. Άπειρο υλικό για την Ελλάδα σε όλα τα επίπεδα απαιτεί μια συνολική διαχείριση και ένα στρατηγικό σχεδιασμό portal sites ικανών να υποστηρίξουν την οικοδόμηση μακροχρόνιων σχέσεων. Είναι πραγματικά τραγικά απογοητευτικό όταν επιχειρεί κάποιος να διαπιστώσει την εικόνα της Ελλάδος μέσω συστημάτων παροχής υπηρεσιών που απευθύνονται σε χρήστες του εξωτερικού.

Πρέπει στρατηγικά να απαντηθεί τι αποτελεί κρίσιμη πληροφορία για ένα ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων (stakeholders) στο εξωτερικό (π.χ. επενδυτικές πληροφορίες) και να δημιουργηθούν κατάλληλες υποδομές διασφάλισής της. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον πρέπει να υποστηριχτούν δίαυλοι συνεργασίας με μεγάλους δημοσιογραφικούς, ενημερωτικούς και εκδοτικούς οίκους του εξωτερικού π.χ. με την ολοκλήρωση επιμέρους πληροφοριακών συστημάτων και στρατηγικές συνεργασίας. Η γνώση που θέλει η Ελλάδα να διαχέει στο εξωτερικό για την εικόνα της και για τη σύγχρονη πραγματικότητά της δεν είναι διόλου κακό να περνά μέσα από μηχανισμούς διαχείρισής της. Ειδικά για τον τουρισμό προτείνονται:

- Δημιουργία Κοινοτήτων συνεργασίας για ταξιδιωτικούς πράκτορες, λήπτες αποφάσεων στο εξωτερικό, επιχειρήσεις και κλαδικούς φορείς στην Ελλάδα
- Ανάπτυξη Portal Site για πληροφορίες σε σχέση με την Ελλάδα
- Στρατηγικές συνεργασίες με τηλεοπτικά και ενημερωτικά δίκτυα του εξωτερικού
- Πρωτοβουλίες προώθησης της ελληνικής παράδοσης και του οικολογικού τουρισμού
- Ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων και συνεργασία με εικονικά πανεπιστήμια
- Αξιοποίηση της ψηφιακής τηλεόρασης για συνδρομητικά προγράμματα που θα διαφημίζουν την Ελλάδα προβάλλοντας τις ομορφιές της.

7.3.6 Διοίκηση Έργων

Στην Ελλάδα η διαχείριση των έργων απαιτεί πολύ προσηλωμένες τεχνικές και δέσμευση στα χρονοδιαγράμματα. Η εμπειρία που αποκομίζεται δεν πρέπει να πάει χαμένη σε κανένα επίπεδο από όλη αυτή την πραγματικά πρωτόγνωρη δραστηριότητα. Είναι απαραίτητο η παραγωγή της γνώσης να αξιοποιηθεί και μέσα από ολοκληρωμένες παρεμβάσεις διαχείρισης της γνώσης να μετασχηματισθεί σε τεχνογνωσία (know-how) αξιοποιήσιμη και στο μέλλον. Συμπεριλαμβάνοντας τόσο το σχεδιασμό των μελετών όσο την υλοποίηση των έργων και την παρακολούθηση της λειτουργίας της. Πλείστες νέες τεχνικές, άπειρο υλικό σε έγγραφα απαιτεί διαχείριση και μάλιστα όχι μόνο σε αποκεντρωμένο επίπεδο. Η Πολιτεία

πρέπει να αξιοποιήσει το υλικό αυτό μέσα από κωδικοποίηση και διαχείριση. Εδώ ο ρόλος των πανεπιστημίων πολύ ουσιαστικός. Η ανάπτυξη μελετών περίπτωσης και βέλτιστων πρακτικών για κάθε έργο μέσα από διεπιστημονικές προσεγγίσεις μπορούν να μετασχηματίσουν την γνώση για τα έργα αυτά σε πολύτιμη εκπαιδευτική παρακαταθήκη για τις μελλοντικές γενεές. Τα πανεπιστημιακά συγγράμματα μπορούν να προσανατολιστούν σε παρουσιάσεις μελετών περίπτωσης που αφορούν τα μεγάλα έργα της Ελλάδας και η διδασκαλία σίγουρα θα είναι πολύ αποτελεσματικότερη με το συνδυασμό μελετών περίπτωσης και θεωρίας. Τεχνικές όπως Lessons Learned, Best Practices, Story Telling Approaches, Knowledge Maps, Case Studies μπορούν να αξιοποιηθούν με πολλαπλά θετικά αποτελέσματα. Συνοψίζοντας σε σχέση με τη Διαχείριση των Έργων η Διοίκηση της Γνώσης και ο σημαιολογικός ιστός μπορούν να συνεισφέρουν με παρεμβάσεις όπως:

- Κωδικοποίηση της εμπειρίας των έργων σε μελέτες περίπτωσης
- Συνεργασίες ακαδημαϊκής κοινότητας και κοινοπραξιών έργων
- Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού με αξιοποίηση της εμπειρίας και της τεχνογνωσίας που αποκτάται
- Κωδικοποίηση και προτυποποίηση των παραδοτέων
- Αποτελεσματική διαχείριση εγγράφων και παρακολούθηση ροών εργασίας
- Διασύνδεση δικτύων ειδικών

7.3.7 Ελληνική Ομογένεια

Για την Ελλάδα η Ομογένεια αποτελεί ένα πολύ ευαίσθητο κεφάλαιο. Στο στρατηγικό σχέδιο της Ελληνικής Πολιτείας για την Ομογένεια πρέπει να περιληφθούν και πρωτοβουλίες που θα αφορούν στην κωδικοποίηση της γνώσης μας για αυτήν. Παράλληλα μια σειρά από πρωτοβουλίες εκπαίδευσης μπορούν να έχουν ως τελικούς ωφελομένους τους έλληνες ομογενείς. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται:

- Κωδικοποίηση της εξειδίκευσης των μελών της ομογένειας, μέσω διασύνδεσης των φορέων τους με δίκτυα συνεργασίας
- Διαρκής υποστήριξη ενός πληροφοριακού Portal με ενσωματωμένη On-line κοινότητα για θέματα που αφορούν τους ομογενείς
- Ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων ψηφιακής τηλεόρασης για τη νεολαία της ομογένειας

- Ίδρυση Εικονικού Πανεπιστημίου (virtual university) για τα παιδιά των Ελλήνων ομογενών σε θέματα όχι μόνο γλώσσας αλλά και ευρύτερης ανάπτυξης με φορέα πιστοποίησης το Ελληνικό Υπουργείο Παιδείας
- Υποστήριξη υποδομών μέσω των οποίων η ομογένεια θα κάνει αισθητή την παρουσία της και τη συνεισφορά της στις τοπικές κοινωνίες των κρατών που είναι εγκατεστημένη. Μέσω αυτών των δομών θα είναι εφικτές πρωτοβουλίες συνεργασίας, προβολής, και οικοδόμησης σχέσεων.
- Συστήματα e-learning για τα ελληνικά σχολεία του εξωτερικού
- Στρατηγική συνεργασία με μεγάλα πανεπιστήμια του εξωτερικού για πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό

7.3.8 Επιστημονική Έρευνα

Οι Έλληνες επιστήμονες διαπρέπουν με το έργο τους τόσο στον Ελλαδικό όσο και στο Διεθνή χώρο. Η υποστήριξη της επιστημονικής έρευνας πρέπει να αντιμετωπιστεί στρατηγικά από την ελληνική πολιτεία. Η διαχείριση της γνώσης στο επίπεδο της ακαδημαϊκής έρευνας είναι κρίσιμης σημασίας. Στα ερευνητικά κέντρα που είναι κυνέλες παραγωγής γνώσης τα παραδοτέα της προσπάθειας πρέπει να ολοκληρωθούν σε ευρύτερες αποθήκες γνώσης. Οι γνωστοί σύμβουλοι των υπουργών και της πολιτείας πρέπει μάλλον στην εποχή της γνώσης να διευρυνθούν ως έννοιες. Με κοινότητες ειδικών και δίκτυα γνώσης οι συμβουλές αλλά και η χάραξη στρατηγικής για κρίσιμα εθνικά ζητήματα ξεφεύγει από το ευκαιριακό επίπεδο και αντλεί τεκμηρίωση από επιστημονικές επιτροπές. Κρίνουμε σκόπιμο να εισηγηθούμε μια σειρά από παρεμβάσεις στο επίπεδο της επιστημονικής έρευνας:

- Στρατηγική διασύνδεση ερευνητικών κέντρων
- Κεντρική Διαχείριση Παραδοτέων χρηματοδοτούμενων έργων ανά τομείς. Φορέας για κάτι τέτοιο θα μπορούσε να είναι η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας
- Ανάπτυξη εκτεταμένων καταλόγων και προφίλ ειδικών (yellow pages of experts)
- Δημιουργία διαύλων αξιοποίησης των παραδοτέων χρηματοδοτούμενων έργων από το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο
- Ενθάρρυνση και χρηματοδότηση Δικτύων Ειδικών, Κοινοτήτων Πρακτικής και Γνώσης

Παράρτημα Α - Πρακτικά Συναντήσεων

Πρακτικά 1^{ης} Συνάντησης

Η πρώτη συνάντηση της ομάδας Ια2 πραγματοποιήθηκε στα γραφεία της ΕΔΕΤ στις 9 Μαΐου 2007 και ώρα 10:00πμ – 14:00μμ. Η ομάδα είχε καλέσει όλους τους ενδιαφερόμενους, ώστε όλοι μαζί να προβληματιστούμε και να συζητήσουμε τις προοπτικές που δημιουργεί ο Σημαιολογικός Ιστός στην ανάπτυξη μιας νέας γενιάς Ηλεκτρονικού Επιχειρείν . Αυτό που επιτεύχθηκε στα πλαίσια της πρώτης ανοικτής Διαβούλευσης της ομάδας ήταν να τεθούν οι κατευθυντήριες και το πλαίσιο λειτουργίας της ομάδας εργασίας και να γίνει μια πρώτη παρουσίαση των τομέων εφαρμογής και των τεχνολογιών του Σημαιολογικού Ιστού.

Πρακτικά 2^{ης} Συνάντησης

Τα βασικά θέματα που τέθηκαν κατά την δεύτερη διαβούλευση ήταν οι θεματικές περιοχές στις οποίες βασίζεται το Σημαιολογικού Ηλεκτρονικού Επιχειρείν και η σημασία τους στα πλαίσια υλοποίησης του.

Πρακτικά 3^{ης} Συνάντησης

Στην τρίτη συνάντηση της ομάδας εργασίας συζητήθηκε το θέμα του Σημαιολογικού Ιστού και της Εκπαίδευσης. Εφόσον καταλήξαμε στους τομείς εφαρμογής του Σημαιολογικού Ιστού, δηλαδή διαχείριση της γνώσης, ψηφιακές βιβλιοθήκες, εικονικές κοινότητες και online συνεργασίες και ηλεκτρονική μάθηση, συνοψίσθηκε η συμβολή αυτών στην βελτίωση των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων.

Παράρτημα Β - Λίστα Μελών Ομάδας Εργασίας Ια2

	Ρόλος	Όνομα	Επώνυμο	Όνομα εταιρίας
1	Συντονιστής	Γρηγόρης	Αντωνίου	Διευθυντής Ινστιτούτου Πληροφορικής, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας
2	Συντονιστής	Κωνσταντίνος	Ταραμπάνης	Καθηγητής Τμήμα Οργάνωσης & Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
3	Συντονιστής	Μιλτιάδης	Λύτρας	Επίκουρος Καθηγητής (ΠΔ407/80), Πανεπιστήμιο Πάτρας, AIS SIGSEMIS
4	Συντονιστής	Νίκος	Βασιλειάδης	Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
5	Rapporteur	Αικατερίνη	Πίτσα	Πανεπιστήμιο Πειραιά
6	Rapporteur	Δημήτρης	Ζαβαλιάδης	Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης
7	Μέλος	Αλέξανδρος	Μπέρλερ	ΓΝΩΜΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΑΕ
8	Μέλος	ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	ΚΟΝΤΑΞΗΣ	ΑΓΡΟΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΑΕ
9	Μέλος	kostas	Alayannis	Φοιτητής
10	Μέλος	ΚΩΣΤΑΣ	ΚΑΡΑΤΖΑΣ	ΙΔΙΩΤΗΣ
11	Μέλος	Αντωνης	Δενδρινος	Deree College
12	Μέλος	ANTHONY	ΜΑΚΡΙΣ	DEREE COLLEGE
13	Μέλος	ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ	ΚΩΣΤΑΣ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
14	Μέλος	Αναστασία	ΣΠΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ	ΟΤΕ ΑΕ
15	Μέλος	Γιώργος	Μπεκιριδης	ΕΡΓΟΝ
16	Μέλος	Αθανασία Ελευθερία	Χαντζή	Πανεπιστήμιο Πατρών τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής
17	Μέλος	ΧΡΗΣΤΟΣ	ΛΑΛΑΣ	ΤΕΕ ΑΜΦΙΣΣΑΣ
18	Μέλος	Chris	Vassilopoulos	Thorough Interactive
19	Μέλος	ΔΕΣΠΟΙΝΑ	ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗ	PEOPLECERT
20	Μέλος	Dimitris	Labropoulos	Gem Consulting
21	Μέλος	Δημήτριος	Κουρτέσης	SEERC - South East European Research Centre
22	Μέλος	Θωμάς	Σκυλογιάννης	Ιδιώτης
23	Μέλος	Έλενα	Ταβλάκη	Σύμβουλος Επιχειρήσεων
24	Μέλος	Maliyah	Sutton	
25	Μέλος	ΣΤΕΦΑΝΟΣ	ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ	Private
26	Μέλος	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΑΡΒΑΝΙΤΗ	ΙΔΙΩΤΗΣ
27	Μέλος	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΚΑΠΟΓΙΑΝΝΗΣ	ΕΛΛΗΝΟ-ΦΙΝΛΑΝΔΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ
28	Μέλος	Γεώργιος	Δημητρίου	Ελληνογερμανικό Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο
29	Μέλος	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΒΟΥΡΟΣ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
30	Μέλος	Gabriel	Gavriilidis	Pallet-Stores
31	Μέλος	ΙΩΑΝΝΗΣ	ΓΙΑΛΕΛΗΣ	ΠΑΝ/ΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
32	Μέλος	Γιώργος	Βαρέλογλου	-
33	Μέλος	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΚΟΥΝΤΑΡΑΣ	ΓΚΟΥΝΤΑΡΑΣ Ε.Π.Ε.
34	Μέλος	Γιώργος	Ρηγόπουλος	ΕΜΠ
35	Μέλος	ΧΑΡΑ	ΝΤΕΛΟΠΟΥΛΟΥ	ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
36	Μέλος	Ιωάννης	ΧΟΧΛΙΟΥΡΟΣ	ΟΤΕ ΑΕ
37	Μέλος	Ιωάννης	Κωνσταντινίδης	Φοιτητής

38	Μέλος	ΙΩΑΝΝΗΣ	ΜΑΡΓΕΤΑΣ	DEREE
39	Μέλος	Aaron	Werner	
40	Μέλος	ΓΙΑΝΝΗΣ	ΠΑΜΠΑΛΗΣ	
41	Μέλος	Κώστας	Καρατζάς	ΑΠΘ
42	Μέλος	ΚΛΕΟΠΑΤΡΑ	ΑΛΑΜΑΝΤΑΡΙΟΤΟΥ	E-HEALTH
43	Μέλος	ΙΩΑΝΝΗΣ	ΚΩΝΣΤΑΣ	5ΕΤΗΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ ΜΗΧ.Η/Υ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
44	Μέλος	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	ΜΟΥΖΑΚΙΤΗΣ	hotel saint stefanos
45	Μέλος	Δημήτριος	Κουτσομητρόπουλος	HRCLab, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών
46	Μέλος	ΜΑΡΙΟΣ	ΚΟΖΩΝΗΣ	ΑΜΕΣ Α.Ε
47	Μέλος	Κων/νος	Βασιλείου	CPI
48	Μέλος	Λάμπρος	Βασιλης	CEID, U_Patras
49	Μέλος	Λάμπρος	Σταυρογιάννης	ΤΗΜΜΥ, ΑΠΘ
50	Μέλος	Λάμπρος	Σταυρογιάννης	ΤΗΜΜΥ, ΑΠΘ
51	Μέλος	Σολομών	Λεβής	Remote Access
52	Μέλος	ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ	ΜΑΛΤΕΖΟΣ	NET-HOME
53	Μέλος	Μαρία	Δάβαρη	φοιτήτρια
54	Μέλος	Πηνελόπη	Μαρκέλλου	Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής
55	Μέλος	ΝΑΟΥΜ	ΔΟΥΚΑΣ	ΙΝΤΕΡΣΑΛΟΝΙΚΑ Α.Ε.Γ.Α.Ζ.
56	Μέλος	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΜΕΣΗΜΕΡΗΣ	ΔΕΗ ΑΕ
57	Μέλος	ΜΙΧΑΗΛ	ΝΗΡΑΣ	ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗΡΙΟ
58	Μέλος	ΜΟΣΧΟΥΛΑ	ΚΡΑΜΒΟΥΣΑΝΟΥ	ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ
59	Μέλος	Μιχάλης	Περιβολάρης	Forthent
60	Μέλος	Μιλτιάδης	Μπλάτσας	Πανεπιστήμιο Πατρών / Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής
61	Μέλος	Πιπέλιας	Θωμάς	
62	Μέλος	Σοφία	Τσουράλη	NaturalProductsCommerce E.E (υπό ίδρυση)
63	Μέλος	ΝΙΚΟΛΑΟΣ	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ	FUTURE CO-OPERATION CONSULTING
64	Μέλος	ΠΑΝΟΣ	ΘΕΟΔΟΣΟΠΟΥΛΟΣ	MICROSOFT HELLAS
65	Μέλος	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΗΣ	ΟΜΙΛΟΣ ΟΤΕ
66	Μέλος	MARIRENA	TROULLINOY	SAINT JOHN HOTEL VILLAS & SPA
67	Μέλος	Στέφανος	Αρσένης	
68	Μέλος	Σπύρος	Δήμου	ΟΤΕplus
69	Μέλος	Γεώργιος	Σιέλης	Μεταπτυχιακός Φοιτητής
70	Μέλος	Σπύρος	Μιχαηλίδης	EWORX Α.Ε.
71	Μέλος	Σπύρος	Ζαφειρόπουλος	ΤΕΔΚ Ν. Ηλείας
72	Μέλος	ΣΤΑΜΑΤΗΣ	ΤΖΕΛΕΠΗΣ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
73	Μέλος	Στέλιος	Στυλιανού	Προπτυχιακός Φοιτητής (Τελειόφοιτος)
74	Μέλος	Jaiden	Pelton	
75	Μέλος	ΧΡΗΣΤΟΣ	ΤΕΓΑΣ	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
76	Μέλος	Θεοδώρα	Σταθούλια	Ερευνήτρια
77	Μέλος	Ελένη	Τσέτουρα	Τμήμα Εφαρμογών Πληροφορικής στη Διοίκηση και στην Οικονομία
78	Μέλος	ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ	ΜΕΡΙΑΝΟΣ	ΜΕΡΙΑΝΟΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΜΑΡΙΟΣ
79	Μέλος	ΝΙΚΟΛΑΟΣ	ΤΣΙΡΑΚΗΣ	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΑΣ
80	Μέλος	ΧΡΗΣΤΟΣ	ΤΣΙΡΟΣ	ALICO AIG GREECE
81	Μέλος	ΜΙΧΑΗΛ	ΒΑΦΟΠΟΥΛΟΣ	ΠΑΝ.ΑΙΓΑΙΟΥ
82	Μέλος	Αριστείδης	Βαγγελάτος	Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών

83	Μέλος	Βασιλική	Γιαννικοπούλου	ΕΔΕΤ Α.Ε
84	Μέλος	Vassilis	Blazos	AFOAN
85	Μέλος	Βασίλειος	Παπάζης	φοιτητής
86	Μέλος	ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΠΑΤΣΑΛΙΑΣ	ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ
87	Μέλος	ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	ΜΠΟΥΡΔΟΥΝΗΣ	ΜΠΟΥΡΔΟΥΝΗΣ MEDIA
88	Μέλος	Βασίλειος	ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ	ΕΜΠ (Medialab)
89	Μέλος	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΤΡΙΜΠΟΝΙΑΣ	ΕΜΠ - HMMY
90	Μέλος	Ζήσης	Τιάλιος	freelancing.gr

Παράρτημα Γ – Συνεντεύξεις με εμπειρογνώμονες

Συνέντευξη με τον Eric Miller

“Το πλήρωμα του χρόνου έχει έρθει, για να αξιοποιήσουμε πλήρως τη δυναμική ενός οράματος και μιας ισχυρής ιδέας...”

Eric Miller

Semantic Web Activity Lead
W3C World Wide Web Consortium
200 Technology Square, NE43-350
Cambridge, MA 02139 USA
URL://http://www.w3.org/People/EM/



Μιλτιάδης: *Eric, χαίρομαι που συμφώνησες σε αυτή την συνέντευξη. Ας αρχίσουμε, με την άποψη σου σχετικά με το πώς προχωρά η SW Activity του W3C ;*

Eric: *Με μια λέξη, φανταστικά. Τα τελευταία χρόνια ήταν συναρπαστικά για την Semantic Web Activity όσον αφορά το επίπεδο εργασίας, την ανάπτυξη και την ευρεία αποδοχή αυτών των τεχνολογιών. Αναμφισβήτητα, πρέπει να γίνουν ακόμα πολλά, ωστόσο η ποιότητα της δουλειάς, το πάθος όσων ασχολούνται και τα δυνητικά οφέλη καλλιεργούν ένα πολύ θετικό κλίμα για το μέλλον*

Μιλτιάδης: *: Με ποία καθήκοντα είσαι επιφορτισμένος ως υπεύθυνος της πρωτοβουλίας του W3C για τον Σημασιολογικό Ιστό;*

Eric: *Μέρος των καθηκόντων μου είναι να ηγούμαι θεμάτων αρχιτεκτονικής και τεχνικής φύσεως κατά τον σχεδιασμό και την εξέλιξη της υποδομής του Σημασιολογικού Ιστού. Αυτό περιλαμβάνει την συνεργασία μου με άλλα μέλη του W3C έτσι ώστε οι ομάδες που συμμετέχουν στην Semantic Web Activity αλλά και σε άλλες δραστηριότητες του W3C γενικότερα, να παράγουν πρότυπα για τον ιστό, που να υποστηρίζουν τις απαιτήσεις του Σημασιολογικού Ιστού. Επίσης, στα καθήκοντα μου περιλαμβάνεται η ενθάρρυνση της υποστήριξης του Σημασιολογικού Ιστού από κοινότητες χρηστών και προμηθευτών, καταδεικνύοντας τα οφέλη που προκύπτουν και τις μεθόδους*

“Οι άνθρωποι πρέπει να αποκτήσουν πλήρη επίγνωση της έννοιας “ανάπτυξη”. Θα πρέπει να ενημερωθούν σχετικά με τα οφέλη και θα πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν τα τεχνολογικά επιτεύγματα. Τα έργα της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρέχουν αυτήν την ευκαιρία. Και προκειμένου να αυξηθεί η επίδραση, αρκετά projects συμμετέχουν σε αυτές τις δραστηριότητες “διάδοσης” δημιουργώντας ένα SDK cluster”.

συμμετοχής στην δημιουργία ενός νέου Ιστού που να βασίζεται στα μεταδεδομένα. Τέλος, είμαι υπεύθυνος για την εγκαθίδρυση συνδέσμων με άλλους φορείς τεχνικών προτύπων στον τομέα των τεχνολογιών Ιστού, προκειμένου να διασφαλιστεί η συμμόρφωση ως προς τα υπάρχοντα πρότυπα Σημασιολογικού Ιστού και να γίνει συλλογή απαιτήσεων για μελλοντικές έρευνες του W3C.

“Ο κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας μιας επιχείρησης είναι οι άνθρωποι, οι άνθρωποι και οι άνθρωποι. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και στα ερευνητικά περιβάλλοντα: ερευνητές, ερευνητές και ερευνητές. Από διοικητικής πλευράς, η βασική προτεραιότητα είναι η δημιουργία ενός παγκοσμίου τάξης και υψηλής υποκίνησης ερευνητικού περιβάλλοντος, όπου οι ερευνητές θα έχουν την δυνατότητα να διαπρέψουν, να ωριμάσουν και να

Μιλτιάδης: Η εργασία σου στο W3C σχετικά με τις προδιαγραφές θεωρείται ένας παράγοντες καθοριστικής σημασίας για την εξέλιξη του Σημασιολογικού Ιστού. Σε ποια φάση βρίσκεται τώρα;

Eric: Καλή ερώτηση! Έχουμε ονομάσει το στάδιο στο οποίο βρισκόμαστε τώρα «Φάση 2». Η Φάση 2 εστιάζει στην «ανάπτυξη σε μεγάλη κλίμακα». Το επίκεντρο της δραστηριότητας των νέων ομάδων που υπάρχουν στην Semantic Web Activity, η εκπαίδευσή μας, οι στόχοι και η έρευνα μας, όλα εστιάζουν στην εξέταση των υπάρχοντων προτύπων (XML, RDF και OWL) και στην αποτελεσματική τους ανάπτυξη, με τελικό σκοπό την ενίσχυση του Σημασιολογικού Ιστού.

Μιλτιάδης: Μπορείς να διασαφηνίσεις τις διαδικασίες της πρωτοβουλίας του W3C για τον Σημασιολογικό Ιστό; Πώς οργανώνονται οι δραστηριότητες; Πόσο «ανοιχτή» είναι αυτή η πρωτοβουλία; Πώς διευκολύνεις την συμμετοχική και διανοητική διαδικασία και πόσο δύσκολη είναι η διαχείριση όλων των εμπειρογνομώνων;

Eric: Ο στόχος της πρωτοβουλίας για τον Σημασιολογικό Ιστό, είναι η δημιουργία ενός οικουμενικού μέσου για την ανταλλαγή δεδομένων. Ομαλή διασύνδεση της διαχείρισης προσωπικών πληροφοριών με την ενσωμάτωση επιχειρησιακών εφαρμογών και την παγκόσμια ανταλλαγή εμπορικών, επιστημονικών και πολιτιστικών δεδομένων. Προκειμένου να εκπληρωθούν αυτοί οι στόχοι η Semantic Web Activity εστιάζει σε τέσσερις τομείς:

Enabling Standards: Τα RDF (Resource Description Framework) και OWL (Web Ontology Language) είναι θεμελιώδη πρότυπα για τον Σημασιολογικό Ιστό. Ωστόσο, προκειμένου να προχωρήσουμε στην χρήση, δημιουργία ερωτημάτων (queries) και πρόσβαση δεδομένων σε ένα δικτυοκεντρικό περιβάλλον απαιτούνται και άλλα πρότυπα. Διάφορες ομάδες στους τομείς των Best Practices και Deployment και RDF Data Access υπό την αιγίδα της SW Activity βοηθούν στην ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού και διευκολύνουν τον διαμοιρασμό των δεδομένων που βρίσκονται διασκορπισμένα.

Education and Outreach: Ο ίδιος ο Σημασιολογικός Ιστός αποτελεί μια πλατφόρμα συνεργασίας και ομαδικής δουλειάς. Πέραν του Semantic Web Interest Group που ουσιαστικά αποτελεί το σημείο εστίασης του W3C στην διαβούλευση με την κοινότητα του Σημασιολογικού Ιστού υπάρχουν πολλές κοινότητες που χρησιμοποιούν RDF/XML για την έκδοση των δεδομένων τους στον Ιστό. Το Semantic Web Interest Group συντονίζει την δημόσια εφαρμογή, διαμοιράζει τις εμπειρίες σχετικά με την ανάπτυξη του RDF και ενθαρρύνει την διάδοση του Σημασιολογικού Ιστού. Αυτές οι ομάδες διαβούλευσης παρέχουν πολύτιμο input για την τρέχοντα και μελλοντικά έργα που σχετίζονται με την Activity.

Liaison and Coordination: Η Semantic Web Activity διαχειρίζεται τις εσωτερικές σχέσεις και εξαρτήσεις ομάδων (μέσα και έξω από το W3C) εστιάζοντας στα πρότυπα και τις τεχνολογίες που σχετίζονται με τον στόχο του Σημασιολογικού Ιστού.

Advanced Development: Όπως ακριβώς και η ανάπτυξη του Ιστού στα πρώιμα στάδια επιταχύνθηκε από την διαθεσιμότητα modules ανοιχτού κώδικα όπως πχ. το libwww, το W3C διαθέτει πόρους στην δημιουργία και διάθεση παραγόντων που θα λειτουργήσουν ευεργετικά στην ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού. Επιπλέον, χρησιμοποιεί την επιδότηση έρευνας στον σχεδιασμό και προτυποποίηση τεχνολογιών του μέλλοντος. Αυτές οι τεχνολογίες θα τροφοδοτήσουν τελικά την έρευνα μελλοντικών ομάδων. Όλες αυτές οι προηγμένες πρωτοβουλίες για την ανάπτυξη έχουν σχεδιαστεί σε συνεργασία με ένα μεγάλο αριθμό ερευνητών και επιχειρησιακών συνεργατών έτσι ώστε να διεγείρουν συμπληρωματικούς τομείς ανάπτυξης που θα βοηθήσουν την περαιτέρω ανάπτυξη και προτυποποίηση.

Μιλτιάδης: Είναι δόκιμο να πούμε ότι το RDF γνώρισε μεγάλη επιτυχία; Η ευρεία αποδοχή του αποτελεί παράγοντα επιτυχίας, σωστά; Σε ποιο στάδιο του κύκλου αποδοχής βρίσκεται κατά την γνώμη σου; Κατά πόσο είναι δυνατόν, να βρεθούν προϊόντα για την αποθήκευση, δημιουργία ερωτημάτων και εκτέλεση υπολογιστικών διαδικασιών σε βιομηχανική κλίμακα;

Eric: Είμαι αρκετά ευχαριστημένος από την επιτυχία του RDF, ωστόσο απαιτείται ακόμα πολύ δουλειά. Συγκεκριμένα, είναι σημαντικό να κρύψουμε την πολυπλοκότητα για τον τελικό χρήστη. Παραδείγματα όπως το Adobe's XMP ή Creative Commons από πλευράς δημιουργίας περιεχομένου, είναι αρκετά ενθαρρυντικά ωστόσο αποτελούν μόνο ψήγματα αυτού που θα ακολουθήσει. Υπάρχουν πολλά προϊόντα και εργαλεία που μπορούμε να αναφέρουμε, ωστόσο τα προϊόντα των HP, Oracle, IBM παράλληλα με αυτά νέων επιχειρήσεων δείχνουν αναμφισβήτητα πως προϊόντα Σημασιολογικού Ιστού βιομηχανικής κλίμακας είναι διαθέσιμα τώρα.

Μιλτιάδης: Ποία είναι η πρόγνωση σου για το OWL; Ξεκάθαρα οι ερευνητές και ειδικά αυτοί που προέρχονται από τομείς όπως η τεχνητή νοημοσύνη το λατρεύουν. Κατά την γνώμη σου τι πρέπει να συμβεί ώστε οι κύριοι developers προϊόντων και εφαρμογών, να χρησιμοποιήσουν ή/και να επωφεληθούν από ένα πρότυπο όπως το OWL (όταν ο αντικειμενικός στόχος είναι να αναπτύξουν/ υποστηρίξουν σημασιολογικές εφαρμογές); Πιστεύεις ότι το OWL έχει τις ίδιες προοπτικές επιτυχίας με το RDF;

Eric: Είναι πραγματικά πολύ ενθαρρυντικά τα σημάδια αποδοχής του OWL. Η Semantic Web Activity εργάστηκε πολύ σκληρά για να παράγει μια στρωματοποιημένη προσέγγιση της λειτουργικότητας μεταξύ των RDF, RDF Schema και OWL. Πιστεύω ότι από αυτήν την προσπάθεια θα ευεργετηθούν και το RDF αλλά και το OWL. Ενώ το RDF παρέχει ένα απλό και εύελικτο σκελετό περιγραφής στον Ιστό, το OWL οικοδομεί ένα RDF για να παρέχει πιο πλούσιες δυνατότητες περιγραφής μεταξύ κοινοτήτων του Ιστού. Ενώ το RDF καθιστά ικανή την ανακάλυψη και επαναχρησιμοποίηση δεδομένων των domain, το OWL επισπεύδει την ανακάλυψη και επαναχρησιμοποίηση δεδομένων μέσα στα domain. Θεωρώ ότι τα RDF και OWL αλληλοσυμπληρώνονται και ότι και τα δύο συνδράμουν στην ενδυνάμωση του Σημασιολογικού Ιστού.

“Ο Σημασιολογικός Ιστός αποτελεί μια μακροχρόνια προσπάθεια για την επίτευξη ενός ξεκάθਾਰου στόχου, που δεν μεταβάλλεται με το πέρασμα του χρόνου. Η σταθερή πρόοδος που βασίζεται στην πραγματική επίδραση, δημιουργεί μια επιτυχημένη περιοχή, σταθερή και υγιή ανάπτυξη και όχι μια φούσκα.”

Μιλτιάδης: Δεδομένου του ηγετικού ρόλου που έχεις αναλάβει, είναι σίγουρο ότι έχεις συνεργαστεί και αλληλεπιδράσει με κορυφαίους επιστήμονες του Σημασιολογικού Ιστού όπως οι Tim Berners-Lee, Jim Hendler, Amit Sheth, Ora Lassila, Ian Horrocks, και αρκετοί άλλοι. Πιστεύεις ότι υπάρχει ενοποιημένο όραμα; Έχεις επωμιστεί το βαρύ φορτίο της υλοποίησης του οράματος. Προσπαθείς να τροποποιήσεις το όραμα με βάση πρακτικές παραμέτρους; Υπάρχει κάτι που θες να μοιραστείς σχετικά με το όραμα και το στάδιο κατανόησης του στο οποίο βρίσκόμαστε;

Eric: Γενικά, υπάρχουν πολλές απόψεις για τον Σημασιολογικό Ιστό ακριβώς όπως συμβαίνει και με το Διαδίκτυο. Οι κύριες διαφορές κατά την γνώμη μου, εντοπίζονται στην εύρεση του πιο αποτελεσματικού τρόπου με τον οποίο θα επιτύχουμε τον στόχο μας και όχι στο όραμα του Σημασιολογικού Ιστού. Η μεταφορά του οράματος και των διάφορων απόψεων στην πράξη είναι αρκετά δύσκολο έργο. Ωστόσο, όλοι αυτοί οι επιστήμονες –και πολλοί πολλοί άλλοι– έχουν συγκεντρωθεί στο W3C για να συνεργαστούν και να υλοποιήσουν το όραμα και αυτό είναι κάτι συναρπαστικό και σίγουρα ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας. Σχετικά με το που βρίσκόμαστε, όσον αφορά την συνειδητοποίηση του οράματος, έχουμε προοδεύσει αρκετά από τότε που η Activity ξεκίνησε τις εργασίες της. Αναλογιζόμενοι τις φάσεις ανάπτυξης του Ιστού:

Το DERI είναι μέρος αυτού του οράματος, με τον Σημασιολογικό Ιστό και τις Υπηρεσίες Σημασιολογικού Ιστού να αποτελούν θεμέλια και ουσιώδη συστατικά μιας κοινωνίας βασισμένης στην γνώση. Μέσα από την συνεχή μεταμόρφωση ο βιομηχανικός τομέας αποτελεί πρόσφορο έδαφος για πρόοδο και συνεργασία.

1. ο ιστός «γεννηθηκε» στο CERN
2. αρχικά αναπτύχθηκε από φυσικούς ενέργειας
3. έπειτα από τους ακαδημαϊκούς
4. έπειτα από μικρές και νέες επιχειρήσεις
5. οι μεγάλες επιχειρήσεις ήρθαν πολύ αργότερα

Κατά την άποψη μου ο Σημασιολογικός Ιστός είναι στο στάδιο 4 και κινείται με γοργούς ρυθμούς προς το στάδιο 5. Αυτό είναι ένα εντυπωσιακό επίτευγμα και αντανακλά την υψηλή ποιότητα της δουλειάς όσων εμπλέκονται.

Μιλτιάδης: Έρικ, είναι δυνατό να αναφέρεις κάποια «καυτά» θέματα στην ερευνητική ατζέντα της πρωτοβουλίας του W3C SW ; Υπάρχει κάποιο καθορισμένο χρονικό πλαίσιο για την επίτευξή τους;

Eric: Υπάρχουν αρκετά. Μερικά μόνο από αυτά είναι:

Creating a Policy Aware Infrastructure: Η ανάπτυξη μιας Policy Aware υποδομής είναι αναγκαία. Ο Σημασιολογικός Ιστός ως ένας χώρος για την απρόσκοπτη ροή επιστημονικών και πολιτιστικών πληροφοριών, θα εκπληρώσει τις δυνατότητες του μόνο εάν η υποδομή του υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα αυστηρών πολιτικών ελέγχου των πληροφοριών που περιέχονται στον Σημασιολογικό Ιστό. Εάν πρόκειται να εναποθέσουμε περισσότερη από την γνώση μας στον Σημασιολογικό Ιστό, θα πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι ο Ιστός θα σεβασθεί τις κοινωνικές συμβάσεις που ισχύουν στον φυσικό κόσμο. Αυτό γιατί ο Σημασιολογικός Ιστός περιλαμβάνει –εκτός των δωρεάν παρεχόμενων πληροφοριών– προσωπικές πληροφορίες και πληροφορίες διαθέσιμες σε ένα άτομο ή έναν πράκτορα λόγω της συμμετοχής του σε ομάδες. Μια υποδομή policy-aware, -δηλαδή μια υποδομή που δίνει στους παραγωγούς πληροφοριών και στους χρήστες τον έλεγχο που έχουμε συνηθίσει και στον φυσικό κόσμο π.χ. η δυνατότητα επιβολής και άσκησης εμπιστευτικότητας και πνευματικών δικαιωμάτων - θα μετατρέψει το

Σημασιολογικό Ιστό σε ένα παλλόμενο και ανθρωπιστικό περιβάλλον για τον διαμοιρασμό της γνώσης και της σύμπραξης σε ένα ευρύ φάσμα πνευματικών εγχειρημάτων.

Ontological Evolution: Ένας σημαντικός στόχος του Σημασιολογικού Ιστού είναι να εξετάσει το μείζον πρόβλημα που προκύπτει όταν κατά την διάρκεια ενός επιστημονικού ή οποιουδήποτε εγχειρήματος, το άτομο αλλάζει το λεξιλόγιο που χρησιμοποιεί για να οργανώνεται, να ανακαλύπτει και να επικοινωνεί. Ένα δεδομένο λεξιλόγιο δύναται να εκλεπτυνθεί, οδηγώντας στην ανάγκη μετάβασης από το παλιό στο καινούργιο. Η επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών ομάδων που χρησιμοποιούν διαφορετικό λεξιλόγιο καθιστά την ανάγκη δημιουργίας κοινών λεξιλογίων επιτακτική. Οι τεχνικές Σημασιολογικού Ιστού θα πρέπει να διευκολύνουν κατά το δυνατόν την δημιουργία κοινών λεξιλογίων. Ο Σημασιολογικός Ιστός ήδη ελαχιστοποιεί την πρόκληση σύγχυσης δίνοντας σε κάθε όρο ένα μοναδικό παγκοσμίως, URL. Οντολογίες και γλωσσικοί κανόνες της OWL επιτρέπουν την αναπαράσταση των σχέσεων μεταξύ παλαιών και καινούργιων όρων. Στερούμαστε ωστόσο εμπειρίας, στον τομέα της διαχείρισης τέτοιων εξελίξεων. Ο Σημασιολογικός Ιστός πρέπει να ενσωματώσει τις έννοιες versioning και provenance στα θεμέλια του. Η ανθρώπινη αντίληψη μεταβάλλεται· απόψεις που θεωρούσαμε αληθείς αργότερα αποδείχθηκαν αναληθείς. Ωστόσο η αρχική άποψη δεν θα πρέπει να διαγράφεται από το κύριο σώμα της ανθρώπινης γνώσης. Δεν θα πρέπει να απαιτείται από τον Σημασιολογικό Ιστό να μην αναφέρει πως μια άποψη κάποτε θεωρούνταν αληθής. Το versioning αποτελεί μια κοινή προσέγγιση στην αναπαράσταση διακριτών βαθμών κατανόησης καθώς εγγυάται εξειδικευμένη αντιμετώπιση στον Σημασιολογικό Ιστό.

Web of Trust: Η εμπιστοσύνη στο πλαίσιο των ανθρώπινων κοινωνιών, βασίζεται σε πληροφορίες που συνεχώς εξελίσσονται και προσαρμόζονται. Μπορεί να υπάρξει εμπιστοσύνη μεταξύ των δύο πλευρών βασιζόμενη σε ένα ιστορικό κοινών αλληλεπιδράσεων, σε επίσημες συμβάσεις που με την σειρά τους βασίζονται σε καθιερωμένα συστήματα (π.χ. νομικά και νομοθετικά) και τέλος σε ανάλυση του κινδύνου που υπάρχει ένα από τα εμπλεκόμενα μέρη να μην τηρήσει τα προβλεπόμενα. Μια γλώσσα εμπιστοσύνης για τον Σημασιολογικό Ιστό που θα δύναται να αναπαριστά αυτές τις σύνθετες και εξελισσόμενες σχέσεις, είναι καθοριστικής σημασίας για την μελλοντική μας δυνατότητα να χτίζουμε λογισμικό που συμπεριφέρεται περισσότερο ως ένας ευφυής βοηθός και λιγότερο ως ένας επεξεργαστής επαναλαμβανόμενων κανόνων.

Information Flow and Collaborative Life: Πολλά από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται μεταξύ συνεργαζόμενων ομάδων σήμερα, αποτελούν τη βάση για την απρόσκοπτη ροή δεδομένων, πληροφοριών και γνώσης. Μια από τις προκλήσεις που θα αντιμετωπίσουμε, είναι η εύρεση ενός σημείου ισορροπίας μεταξύ α) της απαίτησης μας προς τους συγγραφείς να καθιστούν τις πληροφορίες πιο εύκολα επεξεργάσιμες από μηχανές, κατά το στάδιο παραγωγής τους, διατεινόμενοι πως ό,τι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις μηχανές ως απάντηση σε μια ερώτηση, θα πρέπει να αναγνωρίζεται και να ταυτοποιείται από αυτόν που θέτει το ερώτημα και β) να αφήσουμε μεγάλες ποσότητες πληροφοριών μη προσβάσιμες για τις μηχανές. Υπάρχουν βέβαια πολλά ακόμα θέματα ωστόσο θα τα συζητήσουμε κάποια άλλη φορά.

“Εάν εξετάσουμε την πρόσφατη ιστορία επιτευγμάτων του Σημασιολογικού Ιστού θα διαπιστώσουμε πως οι Ευρωπαϊκές ερευνητικές ομάδες διαδραμάτισαν κύριο ρόλο και αποτελούν τον πυρήνα για την έρευνα Σημασιολογικού Ιστού. Αυτό συνάδει με το επίπεδο της χρηματοδότησης σε τοπικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο για αυτόν τον τομέα.”

Μιλτιάδης: Έχεις αντιμετωπίσει δυσπιστία από τον κλάδο, σχετικά με την ευρύτερη αποδοχή προτύπων, τεχνικών και εργαλείων του Σημασιολογικού Ιστού;

Eric: Μια ενδιαφέρουσα μεταβολή λαμβάνει χώρα σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας αφότου έγινε συνείδηση ότι τα δεδομένα που προκύπτουν από εφαρμογές είναι μακράν πιο πολύτιμα από τις ίδιες τις εφαρμογές. Η αποδέσμευση των δεδομένων από τις εφαρμογές και η άμεση διαχείριση αυτών των πληροφοριών σχετίζεται με αυξημένη απόδοση της επένδυσης. Ο κυρίαρχος προβληματισμός που ακούω, συνοψίζεται στην φράση «Εφόσον έχω την XML γιατί χρειάζομαι την RDF». Ενδιαφέρον παρουσιάζει ωστόσο, το ότι ο σκεπτικισμός φαίνεται να εξασθενεί όσο οι οργανισμοί μαθαίνουν από την εμπειρία τους (συνήα από οδυνηρά λάθη) πως οι συμφωνίες για συντακτικές αλλαγές είναι υπερβολικά εύθραυστες και ανεπαρκείς για την αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων.

Μιλτιάδης: Συχνά, όλες αυτές οι ενέργειες για τον καθορισμό των προδιαγραφών θεωρούνται από μια μεγάλη μάζα ανθρώπων διαδικασίες έντονα τεχνικού χαρακτήρα, που δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Λαμβάνοντας υπόψη πως οι άνθρωποι ενδιαφέρονται για τις υπηρεσίες και τις διαδικασίες που προσθέτουν αξία, που στοχεύει τώρα η πρωτοβουλία του W3C SW ; Μπορείς να μας περιγράψεις σε γενικές γραμμές κάποιες υπηρεσίες;

Eric: Είναι εύκολο να παρασυρθούμε, εστιάζοντας στα πρότυπα και να χάσουμε την ευρύτερη εικόνα δηλαδή το τι θα προκύψει από αυτά τα πρότυπα. Το κλειδί είναι να εστιάσουμε στην σημασία αυτών, για τους διάφορους τελικούς χρήστες και στα οφέλη που μπορούν να παρέχουν αυτές οι τεχνολογίες. Θεωρώ ότι οι απλές υπηρεσίες είναι το πιο δόκιμο μέσο για την κατανόηση και διάδοση αυτής της άποψης. Φανταστείτε για παράδειγμα, μια υπηρεσία που ταξινομεί αυτόματα ένα έγγραφο και επιστρέφει ένα σύνολο topics σε RDF σχετικά με αυτόν τον πόρο (resource). Στην συνέχεια, φανταστείτε πως κάθε ένας από αυτούς του πόρους είναι ένα news item. Συγκεράζοντας τα μεταδεδομένα των news item και τα μεταδεδομένα της ταξινόμησης κατά θέμα, ένας τελικός χρήστης θα έχει τη δυνατότητα πλέον να οργανώσει τα news items ως προς το θέμα τους και όχι απλώς ως προς το κανάλι στο οποίο είναι συνδρομητής. Πολύ εύκολα, απλά και με άμεσα οφέλη. Υπάρχουν εκατοντάδες τέτοιες υπηρεσίες ου προσθέτουν αξία και οι οποίες θα συμβάλλουν στην ισχυροποίηση του Σημασιολογικού Ιστού.

“Είμαι πεπεισμένος πως ο Σημασιολογικός Ιστός και οι Υπηρεσίες Σημασιολογικού Ιστού θα αποτελέσουν τα θεμέλια για τα προϊόντα λογισμικού σε όλους του τομείς εφαρμογών. Για αυτόν ακριβώς το λόγο, είναι η συμμετοχή του DERI κατά τη βασική έρευνα και την εφαρμογή των ερευνητικών αποτελεσμάτων σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας.”

Μιλτιάδης: Αγαπητέ Έρικ, είναι ξεκάθαρο ότι θα υπάρχουν διαφορετικές απόψεις για τον Σημασιολογικό Ιστόδεδομένης της σπουδαιότητας του και του μεγάλου του εύρους. Θα ήθελα να σου μεταφέρω την άποψη ενός σπουδαίου στοχαστή, του John Sowa «In 6 years (1998 to 2004) with ENORMOUS hype and funding, the semantic web has evolved from Tim BL's book to a few prototype applications, which are less advanced than technologies of the 1970s such as SQL, Prolog, and expert systems -- and they're doing it with XML, which is far less advanced than LISP, which was developed in the 1950s. This contrast does not give me a warm, hopeful feeling about the semantic web...». Τι θα απαντούσες;

Eric: Μέρος των όσων διαδραματίζονται στην ανάπτυξη εφαρμογών του Ιστού, συμβαίνουν προκειμένου οι τεχνολογίες, έμφυτα, να είναι λιγότερο προηγμένες αλλά να παρουσιάζουν δραματική αύξηση όσον αφορά την χρήση και την ανάπτυξη τους. Οι υπηρεσίες Ιστού για

παράδειγμα, είναι λιγότερο εξελιγμένες από την αντίστοιχη δουλειά των CORBA και OMG ωστόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα αναπτυξιακών υποδομών, εξ ου και η επιτυχία τους. Το ίδιο ισχύει για τον Σημασιολογικό Ιστό, υπό την έννοια ότι "χτίζει" από υπάρχοντα domain, συγκεκριμένες λύσεις, τις οποίες "υφαίνει" στον Ιστό. Ο Ιστός εγγενώς είναι ένα ανοιχτό σύστημα όπου οποιοσδήποτε μπορεί να πει οτιδήποτε για οποιοδήποτε θέμα. Οι RDF και OWL είναι επεξηγηματικά μέσα περιγραφής της γνώσης που διαμοιράζεται στον Ιστό. Ο τρόπος με τον οποίο μια εφαρμογή επιλέγει να διαχειριστεί αυτά τα δεδομένα (SQL, Prolog, κ.τ.λ.) γίνεται στην ιδιωτικότητα του υπολογιστή μας. Ωστόσο αυτό που πρέπει να θυμόμαστε, είναι το τεράστιο όφελος που προκύπτει από την ικανότητα παροχής κοινών πρωτοκόλλων για την πρόσβαση σε αυτήν την πληροφορία και μέσων αποτύπωσης αυτής ώστε και άλλοι να επωφεληθούν από αυτό. Ο επιδιωκόμενος στόχος μας είναι να κάνουμε τα απλά πράγματα απλούστερα και τα σύνθετα εφικτά σε ένα ανοιχτό Ιστό.

Μιλτιάδης: *Σχετικά με την κριτική που ασκούν όσοι νιώθουν απόλυτη εξάρτηση, στο DL, προκύπτει ένα πρόβλημα καθώς πολύ λίγοι προγραμματιστές (που χρησιμοποιούν VB, C, Java) σκοπεύουν να το χρησιμοποιήσουν και όσοι δοκιμάσουν θα αντιμετωπίσουν standing performance and scalability προβλήματα.*

Eric: Το λογισμικό είναι στρωματοποιημένο. Οι προγραμματιστές που γράφουν σε VB, C, και Java ποτέ δεν χρησιμοποιούν άμεσα μεγάλες ποσότητες σύνθετων υπηρεσιών (διαχείριση δικτύων, πρόσβαση σε ΒΔ, αριθμητικοί υπολογισμοί) παρά μόνο μέσω πολύ καλά διαμορφωμένων interfaces. Εικάζω ένα παρόμοιο μοντέλο για την πρόσβαση σε βιβλιοθήκες Σημασιολογικού Ιστού. Στην πραγματικότητα, το έχουμε δει αυτό σε πολλές εφαρμογές.

Μιλτιάδης: *Πριν λίγες μέρες, είχα μια συζήτηση με έναν συνάδελφο στο πανεπιστήμιο. Ισχυριζόταν πως το W3C είναι ένας οργανισμός με έντονο τεχνικό προσανατολισμό. Εγώ νομίζω πως είστε προσανατολισμένοι στις επιχειρήσεις. Τι πιστεύεις επ' αυτού;*

"Η αποδοχή του Σημασιολογικού Ιστού και των Υπηρεσιών σημασιολογικού Ιστού από την βιομηχανία είναι σημαντική, με πολλές εταιρείες μικρές και μεγάλες, καθιερωμένες και καινούργιες, πελάτες και προμηθευτές λογισμικού, να εφαρμόζουν και να δημιουργούν προϊόντα κάνοντας χρήση της Τεχνολογίας Σημασιολογικού Ιστού."

Eric: Το W3C ξεκίνησε με έναν έντονο τεχνικό προσανατολισμό. Καθώς εξελισσόταν ο Ιστός, το ίδιο συνέβαινε και με το W3C. Χωρίς να απολέσει τον τεχνικό του χαρακτήρα, έχει εξελιχθεί ώστε να αποκτήσει ειδικότητα στους τομείς των επιχειρήσεων, των κοινωνικών επιπτώσεων που έχουν οι τεχνολογίες, της νομοθεσίας και οποιωνδήποτε άλλων απαιτούνταν. Είναι εκπληκτικό να βλέπω όλους τους ειδικούς του W3C να δρουν σαν μια ομάδα προσπαθώντας να αξιοποιήσουν στο μέγιστο βαθμό τις δυνατότητες του Ιστού. Είναι πραγματικά ένας αξιόλογος οργανισμός, που αποτελείται από ανθρώπους που νοιάζονται βαθύτατα για αυτό που κάνουν.

Μιλτιάδης: *Πέρα από την τυποποίηση των σχετικών δραστηριοτήτων, ποιες άλλες δραστηριότητες συντονίζεις; Προσφάτως, είχες οργανώσει το Developer Day στο WWW2004. Κάποιο συμπέρασμα από αυτό; Υπάρχει κάποια ένδειξη σχετικά με το που βρισκόμαστε όσον αφορά την ωρίμανση της τεχνολογίας, την υιοθέτηση από τον κλάδο,*

την παροχή εργαλείων και test suites για τους developers ή την συμβολή ακαδημαϊκών που καθιστούν το όραμα πιο ρεαλιστικό ή πρακτικό;

Οι Υπηρεσίες Σημασιολογικού Ιστού απευθύνονται σε αυτήν την κατάσταση παρέχοντας ένα μηχανισμό για την τυπική περιγραφή της έννοιας των Υπηρεσιών Ιστού. Το παραπάνω, επιτρέπει την ενσωμάτωση των υπηρεσιών αλλά επίσης εξασφαλίζει ότι αυτή η ενσωμάτωση είναι σημασιολογικά ορθή.

Eric: : Εκτός από την σχετική δουλειά στην τυποποίηση, διευθύνω επίσης τους τομείς Advanced Development work and Education and Outreach που σχετίζονται με την W3C Semantic Web Activity. Ανέφερες το WWW2004. Ο συντονισμός του W3C Semantic Web panel και της Developers day στο WWW2004 ειδικότερα, ήταν μια συναρπαστική εμπειρία. Το WWW2004 Web conference επικεντρώθηκε στον Σημασιολογικό Ιστό. Η ατμόσφαιρα στο συνέδριο, οι συνεργασίες σε κάθε γωνία μου θύμισαν το δεύτερο συνέδριο για τον Ιστό στο Chicago. Το συνέδριο αυτό αποτελεί σημείο αναφοράς, καθώς όλοι όσοι το παρακολούθησαν συνειδητοποίησαν πως ο Ιστός δεν είναι μια περαστική μόδα αλλά κάτι που θα έφερνε την επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούμε. Το WWW2004 conference είχε παρόμοια επίδραση πάνω μου όσον αφορά τον Σημασιολογικό Ιστό. Οι τεχνολογίες και τα εργαλεία

“ωριμάζουν”. Οι εφαρμογές Σημασιολογικού Ιστού γίνονται περισσότερο διαδεδομένες. Καινούργιες ιδέες για την αξιοποίηση αυτών των τεχνολογιών γεννιούνται καθημερινά. Ήταν μια συναρπαστική εβδομάδα!

Μιλτιάδης: Αναμφισβήτητα πολλά πρέπει να γίνουν προκειμένου να κατανοηθούν πλήρως όλες οι δυνατότητες του Σημασιολογικού Ιστού Σε αυτήν την κατεύθυνση η Ακαδημαϊκή κοινότητα και η Βιομηχανία αναζητούν συνεργασίες. Μπορείς να μοιραστείς μαζί μας τις εμπειρίες σου από την σύμπραξη ακαδημαϊκών και Βιομηχανίας στην πρωτοβουλία W3C’s Semantic Web;

Eric: Πιστεύω ότι η ενθάρρυνση συνεργασίας, μεταξύ ακαδημαϊκών και Βιομηχανίας αποτελεί βασικό συστατικό για την πλήρη συνειδητοποίηση των δυνατοτήτων του Σημασιολογικού Ιστού και αυτό έχει αποδειχθεί από πολλά projects. Το Project SIMILE για παράδειγμα είναι μια σύμπραξη μεταξύ των W3C, HP, MIT Libraries, και MIT CSAIL το οποίο εστιάζει στην εφαρμογή τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού στον χώρο της διαχείρισης πληροφοριών σε ψηφιακές βιβλιοθήκες και προσωπικών πληροφοριών. Το SWAD-Europe είναι μια ακόμα σύμπραξη ακαδημαϊκών-βιομηχανίας, με σκοπό την υποστήριξη της πρωτοβουλίας του W3C για τον Σημασιολογικό Ιστό στην Ευρώπη, παρέχοντας στοχευόμενη έρευνα, επιδείξεις και μεθόδους προσέγγισης, προκειμένου να διασφαλίσουν ότι οι τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού κινούνται στην επικρατούσα τάση του network computing. Οι εμπειρίες που αποκτήσαμε από αυτά τα projects βοηθούν στον διαμοιρασμό μελλοντικών αντικειμένων για τον Σημασιολογικό Ιστό και αποτελούν παραδείγματα του πως οι τεχνολογίες και ο ανοιχτός κώδικας συμβάλλουν στην δέσμευση εφαρμογών δικτύου. Επίσης, πρόσφατα ανακοινώσαμε ένα Workshop που θα διεξαχθεί τον Οκτώβρη για τον Σημασιολογικό Ιστό πάνω στις Life Sciences. Πιστεύω πως το συνέδριο θα αποτελέσει ένα ακόμα βήμα στην δημιουργία συμπράξεων μεταξύ ακαδημαϊκών-βιομηχανίας στους τομείς που σχετίζονται με Life Sciences και τον Σημασιολογικό Ιστό. Μέσω αυτών των συνεργασιών ο Σημασιολογικός Ιστός ισχυροποιείται.

“Το ομαδικό πνεύμα είναι επίσης ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας για μια μεγάλη ερευνητική ομάδα. Όλοι συνεισφέρουν και ο καθένας μπορεί να βασίζεται στον άλλο.

Μιλτιάδης: Είσαι επίσης ερευνητής στο Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory του MIT. Πως θα περιέγραφες την κουλτούρα που διέπει την έρευνα εκεί;

Eric: Η συνεργασία με ερευνητές στο Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory του MIT είναι κορυφαίου επιπέδου. Πολλά είναι τα οφέλη που προκύπτουν από μια τέτοια συνεργασία, ωστόσο αυτό που έρχεται πρώτα στο μυαλό μου είναι το Haystack, το οποίο εστιάζει σε έναν καθολικό πελάτη πληροφοριών βασισμένο σε RDF. Αυτή η συνεργασία υπήρξε πολύ ευχάριστη και συνεχίζει να με ξαφνιάζει με τον εξαιρετικά μεγάλο αριθμό καινοτόμων ιδεών για την χρήση του Σημασιολογικού Ιστού κάθε φορά που συγκεντρώνεται η ομάδα. Είναι μια απίστευτη εμπειρία.

Μιλτιάδης: Αλληλεπιδρώ με ανθρώπους από ερευνητικά ιδρύματα παγκοσμίως. Ένα γενικό συμπέρασμα είναι ότι όλοι μοιράζονται ένα πολύ αισιόδοξο όραμα σχετικά με το ρόλο των νέων τεχνολογιών, αλλά διατηρούν και έναν κατάλογο προκλήσεων και πιθανών παγίδων. Ποια είναι τα σημαντικότερα προβλήματα που εντοπίζετε στην προώθηση του SW και τα αποτελέσματα στο W3C;

Eric: Κατά την άποψη μου, τα σημαντικότερα προβλήματα που θα αντιμετωπίσουμε δεν θα είναι τεχνικά αλλά μάλλον κοινωνικής φύσης. Ο Σημασιολογικός Ιστός επιτρέπει τη ύπαρξη μιας διαφανής κοινωνίας, η οποία θα ωφεληθεί από μια policy aware infrastructure.

“Το πλήρωμα του χρόνου έχει έρθει, για να αξιοποιήσουμε πλήρως τη δυναμική ενός οράματος και μιας ισχυρής ιδέας. Παροτρύνω όλα τα μέλη της κοινότητας να συμμετάσχουν σε αυτήν την καταπληκτική ευκαιρία.”

Μιλτιάδης: Παρατήρησα ότι η πρωτοβουλία του W3C για τον ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ συμπεριλαμβάνεται στο The Technology & Society Domain του W3C. Θα μπορούσες να αναφέρεις μερικές κοινωνικές διαστάσεις της πρωτοβουλίας σας (π.χ. άτομα με ειδικές ανάγκες, κ.λπ.);

Eric: Ο Σημασιολογικός Ιστός είναι πράγματι μέρος του The Technology & Society Domain του W3C επειδή πιστεύουμε και στις τεχνικές πτυχές και στις κοινωνικές επιπτώσεις (ιδιωτικότητα, ασφάλεια, έλεγχος πρόσβασης, κ.λπ.) που συνδέονται με αυτό το έργο.

Μιλτιάδης: Έρικ, πιστεύω ότι πολλοί άνθρωποι θα ενδιαφέρονταν να συμμετάσχουν στις δραστηριότητές σας. Υπάρχει κάποια επίσημη διαδικασία που θα πρέπει κάποιος να ακολουθήσει προκειμένου να προσχωρήσει στην πρωτοβουλία για τον ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ; Υπάρχει ανοικτή πρόσκληση προς υποψηφίους για τις ομάδες εργασίας σας;

Eric: Η Semantic Web Interest Group είναι ανοικτή σε όλους και αποτελεί ένα μέρος στο οποίο οι άνθρωποι μπορούν να μοιραστούν τις ιδέες, τις σκέψεις και τις εμπειρίες τους σχετικά με τον Σημασιολογικό Ιστό. Τα πρότυπα που συνδέονται με την W3C's Activity διαμορφώνονται σε ομάδες εργασίας. Όταν μια ομάδα εργασίας σχηματίζεται πραγματοποιείται κλήση για τη συμμετοχή (Call for Participation). Οποιοδήποτε μέλος του W3C μπορεί να ορίσει έναν αντιπρόσωπο για να εργαστεί σε μια ομάδα εργασίας. Θα ήταν ευχαρίστηση μου, να μιλήσω με οποιοδήποτε ενδιαφερόμενο σχετικά με τα απαραίτητα διαδικασίες για την συμμετοχή σε ένα τέτοιο έργο.

Μιλτιάδης: *Θα ήθελες να μοιραστείς μαζί μας κάποιες σκέψεις ενόψει του σχηματισμού του New Special Interest Group on Semantic Web and Information Systems στο AIS ;*

Eric: *Πιστεύω ότι η ίδρυση αυτής της ομάδας είναι μια πολύ καλή ιδέα και υποστηρίζω ολόψυχα αυτό το εγχείρημα. Η μόνη μου πρόταση προς την ομάδα, είναι να απευθύνεται στις ανάγκες της κοινότητας, να εστιάζει στις επιδείξεις που βοηθούν τους ανθρώπους να καταλάβουν τα οφέλη από αυτές τις τεχνολογίες και βέβαια, με κάθε τρόπο, να μοιραστείτε την εμπειρία σας και με άλλους που βρίσκονται στην λίστα Semantic Web Interest Group! :) Είμαι σίγουρος ότι υπάρχουν πολλοί άνθρωποι έξω από το AIS που θα ενδιαφέρονταν για τα ευρήματά σας.*

Μιλτιάδης: *Αγαπητέ Έρικ, σε ευχαριστώ για τον χρόνο σου. Ήταν μια συναρπαστική συζήτηση. Υπάρχουν κάποιες τελευταίες σκέψεις προς τους αναγνώστες μας;*

Eric: *Συμμετείχα στα πρώτα στάδια του Ιστού. Θεωρώ ότι αυτό, έχει ασκήσει σημαντική επίδραση στην προσωπικότητά μου. Εάν δεν συμμετέχετε ήδη, κάντε το τώρα! Μαζί, κάνουμε το Σημασιολογικό Ιστό, πραγματικότητα.*

Eric Miller (το <http://www.w3.org/People/EM/>) είναι ο Activity Lead για την πρωτοβουλία για τον Σημασιολογικό Ιστό του (World Wide Web Consortium). Ο Έρικ ηγείται θεμάτων αρχιτεκτονικής και τεχνικής φύσεως κατά τον σχεδιασμό και την εξέλιξη της υποδομής του Σημασιολογικού Ιστού. Τα καθήκοντά του επίσης περιλαμβάνουν την συνεργασία με άλλα μέλη του W3C έτσι ώστε οι ομάδες που συμμετέχουν στην *Semantic Web Activity* αλλά και σε άλλες δραστηριότητες του W3C γενικότερα, να παράγουν πρότυπα για τον ιστό που να υποστηρίζουν τις απαιτήσεις του Σημασιολογικού Ιστού. Στις αρμοδιότητες του επίσης, περιλαμβάνεται η ενθάρρυνση της υποστήριξης του Σημασιολογικού Ιστού από κοινότητες χρηστών και πωλητών, δίνοντας έμφαση στα οφέλη που προκύπτουν και στις μεθόδους συμμετοχής στην δημιουργία ενός νέου Ιστού που να βασίζεται στα μεταδεδομένα. Τέλος, είναι υπεύθυνος για την εγκαθίδρυση συνδέσμων με άλλους φορείς τεχνικών προτύπων στον τομέα των τεχνολογιών Ιστού, προκειμένου να διασφαλιστεί η συμμόρφωση ως προς τα υπάρχοντα πρότυπα Σημασιολογικού Ιστού και να γίνει συλλογή απαιτήσεων για μελλοντικές έρευνες του W3C. Προτού γίνει μέλος του W3C, ο Έρικ ήταν Senior Research Scientist στην Online Computer Library Center, Inc. (OCLC) και συνιδρυτής και Associate Director της The Dublin Core Metadata Initiative, ενός ανοικτού φόρουμ που ασχολήθηκε με την ανάπτυξη interoperable online metadata προτύπων που υποστηρίζουν ένα ευρύ φάσμα σκοπών και των επιχειρησιακών προτύπων. Ο Έρικ είναι Research Scientist στο Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory του MIT.

Συνέντευξη με τον Tom Gruber

“ Κάθε οντολογία είναι μια συνθήκη –μια κοινωνική συμφωνία- μεταξύ ανθρώπων με κοινό κίνητρο το διαμοιράζειν ”

Tom Gruber

Co-founder and Chief Technical Officer of Intraspert Software
Former Chief Architect, Collaboration and Portal Products, Vignette
<http://tomgruber.org/>



1. Μιλτιάδης: *Tom, χαίρομαι που συμφώνησες σε αυτή την συνέντευξη. Ας αρχίσουμε με τις απόψεις για το γίνεσθαι στα ontology-driven πληροφοριακά συστήματα.*

Tom: Το IT είναι σαν τον ωκεανό: πολλά ενδιαφέροντα πλάσματα εξελίσσονται για να γεμίσουν κάθε γωνιά, να αλληλοφαγωθούν, να θολώσουν την ορατότητα με στρώματα απορριμμάτων και τελικά να πεθάνουν. Όλη αυτή η οργανική ύλη, πέφτει στο βυθό ως ίζημα και σταδιακά γίνεται το θεμέλιο του μέλλοντος. Μετά από μεγάλα χρονικά διαστήματα και όταν όλα έχουν κατακαθίσει, η βιομηχανία ασχολείται με τα κοιτάσματα πετρελαίου που έχουν δημιουργηθεί και όλοι ξεχνούν από πού προήλθαν.

Έχουμε ζήσει μέσω αυτής της δυναμικής με το IT και τις οντολογίες. Έχουν υπάρξει πολλά απορρίμματα και θολό όραμα, εντούτοις η πλειοψηφία των large-scale λογισμικών ή πληροφοριακών συστημάτων σήμερα εκκινούν με βάση κάποιου είδους οντολογική δέσμευση. Το σύγχρονο large-scale λογισμικό για servers βασίζεται στην XML για αλληλοσύδεση και στην συναφή βάση δεδομένων ως υποστηρικτικό τροχό. Αυτά είναι πλέον τα θεμέλια του οικοδομήματος. Αυτά τα θεμέλια έχουν απομακρύνει τους ανθρώπους από χαμηλού επιπέδου μελήματα και τους έχουν επιτρέψει να αποδεχθούν ότι είναι καλή ιδέα να προσδιορίσουν τα εννοιολογικά θεμέλια των συστημάτων τους σε ανώτερο επίπεδο από αυτό της σύνταξης.

2. Μιλτιάδης: *Tom, το όνομά σου είναι συνώνυμο των Οντολογιών. Μην γελάς αλλά υπό μία έννοια είσαι ο «Ontology man». Συνήθως, όταν αναζητείται ο ορισμός του όρου “οντολογία” χρησιμοποιούνται παραπομπές σε ένα από τα δικά σου άρθρα. Θα άλλαζες αυτόν τον ορισμό ή πιστεύεις ότι παραμένει ακόμα έγκυρος;*

Tom: Λοιπόν, οι βασικότερες συνιστώσες του συγκεκριμένου ορισμού, είναι ότι η οντολογία αποτελεί ένα αντικείμενο αναπαράστασης (μια προδιαγραφή), διαφορετικό από τον κόσμο που αναπαριστά και ότι είναι ένα σχεδιασμένο αντικείμενο, που χτίζεται για να εξυπηρετήσει ένα σκοπό. Πιστεύω ότι οι περισσότεροι επιστήμονες στο κλάδο των υπολογιστών, κατανοούν τη διάκριση μεταξύ μιας προδιαγραφής και του κόσμου, ακόμη και αν πρόκειται για συνθετικούς κόσμους. Δεν θα άλλαζα τον ορισμό αλλά θα έδινα έμφαση στο ότι εμείς **σχεδιάζουμε** τις οντολογίες. Αυτό συνεπάγεται πως μπορούμε να εφαρμόσουμε πειθαρχία όμοια με αυτήν που εφαρμόζουν οι μηχανικοί, στο σχέδιο και την αξιολόγησή τους. Εφόσον οι οντολογίες είναι

κατασκευασμένα αντικείμενα, δεν θα πρέπει να ανησυχούμε τόσο για το εάν είναι ορθά: θα πρέπει να εστιάσουμε στην ανάπτυξη τους σε χρήσιμα αντικείμενα. Μπορούμε να τις σχεδιάσουμε έτσι ώστε να εκπληρώνουν τους λειτουργικούς στόχους και να ικανοποιούν τους περιορισμούς. Μπορούμε να κατασκευάσουμε εργαλεία που θα συνδράμουν στην διαχείριση και τον έλεγχο τους. Επίσης μπορούμε να έχουμε πολλαπλές οντολογίες, οι οποίες θα συνεργάζονται ή θα ανταγωνίζονται βάσει αντικειμενικών κριτηρίων και όχι βάσει κριτηρίων όπως η εμπορική ονομασία ή η αυθεντία.

3. Μιλτιάδης: Σε μια πρόσφατη συζήτηση, ανέφερες τους όρους “άτυπες” (informal), “ημι-τυπικές” (semi-formal) και “τυπικές” (formal) οντολογίες. Κάποιοι άλλοι (π.χ., ο καθ. Sheth) συμφωνούν και έχουν αναφερθεί σε αυτήν την προοπτική. Θα μπορούσες να μας αναλύσεις αυτά τα στοιχεία; Συγκεκριμένα, πώς θα σχολίαζες την επιτυχία ή την έλλειψη επιτυχίας για τις «τυπικές οντολογίες»; Ποια είναι τα συμπεράσματα που προέκυψαν, από την εργασία σας για την Intraspect, σχετικά με τον ρόλο των άτυπων οντολογιών; Τέλος, είναι αλήθεια πως οι semi-formal οντολογίες αποτελούν ένα «δυνατό σημείο»; Αν ναι, γιατί;

Tom: Η ερώτηση αυτή, θίγει διάφορα σημαντικά ζητήματα, οπότε ελπίζω να μου συγχωρέσεις την μακροσκελή απάντηση. Οι οντολογίες ως προδιαγραφές είναι πάντα ένα μίγμα των τυπικών και άτυπων μερών. Τα άτυπα τμήματα μιας προδιαγραφής, συνεπικουρούν στο να εξηγήσουμε κάτι στους ανθρώπους και τα τυπικά μέρη επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη ανάλυση σε κάποιο βαθμό. Παραδείγματος χάριν, ένα λεξικό είναι ένα σύνολο όρων με άτυπους ορισμούς. Οι ορισμοί που αναπτύσσονται σε κείμενα στα λεξικά είναι άτυποι επειδή δίνονται σε φυσική γλώσσα ελεύθερη μορφής και είναι επομένως ασαφείς, διφορούμενοι, και εξαρτώνται από τα συμφραζόμενα. Τα τυπικά τμήματα μιας προδιαγραφής είναι δηλώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή συμπερασμάτων ή την ενίσχυση εννοιών. Τα αξιώματα σε μια λογική θεωρία είναι τυπικά, όπως ακριβώς και οι εξισώσεις σε ένα θεώρημα φυσικής. Ο όρος «Semiformal ontology» αναφέρεται σε μια οντολογία που περιέχει ψήγματα τυπικότητας αλλά είναι κατά βάση είναι άτυπη. Είναι το ανάλογο με αυτό που ο Tom Malone αποκαλεί ημι-δομημένα δεδομένα, όπως το email και οι έντυπες φόρμες γραφείου. Μια semiformal οντολογία θα μπορούσε να υποστηρίξει την τεχνολογία που αυτοματοποιεί την επεξεργασία των τυπικών μερών της αλλά θα άφηνε στον αναγνώστη την κατανόηση των άτυπων μερών. Παραδείγματος χάριν, υπάρχει μια semiformal οντολογία για τα αντικείμενα πολιτιστικού χαρακτήρα, που σχεδιάζει μια ομάδα που καλείται CIDOC. Επιτρέπει στις βιβλιοθήκες και τα μουσεία να ανταλλάζουν δεδομένα αναφορικά με τις συλλογές τους. Ωστόσο, δεν προσπαθεί να αναπαραστήσει το περιεχόμενο των συλλογών. Η οντολογία CIDOC δεν είναι αμιγώς άτυπη καθώς θέτει κάποιους τυπικούς περιορισμούς στη χρήση του λεξιλογίου της και επίσης, δεν είναι ούτε επίσημη επειδή το μεγαλύτερο μέρος του λεξιλογίου ορίζεται σε φυσική γλώσσα.

Το παραπάνω μπορεί να φανεί μπερδεμένο καθώς δεν υπάρχει καμία σαφής διάκριση μεταξύ των τυπικών, άτυπων και semiformal οντολογιών. Κατά την άποψή μου, ο όρος “semiformal οντολογίες” είναι πιο χρήσιμος ως χαρακτηρισμός (label) παρά ως ορισμός (definition): αυτό συμβαίνει επειδή κάθε οντολογία είναι ένα μίγμα τυπικών και άτυπων μερών. Ο χαρακτηρισμός “semiformal”, μας υποδεικνύει να λάβουμε υπόψη και τα δύο μέρη όταν δημιουργούμε οντολογίες, που θα έχουν πρακτική αξία. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί καλύτερα αν θέσουμε ένα ιστορικό πλαίσιο.

Στο Στάνφορντ εξετάσαμε εις βάθος το θέμα των οντολογιών και ερευνήσαμε θεμελιώδεις έννοιες για σημαντικά θέματα των συστημάτων λογισμικού και πληροφοριών (σύνολα, σχέσεις,

ποσότητες, μονάδες, χρόνος, κ.λπ.). Με βάση τα παραπάνω, μπορέσαμε να χτίσουμε ικανοποιητικές, πλούσιες σε αξιώματα θεωρίες. Επίσης, στο ίδιο εργαστήριο ασχοληθήκαμε λίγο με φανταχτερά interfaces, και ειδικότερα με το είδος που οδήγησε στις σημερινές δυναμικές αλληλεπιδράσεις Ιστού (dynamic web interactions) -τα αποκαλούσαμε εικονικά έγγραφα τότε-. Ξαφνικά συνειδητοποίησα ότι και στους δύο τομείς επιτύχαμε τεχνική μόχλευση από την δημιουργία οντολογικών δεσμεύσεων. Για παράδειγμα, ενώ οι οντολογίες για τα μαθηματικά εφαρμοσμένης μηχανικής ήταν πλούσιες σε περιορισμούς που θα επέτρεπαν στα εργαλεία μοντελοποίησης να λειτουργήσουν (π.χ., μπόρεσαν να υποθέσουν την ανεξαρτησία μονάδων), οι δυναμικές διεπαφές Ιστού (dynamic web interfaces) επίσης δημιουργούσαν τις οντολογικές δεσμεύσεις που επέτρεψαν την λειτουργία των εργαλείων.

Στην πραγματικότητα, το World Wide Web είναι βασισμένο σε μια semiformal οντολογία και αποδεικνύει πως η οντολογική δέσμευση λειτουργεί στη διαλειτουργικότητα λογισμικού. Στον πυρήνα της. Ο πυρήνας της έννοιας του hyperlink (συνδέσμου υπερ-κειμένου), έγκειται σε μια οντολογική δέσμευση για την ταυτότητα αντικειμένου (object identity). Προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε hyperlink σε ένα αντικείμενο, απαιτείται η ύπαρξη μιας σταθερής αντίληψης του αντικειμένου και η ανεξαρτησία της ταυτότητά του από το ευρύτερο πλαίσιο (σε ποια σελίδα βρίσκομαι τώρα, ο χρόνος, ή το ποιος είμαι). Η πλειοψηφία των μηχανημάτων των πρώιμων προτύπων Ιστού, είναι προδιαγραφές του τι μπορεί να είναι ένα αντικείμενο με ταυτότητα και πώς αυτό προσδιορίζεται ανεξάρτητα από το ευρύτερο πλαίσιο. Αυτά τα έγγραφα προτύπων χρησιμεύουν ως οντολογίες - προδιαγραφές των εννοιών που πρέπει να γίνουν εάν "θέλετε να παίξετε τίμια" στον Ιστό. Εάν κάποιος έχτισε ένα σύστημα με αυτές τις υποχρεώσεις, η όλη υποδομή του Ιστού δουλεύει σωστά. Εάν παραβιαστεί το πνεύμα της οντολογία – όπως π.χ. η συμφωνία για την ταυτότητα - τότε τα πράγματα αρχίζουν να μην πάνε καλά. Οι πρώιμοι servers του ιστού για παράδειγμα, τοποθετούσαν πολλές πληροφορίες κατάστασης στα URLs, γεγονός που παραβίαζε την έννοια της ταυτότητας αντικειμένου. Συστήματα που οικοδομήθηκαν κατά αυτόν τον τρόπο, αδυνατούν να αναζητηθούν ή να αναφερθούν σε μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Πιστεύω, ότι υπήρξαν αδυναμίες στον σχεδιασμό των οντολογιών - ασάφειες στα έγγραφα προτύπων – που επέτρεψαν την επίσημη συμβατότητα με τον Ιστό, χωρίς ωστόσο μια δέσμευση για την ιδέα πάνω στην οποία βασιζόταν.

Ολοκληρώνοντας, θα έλεγα ότι όλες οι πρακτικές οντολογίες είναι semiformal, και το «δυνατό σημείο» είναι μια οντολογία που καθορίζει επακριβώς πώς μπορείς να δεσμευτείς σε αυτήν. Και τα τυπικά και άτυπα μέρη πρέπει να είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε τα μεν με αυτοματοποιημένο έλεγχο και τα δε με καλογραμμένα υποστηρικτικά έγγραφα.

Μπορείτε να δείτε επίσης το <http://tomgruber.org/writing/cidoc-ontology.htm>

4. Μιλτιάδης: Tom, απ' όσα έχω καταλάβει, οι οντολογίες σχετίζονται με την αντίληψη και την μηχανική. Ποια είναι η άποψή σου για τις τρέχουσες μεθόδους μηχανικής οντολογιών; Έχουν εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια; Ποια μέθοδο θα ανέφερες ως σημαντικότερη;

Tom: Δεν μπορώ να πω πως είμαι εξοικειωμένος με τις πιο πρόσφατες μεθόδους και εργαλεία, ωστόσο, κατά την άποψη μου, η μηχανική οντολογιών αντιμετωπίζει τα ίδια προβλήματα με την μηχανική λογισμικού. Προσωπικά, θα αναζητούσα μεθόδους μηχανικής οντολογιών που επικεντρώνεται σε θέματα λειτουργικών προδιαγραφών (τι εξυπηρετεί η οντολογία), σχεδιασμού υποστηρικτικών εγγράφων και αναθεώρησης αυτών, επιβολής περιορισμών κατά την διαδικασία σύνταξης, δοκιμής των μονάδων και της ολοκλήρωσης και διαμοιρασμού της συνεργασίας έτσι ώστε οι οντολογίες να μπορούν να αναπτυχθούν όπως και το λογισμικό ανοικτού κώδικα.

5. Μιλτιάδης: Πολλοί άνθρωποι από την κοινότητα των πληροφοριακών συστημάτων δείχνουν ενδιαφέρον για τις οντολογίες. Και φυσικά ένα κρίσιμο σημείο για την κατανόηση των οντολογιών, είναι η χρήση εργαλείων σύνταξης οντολογιών. Κατά την άποψή σου, τα σημερινά εργαλεία σύνταξης οντολογιών αρκετά απλά και εύχρηστα για μη-εξειδικευμένους χρήστες; Ή η σύνταξη οντολογιών θα συνεχίσει να γίνεται μόνο από εξειδικευμένους μηχανικούς γνώσης;

Tom: Όπως ανέφερα, δεν έχω αξιολογήσει τα πιο πρόσφατα εργαλεία, οπότε θα ήταν λάθος να ασκήσω οποιουδήποτε είδους κριτική. Είναι πιθανό να αναπτυχθούν εργαλεία σύνταξης που αυτοματοποιούν διαδικασίες χαμηλού επιπέδου και πραγματοποιούν ελέγχους. Αυτά τα εργαλεία είναι κρίσιμοι παράγοντες για την πρόοδο της οντολογικής μηχανικής ακριβώς όπως οι καλοί γλωσσικοί συντάκτες και οι ενσωματωμένοι compilers ήταν σημαντικοί για την πρόοδο της μηχανικής λογισμικού. Κατά πόσον, εργαλεία αυτής της κατηγορίας μπορούν να επιτρέψουν σε μη-εξειδικευμένους ανθρώπους να κατασκευάσουν οντολογίες εξαρτάται εξ ολοκλήρου από τον σκοπό που εξυπηρετούν (τα εργαλεία, όχι οι άνθρωποι : -). Εάν οι οντολογίες πρόκειται να καταστήσουν ικανή την διαλειτουργικότητα λογισμικού μεταξύ σύνθετων (έως κάποιο βαθμό) προγραμμάτων, θα έλεγα ότι απαιτούνται εξειδικευμένοι τεχνικοί- που έχουν εκπαιδευτεί στην αρχιτεκτονική και λογική συστημάτων-. Απαιτείται εμπειρία και ευφυΐα, προκειμένου να προβλεφθούν για ένα σύνολο προγραμμάτων, τα οποία δεν έχουν ακόμα γραφτεί, η διαλειτουργικότητα και η ανταλλαγή πληροφοριών. Συγχρόνως, οι "μη-τεχνικοί" θα πρέπει επίσης να συμμετάσχουν στην διαδικασία σχεδιασμού οντολογιών, εφόσον συμμερίζονται το όραμα για την διαλειτουργικότητα των προγραμμάτων και το τι μπορούν να κάνουν αυτά για εμάς.

6. Μιλτιάδης: Πολλοί άνθρωποι συμφωνούν ότι πρέπει να καταβάλλουμε τεράστια προσπάθεια στην ανάπτυξη των οντολογιών για domains προκειμένου να αποκομίσουμε το σύνολο των οφελών της οντολογικής μηχανικής. Ποια είναι η άποψή σου, όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα των οντολογιών σήμερα; Έχουμε αρκετές· είναι αυτές αρκετά καλές, τουλάχιστον για τα πιο συνηθισμένα domain των πληροφοριακών συστημάτων ή απαιτείται ακόμα πολλή εργασία προκειμένου να έχουμε ποιοτικές και εφικτές στην χρήση domain-οντολογίες;

Tom: Με όλο τον σεβασμό, η ερώτηση αυτή είναι παρόμοια με το εάν έχουμε τη σωστή «ποιότητα και την ποσότητα» έγγραφων προτύπων για τον Ιστό. Δεν είναι ένα θέμα ποσότητας. Αυτό που έχει σημασία είναι να δημιουργηθούν οι συμφωνίες που θα επιτρέπουν στους ανθρώπους να φτιάξουν συστήματα με οντολογικές δεσμεύσεις, τα οποία θα αποδειχθούν χρήσιμα. Οι bloggers και οι news aggregators διατηρούν απόσταση από την οντολογία RSS, μολονότι αυτή είναι η ελάχιστη. Ο όρος «τίτλος» στην RSS είναι πραγματικά χρήσιμος για τον τίτλο ενός άρθρου, ακόμα κι αν τα περιεχόμενα του πεδίου για τον τίτλο, έχουν με τις σημαιολογικές σημάνσεις. Χρειαζόμαστε μια παγκόσμια οντολογία για να συγκεντρώσουμε τις παγκόσμιες ειδήσεις; Η απάντηση, όπως υποδεικνύουν οι πρόσφατες επενδύσεις, είναι «όχι». Εντούτοις, για τις εφαρμογές όπου απαιτείται υψηλή ακρίβεια ή ανάκληση των ερωτημάτων, θα χρειαστούν συμφωνίες σχετικά με το πώς να χαρακτηρίσουμε το περιεχόμενο έτσι ώστε να

προκύπτουν χρήσιμες διακρίσεις σε γλώσσα αναγνώσιμη από μηχανές. Οι οντολογίες είναι κατάλληλες για την σύναψη αυτών των συμφωνιών.

7. Μιλτιάδης: Μου άρεσε πολύ μια παράγραφος, στο κείμενο που βρήκα στον Ιστό για την αποστολή της Intraspect: « Οι εφαρμογές που αναπτύσσει η Intraspect βοηθούν τους ανθρώπους να συνεργάζονται σε μεγάλες και καταναμημένες κοινότητες, να μαθαίνουν ο ένας από τον άλλο και να συμβάλλουν συνεχώς σε ένα συλλογικό σώμα γνώσης». Πώς μπορούμε να εκμεταλλευτούμε όλη αυτήν την σιωπηρή γνώση Τομ; Μπορούμε να προχωρήσουμε από το ρητορισμό στην πράξη;

Τομ: Αυτό είναι «Ιερό Δισκοπότηρο» για τον κόσμο της διαχείρισης της γνώσης και υπάρχουν πολλοί τρόποι προσέγγισης του προβλήματος. Η Intraspect σχεδιάστηκε με βάση την υπόθεση ότι είναι πολυτιμότερο να θέσουμε στοιχεία ανθρώπινης γνώσης σε μια συλλογική μνήμη από το να δομήσουμε το υπάρχον online υλικό. Συνεπώς η τεχνολογία που δημιουργήσαμε βοήθησε τους ανθρώπους να συνεργάζονται on-line και ως υποπροϊόν, το έργο τους διατέθηκε για ανακάλυψη με χρήση τεχνολογιών ανάκτησης πληροφοριών. Η ιδέα βρίσκει εφαρμογή όταν είναι επιτακτική η συνεργασία ανθρώπων και η τεχνολογία διευκολύνει την online συνεργασία τους σε έναν κοινό τόπο δεδομένου ότι η offline συνεργασία τους θα ήταν πολύ δυσκολότερη. Μολονότι υπάρχει αφθονία της «σιωπηρής γνώσης», που κατακτάται από την on-line εργασία, ευφυείς άνθρωποι μπορεί να διδαχθούν πολλά, βλέποντας τι έχουν κάνει οι άλλοι έχουν. Εντυπωσιάστηκα από τα όσα πέτυχαν οι χρήστες Intraspect με το να μοιραστούν μια συλλογική μνήμη μη δομημένου και ημι-δομημένου περιεχομένου. Χιλιάδες άνθρωποι μάθαιναν ο ένας από τον άλλο σε καθημερινή βάση, χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζουν ποιος έχει ανάγκη να μάθει ή ποιον να ρωτήσουν. Κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχία του ήταν ο ρόλος του ευρύτερου πλαισίου. Με το Intraspect, η πληροφορία συλλέχθηκε στο πλαίσιο εργασιών της δημιουργίας του (έργα, διαπραγματεύσεις πωλήσεων, σχέσεις πελατών). Το ίδιο το πλαίσιο παρέχει μια ισχυρή σημασιολογική ετικέτα στο περιεχόμενο, ακόμα κι αν το περιεχόμενο είναι σε μεγάλο βαθμό μη δομημένο. Για παράδειγμα, εάν κάποιος που συμμετείχε σε ένα project έστειλε ένα email σε έναν πελάτη σχετικά με τις προδιαγραφές (και αυτό το email "συλληφθεί" από το Intraspect), το πλαίσιο του προγράμματος και του πελάτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτόματη συσχέτιση του περιεχομένου με τις τυπικά επιβεβλημένες ταυτότητες του project και του πελάτη. Έτσι, όταν κάποιος αργότερα ψάξει για αυτού του είδους το περιεχόμενο, θα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τυπικούς περιορισμούς στο ερώτημα για την ταξινόμηση και κατά πελάτη και κατά project. Ή, αντιθέτως, εάν κάποιος ανακαλύψει το email έπειτα από αναζήτηση κειμένου, τα τυπικά χαρακτηριστικά των ταυτοτήτων του project και του πελάτη είναι διαθέσιμα προς χρήση σε αυτόν που εκτέλεσε την αναζήτηση, για την κατανόηση των αποτελεσμάτων.

8. Μιλτιάδης: Αγαπητέ Τομ, πολλοί άνθρωποι συμφωνούν ότι ένα βασικό «πεδίο μάχης» για την προώθηση των οντολογιών όπως επίσης και του Σημασιολογικού Ιστού είναι η «πραγμάτωση» της προηγμένων knowledge portal. Συμφωνείς; Ποιες θα πρέπει να είναι οι προσδοκίες μας για τις knowledge portal της επόμενης γενιάς;

Τομ: Θα ρωτούσα ποιος είναι ο λόγος ύπαρξης knowledge portal. Εάν ο στόχος μιας πύλης γνώσης είναι να παρέχει απαντήσεις σε συνήθεις ερωτήσεις, για παράδειγμα, τότε θα σύγκρινα το κόστος και την ωφέλεια δημιουργίας μιας εκτελέσιμης κατηγοριοποίησης των πιθανών

ερωταποκρίσεων (μια προσέγγιση Σημασιολογική Ιστού) με καταναεμημένες συνεργατικές προσεγγίσεις όπως τα answer gardens ή το [open directory](#) ή το [Wikipedia](#). Αυτές οι συνεργατικές προσεγγίσεις βελτιστοποιούνται για τη δημιουργία περιεχομένου αντί για τη δόμηση περιεχομένου, αλλά χρησιμοποιούν κοινωνικούς μηχανισμούς ανάδρασης για την άτυπη επικύρωση του περιεχομένου. Μια παρόμοια προσέγγιση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ενδιάμεσος για το περιεχόμενο σε μια πύλη γνώσης (knowledge portal) - άνθρωποι που συνεργάζονται στον τομέα της κατηγοριοποίησης μέσα στην πύλη-. Σε ένα συνεργατικό, κοινωνικό περιβάλλον, ο ρόλος της οντολογίας έγκειται στο να βοηθήσει τους ανθρώπους να επικοινωνήσουν δηλώνοντας τις επιδιώξεις τους και να συνάψουν συμφωνίες.

9. Μιλτιάδης: Tom, σε ευχαριστώ για το χρόνο σου. Ήταν μια συναρπαστική συζήτηση. Υπάρχουν κάποιες τελευταίες σκέψεις προς τους αναγνώστες μας;

Tom: Δεδομένων των επίπονων προσπαθειών που κατεβάλλαμε για να πάνε όλα καλά, κρίνω πως είναι σημαντικό να θυμάστε ότι κάθε οντολογία είναι μια συνθήκη - μια κοινωνική συμφωνία - μεταξύ ανθρώπων με κάποιο κοινό κινήτήριο στο «μοιράζεσθαι». Αυτό που χρειαζόμαστε, είναι οντολογίες που ενισχύουν την προοπτική του παγκόσμιου πληθυσμού να συνεισφέρει στην συλλογική γνώση.

Ευχαριστώ για το ενδιαφέρον σας. Για περισσότερες πληροφορίες, δείτε το tomgruber.org.

Σύντομο Βιογραφικό

Ο Tom Gruber (<http://tomgruber.org/>) είναι καινοτόμος στις τεχνολογίες που επεκτείνουν την ανθρώπινη νοημοσύνη. Αναπτύσσοντας το πρώιμο έργο στους τομείς της τεχνητής νοημοσύνης και της μάθησης με χρήση υπολογιστή, εστιάζει τώρα στη δημιουργία των περιβαλλόντων για επιχειρησιακή ευφυΐα. Είναι συνιδρυτής και CTO του λογισμικού Intraspect, το οποίο δημιουργεί τα περιβάλλοντα, για ανθρώπους που συνεργάζονται online. Οι εφαρμογές που αναπτύσσει η Intraspect βοηθούν τους ανθρώπους να συνεργάζονται σε μεγάλες και καταναεμημένες κοινότητες, να μαθαίνουν ο ένας από τον άλλο και να συμβάλλουν συνεχώς σε ένα συλλογικό σώμα γνώσης. Το Intraspect χρησιμοποιείται από εκατοντάδες εταιρικούς πελάτες στους τομείς των οικονομικών υπηρεσιών, υπηρεσιών marketing, επαγγελματικών υπηρεσιών, υψηλής Τεχνολογίας και άλλες παγκόσμια καταναεμημένες επιχειρήσεις.

Στο πανεπιστήμιο του Stanford στις αρχές του 1990, ο Gruber ήταν πρωτοπόρος στη χρήση του Ιστού για τη διανομή γνώσης και συνεργασίας. Καθιέρωσε τη DARPA, βιβλιοθήκη για την διανομή της γνώσης, μια βιβλιοθήκη βασισμένη στον Ιστό για την δημόσια ανταλλαγή οντολογιών, λογισμικού, και βάσεων γνώσης. Ο Gruber, ηγούταν επίσης της ομάδας του Stanford που εφηύρε και ανέπτυξε τις πρώτες εφαρμογές Εικονικών Εγγράφων (Virtual

Documents) στον Ιστό, που παρήγαγαν εξηγήσεις σε φυσική γλώσσα ως απάντηση σε ερωτήματα.

Μαζί με συναδέλφους στα Stanford, Xerox PARC, και SRI, σχεδίασε συστήματα που παρέχουν κοινούς εικονικούς χώρους για συλλογική εργασία, agent-based collaborative engineering και collaborative learning. Για να υποστηρίξει τις συνεργασίες της WWW ερευνητικής κοινότητας, ο Gruber δημιούργησε το HyperMail. Το HyperMail μετατρέπει την συνηθισμένη ηλεκτρονική αλληλογραφία (email) σε μια "οργανωσιακή μνήμη" βασισμένη στον Ιστό. Το HyperMail χρησιμοποιήθηκε ως αρχείο και δημόσιο φόρουμ για μερικές από τις βασικές συζητήσεις που καθόρισαν τις αναδυόμενες ιδέες του πρώιμου Ιστού.

Παράρτημα Δ – Η Κοινότητα Έρευνας του Σημασιολογικού Ιστού

1. **SemanticWeb Group at ILRT, UK, http://www.ilrt.bris.ac.uk/projects/semantic_web**

Η Semantic Web Group, εστιάζει πρωτίστως στον μετασχηματισμό πληροφοριών που υπάρχουν στο διαδίκτυο, από την μορφή που είναι εύκολα αναγνώσιμες από ανθρώπους, σε μια κρίσιμη μάζα δομημένων δεδομένων μέσω πρακτικών εργαλείων, εφαρμογών και υποστηρικτικών εγγράφων για την μεταφορά τους στον Σημασιολογικό Ιστό. Τα RSS και Calendaring αποτελούν μερικές από τις κύριες εφαρμογές ενδιαφέροντος τους έχοντας παράλληλα αναπτύξει εργαλεία για την αποθήκευση και εύρεση RDF δεδομένων.

2. **Semantic Computing Research Group (SeCo) at University of Helsinki and HIIT, Finland, <http://www.cs.helsinki.fi/group/seco/>**

Το επίκεντρο του ενδιαφέροντος της SeCo εντοπίζεται στην επεξεργάσιμη από υπολογιστές σημασιολογία. Η ομάδα ερευνά τεχνικές για την αναπαράσταση δεδομένων και γνώσης κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι μηχανές να μπορούν να τα «κατανοούν». Παράλληλα αναπτύσσει αλγορίθμους για την δημιουργία ευφύων εφαρμογών με βάση τέτοιες απεικονίσεις.

3. **Geospatial ontology research group (OntoGeo) at National Technical University of Athens, Greece, <http://ontogeo.ntua.gr/>**

Η OntoGeo έχει εστιάσει στην εφαρμογή της οντολογίας και της σημασιολογίας συμπεριλαμβανομένων των spatio-temporal modeling, ontology engineering, semantic interoperability, geographic knowledge representation και λοιπά.

4. **Knowledge-as-Media Research Group (KasM), National Institute of Informatics, Japan, <http://www-kasm.nii.ac.jp>**

Ο σκοπός της KasM είναι να ερευνήσει θέματα σχετικά με τον διαμοιρασμό της γνώσης, από διαφορετικές σκοπιές (community engineering, ontology engineering, metadata engineering). Η γνώση θεωρείται ως ένα μοναδικό μέσο αλληλεπίδρασης των ανθρώπων και του περιβάλλοντος. Η ομάδα ερευνά αυτήν την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και αναπτύσσει συστήματα για την υποστήριξη τέτοιων δραστηριοτήτων.

5. Knowledge Representation Laboratory (KRLAB), Asian Institute of Technology, Thailand, <http://kr.cs.ait.ac.th/>

Η τρέχουσα έρευνα στο KRLAB εστιάζεται στην αναπαράσταση και μοντελοποίηση της πληροφορίας, τον Σημασιολογικό Ιστό και την μηχανική λογισμικού. Πρόσφατα έχουν ασχοληθεί με το XML Semantic Query.

6. China Knowledge Grid (CKG) Research Group, Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, <http://kg.ict.ac.cn/>

Ο στόχος της CKG είναι να εδραιώσει ένα παγκόσμιο μοντέλο για την διαχείριση και των διαμοιρασμό πόρων (που να περιλαμβάνει γνώση, πληροφορία και υπηρεσίες) και να αναπτύξει το σχετικό λογισμικό. Ο τελικός στόχος της ομάδας είναι να εγκαθιδρύσει μια ευφυή πλατφόρμα συνεργασίας στο Διαδίκτυο σε θέματα Επίλυσης Προβλημάτων, Διαχείρισης της Γνώσης και Υποστήριξης Αποφάσεων. Έχουν προτείνει ένα Resources Space Model (RSM) υποστηριζόμενο από την σχετική θεωρία και τις μεθόδους για την πρώτη εφαρμογή του.

7. DataBase Systems Lab, Information and Communication University, Korea, <http://dblab.icu.ac.kr/>

Το IUC DB Lab Συνεχίζουν να εξερευνούν εξελιγμένες τεχνικές στον τομέα της Διαχείρισης της Γνώσης/Πληροφορίας και προχωρούν στην εφαρμογή τους σε ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων. Έργα στα οποία έχουν συμμετάσχει είναι: Development of Semantic-aware Metadata Transformation Engine and Development of Semantic Web based Digital Library System.

8. Semantic Web Laboratory (SemWebLab) at the NRC Institute for Information Technology (NRC-IIT), Canada, http://iit-iti.nrc-cnrc.gc.ca/projects-projets/sem-web-lab-web-sem_e.html

Το SemWebLab στοχεύει στην ανάπτυξη εργαλείων και εφαρμογών του Σημασιολογικού Ιστού και στον συντονισμό των προσπαθειών του με παρόμοιες στον Καναδά και παγκοσμίως. Κατά βάση, το SemWebLab αναπτύσσει οντολογίες αποτελούμενες από

ταξινομήσεις των αντικειμένων του Ιστού καθώς και από τους κανόνες που διέπουν τις ταξινομήσεις αυτές, σχετικούς με ελέγχους πληρότητας και εξαγωγή συμπερασμάτων. Επίσης, το SemWebLab μελετά πράκτορες που χρησιμοποιούν οντολογίες και εστιάζει στην εξαγωγή μεταδεδομένων προκειμένου να αντιμετωπίσει τον τεράστιο αριθμό αντικειμένων του Ιστού που βρίσκονται σε φυσική γλώσσα

9. The World Wide Web Consortium (W3C), <http://www.w3.org/>

Το World Wide Web Consortium (W3C) αναπτύσσει διαλειτουργικές τεχνολογίες Διαδικτύου (προδιαγραφές, κατευθυντήριες, λογισμικό και εργαλεία) με σκοπό να αξιοποιήσει στο έπακρον της δυνατότητες του ως ένα forum για πληροφόρηση, εμπόριο, επικοινωνίες και αμοιβαία κατανόηση.

10. W3C SemanticWeb.org, <http://www.w3.org/2001/sw/>

Σημασιολογικός Ιστός παρέχει ένα κοινό πλαίσιο που επιτρέπει τον διαμοιρασμό και την επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων μέσα στα όρια μιας εφαρμογής, μιας επιχείρησης, μιας κοινωνίας. Είναι μια κοινή προσπάθεια ενός μεγάλου αριθμού ερευνητών και εμπορικών συνεργατών της οποίας ηγείται το W3C. Βασίζεται στο Resource Description Framework ([RDF](#)), το οποίο ενσωματώνει μια ποικιλία εφαρμογών που χρησιμοποιούν την XML και τα URIs .

11. Web-Ontology (WebOnt) Working Group, <http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/>

Η OWL Web Ontology Language έχει σχεδιαστεί για χρήση από εφαρμογές που απαιτούν την επεξεργασία του περιεχομένου της πληροφορίας και όχι την απλή παρουσίαση της σε ανθρώπους. Η OWL καθιστά εφικτή την κατανόηση του περιεχομένου από μηχανές σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι οι XML, RDF, και RDF Schema (RDF-S) παρέχοντας διευρυμένο λεξιλόγιο σε συνδυασμό με μία τυπική σημασιολογία. Η OWL έχει τρεις προοδευτικά κλιμακούμενες -ως προς τον βαθμό εκφραστικότητας- υπο-γλώσσες : τις OWL Lite, OWL DL, και OWL Full.

**12. Transatlantic Research Centre for the Semantic Web and XML Technologies,
<http://www.semanticwebcenter.org.uk/>**

Το κέντρο προσφέρει στους κορυφαίους Ευρωπαίους και Αμερικανούς ερευνητές και developers στον τομέα των τεχνολογιών XML και του Σημασιολογικού Ιστού, την ευκαιρία διατλαντικής συνεργασίας. Το κέντρο διεξάγει έρευνα σε ένα ευρύ φάσμα αναδυόμενων τεχνολογιών αιχμής. Κάθε ερευνητικό έργο στοχεύει στην δημοσίευση μιας υψηλής ποιότητας μονογραφίας προκειμένου η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα να έχει πρόσβαση στα πορίσματα της έρευνας.

13. Competence Center Semantic Web (CCSW) at DFKI, <http://ccsw.dfki.de/>

Εντάσσεται στα πλαίσια ενός ερευνητικού κέντρου τεχνητής νοημοσύνης. Το CCSW εστιάζει στην διαχείριση καταναμεμημένων πληροφοριών με χρήση κανονικοποιημένων αναπαραστάσεων αντικειμένων, οντολογιών και συστημικών κανόνων του ιστού.

**14. The Information Management Group at University of Manchester, UK,
<http://img.cs.man.ac.uk/cgi-bin/index.pl?groupsGo=groupsShow&group=semweb&groupsType=Project&strReturn>**

Η ομάδα ασχολείται κυρίως με Ontologies Knowledge Representation Hypermedia. Κάνοντας χρήση δεδομένης γλώσσας αναπαράστασης της γνώσης απεικονίζει εννοιολογικά μοντέλα έτσι ώστε να είναι κατανοητά από μηχανές ενώ παράλληλα επιτρέπει σε πράκτορες να αναλύουν και να επεξεργάζονται αυτά τα μοντέλα. Η ομάδα έχει συμμετάσχει σε έργα όπως π.χ. τα OilEd, OntoWeb, WonderWeb, και λοιπά..

15. The Knowledge Management Group at University of Karlsruhe, Institute AIFB, Karlsruhe, Germany, <http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/>

Η ομάδα εστιάζει στον τομέα του Σημασιολογικού Ιστού και παρεμφερή θέματα. Σε συνεργασία με άλλες ομάδες στην Καρλσρούη αναπτύσσει core Semantic Web τεχνολογίες υποδομής όπως οι Ontobroker, OntoEdit and KAON. Η ομάδα έχει συμμετάσχει σε πολυάριθμα έργα όπως τα SEKT, Knowledge Web, AceMedia, OntoWeb, WonderWeb, SWAP και λοιπά.

16. The Knowledge Management Group (WIM) at the Research Center for Information Technologies (FZI), Karlsruhe, Germany, <http://www.fzi.de/wim/eng/>

Η ερευνητική ομάδα αναπτύσσει τεχνικές και εφαρμογές για την απόκτηση, αναπαράσταση και μοντελοποίηση, εξαγωγή, αποθήκευση, πρόσβαση και εφαρμογή της γνώσης. Η ομάδα συμμετέχει σε έργα όπως π.χ. τα DIP, SWWS, KAON και λοιπά.

17. On-To-Knowledge, <http://www.ontoknowledge.org/>

Το έργο **On-To-Knowledge** στοχεύει στην ανάπτυξη των εργαλείων και των μεθόδων που θα υποστηρίζουν την διαχείριση της γνώσης που βασίζεται σε επαναχρησιμοποιήσιμες οντολογίες γνώσης. Η κύρια πρακτική του **On-To-Knowledge** βασίζεται στην χρήση οντολογιών για τις διάφορες εργασίες ενσωμάτωσης και προμήθειας της πληροφορίας.

18. Knowledge Systems Laboratory at Stanford University, <http://www.ksl.stanford.edu/projects/DAML/>

Αναπτύσσουν semantic markup and agent-based τεχνολογίες προκειμένου να συμβάλλουν στην πραγματοποίηση του οράματος του Σημασιολογικού Ιστού. Το έργο DAML-(Enabled Web Services Project) στόχευε στην ανάπτυξη των εργαλείων και των τεχνολογιών της επόμενης γενιάς Σημασιολογικού Ιστού.

19. The MINDSWAP Group (Information and Network Dynamics Lab Semantic Web Agents Project) at the University of Maryland, <http://www.mindswap.org/>

Το Simple HTML Ontology Extensions (SHOE) ήταν ένα από τα πρώτα ερευνητικά έργα για τον Σημασιολογικό Ιστό. Ασχολούνταν με θέματα εμπιστοσύνης, ασφάλειας και αυτοματοποίησης της διαδικασίας χαρτογράφησης των οντολογιών στον Σημασιολογικό Ιστό.

20. eBiquity Research Group at University of Maryland, Baltimore County, USA, <http://ebiquity.umbc.edu/v2.1/research/area/id/9/>

Η ομάδα αυτή έχει συμμετάσχει σε μια ποικιλία έργων σχετικών με τον Σημασιολογικό Ιστό. Μεταξύ άλλων, το Spire, έργο το οποίο μελετά την χρήση τεχνολογιών του Σημασιολογικού

Ιστού, για την υποστήριξη της επιστήμης, με έμφαση στον τομέα των ecoinformatics. Επίσης η ομάδα εξετάζει τις προοπτικές εδραίωσης του λεγόμενου «Ιστού Εμπιστοσύνης» ως εναλλακτικής των ψηφιακών πιστοποιητικών σε συστήματα όπως π.χ. πολλαπλών πρακτόρων κ.τ.λ. Το Semantic Discovery εστιάζει στον σχεδιασμό, προτυποποίηση και αξιολόγηση του συστήματος SEMDIS, το οποίο υποστηρίζει καταχώρηση και δημιουργία ερωτημάτων (queries) πολύπλοκων σημασιολογικών σχέσεων με κριτήρια την αξιοπιστία και την προέλευση των πληροφοριών.

21. OntoWeb , <http://ontoweb.aifb.uni-karlsruhe.de/>

Το Ontoweb είναι ένα θεματικό δίκτυο χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή επιτροπή. Στοχεύει στο να φέρει κοντά δραστηριότητες του τομέα μεθόδων που βασίζονται στην οντολογία και εργαλεία για τον Σημασιολογικό Ιστό, παρακάμπτοντας επικοινωνιακά εμπόδια που προκύπτουν μεταξύ των διαφόρων ετερογενών ομάδων ενδιαφέροντος.

22. Large Scale Distributed Information Systems Lab (LSDIS) at the University of Georgia, <http://lsdis.cs.uga.edu/>

Το LSDIS lab διαθέτει ένα εκτεταμένο πρόγραμμα έρευνας, εκπαίδευσης και μεταφοράς τεχνολογίας στον τομέα των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού. Το έργο SemDis εστιάζει στην ανακάλυψη της γνώσης και στην αναλυτική της σημασιολογίας. Το έργο METEOR-S πάνω στις διαδικασίες του Σημασιολογικού ιστού, αναπτύσσει εργαλεία και συστήματα που κάνουν χρήση της σημασιολογίας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των Υπηρεσιών και Διαδικασιών Ιστού. Παράδειγμα της εμπορευματοποίησης των ερευνών του LSDIS lab αποτελεί το Semagix Freedom, το οποίο χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη εφαρμογών του Σημασιολογικού Ιστού από μερικές από τις μεγαλύτερες εταιρίες παγκοσμίως..

23. Semantic Web enabled Web Services (SWWS) at HP, <http://www.hpl.hp.com/semweb/swws.htm>

Το HP Labs Bristol έχει την γενική εποπτεία δύο περιπτωσιολογικών μελετών, οι οποίες θα εξετάσουν διαφορετικές πλευρές των προμηθειών, για την ανάπτυξη της πλατφόρμας SWWS. Το SWWS (Web Web Services) είναι ένα έργο που εντάσσεται στο 5^ο Ευρωπαϊκό

πλαίσιο, με σκοπό να καταδείξει πως η τεχνολογία του Σημασιολογικού Ιστού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη μιας ανοικτής και ευέλικτης προσέγγισης των υπηρεσιών του ιστού . Ειδικότερα οι στόχοι του είναι: 1) να παρέχει ένα εκτενές πλαίσιο για την περιγραφή των υπηρεσιών του ιστού, 2) να ορίσει ένα πλαίσιο για την γνωστοποίηση των υπηρεσιών του ιστού, και 3) να παράξει μια κλιμακούμενη πλατφόρμα μεσολάβησης για τις υπηρεσιών του ιστού.

24. Protege Research Group at the Stanford University, <http://protege.semanticweb.org/>

Το Protege-20000 είναι ένας ontology editor και knowledge-based editor. Παρέχει υποστήριξη για την επεξεργασία οντολογιών του Σημασιολογικού Ιστού.

Παράρτημα Ε – Ορόσημα και προϋποθέσεις για την εισαγωγή εννοιών του Σημασιολογικού Ιστού στα προγράμματα σπουδών Πληροφοριακών Συστημάτων.

Miguel-Angel Sicilia

Computer Science Department, University of Alcala,
Ctra. Barcelona, km. 33.6 – 28871 Alcala de Henares (Madrid), SPAIN
E-mail: msicilia@uah.es

Miltiadis D. Lytras

Department of Management Science and Technology, ELTRUN – The
Research Center, Athens University of Economics and Business, 47A
Evelpidon Str., 113 62 Athens, GREECE
E-mail: mdl@eltrun.gr

Περίληψη: Ο σημασιολογικός Ιστός ως όραμα για έναν αναγνώσιμο από μηχανές, metadata-intensive Ιστό, έχει οδηγήσει σε μια εξελισσόμενη συλλογή αξιοπρόσεκτων -από εκπαιδευτικής σκοπιάς- τεχνολογιών και εργαλείων. Εν τούτοις, οι υπάρχουσες προσεγγίσεις στον σχεδιασμό των προγραμμάτων σπουδών για αυτό το αντικείμενο, που επικεντρώνονται στην αναπαράσταση της γνώσης ή σε τεχνικά ζητήματα, θα πρέπει να εμπλουτισθούν με ένα οργανωσιακό όραμα που εστιάζει στην αξία που παρέχουν αφενός η υποδομή Σημασιολογικού Ιστού, ως εταιρικό προσόν και αφετέρου τα εργαλεία Σημασιολογικού Ιστού που έχουν "χτιστεί" πάνω σε αυτήν την υποδομή. Αυτό το άρθρο, εξετάζει το εννοιολογικό υπόβαθρο που δικαιολογεί την ενσωμάτωση τεχνολογιών Σημασιολογικού Ιστού στα πλαίσια των Πληροφοριακών Συστημάτων (IS) και παρέχει περιγραφή μερικών από τις κύριες απαιτήσεις και τα κύρια σημεία που απαιτούνται για την ενσωμάτωση του Σημασιολογικού Ιστού ως θέμα στα προγράμματα Πληροφοριακών Συστημάτων. Συγκεκριμένα, ένα υπάρχον μοντέλο προγράμματος ενεργειών IS, παρέχει μερικές δοκιμαστικές οδηγίες για μια τέτοια ενσωμάτωση.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαίδευση Πληροφοριακών Συστημάτων, Σημασιολογικός Ιστός, οντολογίες, Αξία Πληροφοριακών Συστημάτων.

1) Εισαγωγή

Ο Σημαιολογικός Ιστός (SW) αποτελεί το όραμα ενός τεχνο-κοινωνικού φαινομένου που μπορεί τελικά να οδηγήσει σε μια ριζική αλλαγή στις παρεχόμενες -μέσω του World Wide Web- υπηρεσίες (Berners- Lee, Hendler & Lassila, 2001). Παρά το γεγονός, ότι η τεχνολογία SW είναι σχετικά πρόσφατη και έχει πολύ δρόμο ακόμα να διανύσει προκειμένου να φθάσει στην ωριμότητα, τα θεμέλιά της θεωρούνται ως σημαντικός ακρογωνιαίος λίθος για την εξέλιξη (ακόμη και για τον επανασχεδιασμό) των διάφορων τομέων των Πληροφοριακών Συστημάτων (IS). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών των τομέων είναι το ηλεκτρονικό εμπόριο (Ding et al., 2004), το e-learning (Άντερσον and Whitelock, 2004), οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, το e-government και η διαχείριση γνώσης (Davis, Fensel and van Harmelen, 2002). Εντούτοις, η ανάπτυξη και επέκταση των λύσεων SW είναι δαπανηρή. Η δημιουργία μεταδεδομένων και η συντήρησή τους – που αποτελούν χρονοβόρες διαδικασίες, ιδιαιτέρως εάν η ποιότητα αποτελεί βασική απαίτηση- παράλληλα με την αυξανόμενη πολυπλοκότητα στις γλώσσες και τα εργαλεία που επιβάλλουν οι λύσεις SW, ενισχύουν την απαίτηση για ειδικευμένο προσωπικό και πιο εκλεπτυσμένη διαχείριση. Τα παραπάνω υποδεικνύουν πως στο ευρύτερο πλαίσιο των οργανισμών, η ενδεχόμενη χρήση των τεχνολογιών SW, θα πρέπει να είναι θεωρείται ως μια πολλά υποσχόμενη επιλογή, ωστόσο η προοδευτική υιοθέτησή τους θα πρέπει να ακολουθεί τις οργανωσιακές προτεραιότητες και να υπόκειται σε προσεκτικές αναλύσεις κόστους-ωφέλειας και απόδοσης της επένδυσης (ROI). Κατά συνέπεια, η περίπτωση ενσωμάτωσης τεχνολογιών SW στα επιχειρησιακά Πληροφοριακά Συστήματα απαιτεί μια θεώρηση από τη σκοπιά του ειδικού Πληροφοριακών Συστημάτων, ο οποίος θα λάβει υπόψη τις οικονομικές και οργανωσιακές δυνάμεις που οδηγούν τελικά στην επιτυχία ή αποτυχία της εισαγωγής και χρήσης, της οποιασδήποτε καινοτόμου τεχνολογίας. Η ισχυρή δέσμευση πολλών ερευνητών και φορέων χάραξης πολιτικής στο όραμα για τον SW είναι ευνοεί την ταχεία “διαστολή” του όγκου της γνώσης για τον SW και τους διάφορους τομείς εφαρμογής του. Λογική συνέπεια αυτού, είναι το ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την «εκπαίδευση SW». Στην πραγματικότητα, το πεδίο δράσης της τρέχουσας πρωτοβουλίας “Knowledge Web”, η οποία χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός προγράμματος SW ενώ παράλληλα έχουν πραγματοποιηθεί πολλά «θερινά σχολεία» για το SW (π.χ. EUROLAN 2003). Κατά την άποψή μας, η δομή και ο προσανατολισμός τέτοιων πρωτοβουλιών, απευθύνονται κυρίως σε τεχνικά ακροατήρια και συγκεκριμένα σε μηχανικούς γνώσης και developers λογισμικού, ωστόσο, στερούνται ενός προσανατολισμού για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την

επιλογή και αξιολόγηση της τεχνολογίας. Μολονότι αυτό δεν αποτελεί αδυναμία τέτοιων προγραμμάτων - δεδομένου ότι το SW είναι σήμερα ένα ενεργό, τεχνικό θέμα έρευνας – θα πρέπει αυτά να συμπληρώνονται από το όραμα των IS, το οποίο προσθέτει στον τεχνικό προσανατολισμό, μια συστημική θεώρηση προσανατολισμένη στην επιχειρησιακή αξία (Lytras, Pouloudi & Poulymenakou, 2002).

Ο SW κατά γενική ομολογία, θεωρείται ότι σχετίζεται με τον τομέα των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης (AI), και ειδικά, με τις εφαρμογές αναπαράστασης της γνώσης που βασίζονται στην λογική. Στην πραγματικότητα, είναι γεγονός πως τα θεμέλιά του είναι ευρέως γνωστά και λεπτομερώς αναλυθέντα σχήματα λογικής (Baader et al, 2003). Ωστόσο η συνάφεια του SW με την πειθαρχία των Πληροφοριακών Συστημάτων και με τη διαχείριση των οργανισμών γενικότερα, δεν περιορίζεται μόνο σε ζητήματα σχετικά με τη τεχνητή νοημοσύνη, αλλά επεκτείνεται και στις νέες υπηρεσίες, διαδικασίες και δυνατότητες που ενεργοποιούνται από τις τεχνολογίες SW, όπως επίσης και στις νέες απαιτήσεις για μια metadata-intensive υποδομή. Απ' όσα γνωρίζουμε, μια τέτοια ολοκληρωμένη προσέγγιση στην εκπαίδευση SW ακόμα δεν έχει εξερευνηθεί ενδελεχώς δεδομένων των λιγοστών πρωτοβουλίες σε αυτόν τον τομέα.

Κατά την άποψή μας, οι εκπαιδευτικοί Πληροφοριακών Συστημάτων, οι οποίοι ενδιαφέρονται για το νέο τοπίο εξελίξεων που δημιουργεί ο SW, πρέπει να εντάξουν τα ακόλουθα βασικά συστατικά, στον σχεδιασμό της εκπαιδευτικής προσέγγισης που θα ακολουθήσουν:

1. Τεχνολογική υποδομή SW, συμπεριλαμβανομένων των βασικών στοιχείων περιγραφής της λογικής, της μηχανικής οντολογιών και άλλων τεχνικών εργαλείων.
2. Υποδομές και υποστήριξη που απαιτούνται για τις προσεγγίσεις SW εσωτερικά των οργανισμών.
3. Προσεγγίσεις στη διαχείριση του σχολιασμού μεταδεδομένων και κοινή ανάπτυξη και χρήση οντολογιών.
4. Οι λεπτομέρειες κάθε τομέα της μελέτης ή εφαρμογής στα πλαίσια των Πληροφοριακών Συστημάτων.

Το σημείο (1) καλύπτεται κατάλληλα στα τρέχοντα τεχνικά σχολεία, π.χ. το EUROLAN, 2003 εξέτασε κυρίως θέματα όπως: γενικά ζητήματα, υποστηριζόμενες τεχνολογίες (XML, RDF), μηχανική και χρήση οντολογιών, λογική περιγραφής και ζητήματα επεξεργασίας γλωσσών. Τα θέματα υποδομής (2) έχουν αρχίσει να καλύπτονται από τις μεθοδολογίες συμβουλευτικής όπως το TopSAIL, σήμα κατατεθέν της επιχείρησης TopQuadrant, η οποία

καλύπτει ολόκληρο τον κύκλο από τον προγραμματισμό έως και την επέκταση από οργανωσιακής πλευράς. Εντούτοις, τέτοιες εκτενείς προσεγγίσεις, ακόμα δεν έχουν μετουσιωθεί σε κοινή πρακτική ή πρότυπα, όπως συμβαίνει για άλλες περιοχές και δεν αποτελούν θέματα προς έρευνα, των τρεχόντων εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Για το σημείο (3), οι μέθοδοι μηχανικής οντολογιών έχουν ωριμάσει τα τελευταία έτη, ωστόσο οι ευρύτερες οργανωσιακές πτυχές της διαχείρισης μεταδεδομένων δεν έχουν ακόμα παραγάγει οδηγούς βέλτιστων πρακτικών.

Πρέπει να τονισθεί, ότι ακόμα κι αν πολλές πτυχές των προαναφερθέντων ζητημάτων δεν καλύπτονται από τις τρέχουσες προσεγγίσεις στην εκπαίδευση Πληροφοριακών Συστημάτων, αυτό δεν σημαίνει πως τα υπάρχοντα προγράμματα σπουδών είναι ανεπαρκή, εφόσον αναζητείται ακόμα. μια σαφής θεώρηση του SW και λοιπών metadata-intensive προσεγγίσεων στα Πληροφοριακά Συστήματα. Συνεπώς, η ενσωμάτωσή τους στο σώμα της γνώσης των Πληροφοριακών Συστημάτων είναι περισσότερο επίπονη απ' όσο θα επιθυμούσαμε.

Σε αυτό το άρθρο, παρέχεται ένα πιλοτικό πρόγραμμα σπουδών για το SW ως ένα τεχνολογικό όραμα για τα Πληροφοριακά Συστήματα, δίνοντας έμφαση στις περιοχές που απαιτούν περαιτέρω θεώρηση και στις στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν ένα πλαίσιο και ένα οργανωσιακό κίνητρο για τις σημασιολογικές προσεγγίσεις στη διαχείριση πληροφοριών. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι σπουδαστές θα είναι κατανοήσουν και να ορίσουν σαφώς τις προσεγγίσεις SW, ως μια δύναμη που αναδομεί/αναδιαμορφώνει τα Πληροφοριακά Συστήματα σε έναν υψηλότερο επίπεδο έντασης της γνώσης. Ένα τέτοιο πρόγραμμα σπουδών, διαμορφώνεται βάσει των αντιλήψεων των δημιουργών του και των εμπειριών που αποκόμισαν, από τις πρώτες επαφές τους με έννοιες SW σε επίπεδο μεταπτυχιακών και διδακτορικών σπουδών. Επίσης, το προτεινόμενο πρόγραμμα θα συμβάλλει στην παρακίνηση περαιτέρω συζητήσεων και στον εκλεπτισμό, εσωτερικά της κοινότητας ερευνητών που ενδιαφέρονται για την καλλιέργεια του οράματος του SW στα Πληροφοριακά Συστήματα. Πρέπει να τονισθεί, ότι ο τομέας της γνώσης είναι ακόμα πάρα πολύ νέος για να διαμορφωθούν σαφείς κατευθυντήριες, επομένως οι οδηγίες που δίνονται σε αυτό το άρθρο θα πρέπει να εκληφθούν ως «εμπειρίες που έχουν αποκτηθεί από τα λάθη μας» μέσω συγκεκριμένων συλλογισμών, διασκορπισμένης διδασκαλίας και εμπειριών μετάδοσης της γνώσης.

Το παρόν άρθρο, οργανώνεται ως εξής: Η παράγραφος 2 περιλαμβάνει την επισκόπηση μερικών από τα υπάρχοντα εκπαιδευτικά προγράμματα πάνω στον SW. Κατόπιν, στο στάδιο 3, παρέχεται μια εναλλακτική άποψη για την προσέγγιση της εκπαίδευσης SW, που εστιάζει

στην έννοια της "αξίας". Η παράγραφος 4 παρέχει ένα πιλοτικό σχέδιο για την ενσωμάτωση του SW στα προγράμματα σπουδών των Πληροφοριακών Συστημάτων, τονίζοντας τα ορόσημα και τις απαιτήσεις μιας τέτοιας διαδικασίας. Τέλος, τα συμπεράσματα παρέχονται στην παράγραφο 5.

2. Επισκόπηση μερικών από τις τρέχουσες προσεγγίσεις.

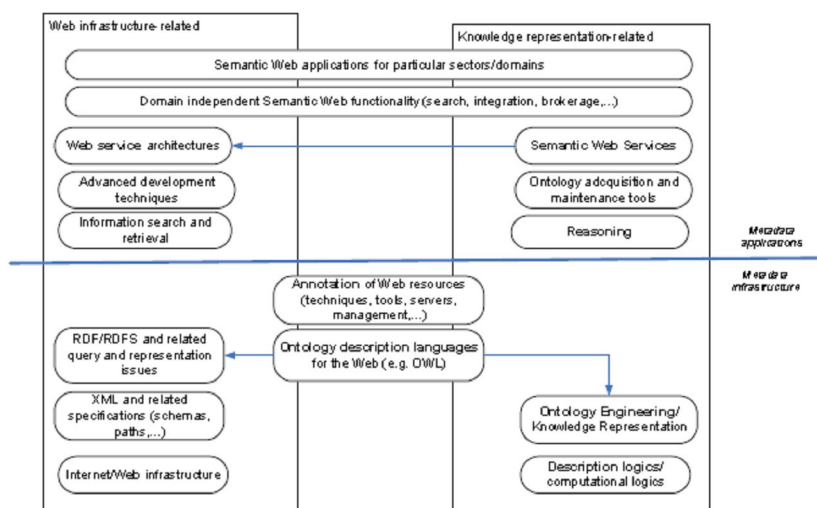
Η ανάγκη για την εκπαίδευση SW έχει αναγνωριστεί ως βασικό σημείο στην "W3C's Semantic Web Activity" και έχει δημιουργηθεί η ομάδα «W3C SW education and outreach» η οποία έχει συγκεντρώσει αρκετό υλικό (Miller and Swick, 2003). Επιπλέον, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός προγραμμάτων σπουδών που προσφέρονται από διάφορα ιδρύματα. Ειδικότερα, το έργο **OntoEb-Edu** παρήγαγε, μεταξύ άλλων, μια ενδιαφέρουσα συλλογή των εκπαιδευτικών πόρων. Συνέχεια του OntoEb-Edu, αποτελεί το **KnowledgeWeb**, το οποίο εξετάζει διάφορα «educational workpackages» μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται η δημιουργία ενός "Εικονικού Ιδρύματος για την εκπαίδευση Σημασιολογικού Ιστού" (VISWE), η δημιουργία του υλικού, των προγράμματα και ενός θερινού σχολείου και μιας "σημασιολογικής πλατφόρμας" για την αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό υλικό. Τα προγράμματα που προτείνονται στο παραδοτέο D3.2.3 του KnowledgeWeb, "Report on Core Curricula in Ontology and Semantic Web" μπορούν να θεωρηθούν ως μια απεικόνιση των τρεχόντων εκπαιδευτικών προγραμμάτων SW. Στο ίδιο παραδοτέο, καθορίζονται δοκιμαστικά προγράμματα για επαγγελματικά, ακαδημαϊκά ή ερευνητικά εκπαιδευτικά σενάρια, "χτισμένα" από τις υπάρχουσες μονάδες εκμάθησης. Το σχήμα 1 παρέχει ένα κατηγοριοποιημένο απόσπασμα τέτοιου είδους, με μονάδες εκμάθησης, δομημένο σε δύο στρώματα:

- Τα ζητήματα **υποδομής μεταδεδομένων** (metadata infrastructure) αναφέρονται στις τεχνικές και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σημασιολογικών σχολίων για τον Ιστό, που σχετίζονται με τις οντολογίες. Η γνώση πάνω στην μηχανική οντολογιών και στην λογική, είναι προαπαιτούμενο για την κατανόηση του είδους μεταδεδομένων πάνω στα οποία θα στηριχθεί ο SW. Επιπλέον, οι XML και RDF είναι οι τρέχουσες βασικές γλώσσες, οι οποίες θα πρέπει τελειοποιηθούν από πλευράς ανάπτυξης. Η OWL ως αντιπροσωπευτικό δείγμα των γλωσσών περιγραφής οντολογιών Ιστού, πρεσβεύει την σύνδεση των δύο εννοιολογικών πλαισίων, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 1. Ένα βασικό

θέμα, που μερικές φορές παραγνωρίζεται είναι αυτό της δημιουργία σχολίων που συνδέονται με τις οντολογίες, δηλαδή οι συγκεκριμένα τεχνικές και τα εργαλεία για την παραγωγή χρήσιμων μεταδεδομένων.

- Η γνώση και οι ικανότητες στη δημιουργία και τη διατήρηση μιας υποδομής μεταδεδομένων του SW θα πρέπει να εμπλουτισθούν από τη γνώση σχετικά με τις εφαρμογές μεταδεδομένων. Από την σκοπιά της τεχνολογίας Ιστού, οι τεχνικές για metadata-driven ανάκτηση και εύρεση πληροφοριών, η δόμηση των εφαρμογών Ιστού εσωτερικά των Υπηρεσιών Ιστού (Web Services) και οι προηγμένες τεχνικές ανάπτυξης (σχέδια, αρχιτεκτονικά μοντέλα και τα συναφή) σχετίζονται. Από την σκοπιά αναπαράστασης της γνώσης, διαφορετικές μορφές συλλογισμών, ζητήματα αυτόματης απόκτησης και συντήρησης των οντολογιών και οι σημασιολογικές περιγραφές των Υπηρεσιών Ιστού μπορούν να θεωρηθούν ως σημαντικά στοιχεία.

Τα στοιχεία που έχουν περιγραφεί έως αυτό το σημείο, πρέπει να συμπληρωθούν με τις λεπτομέρειες των οριζόντιων και κάθετων εφαρμογών του SW, ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τους στόχους κάθε πρόγραμμα μάθησης.



Σχήμα 1: Συνοπτική απεικόνιση των τοπικών μονάδων μάθησης του Σημασιολογικού Ιστού

Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η εισαγωγή των εννοιών SW στα προγράμματα Πληροφοριακών Συστημάτων θα πρέπει να ακολουθήσει ένα διαφορετικό πρότυπο για τα προγράμματα SW που απευθύνονται σε ερευνητές ή developers. Αυτή η διάκριση, είναι

ανάλογη με τη διαφοροποίηση μεταξύ προγραμμάτων: των Πληροφοριακών Συστημάτων και της Πληροφορικής. Ενώ το πλαίσιο των πρώτων είναι ένας οργανισμός και τα συστήματά του, το πλαίσιο των δεύτερων είναι οι αλγοριθμικές διαδικασίες για την επεξεργασία των πληροφοριών και τα σχετικά τεχνικά ζητήματα. Τα παραπάνω δικαιολογούν την έμφαση που δίνεται στις έννοιες της οργανωτικής αξίας σε προγράμματα Πληροφοριακών Συστημάτων και τα σχετικά χαμηλότερο επίπεδο των τεχνικών λεπτομερειών, π.χ. σύνθεση του εκτεταμένου σώματος της γνώσης απεικονίζεται στο σχήμα 1. Συγκεκριμένα, οι εξειδικευμένοι ρόλοι εργασίας όπως οι μηχανικοί οντολογιών, μπορούν να αναληφθούν από προγράμματα Πληροφορικής ή από προγράμματα Πληροφοριακών Συστημάτων τα οποία ωστόσο, θα εντάσσονται σε εξειδικευμένες κατευθύνσεις του προγράμματος σπουδών και όχι στον πυρήνα αυτού.

Το επόμενο βήμα στην ενσωμάτωση των εννοιών SW στα προγράμματα Πληροφοριακών Συστημάτων, είναι αυτό της σκιαγράφησης ενός οράματος του SW στα ΠΣ, το οποίο παρέχει μια λογική για την υιοθέτηση της τεχνολογίας SW από τους οργανισμούς. Ένα πειραματικό σχέδιο μιας τέτοιας άποψης, παρέχεται στην συνέχεια.

3. Οριοθετώντας το ευρύτερο πλαίσιο του Σημασιολογικού Ιστού στον τομέα των Πληροφοριακών Συστημάτων

Ο όρος «Πληροφοριακό Σύστημα» (IS), σήμερα είναι μια διαδεδομένη έννοια που έχει αποτελέσει αντικείμενο αρκετών διαβουλεύσεων . Το έργο "FRISCO" (Falkenberg et al. 1998) επιχείρησε έναν διεπιστημονικό απολογισμό της άποψης πως «ένα σύστημα στα πλαίσια του οργανισμού, συνεισφέρει στην παραγωγή αξίας με το να καθιστά τις πληροφορίες διαθέσιμες» (Hesse και Verrijn- Stuart, 2000). Οι πληροφορίες, στο πλαίσιο του έργου FRISCO, εκλαμβάνονται ως μια αύξηση της γνώσης του ατόμου - και κατ' επέκταση της γνώσης ολόκληρου του οργανισμού (Ortenblad, 2001) -, και η συστημική άποψη είναι καθορισμένη με βάση πρότυπα που ενέχουν τις έννοιες των συνεκτικών ολότητων. Σύμφωνα με μια τέτοια άποψη, τα ΠΣ αποτελούν οργανικά μέρη οντοτήτων και οι συνιστώσες των Πληροφοριακών Συστημάτων γίνονται ουσιώδη στοιχεία που συνδέονται με διαδικασίες, οι οποίες προσανατολίζονται προς κάποιον υψηλότερου επιπέδου στόχο, στρατηγικό ή τυχαίο.

Οι υπάρχουσες πολυδιάστατες τεχνικές πρότασης και αξιολόγησης της «αξίας των Πληροφοριακών Συστημάτων» (Cronk και Fitzgerald, το 1999) θα μπορούσε να

χρησιμοποιηθεί για την συγκεκριμένη περίπτωση SW- των Πληροφοριακών Συστημάτων. Σύμφωνα με τους Cronk και Fitzgerald, «Η επιχειρησιακή αξία των Πληροφοριακών Συστημάτων, είναι η βιώσιμη αξία που προστίθεται στην επιχείρηση από τα Πληροφοριακά Συστήματα, είτε συλλογικά είτε από τα μεμονωμένα συστήματα, έτσι όπως αυτή εκτιμάται από τον οργανισμό και σε σχέση με τους πόρους που απαιτούνται». Κατά συνέπεια, η μέτρηση της αξίας, σε ένα δεδομένο οργανισμό μπορεί να πραγματοποιηθεί, αν πρώτα κατανοηθεί η σημασία του όρου “επιχειρησιακή αξία των Πληροφοριακών Συστημάτων”, έπειτα γίνει σύγκριση αυτής της αξίας με τη δαπάνη που απαιτείται και τέλος, αναπτυχθούν τα εργαλεία για την μέτρηση. Εντούτοις, η επιχειρησιακή αξία των Πληροφοριακών Συστημάτων αποτελείται από διάφορες συνιστώσες, τις οποίες έχουν επισημάνει οι ερευνητές στην σχετική βιβλιογραφία. Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει μερικούς από αυτούς, παράλληλα με τον ρόλο της τεχνολογία SW για κάθε σημείο.

Χαρακτηρισμός της επιχειρησιακής αξίας των Πληροφοριακών Συστημάτων	Ρόλος του Σημασιολογικού Ιστού
Συνεισφορά στην αποτελεσματικότητα του οργανισμού (απόδοση)	Βελτιωμένη αναζήτηση και πρόσβαση πληροφορίας, καθώς οι τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού μπορούν να συμβάλλουν στην αύξηση της αποτελεσματικότητας αλλά και στην αποτελεσματικότερη διεκπεραίωση καθημερινών εργασιών. Απόλυτη ή μερική αυτοματοποίηση τετριμμένων διαδικασιών μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της παραγωγικότητας, απαλλάσσοντας τους εργαζομένους από επαναλαμβανόμενες εργασίες.
Στρατηγική αξία	Αυτοματοποιημένη ή ημι-αυτοματοποιημένη ανάλυση της πληροφορίας δύναται να συμβάλλει στην λήψη στρατηγικών αποφάσεων, μια διαδικασία που επηρεάζει συνολική πορεία

	του οργανισμού. Τα μεταδεδομένα που σχετίζονται με πληροφοριακούς πόρους δίνουν στρατηγικό πλεονέκτημα στον οργανισμό.
Επίδοση του τμήματος Πληροφοριακών Συστημάτων	Καλύτερη ευθυγράμμιση των πληροφοριακών πόρων εσωτερικά της εταιρίας -ως αποτέλεσμα των μεταδεδομένων- η οποία ενδέχεται να παρέχει αποτελεσματικότερη ανάπτυξη της λειτουργικότητας των Πληροφοριακών Συστημάτων και καλύτερη υποστήριξη για τους χρήστες.
Ικανότητα των Πληροφοριακών Συστημάτων να κερδίζουν το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα	Οι δυνατότητες της σημασιολογικής λογικής σε συνδυασμό με την ανάλυση δεδομένων και την διαθεσιμότητα της υποδομής μεταδεδομένων καθιστούν δυνατή την άμεση οργάνωση καινοτόμων υπηρεσιών
Χρήση του συστήματος και ικανοποίηση του χρήστη	Η προσαρμογή των πληροφοριών στις ανάγκες μας και οι βελτιωμένοι μηχανισμοί διαχείρισης δεδομένων, δύνανται να οδηγήσουν σε υψηλότερα επίπεδα ικανοποίησης του χρήστη και συμμετοχής του σε δημιουργικές εργασίες που οικοδομούνται επάνω στην οργανωσιακή "μνήμη μεταδεδομένων".

Η εστίαση στην βελτίωση της απόδοσης του οργανισμού με λύσεις IT, είναι χαρακτηριστικό του επαγγέλματος Πληροφοριακών Συστημάτων. Όντας τέτοιο, μπορεί να θεωρηθεί ως ένας από τους πιο απτούς τρόπους χαρακτηρισμού της αξίας και θα μπορούσε να μετρηθεί από τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας των καθηκόντων εργασίας, μεταξύ μιας έκδοσης SW

των Πληροφοριακών Συστημάτων και μιας συμβατικής. Για παράδειγμα, στον τομέα των Προμηθειών, η ενσωμάτωση των καταλόγων προμηθευτών μέσω των οντολογιών, μπορεί να οδηγήσει στην μείωση του χρόνου εύρεσης των βέλτιστων προσφορών ή φορέων παροχής υπηρεσιών. Ένα άλλο παράδειγμα, είναι αυτό της ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning), όπου η τεχνολογία SW επιτρέπει την καλύτερη αναζήτηση και ταξινόμηση των πόρων μάθησης και σε συνδυασμό με τη διαχείριση ικανότητας (Sicilia, 2005) μπορεί να συμβάλλει στην ενίσχυση της οργανωσιακή μάθηση.

Επομένως, η πρόταση αξίας για την τεχνολογία SW αποτελείται από τουλάχιστον δύο συνιστώσες:

- Η δημιουργία ενός νέου προσόντος για τον οργανισμό υπό μορφή μιας υποδομής μεταδεδομένων που συνδέονται με οντολογίες.
- Ο εφοδιασμός του τελικού χρήστη, με βελτιωμένα εργαλεία εργασίας και υπηρεσίες, που συντελείται από εφαρμογές SW, οι οποίες εκμεταλλεύονται και ενισχύουν μια τέτοια υποδομή μεταδεδομένων.

Μολονότι η εννοιολογική σύνδεση μεταξύ της τεχνολογίας SW και Πληροφοριακών Συστημάτων είναι σαφής όσον αφορά την επιχειρησιακή αξία των Πληροφοριακών Συστημάτων, παρατηρείται έλλειψη έρευνας σχετικά με τις οργανωσιακές πτυχές της υποδομής και των εφαρμογών SW. Συγκεκριμένα, δεν υπάρχουν προγράμματα σπουδών που να εστιάζουν αποκλειστικά στο πραγματικό κόστος ή σε μοντέλα κόστους για την υποδομή SW και ένας μεγάλος αριθμός εφαρμογών δεν παρέχει τη δυνατότητα μέτρησης της αύξησης στην απόδοση του οργανισμού. Το γεγονός αυτό, έρχεται σε αντίθεση με το ότι οι τεχνολογίες SW γίνονται ολοένα περισσότερο διαδεδομένες και ένας αυξανόμενος αριθμός επιχειρήσεων προσφέρει σημασιολογικές λύσεις σε διάφορους τομείς. Η έλλειψη αναφορών σχετικά με την αξία, μας έχει οδηγήσει στην υπογράμμιση των απαιτήσεων για τη διαμόρφωση ενός προτύπου τεχνολογιών SW ως κρίσιμης υποδομής για την ενσωμάτωση και βελτίωση της διαθεσιμότητας των πληροφοριών του οργανισμού. Προκειμένου να υλοποιηθεί αυτό, σκιαγραφείται μια δοκιμαστική ολοκλήρωση εννοιών SW σε ένα ευρέως γνωστό, μοντέλο προγράμματος σπουδών Πληροφοριακών Συστημάτων, η οποία συνδράμει στην εύρεση των αδύναμων εννοιολογικά -για μια τέτοια ολοκλήρωση- σημείων, τα οποία θα αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω επεξεργασίας.

4. Κύρια σημεία και απαιτήσεις ενός προγράμματος Σημασιολογικού Ιστού στα Πληροφοριακά Συστήματα

Η AIS (Association for Information Systems) - σε συνεργασία με τις ACM και ΑΙΤΡ- έχει αναπτύξει μοντέλα προγραμμάτων σπουδών και κατευθυντήριες για προπτυχιακά και μεταπτυχιακά προγράμματα στα Πληροφοριακά Συστήματα³, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν σημείο εκκίνησης για την ενσωμάτωση έννοιών SW. Ο τομέας μελέτης, θεωρεί το Πληροφοριακό Σύστημα ως αναπόσπαστο κομμάτι της στρατηγικής του οργανισμού, το οποίο υποστηρίζει τις διοικητικές διαδικασίες σε όλα τα επίπεδα και καλύπτει δύο ευρείες περιοχές δραστηριότητας του οργανισμού: (1) απόκτηση, ανάπτυξη και διαχείριση των πόρων και υπηρεσιών IT και (2) ανάπτυξη, λειτουργία και εξέλιξη υποδομής και συστημάτων, για χρήση στις οργανωσιακές διαδικασίες. Αυτές οι περιοχές, στην έκδοση του 2002 του προγράμματος σπουδών για προπτυχιακούς φοιτητές, είναι δομημένες σε πέντε τμήματα, τα οποία διευκρινίζονται περαιτέρω στις συγκεκριμένες σειρές μαθημάτων και τις μονάδες μάθησης. Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει μερικά από κύρια σημεία ενσωμάτωσης, για τις προπτυχιακές σπουδές.

Presentation area	Course	Main integration concepts
A. Information Systems Fundamentals	IS2002.1 Fundamental of Information Systems	Expand the notion that “the concept that information is of significance in stating and attaining organizational goals will be used as the basis for exploring the development of databases to store information” to include the value provided by metadata (Lytras, Pouloudi & Poulymenakou, 2002), which is data about an object that supports functions associated to it (Greenberg, 2003). This way, the functions supported by concrete parts of metadata schema become the ultimate source of organizational value when aligned to strategic needs.

	IS2002.2 Electronic Business Strategy, Architecture and Design.	One of the main topics in this course is that of electronic business models and related issues. Metadata infrastructures are in fact a digital asset that impacts in the possible models and thus metadata harvesting and maintenance can be seen as an investment for improved performance. In addition, SW technology impacts a number of organizational areas that are considered in this course, e.g. supply chain management, business integration and logistics.
B. Information Systems Theory and Practice	IS2002.3 Information Systems Theory and Practice	The concept of “data as a resource” can be seamlessly extended to metadata. A concept of quality in metadata is critical for this part of the presentation.
C. Information Technology	IS2002.4 Information Technology Hardware and Software	In this course, the addition of metadata standards in various fields could be mentioned, to reflect the wide diversity that is arising in fields as diverse as human resources, business integration and e-learning.
	IS2002.5 Programming, Data, File and Object Structure	Material about XML-RDF as an information model, and related programming technologies can be integrated at this point.
	IS2002.6 Networks and telecommunication	The Internet and Web architectures are currently covered, and the SW infrastructure could be included as an extension. Concretely, the layered view of the Web architecture can be expanded to cover layered proposals for the SW (Patel-Schneider and Fensel, 2002)
D. Information Systems Development	IS2002.7 Analysis and logical design	An integration of activities and roles specific to SW systems could be added to the examination of the development and maintenance process.
	IS2002.8 Physical design and implementation with DBMS	XML and RDF as well as specific frameworks and tools to develop SW applications with an emphasis in data storage can be considered as specialized physical storage.

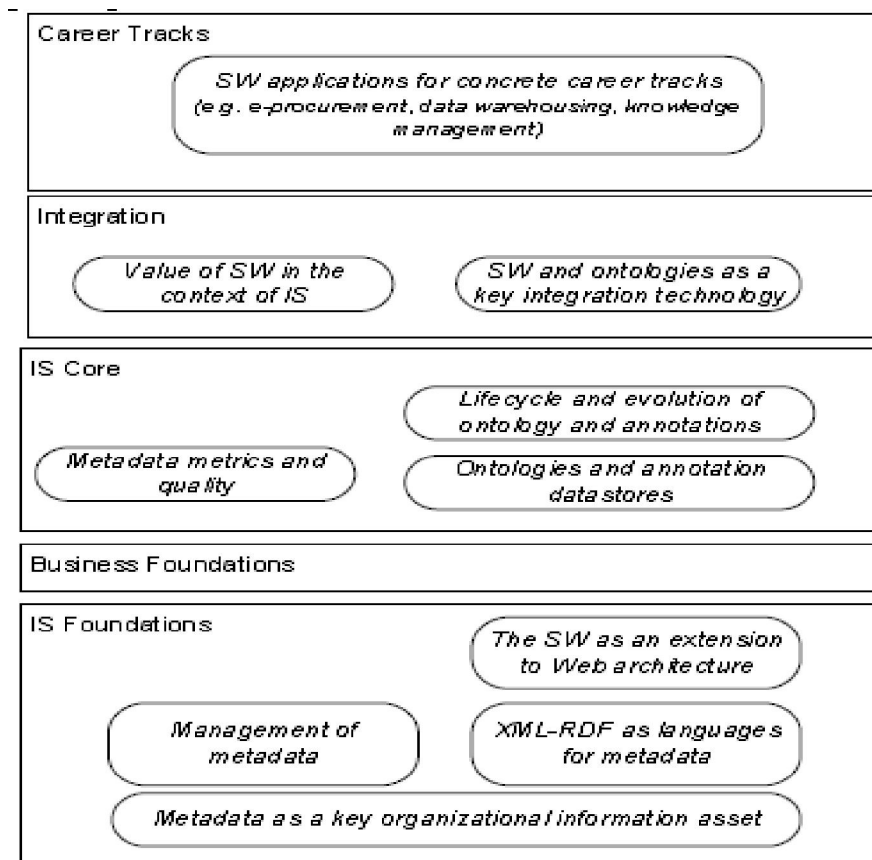
	IS2002.9 Physical Design and implementation in emerging environments	The focus on “utilizing a contemporary development environment” provides room to use SW technologies as infrastructure for the project that is expected to be developed by students in this course.
--	--	---

Τα προτεινόμενα σημεία ενσωμάτωσης ενδεχομένως να επεκταθούν ή να αντικατασταθούν, ωστόσο, παρέχουν ένα αρχικό σχεδιάγραμμα για μια ευρεία σύλληψη του SW στα πλαίσια των Πληροφοριακών Συστημάτων. Μια παρόμοια ανάλυση μπορεί να πραγματοποιηθεί για το μοντέλο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών, όπως περιγράφεται στον ακόλουθο πίνακα. Πρέπει να σημειωθεί, ότι το μοντέλο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών MSIS 2000, αποτελεί στην πραγματικότητα μια επέκταση του προγράμματος σπουδών IS97, επομένως μόνο συγκεκριμένα προγράμματα MS περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

Building block	Course	Main integration concepts
Information System Core	MSIS2000.1 Data Management	Metadata as another level in the complexity of data management technology. Maintenance of large ontologies and annotation repositories. Ontologies in XML-based language representations: differences to other data management models.
	MSIS2000.2 Analysis, modelling and design	Ontology and metadata life cycle and evolution. Techniques for ontology engineering in collaborative teams. Metadata metrics and metadata quality.
	MSIS2000.5 IT Policy and strategy	Relationships between SW and the business, impact of SW technologies for competitive advantage. Management aspects of SW infrastructure: personnel, planning and alignment with organizational goals.

Integration	MSIS2000.6.2. Integrating the IS function	Value of IS is explicitly covered in this course, and SW value could be explained in the terms stated in the previous section. The role of ontologies as a mediator in systems integration should be stressed.
	MSIS2000.6.3. Integrating IS technologies	Ontologies as a rich standardization language, and SW technologies as middleware for integration.

Το σχήμα που ακολουθεί συνοψίζει τις περιγραφόμενες εννοιολογικές επεκτάσεις στο σώμα γνώσης των Πληροφοριακών Συστημάτων, χρησιμοποιώντας τη δομή του μοντέλου για το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών ως σκελετό.



Σχήμα 2: Εννοιολογικές επεκτάσεις της ενσωμάτωσης του οράματος του Σημασιολογικού Ιστού στον τομέα των Πληροφοριακών Συστημάτων

Η διάταξη που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2, ενσωματώνει επιλεγμένα στοιχεία του Σχήματος 1 στις υποδείξεις του προγράμματος σπουδών ΠΣ. Η λογική που εφαρμόζεται για την ενσωμάτωση, είναι αυτή της εισαγωγής εννοιών SW που σχετίζονται με τους στόχους του τρέχοντος σχεδίου του προγράμματος σπουδών. Στο τμήμα «Foundations», οι τεχνολογίες που επεκτείνουν τον τρέχοντα Ιστό (δείτε το σχήμα 1) εισάγονται παράλληλα με την άποψη πως τα αναδυόμενα θέματα της διαχείρισης των μεταδεδομένων θα πρέπει να εκλαμβάνονται ως οργανωσιακό προτέρημα. Κατόπιν, απόψεις σχετικά με την μεθοδολογία και την υποδομή εισάγονται στο τμήμα «Core», μαζί με μια λεπτομερειακή εξέταση της μετρικής και της ποιότητας ως εργαλεία απαραίτητα για διαχείριση λύσεων SW. Το τμήμα «Integration» ασχολείται με τις διοικητικές πτυχές και τη χρήση του SW ως ένα πρόσθετο επίπεδο ευπορίας στην ενσωμάτωση τεχνολογιών που είναι ακόμα υφιστάμενες στα υπάρχοντα πρόγραμμα σπουδών των Πληροφοριακών Συστημάτων. Τέλος, κάθε συγκεκριμένη διαδρομή σταδιοδρομίας «career track» απαιτεί μια ανεξάρτητη μελέτη, η οποία θα εξετάζει τις κύριες εφαρμογές και βελτιώσεις που η τεχνολογία SW παρέχει σε κάθε πτυχή των Πληροφοριακών Συστημάτων.

Όπως αποδεικνύεται από την περιγραφόμενη επέκταση του προγράμματος σπουδών, υπάρχουν αρκετές πραγματικές απαιτήσεις που πρέπει να καλυφθούν πριν αναπτυχθεί μια επίσημη ενσωμάτωση του SW ως νόμιμο μέρος ενός προγράμματος σπουδών των Πληροφοριακών Συστημάτων. Τέτοιες απαιτήσεις μπορούν να εκφραστούν σε περιοχές, οι οποίες απαιτούν περαιτέρω θεωρητική και εμπειρική εργασία και περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα ακόλουθα.

Απαιτήσεις	Κύριες κατευθύνσεις για διερεύνηση
Μοντέλα αξίας και κόστους για την τεχνολογία Σημασιολογικού Ιστού	- Καθορισμός των λεπτομερειών της αξίας των ΠΣ όπως παρέχεται από την τεχνολογία του ΣΙ - Εμπειρικές μελέτες σχετικά με το κόστος και την προσπάθεια που απαιτείται για την ανάπτυξη, επέκταση και συντήρηση της υποδομής ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ
Αξιολόγηση των μεθόδων για την έννοια της αξίας του ΣΙ	- Μετρική και εργαλεία αξιολόγησης για την ποιότητα και την καταληπτότητα των οντολογιών και των αποθηκευμένων μεταδεδομένων - Νέες τεχνικές για την αξιολόγηση των λύσεων του ΣΙ

	ως μέρος των ΠΣ
Βέλτιστες πρακτικές και υλοποίηση των κατευθυντηρίων για τον ΣΙ στους οργανισμούς που προσανατολίζονται στην ενημέρωση της διοίκησης ΙΤ.	▪ "Οδικός Χάρτης" για την υιοθέτηση της τεχνολογίας Σημαιολογικού Ιστού ▪ Συλλογή των επιτυχημένων περιπτώσεων και των βέλτιστων πρακτικών για τον Σημαιολογικό Ιστό, σε συγκεκριμένους τομείς εφαρμογών. ▪ Μεθοδολογίες για την δημιουργία και συντήρηση οργανωσιακών οντολογιών.

Εφόσον η τεχνολογία Διαδικτύου αποτέλεσε την κινητήρια δύναμη για τον εκσυγχρονισμό των προπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών του 1997, ως φυσική επέκταση αυτού θα πρέπει να εκληφθεί και η ενσωμάτωση του SW στα πρόγραμμα σπουδών των Πληροφοριακών Συστημάτων. Ακόμα κι αν ο ουσιαστικός αντίκτυπος της τεχνολογίας SW σήμερα, δεν είναι συγκρίσιμος με το φαινόμενο της εκρηκτικής αύξησης του Διαδικτύου που συνέβη τότε, η αύξηση των λύσεων που έχουν ως βάση τους μεταδεδομένα, τα πρότυπα και οι εφαρμογές, υπό μια ευρεία έννοια είναι αρκετά σημαντικοί παράγοντες ώστε να αξίζουν μια λεπτομερειακή αναφορά στα μοντέλα προγραμμάτων σπουδών.

Τα ανωτέρω, αποδεικνύουν την ανάγκη για μια επαναθεώρηση των τεχνολογιών SW ως ένα ιδιαίτερο είδος υποδομής που συμβάλλει στην βελτίωση των λειτουργιών των Πληροφοριακών Συστημάτων εσωτερικά των οργανισμών. Αυτή η θεώρηση προέκυψε από την τομή αρκετών τομέων μελέτης, κεντρική έννοια των οποίων είναι τα μεταδεδομένα (Greenberg, 2003). Μια τέτοια σύγκλιση σε ένα ενοποιημένο όραμα απαιτεί την προσοχή των ερευνητών, επαγγελματιών και φορέων χάραξης πολιτικών, για διάφορα ζητήματα που προκύπτουν από έντονα τεχνικό χαρακτήρα των εργασιών που διεξάγουν οι ερευνητές Σημαιολογικού Ιστού και τις σχετικές λύσεις που προσανατολίζονται στα μεταδεδομένο. Ο ακόλουθος πίνακας παρέχει ένα πιλοτικό "οδικό χάρτη".

Ορόσημα	Αναμενόμενα αποτελέσματα
(α) Συλλογή εμπειρικών αποτελεσμάτων σχετικά με τα μεταδεδομένα, τις εφαρμογές	Αύξηση της συνειδητοποίησης σχετικά με τις οργανωσιακές περιοχές, για τις οποίες οι τεχνολογίες Σημαιολογικού

Σημασιολογικού Ιστού και την επίδραση αυτών στις δραστηριότητες του οργανισμού.	Ιστού έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές και αποδοτικές από πλευράς επιχειρησιακής αξίας.
(β) Ανάπτυξη μιας κοινής τεχνολογικής αντίληψης για περιοχές, στις οποίες ο Σημασιολογικός Ιστός έχει αποδείξει την αξία του.	Επίτευξη ενός προφίλ αναφοράς της αρχιτεκτονικής και εφαρμογής για περιοχές-κλειδιά και επιλεγμένες υπηρεσίες, ελαχιστοποιώντας έτσι τον κίνδυνο υιοθέτησης. Πιθανότατα, τυποποίηση -σε κάποιο βαθμό- από διεθνείς κοινοπραξίες, που θα μπορούσε να υποστηρίξει την άμεση υιοθέτηση.
Μέτρηση και αξιολόγηση της ουσιαστικής επίδρασης των επιλεχθέντων περιοχών-κλειδιά από επιχειρησιακή άποψη	Μια ξεκάθαρη επεξήγηση της αξίας προσανατολισμένη στους φορείς χάραξης πολιτικής, που θα αιτιολογεί την πρόοδο της τεχνολογίας, από το στάδιο της προτυποποίησης σε ένα ανώτερο επίπεδο.
Επέκταση του μοντέλου υιοθέτησης (α)-(γ) σε άλλους τεχνολογικούς τομείς.	Σταθερή επέκταση των σημασιολογικών μοντέλων σε άλλους τρέχοντες ή μελλοντικούς τομείς εφαρμογής.
Οριστική ενσωμάτωση του Σημασιολογικού Ιστού στα μοντέλα των προγραμμάτων σπουδών των Πληροφοριακών Συστημάτων και στις βάσεις γνώσης.	Σταδιακή ενσωμάτωση του Σημασιολογικού Ιστού και των εφαρμογών μεταδεδομένων ως αναπόσπαστο τμήμα της δουλειάς του επαγγέλματία Πληροφοριακών Συστημάτων

Ο προγραμματισμός των κύριων σημείων προορίζεται κατά βάση για να παρέχει μια σαφή διαδικασία για την επιχειρησιακή υιοθέτηση της τεχνολογίας SW, αποφεύγοντας την ασάφειες σχετικά με την τεχνολογία, που ενδέχεται να παρακωλύσουν την απόφαση για την έναρξη των προσπαθειών εσωτερικά των οργανισμών. Το παραπάνω είναι ιδιαίτερα

σημαντικό για τεχνολογίες όπως ο SW, για τον οποίο η επένδυση στην υποδομή μεταδεδομένων είναι υψηλή και τα οφέλη γίνονται αντιληπτά, μόνο αφότου έχει αναπτυχθεί ένα σημαντικό επίπεδο μεταδεδομένων.

Οι απαιτήσεις και τα ορόσημα που παρουσιάστηκαν, προορίζονται να αποτελέσουν μια πρώτη έρευνα για τη δικαιολόγηση της αξίας των τεχνολογιών SW για τα Πληροφοριακά Συστήματα και για να διευκολύνουν την συνειδητοποίηση και την υιοθέτηση. Σε αντίθεση με πολλές άλλες καινοτόμες τεχνολογίες, μια υποδομή SW απαιτεί μια σημαντική επένδυση και μια ουσιαστική αλλαγή της έννοιας της πληροφορίας εσωτερικά των οργανισμών. Αυτό οφείλεται στην αυξανόμενη απαίτηση για μεταδεδομένα και εργαλεία -που ασχολούνται με τα παραπάνω- και καθιστά αυτήν την τεχνολογία μοναδική, ως προς τις προοπτικές που έχει, να ασκήσει καταλυτική δράση στην εξέλιξη των Πληροφοριακών Συστημάτων προς ένα υψηλότερο επίπεδο πολυπλοκότητας και ευφυΐας. Το παραπάνω, δικαιολογεί τις προσπάθειες κατασκευής των εννοιολογικών πλαισίων για τις οργανωσιακές χρήσεις της τεχνολογίας όπως αυτή που σκιαγραφείται σε αυτό το άρθρο.

5. Συμπεράσματα

Η αποδοχή της τεχνολογίας SW απαιτεί μια προσεκτική εκτίμηση της αξίας που αυτή προσθέτει στα υπάρχοντα Πληροφοριακά Συστήματα, εφόσον η δημιουργία της απαραίτητης υποδομής μεταδεδομένων αντιπροσωπεύει μια σημαντική επένδυση και η ανάπτυξη και συντήρηση των εργαλείων SW απαιτούν ιδιαιτέρως εξειδικευμένες δεξιότητες και την τεχνογνωσία. Αυτό το άρθρο έθιξε μερικά από τα κύρια ζητήματα που περιλαμβάνει μια τέτοια αιτιολόγησης αξίας, από η προοπτική της εισαγωγής του SW ως θεμιτό αντικείμενο στα προγράμματα σπουδών των Πληροφοριακών Συστημάτων. Η αξία της πρόταση που παρουσιάστηκε, εντοπίζεται στην εξέταση των κύριων θεμάτων SW μέσα το πλαίσιο ενός κοινά αποδεκτού προγράμματος σπουδών στα Πληροφοριακά Συστήματα. Το παραπάνω, επιτρέπει μια εννοιολογική ενσωμάτωση του SW στα Πληροφοριακά Συστήματα, η οποία αντιλαμβάνεται τα θέματα Σημαιολογικού Ιστού ως επεκτάσεις των θεμάτων που καλύπτονται μέχρι τώρα από προγράμματα σπουδών στα Πληροφοριακά συστήματα, διευκολύνοντας, κατά συνέπεια, την υιοθέτηση των metadata-intensive πλαισίων ως μια γενίκευση των υπαρχουσών απόψεων για την διαχείριση των πηγών πληροφοριών.

Στο άρθρο περιγράφηκαν μερικές από τις κύριες περιοχές στις οποίες απαιτείται περαιτέρω εργασία, προκειμένου να βρεθεί μια άρτια πρόταση για την αξία της τεχνολογίας SW στους οργανισμούς ενώ παράλληλα συζητήθηκαν μερικές γενικές, πιλοτικές κατευθύνσεις.

Αναφορές - Βιβλιογραφία

- [1] G. Antoniou and F. Van Harmelen, *A Semantic Web Primer*: MIT Press, 2004.
- [2] T. Berners-Lee, *Semantic Web Road Map*, W3C, 1998.
- [3] N. R. Jennings and M. Wooldridge, "Applications of intelligent agents," *Agent technology: foundations, applications, and markets*, pp. 3-28, 1998.
- [4] I. Horrocks, "DAML+OIL: a Description Logic for the Semantic Web," *IEEE Data Engineering Bulletin*, vol. 25, pp. 4-9, 2002.
- [5] J. Hendler and D. L. McGuinness, "The DARPA Agent Markup Language," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 15, pp. 67-73, 2000.
- [6] DELOS Project Homepage: <http://www.delos.info/>.
- [7] H. Hummel, J. Manderveld, C. Tattersall, and R. Koper, "Educational modelling language and learning design: new opportunities for instructional reusability and personalised learning," *International Journal of Learning Technology*, vol. 1, pp. 111-126, 2004.
- [8] R. Koper and J. Manderveld, "Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning," *British Journal of Educational Technology*, vol. 35, pp. 537-551, 2004.
- [9] T. Bray, J. Paoli, C.M. Sperberg-McQueen, E. Maler, F. Yergeau, *Extensible Markup Language (XML) 1.0*, W3C Recommendation, 2006: <http://www.w3.org/TR/xml/>.
- [10] Friend of a Friend (FOAF) Project Homepage: <http://www.foaf-project.org/>.
- [11] Haystack Project Homepage: <http://haystack.lcs.mit.edu/>.
- [12] M. Wooldridge and N. R. Jennings, "Intelligent Agents: Theory and Practice," *Knowledge Engineering Review*, vol. 10, pp. 115-152, 1995.
- [13] Joseki HTTP Engine Homepage: <http://www.joseki.org/>.
- [14] Magpie Project Homepage: <http://kmi.open.ac.uk/projects/magpie/main.html>.
- [15] D. Fensel et al., "OIL: an ontology infrastructure for the Semantic Web," *Intelligent Systems, IEEE*, vol. 16, pp. 38-45, 2001.
- [16] Ontoweaver Project Homepage:
<http://kmi.open.ac.uk/projects/akt/ontoweaver/>.
- [17] D. L. McGuinness and F. van Harmelen, *OWL Web Ontology Language Overview*, W3C Recommendation, 2004: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

- [18] S. Bechhofer et al., *OWL Web Ontology Language Reference*, W3C Recommendation, 2004: <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
- [19] *RDF Core Working Group*, W3C: <http://www.w3.org/2001/sw/RDFCore/>.
- [20] *RDF Data Access Working Group*, W3C:
<http://www.w3.org/2001/sw/DataAccess/>.
- [21] *RDF Primer*, W3C Recommendation, 2004:
<http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>.
- [22] *RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema*, W3C Recommendation, 2004: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- [23] *Resource Description Framework (RDF)*, W3C: <http://www.w3.org/RDF/>.
- [24] O. Lassila and R. R. Swick, *Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification*, W3C Recommendation, 2004:
<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>
- [25] The Rule Markup Initiative: <http://www.ruleml.org/>.
- [26] SEAL Project Homepage: <http://ontoware.org/projects/seal/>.
- [27] R. Singh, L. S. Iyer, and A. F. Salam, "Semantic eBusiness," *International Journal on Semantic Web & Information Systems*, vol. 1, pp. 19-35, 2005.
- [28] R. Singh, S. I. Lakshmi, and A. F. Salam, "The semantic e-business vision," *Commun. ACM*, vol. 48, pp. 38-41, 2005.
- [29] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, "The Semantic Web," *Scientific American*, vol. 284, pp. 34-43, 2001.
- [30] Semantic Web Advanced Development in Europe:
<http://www.w3.org/2001/sw/Europe/>.
- [31] *Semantic Web Best Practices and Deployment Working Group*, W3C:
<http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/>.
- [32] *Semantic Web Best Practices and Deployment Working Group Applications and Demos Taskforce*, W3C:
http://esw.w3.org/mt/esw/archives/cat_applications_and_demos.html.
- [33] *Semantic Web Education and Outreach Interest Group: Case Studies and Use Cases*, W3C:
<http://www.w3.org/2001/sw/sweo/public/UseCases/>.
- [34] *Semantic Web Health Care and Life Sciences Interest Group*, W3C:
<http://www.w3.org/2001/sw/hcls/>.

- [35] S. Decker et al., "The Semantic Web: the roles of XML and RDF," *Internet Computing, IEEE*, vol. 4, pp. 63-73, 2000.
- [36] SIMILE Project Homepage: <http://simile.mit.edu/>.
- [37] SKOS Project Homepage: <http://www.w3.org/2004/02/skos/>.
- [38] *SPARQL Query Language for RDF*, W3C Candidate Recommendation, 2007: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.
- [39] SWOOGLE Search Engine Homepage: <http://swoogle.umbc.edu/>.
- [40] *SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML*, W3C Member Submission, 2004: <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [41] Unicode Homepage: <http://unicode.org/>.
- [42] Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax: <http://gbiv.com/protocols/uri/rfc/rfc3986.html>.
- [43] W3C Semantic Web Activity: <http://www.w3.org/2001/sw/>.
- [44] *Web-Ontology (WebOnt) Working Group*, W3C: <http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/>.
- [45] *XML Schema*, W3C Recommendation, : <http://www.w3.org/XML/Schema>.
- [46] Learning Object Metadata (LOM) homepage: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- [47] D. Fensel et al., "Semantic Web Application Areas," *NLDB Workshop*, 2002.
- [48] On-To-Knowledge Project homepage: <http://www.ontoknowledge.org/>
- [49] ELeGI Project homepage: <http://www.elegi.org/>
- [50] Semantic Blogging homepage: <http://www.semanticblogging.org/>
- [51] SWED Project homepage: <http://www.swed.org.uk/>
- [52] M. Sicilia and M. Lytras, "Milestones and Requirements for introducing Semantic Web concepts in Information Systems Programs", *International Journal of Information and Operations Management Education*, 2005