

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ / ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ

## **Πτυχιακή εργασία**

ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ. ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ  
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ.

Δημήτρης Ντούσικος AM 15222

Παναγιώτης Τσιώλης AM 14620

Μεσολόγγι 2017



ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ / ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ

## **Πτυχιακή εργασία**

ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΕΣ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ. ΠΙΘΑΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ  
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ.

Δημήτρης Ντούσικος AM 15222

Παναγιώτης Τσιώλης AM 14620

Επιβλέπων καθηγητής  
Μουρκούσης Γεώργιος

# Μεσολόγγι [2017]

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Μεσολογγίου του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του τμήματος.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σημασιολογικός ιστός αποτελεί την επέκταση του σημερινού παγκοσμίου ιστού με τεχνολογίες οι οποίες εμπλουτίζουν τις πληροφορίες, που αναρτώνται στο διαδίκτυο με συμβατική σημασιολογία. Η βασική του αρχή είναι ότι, σε ένα κοινό και διαλειτουργικό πλαίσιο αναπαράστασης των δεδομένων, τα οποία ορίζονται με τρόπο κατανοητό, τόσο από τους ανθρώπους όσο και από τους υπολογιστές, η πληροφορία που εμφανίζεται στον χρήστη αποκτά δομή και νόημα. Η παρούσα εργασία στοχεύει τόσο στην παρουσίαση και την ανάδειξη της χρησιμότητας του σημασιολογικού ιστού και τις πιθανές χρήσεις του στην ακαδημαϊκή κοινότητα.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	ix
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ .....	x
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	xi
1. Σημασιολογικός Ιστός .....	1
1.1 Παγκόσμιος Ιστός και Σημασιολογικός Ιστός .....	1
1.2 Ιστορία.....	2
1.3 Σκοπός.....	3
1.4 Προκλήσεις .....	4
2. Τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού .....	6
2.1 Πράκτορες .....	6
2.2 Μεταδεδομένα.....	7
2.3 Περιγραφικές λογικές.....	8
2.4 Οντολογίες .....	11
2.4.1 Τεχνολογία οντολογιών .....	12
2.4.2 Κατασκευή οντολογιών με μη αυτόματο τρόπο .....	12
2.4.3 Οντολογίες υψηλού επιπέδου .....	13
2.4.4 Θεματικές ιεραρχίες.....	13
2.4.5 Γλωσσολογικοί πόροι .....	13
2.4.6 Βιβλιοθήκες οντολογιών.....	13
2.4.7 Ημιαυτόματη απόκτηση οντολογιών .....	14

2.4.8	Οντολογίες φυσικής γλώσσας.....	15
2.4.9	Οντολογίες πεδίου.....	15
2.4.10	Στιγμιότυπα οντολογίας.....	16
2.4.11	Οντολογίες Και Βάσεις Δεδομένων.....	17
2.4.12	Οντολογικά Περιβάλλοντα .....	17
2.4.13	Επεξεργαστές Οντολογιών .....	18
2.4.14	Λόγοι που χρειαζόμαστε τις Οντολογίες .....	18
2.4.15	Αντιστοίχιση οντολογιών.....	19
2.4.16	Γλωσσολογικές μέθοδοι.....	19
2.4.17	Στατιστικές μέθοδοι .....	19
2.4.18	Δομικές μέθοδοι.....	20
2.4.19	Λογικές μέθοδοι.....	20
2.4.20	Η αρχιτεκτονική Σημασιολογικού Ιστού του προγράμματος On-To-Knowledge.....	20
3.	Εφαρμογές Σημασιολογικού Ιστού .....	21
3.1	Σημασιολογικός Ιστός Στο Ηλεκτρονικό Κατάστημα (e-shop).....	21
3.2	Σημασιολογικός Ιστός Στην Ηλεκτρονική Εκπαίδευση (e-learning).....	23
3.3	Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση .....	24
3.4	Σημασιολογία στην Ηλεκτρονική Υγεία.....	25
3.5	Σημασιολογικό Πλέγμα (Sematic Grid).....	27
4.	Τα Συστατικά του Σημασιολογικού Ιστού .....	29
4.1	Αναπαράσταση Σημασιολογικής Πληροφορίας .....	29
4.2	Η Γλώσσα XML (eXtensive Markup Language).....	29
4.2.1	Οι προδιαγραφές τις XML.....	29
4.2.2	Η Γλώσσα XML Schema.....	30
4.3	Το Μοντέλο Δεδομένων RDF.....	30



4.4	Η Γλώσσα Λεξιλογίου RDF Schema .....	31
4.5	Η Γλώσσα Οντολογιών Διαδικτύου (OWL Web Ontology Language).....	34
4.6	Ευφυείς Πράκτορες Σημασιολογικού Ιστού (Semantic Agents) .....	38
5.	Σημασιολογικός Ιστός στην Ακαδημαϊκή Κοινότητα .....	39
5.1	Διαχείριση γνώσης .....	40
5.2	Ψηφιακές Βιβλιοθήκες.....	41
5.2.1	Διαφορά σημασιολογικών ψηφιακών βιβλιοθηκών από ψηφιακές βιβλιοθήκες.....	42
5.2.2	Κύρια οφέλη των σημασιολογικών ψηφιακών βιβλιοθηκών .....	42
5.3	Εικονικές Κοινότητες και Οργανισμοί.....	43
5.4	Ηλεκτρονική Μάθηση.....	44
5.5	Τηλεκπαίδευση και πλαίσιο εφαρμογής .....	46
6.	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Σημασιολογικού Ιστού .....	49
6.1	Πλεονεκτήματα .....	49
6.2	Μειονεκτήματα .....	50
7.	Συμπεράσματα και προοπτικές.....	52
7.1	Ερμηνεία 1 : Ο Σημασιολογικός Ιστός ως Ιστός δεδομένων .....	52
7.2	Ερμηνεία 2 : Ο Σημασιολογικός Ιστός ως εμπλουτισμός του υπάρχοντος Ιστού	52
7.3	Ερμηνεία 3 : Ο Σημασιολογικός Ιστός στην Ακαδημαϊκή Κοινότητα .....	53
8.	Βιβλιογραφία .....	54

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Σχέση Δεδομένων και Μεταδεδομένων .....	8
Πίνακας 2: Συντακτικό και σημασιολογία που διέπει γλώσσα .....	9
Πίνακας 3: Σχέσεις μεταξύ κλάσεων στην OWL .....	36
Πίνακας 4: Αξιώματα στην OWL.....	36
Πίνακας 5: e-Learning και Σημασιολογικός Ιστός .....	44

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Σημασιολογικού Ιστού.....	3
Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική ενός συστήματος αναπαράστασης γνώσης βασισμένο σε DL .....	10
Εικόνα 3: Εφαρμογές οντολογιών .....	12
Εικόνα 4: Επεξεργαστής Protégé.....	18
Εικόνα 5: Δυναμικό μοντέλο στρατηγικής ηλεκτρονικού επιχειρείν.....	22
Εικόνα 6: HTML vs. XML .....	30
Εικόνα 7: Γράφοι αναπαράστασης πληροφορίας σύμφωνα με το μοντέλο RDF.....	33
Εικόνα 8: (A) Γράφος αναπαράστασης πληροφορίας, (B) RDF/XML σύνταξη .....	33
Εικόνα 9: Δημιουργία γλώσσας OWL.....	35
Εικόνα 10: Το πρόβλημα .....	47

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

URI:	Uniform Resource Indicators
URL:	Uniform Resource Locators
HTTP:	Hyper Text Transfer Protocol
FTP:	File Transfer Protocol
RDF:	Resource Description Framework
XML:	eXtensible Markup Language
TBox:	Terminological Box
ABox:	Assertional Box
OWL:	Web Ontology Language
W3C:	World Wide Web Consortium

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το διαδίκτυο και ο παγκόσμιος ιστός αποτέλεσαν επανάσταση στον τομέα της πληροφόρησης, καθώς η εφαρμογή του ελαχιστοποίησε τους γεωγραφικούς φραγμούς και συνέδεσε όλο τον πλανήτη σε ένα κοινό δίκτυο διακίνησης της πληροφορίας. Τις τελευταίες δεκαετίες χρησιμοποιείται ευρέως για την αναζήτηση πληροφοριών, τη μάθηση/διδασκαλία, την επικοινωνία, την κοινωνική δικτύωση, το ηλεκτρονικό εμπόριο και τη διασκέδαση. Ειδικότερα, η χρήση του διαδικτύου στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι διττή, είτε ως μέσο παροχής οργανωμένων εκπαιδευτικών προγραμμάτων (ηλεκτρονική μάθηση), είτε ως πηγή πληροφόρησης, εφόσον περιέχει ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών, ποικίλης θεματολογίας και μορφής, ο οποίος, με την κατάλληλη επεξεργασία, μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία έγκαιρου και αποτελεσματικού μαθησιακού/διδασκτικού περιεχομένου. Το διαδίκτυο, μολονότι αποτελεί μια από τις σημαντικότερες πηγές πληροφοριών, ενέχει σημαντικούς περιορισμούς όσον αφορά τη δυνατότητα εξόρυξης της ίδιας της πληροφορίας. Η δημόσια φύση του διαδικτύου οδήγησε στη δημιουργία ενός μεγάλου και συνεχώς μεταβαλλόμενου όγκου πληροφοριών, με αποτέλεσμα οι πληροφορίες αυτές να μην έχουν ενιαία μορφή και δομή. Η ετερογένεια στη δομή της πληροφορίας, σε συνδυασμό με την ετερογένεια των πληροφοριακών συστημάτων, δημιουργούν σοβαρά προβλήματα ως προς την αποτελεσματική αναζήτηση, την ενοποίηση και την συντήρηση της γνώσης.

Η λύση στα προαναφερόμενα προβλήματα δόθηκε από τον ίδιο το δημιουργό του παγκόσμιου ιστού, τον Tim BernersLee, ο οποίος εμπνεύστηκε την επόμενη γενιά του διαδικτύου. Η νέα γενιά διαδικτύου, ο σημασιολογικός ιστός, αποτελεί την επέκταση του σημερινού ιστού με τεχνολογίες, οι οποίες συμβάλλουν στην αυτοματοποίηση των ενεργειών, που σχετίζονται με την αναζήτηση, ανάκτηση και επεξεργασία των πληροφοριών, εξασφαλίζοντας έτσι ένα κοινό πλαίσιο συνεργασία μεταξύ ανθρώπων και ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Αναλυτικότερα, ο σημασιολογικός ιστός αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, η οποία αποδίδει στο διαδικτυακό περιεχόμενο σαφή σημασιολογία, μετατρέποντας το μεγάλο απόθεμα πληροφοριών που είναι αναρτημένο στο διαδίκτυο σε γνώση. Η βασική του αρχή είναι ότι, σε ένα κοινό και διαλειτουργικό

πλαίσιο αναπαράστασης των δεδομένων, η πληροφορία που παρουσιάζεται στο χρήστη αποκτά δομή και νόημα, δημιουργώντας ένα περιβάλλον, όπου άνθρωποι και μηχανές θα επικοινωνούν σε σημασιολογικές βάσεις.

# 1. Σημασιολογικός Ιστός

## 1.1 Παγκόσμιος Ιστός και Σημασιολογικός Ιστός

Ο παγκόσμιος ιστός είναι σχεδιασμένος γύρω από διαθέσιμους πόρους. Αυτός είναι και ο μοναδικός τρόπος διευθυνσιοδότησης αυτών των πόρων. Είναι, επίσης, σχεδιασμένος από ένα σύνολο εντολών, ενώ επιπροσθέτως, λειτουργεί πάνω σε μεγάλης κλίμακας δίκτυα με κατανομημένο τρόπο. Από εδώ και για την συνέχεια αυτής της πτυχιακής εργασίας με τον όρο «πόρος» θα εννοείται κάποιο πακέτο δεδομένων, το οποίο μπορεί να είναι διάφορα έγγραφα, ιστοσελίδες ή οτιδήποτε άλλο δεδομένο. Οι πόροι αυτοί στον παγκόσμιο ιστό γίνονται αναφορά μέσω των URIs (Uniform Resource Indicators) γενικότερα, ενώ μέσω των URLs (Uniform Resource Locators) γίνεται αναφορά στους πόρους που μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν και να ανακτηθούν απευθείας μέσω πρωτοκόλλων εκτός του HTTP, όπως FTP.

Ο παγκόσμιος ιστός λειτουργεί πάνω από ένα μεγάλο δίκτυο υπολογιστών με ένα πολύ μεγάλο αριθμό από ιστοσελίδες και ιστοχώρους. Η ανάγκη αυτή συνεχώς θα αυξάνεται, όσο το μέγεθος και ο αριθμός τους θα αυξάνεται. Ο παγκόσμιος ιστός, είναι ελεύθερος και ανοιχτός, καθώς νέες ιστοσελίδες, νέα δεδομένα και νέοι πόροι γενικότερα μπορούν να προστεθούν από οποιονδήποτε χωρίς κεντρικό έλεγχο. Έτσι, κάποιος που έχει πρόσβαση σε υπολογιστή μπορεί με τη βοήθεια ενός server να προσθέτει πόρους στο ήδη υπάρχον δίκτυο χωρίς να είναι αναγκασμένος να τις καταχωρεί και σε κάποιο συγκεκριμένο μέρος ή κόμβο ή κατάλογο.

Είναι κατανοητό λοιπόν, ότι ο παγκόσμιος ιστός είναι πιθανό να είναι ημιτελής, με την έννοια ότι δεν παρέχει καμία εγγύηση ότι όλοι οι πιθανοί σύνδεσμοι θα λειτουργούν και ότι όλη η πιθανή πληροφορία θα είναι διαθέσιμη.

Είναι προφανές πια, πως ο σημασιολογικός ιστός για να συμβαδίζει με το τρέχον μοντέλο του παγκόσμιου ιστού πρέπει να ακολουθήσει (ιδέες) και προσεγγίσεις του τωρινού μοντέλου:

- Πρέπει να χρησιμοποιεί διάφορους τρόπους διευθυνσιοδότησης μέσω URIs.
- Πρέπει να χρησιμοποιεί πρωτόκολλα με μικρό και κοινά κατανοητό σύνολο εντολών.

- Πρέπει να έχει όσο το δυνατόν λιγότερο ή και καθόλου ιστορικό των πληροφοριών του διαδικτύου.
- Πρέπει να είναι όσο το δυνατόν κατανεμημένο.
- Πρέπει να λειτουργεί πάνω σε μεγάλης κλίμακας δίκτυα.
- Πρέπει να επιτρέπει την τοπική αποθήκευση των πληροφοριών ώστε να κάνει πιο γρήγορη τη πρόσβαση σε αυτές και να ελαττώνει το φόρο του δικτύου.
- Τέλος, αλλά πάρα πολύ σημαντικό, πρέπει να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε οποιαδήποτε ασυνέπεια συνδέσμων ή ημιτελών πληροφοριών.

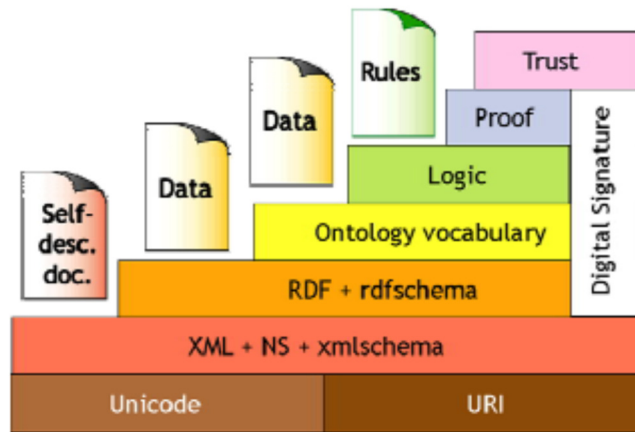
## 1.2 Ιστορία

Η ιδέα για το σημασιολογικό ιστό πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '60 και προέρχεται από τον γνωστικό επιστήμονα Άλαν Κόλλινς (Collins& Quillian, 1969, 1970), τον γλωσσολόγο M. Ross Quillian (Quillian, 1967) και την ψυχολόγο Elizabeth F. Loftus (Collins&Loftus, 1975). Ο όρος σημασιολογικός ιστός εφευρέθηκε από τον Tim Berners - Lee δημιουργό του παγκοσμίου ιστού και διευθυντή του World Wide Web (W3C), το οποίο επιβλέπει την ανάπτυξη των προτάσεων για τα στάνταρ του σημασιολογικού ιστού (Berners-Lee,Hendler&Lassila, 2001).

Ένας τυπικός ορισμός ο οποίος διατυπώθηκε από τον Tim Berners – Lee στη δημοσίευση του “Weaving the Web” το 1999, περιέχει με ακρίβεια τι ακριβώς υποδηλώνει ο όρος: Το πρώτο βήμα είναι να βάλουμε τα δεδομένα στο δίκτυο σε μια μορφή όπου οι μηχανές μπορούν να κατανοούν, ή να τα μετατρέψουμε σε αυτή τη μορφή. Αυτό δημιουργεί κάτι το οποίο το ονομάζω σημασιολογικό δίκτυο (Semantic Web), ένα δίκτυο από δεδομένα τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν άμεσα ή έμμεσα από τις μηχανές.

Ο οργανισμός W3C ο οποίος αναπτύσσει καινούργιες τεχνολογίες για την βελτίωση του παγκοσμίου ιστού (www), προωθεί την ανάπτυξη του του σημασιολογικού ιστού, ενώ αρκετές από τις θεμελιώδης τεχνολογίες του, όπως η RDF και η XML, έχουν αναπτυχθεί από αυτόν (Αρναούτη, 2007). Σύμφωνα με τον Tim Berners-Lee η αρχιτεκτονική του σημασιολογικού ιστού απεικονίζεται στην Εικόνα 1.





Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Σημασιολογικού Ιστού

(Πηγή: Berners-Lee, 1999)

Πολλές από τις προτεινόμενες από το W3C τεχνολογίες που υπήρχε ήδη πριν, είχαν τοποθετηθεί κάτω από την ομπρέλα του W3C. Αυτά χρησιμοποιούνται σε διάφορα περιβάλλοντα ιδιαίτερα εκείνων που ασχολούνται με τις πληροφορίες που περιλαμβάνει μια περιορισμένη και καθορισμένη περιοχή, όπου και την ανταλλαγή δεδομένων είναι μια κοινή ανάγκη, όπως η επιστημονική έρευνα ή την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των επιχειρήσεων. Επιπλέον, άλλες τεχνολογίες με παρόμοιους στόχους έχουν προκύψει, όπως micro formats.

### 1.3 Σκοπός

Σκοπός λοιπόν του σημασιολογικού ιστού είναι να εξελίξει τον τωρινό ιστό. Αυτό επιτυγχάνεται κάνοντας τους χρήστες να βρίσκουν, να μοιράζονται και να συνδυάζουν πληροφορίες πιο εύκολα, όπως για παράδειγμα να βρίσκουν μεταφράσεις για άλλες γλώσσες, να ψάχνουν την χαμηλότερη τιμή για ένα βιβλίο ή κινητό, κλπ. Παρόλα αυτά καθώς οι ιστοσελίδες είναι σχεδιασμένες να ελέγχονται και να χειρίζονται από ανθρώπους, οι δυνατότητες αυτές καθίστανται δύσκολες για τις μηχανές που δεν μπορούν να τις χρησιμοποιήσουν χωρίς την καθοδήγηση κάποιου ανθρώπου.

Το πλεονέκτημα του σημασιολογικού διαδικτύου είναι ότι αποτελεί μια μορφή πληροφορίας η οποία είναι εύχρηστη και από μηχανές. Το γεγονός αυτό διευκολύνει την όλη διαδικασία, π.χ της αναζήτησης, καθώς οι ίδιοι οι υπολογιστές αναλαμβάνουν την κουραστική διαδικασία της αναζήτησης, ένωσης και επεξεργασίας πάνω στις πληροφορίες που υπάρχουν στο διαδίκτυο. Το σημασιολογικό διαδίκτυο

θεωρείται ότι ολοκληρώνει διαφορετικά περιεχόμενα μεταξύ τους, πληροφορίες εφαρμογών και συστημάτων, ενώ επίσης, εφαρμόζεται και στην δημοσίευση, στα blog και σε πολλούς άλλους τομείς (Wikipedia, 2016).

## 1.4 Προκλήσεις

Κάποιες από τις προκλήσεις με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπο το σημασιολογικό διαδίκτυο είναι η απεραντοσύνη, η ασυνέπεια, η αβεβαιότητα, η ασάφεια και η εξαπάτηση (Lukasiewicz&Stracciab, 2008). Για να ανταπεξέλθουν σε όλα αυτά που υπόσχεται το σημασιολογικό διαδίκτυο, όλα αυτά τα προβλήματα θα πρέπει να αντιμετωπιστούν από αυτόματα συστήματα λογικής.

- **Απεραντοσύνη**

Η πρώτη πρόκληση που καλείται να αντιμετωπίσει το σημασιολογικό διαδίκτυο είναι η απεραντοσύνη. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το παγκόσμιο διαδίκτυο περιέχει δισεκατομμύρια σελίδες. Έτσι για παράδειγμα, ο όρος οντολογία SNOMED CT περιέχει από μόνος του 370.000 ονόματα κλάσεων. Οποιοδήποτε, λοιπόν, λογικό σύστημα θα έρθει αντιμέτωπο με ένα τεράστιο αριθμό από δεδομένα εισαγωγής, καθώς η υπάρχουσα τεχνολογία δεν έχει καταφέρει ακόμα να μειώσει και να εξαλείψει όλους τους σημασιολογικούς διπλούς όρους.

- **Ασάφεια**

Η δεύτερη πρόκληση που αντιμετωπίζει το σημασιολογικό διαδίκτυο είναι η ασάφεια, χρησιμοποιώντας δηλαδή όρους όπως π.χ. “νέος” ή ”ψηλός”. Το πρόβλημα αυτό δημιουργείται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ασάφεια των πολλών ερωτημάτων του χρήστη ή από διάφορες έννοιες που εμφανίζονται από παρόχους περιεχομένων. Μπορεί, επίσης, να δημιουργηθεί από ταίριασμα των ερωτημάτων με τους όρους των παρόχων, αλλά και την προσπάθεια συνδυασμού διαφορετικών βάσεων γνώσης με επικαλυπτόμενες αλλά και διακριτά διαφορετικές έννοιες.

- **Αβεβαιότητα**

Τρίτη πρόκληση που καλείται να αντιμετωπίσει το σημασιολογικό διαδίκτυο είναι η αβεβαιότητα. Με τον όρο αβεβαιότητα νοούνται οι όροι που είναι ακριβής με αβέβαιες τιμές. Για παράδειγμα ένας ασθενής μπορεί να εμφανίσει ένα σύνολο από συμπτώματα. Τα συμπτώματα αυτά ανταποκρίνονται σε έναν αριθμό από διάφορες διαγνώσεις, όπου η κάθε μια από αυτές έχει διαφορετική πιθανότητα να είναι αληθής.

Οι πιθανολογικές τεχνικές εφαρμόζονται γενικότερα για να διευθετήσουν την αβεβαιότητα.

- **Ασυνέπεια**

Τέταρτη κατά σειρά πρόκληση που αντιμετωπίζει το σημασιολογικό διαδίκτυο, είναι η ασυνέπεια. Είναι λογικές αντιφάσεις όπου εμφανίζονται εντελή κατά τη διάρκεια ανάπτυξης μεγάλων οντολογιών ή και όταν οντολογίες από διαφορετικές πηγές ενώνονται. Ο παραγωγικός συλλογισμός δεν έχει επιτυχία όταν αντιμετωπίζει την ασυνέπεια.

- **Εξαπάτηση**

Τελευταία αλλά όχι ασήμαντη πρόκληση είναι η εξαπάτηση. Η εξαπάτηση συμβαίνει όταν ο δημιουργός της πληροφορίας παραπληροφορεί επίτηδες τον καταναλωτή για την πληροφορία που παίρνει.

## 2. Τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού

### 2.1 Πράκτορες

Οι πράκτορες είναι εφαρμογές λογισμικού, όπως αναφέρθηκε και στη διπλωματική εργασία της Γκατσώνη το 2009, δηλαδή προγράμματα που εκτελούν κάποιες λειτουργίες, χωρίς απαραίτητα την επίβλεψη του χρήστη, ο οποίος λαμβάνει αποτελέσματα μετά το πέρας της εκτέλεσης αυτών των λειτουργιών. Οι πράκτορες μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται με δυο τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση, οι πράκτορες περιηγούνται στο διαδίκτυο, επεξεργάζονται και εξάγουν πληροφορίες από τις ιστοσελίδες που επισκέπτονται. Στη δεύτερη περίπτωση, λειτουργούν ως διαμεσολαβητές (mediators), μεταξύ ανόμοιων πηγών πληροφόρησης με αυστηρά καθορισμένη σύνταξη και σημασιολογία ανταλλαγής πληροφοριών. Στον σημασιολογικό ιστό οι λειτουργίες που θα εκτελούν οι προσωπικοί πράκτορες διαδοχικά συνοψίζονται ως εξής: Οι πράκτορες θα δέχονται πρώτα κάποια αιτήματα εξυπηρέτησης από τους χρήστες, έπειτα θα αναζητούν πληροφορίες από τις πηγές του διαδικτύου, θα επικοινωνούν με άλλους πράκτορες, θα συγκρίνουν τις πληροφορίες σχετικά με τα αιτήματα και τις προτιμήσεις των χρηστών, θα επιλέγουν μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων και τέλος θα δίνουν τη λύση στον χρήστη ο οποίος θα λαμβάνει και την τελική απόφαση.

Ο ρόλος των πρακτόρων στον σημασιολογικό ιστό θα είναι καθαρά βοηθητικός, αφού δεν θα αντικαταστήσει ούτε την ανθρώπινη βούληση, αλλά δεν θα μετέχει και στην λήψη τελικών αποφάσεων. Ο χρήστης θα δίνει εντολές και θα παίρνει αποφάσεις. Οι πράκτορες θα έχουν καθαρά ρόλο βοηθητικό, αφού θα συγκεντρώνουν και θα οργανώνουν πληροφορίες, καθώς επίσης θα παρουσιάζουν τις όποιες επιλογές υπάρχουν σε κάθε περίπτωση έτσι ώστε ο χρήστης να διευκολυνθεί στην τελική απόφαση που θα πάρει. Η εξεύρεση τέτοιων πληροφοριών θα μπορούσε να γίνει καθημερινή πρακτική αρκεί οι δυνατότητες των διαδικτυακών υπηρεσιών και των πρακτόρων να εκφράζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι χρησιμοποιήσιμες και από άλλους πράκτορες. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιείται από τους πράκτορες και η τεχνολογία των οντολογιών.

Επίσης, οι πράκτορες του σημασιολογικού ιστού χρησιμοποιούν εκτός των άλλων και μεταδεδομένα, έτσι ώστε να εξάγουν πληροφορίες από τον ιστό. Ακόμα,

είναι απαραίτητη μια γλώσσα επικοινωνίας πρακτόρων, η OWL-S. Τελικά, οι πράκτορες θα γίνονται όλο και πιο πολύ χρήσιμοι και απαραίτητοι κατά την πλοήγηση στο διαδίκτυο, καθώς το περιεχόμενο αυτού θα αλλάζει και θα γίνεται πιο προσιτό και επεξεργάσιμο από τα προγράμματα αυτά (Κορμπάκης, 2009).

## 2.2 Μεταδεδομένα

Τα δεδομένα που αναφέρονται και περιγράφουν το περιεχόμενο ή τη σημασία άλλων δεδομένων ονομάζονται μεταδεδομένα. Ένα μεταδεδομένο μπορεί να περιγράψει ένα στοιχείο ή ένα αντικείμενο ή μια συλλογή από αντικείμενα που περιέχονται σε μια ιστοσελίδα ή σε μια εφαρμογή. Η αποτελεσματική ανάκτηση πληροφοριών είναι και ο βασικός σκοπός της χρήσης των μεταδεδομένων. Έτσι, τα μεταδεδομένα χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο για διευκολύνουν την κατανόηση, τη χρήση και τη διαχείριση των δεδομένων από τις μηχανές ώστε να επιστρέφουν καλύτερα αποτελέσματα.

Με τη χρήση τους, λοιπόν, οι συγγραφείς των εγγράφων που δημοσιεύονται και διακινούνται στο διαδίκτυο, όπως επίσης και οι προγραμματιστές μπορούν να προσθέτουν σημασιολογική πληροφορία σε κάθε εφαρμογή, ιστοσελίδα ή έγγραφο για να περιγράψουν το περιεχόμενό τους. Έτσι, όταν οι μηχανές αναζήτησης θα κληθούν να εντοπίσουν πληροφορίες σχετικές με μια λέξη – κλειδί, ψάχνουν στα μεταδεδομένα για να εντοπίσουν πληροφορίες που είναι πραγματικά σχετικές με το ζητούμενο θέμα. Όσο περισσότερα μεταδεδομένα χρησιμοποιούνται τόσο πληρέστερη και ακριβέστερη είναι η περιγραφή των δεδομένων και τόσο πιο πιθανό είναι να επιστραφούν τα κατάλληλα αποτελέσματα (Γκατσώνη, 2009) (Κορμπάκης, 2009).

Υπάρχουν τρεις τύποι μεταδεδομένων:

1. Τα περιγραφικά (descriptive), τα οποία δίνουν πληροφορίες για την περιγραφή του περιεχομένου του αρχείου (πχ. τίτλος, λέξεις- κλειδιά, περίληψη κτλ).
2. Τα δομικά (structural), τα οποία δίνουν πληροφορίες ώστε να συνδέεται ένα αρχείο με άλλα αρχεία με αποτέλεσμα να αποτελούν λογικές μονάδες (πχ. Πώς διαμορφώνονται οι σελίδες ενός κεφαλαίου).

3. Τα διοικητικά (administrative), τα οποία παρέχουν πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του αρχείου ή τον έλεγχο πρόσβασης σε αυτό (πχ. Που, πότε, από ποιόν είχε δημιουργηθεί και ποιος είχε πρόσβαση ).

Ένα παράδειγμα χρήσης των μεταδεδομένων δίδεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 1: Σχέση Δεδομένων και Μεταδεδομένων**

<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>	<b>ΜΕΤΑΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>
Μοντέλο φορτηγού	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Κατασκευαστής</li> <li>2. Έτος κατασκευής</li> <li>3. Τόπος κατασκευής</li> <li>4. Τεχνικά χαρακτηριστικά</li> <li>5. Μάρκα</li> <li>6. Άλλα μοντέλα του ίδιου κατασκευαστή ή της ίδιας σειράς.</li> </ol>
210-2230230	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Τηλεφωνικός αριθμός περιοχής Αττικής.</li> <li>2. Κάτοχος</li> <li>3. Διεύθυνση κατόχου</li> <li>4. Όνομα κατόχου</li> <li>5. Τύπος τηλεφωνικής γραμμής.</li> </ol>

Πηγή: Κορμπάκης, 2009

### 2.3 Περιγραφικές λογικές

Με τον όρο περιγραφικές λογικές (Baader & al., 2003) αναφερόμαστε σε μια δεδομένη μέθοδο αναπαράστασης γνώσης, όπου με τη βοήθεια της οποίας μπορούμε να αναπαραστήσουμε τις έννοιες και τις συσχετίσεις ενός πεδίου εφαρμογής με φορμαλιστικό τρόπο που βοηθάει στην εξαγωγή συμπερασμάτων μέσω συλλογισμού. Οι περιγραφικές λογικές αποτελούν υποσύνολα της λογικής πρώτης τάξης και έχουν ως προέλευση τα σημασιολογικά δίκτυα και τα συστήματα πλαισίου. Αποτελούν μια οικογένεια γλωσσών για τον ορισμό λεξιλογίου και την περιγραφή των εννοιών και των συσχετίσεων που συνθέτουν ένα πεδίο εφαρμογής. Για το σκοπό αυτό, οι περιγραφικές λογικές είναι εφοδιασμένες σε τυπικά ορισμένη σημασιολογία η οποία είναι βασισμένη στη λογική και προσανατολισμένη στις διαδικασίες συμπερασμού.

Τέτοιες τυπικές διαδικασίες συμπερασμού είναι ο έλεγχος συνέπειας της βάσης γνώσης, ικανοποιησιμότητας και στιγμιότυπων.

Τα βασικά στοιχεία μιας τέτοιας γλώσσας είναι οι έννοιες, τα χαρακτηριστικά, οι ρόλοι και τα στιγμιότυπά τους. Μια έννοια είναι μια περιγραφή των κοινών χαρακτηριστικών που περιγράφουν τα στιγμιότυπα που ανήκουν σε αυτή την έννοια. Το πιο σημαντικό και η σημασιολογία που διέπει μια τέτοια γλώσσα θα το δείτε στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2: Συντακτικό και σημασιολογία που διέπει γλώσσα**

Name	Concrete Form	Mathem. Repr/tion	Semantics
Concept Name	$A$	$A$	$\mathcal{I}(A) \subseteq \mathcal{I}(\Delta)$
Top	TOP	$\top$	$\Delta$
Bottom	BOTTOM	$\perp$	$\emptyset$
Union	(OR $C D$ )	$A \sqcup C$	$\{d_1 \mid d_1 \in \mathcal{I}(A) \cup \mathcal{I}(C)\}$
Intersect	(AND $C D$ )	$A \sqcap C$	$\{d_1 \mid d_1 \in \mathcal{I}(A) \cap \mathcal{I}(C)\}$
Minus	(MINUS $A C$ )	$A - C$	$\{d_1 \mid d_1 \in \mathcal{I}(A) \wedge d_1 \notin \mathcal{I}(C)\}$
Existential Quantification	(SOME $R C$ )	$\exists R.C$	$\{d_1 \mid \exists d_2:(d_1,d_2) \in \mathcal{I}(R) \wedge d_2 \in \mathcal{I}(C)\}$
Universal Quantification	(ALL $R C$ )	$\forall R.C$	$\{d_1 \mid \forall d_2:(d_1,d_2) \in \mathcal{I}(R) \rightarrow d_2 \in \mathcal{I}(C)\}$
At-Least Restriction	(ATLEAST $n R$ )	$\leq n.R$	$\{d_1 \mid \#\{d_2 \mid (d_1, d_2) \in \mathcal{I}(R)\} \leq n\}$
At-Most Restriction	(ATMOST $n R$ )	$\geq n.R$	$\{d_1 \mid \#\{d_2 \mid (d_1, d_2) \in \mathcal{I}(R)\} \geq n\}$
OneOf	(ONEOF $i, j, \dots$ )	$\{i, j, \dots\}$	$\{i, j, \dots\}$

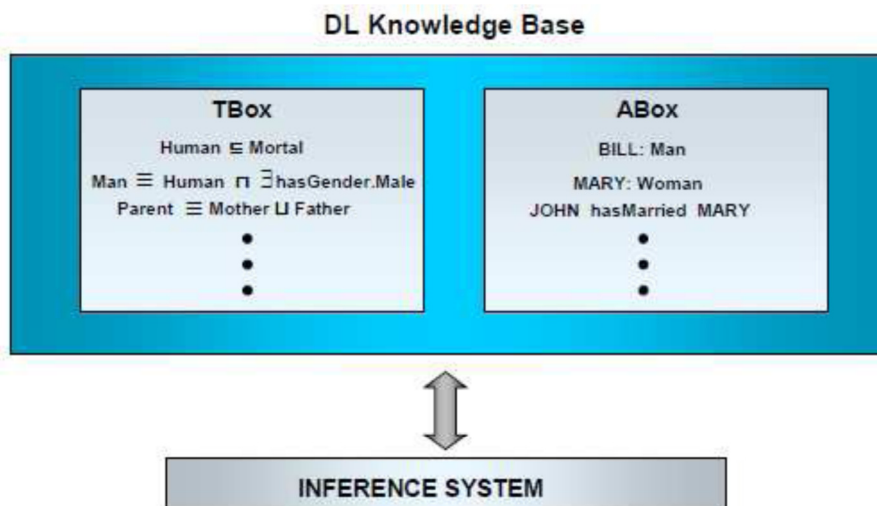
**Πηγή: Baader & al., 2003**

Όπως σε κάθε γλώσσα, έτσι και οι περιγραφικές λογικές αποτελούνται από ένα αλφάβητο. Η διαφορά παρόλα αυτά μεταξύ των γλωσσών που γνωρίζουμε και αυτού του αλφαβήτου, έγκειται στο γεγονός ότι δεν είναι σταθερό και ότι μπορεί να οριστεί από το χρήστη. Το αλφάβητο αυτό ορίζεται από ένα σύνολο ατομικών εννοιών (atomic concepts)  $C$ , ένα σύνολο ατομικών ρόλων (atomic roles)  $R$  και από ένα σύνολο ατόμων (individuals)  $I$ . Συνήθως χρησιμοποιούνται τα γράμματα  $A, B$  για να αναπαρασταθούν οι ατομικές έννοιες, τα γράμματα  $P, R, S$  για να αναπαρασταθούν οι ρόλοι και τα γράμματα  $a, b$  για να αναπαρασταθούν τα άτομα. Οι ρόλοι λοιπόν αποτελούνται από ατομικούς ρόλους και χαρακτηριστικά. Μια τέτοια γλώσσα έχει τη δυνατότητα περιγραφής των διάφορων ρόλων των εννοιών και τη δυνατότητα αναπαράστασης πολύπλοκων εννοιών και συσχετίσεων, οι οποίες αποτελούνται από επιμέρους απλούστερες. Οι έννοιες της DL αναπαριστούν ουσιαστικά κλάσεις αντικειμένων, στην ουσία σύνολα στιγμιότυπων, ενώ οι ρόλοι

αναπαριστούν δυαδικές συσχετίσεις μεταξύ στιγμιοτύπων δηλαδή περιγράφουν τις ιδιότητες των εννοιών.

Ο φορμαλισμός και η σημασιολογία των DL γλωσσών είναι βασισμένη στην επιστήμη της λογικής. Ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι η έμφαση που δίνουν στον μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων, ενώ επίσης, επιτρέπουν την κατηγοριοποίηση των εννοιών <υποκλάσεις, υπερκλάσεις>, οδηγώντας σε μια ιεραρχική δόμηση των εννοιών. Η ιεραρχία αυτή εξυπηρετεί τόσο στη μοντελοποίηση ενός πεδίου γνώσης όσο και στη διαδικασία εξαγωγής νέας γνώσης. Ένα σύστημα αναπαράστασης γνώσης βασισμένο σε DL, παρέχει ευκολίες στη δυνατότητα διαχείρισης της βάσης γνώσης.

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει την αρχιτεκτονική ενός συστήματος αναπαράστασης γνώσης βασισμένο σε DL.



Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική ενός συστήματος αναπαράστασης γνώσης βασισμένο σε DL

Πηγή: Dean & al., 2004

Η βάση γνώσης ενός τέτοιου συστήματος αποτελείται από δυο συστατικά: TBox και ABox. Με τον όρο TBox (Terminological Box) συμβολίζεται το τμήμα της βάσης γνώσης που περιέχει το λεξιλόγιο του πεδίου της εφαρμογής του συστήματος και με τον όρο ABox (Assertional Box) συμβολίζεται επιπρόσθετη γνώση που αφορά τα άτομα του πεδίου της εφαρμογής. Ένα σύστημα αναπαράστασης γνώσης βασισμένο σε DL, όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, δεν προσφέρει μόνο δυνατότητες για την αναπαράσταση της γνώσης, αλλά και δυνατότητες συλλογισμού



για την εξαγωγή μιας νέας γνώσης. Αυτό επιτυγχάνεται βάσει της ιεραρχικής δόμησης των εννοιών και τη θεωρία της λογικής.

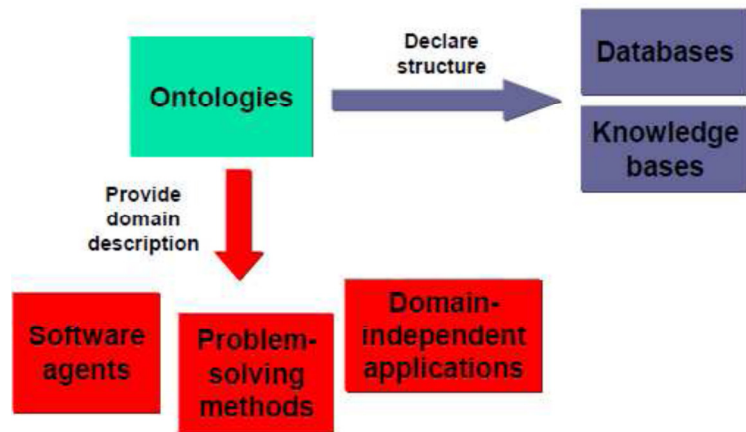
Η εξέταση αν μια έκφραση είναι αληθής, βάσει των στιγμιοτύπων που υπάρχει στη βάση γνώσης, αποτελεί την τυπική συλλογιστική μέθοδο (Κορμπάκης, 2009). Οι περιγραφικές λογικές αποτέλεσαν τη βάση για τη δημιουργία της γλώσσας Web Ontology Language (OWL) (Dean & al., 2004), η οποία στοχεύει στην αναπαράσταση οντολογικής γνώσης στο διαδίκτυο.

## 2.4 Οντολογίες

Η οργάνωση των μεταδεδομένων οδηγεί στη δημιουργία οντολογιών. Μια οντολογία είναι ένα μοντέλο δεδομένων, το οποίο αναπαριστά ένα σύνολο εννοιών σχετικών με ένα συγκεκριμένο θέμα, καθώς και τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών αυτών. Οι οντολογίες χρησιμοποιούνται για τη περιγραφή ενός συνόλου δεδομένων με σκοπό την αναπαράσταση της γνώσης σχετικά με ένα θέμα. Για την κωδικοποίηση των οντολογιών χρησιμοποιούνται ειδικές γλώσσες αναπαράστασης γνώσης, όπως η περιγραφική λογική.

Οι περισσότερες οντολογίες έχουν κάποιες βασικές δομικές ομοιότητες, ανεξάρτητα από τη γλώσσα με την οποία περιγράφονται. Κάθε οντολογία περιγράφει διακριτά αντικείμενα ή στιγμιότυπα, όπως π.χ ανθρώπους, ζώα ή οχήματα. Η οντολογία παρέχει ένα είδος ταξινόμησης και ομαδοποίησης στα αντικείμενα αυτά, οπότε συγκροτούνται κλάσεις οι οποίες αποτελούν σύνολα αντικειμένων. Σε γενικές γραμμές, μια κλάση μπορεί να περιέχει διακριτά αντικείμενα ή και άλλες κλάσεις, αν και μπορεί να τίθενται διάφοροι περιορισμοί ανάλογα με τη γλώσσα που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

Έτσι δημιουργείται μια ιεραρχική απεικόνιση των κλάσεων των αντικειμένων. Επιπλέον σε κάθε αντικείμενο αντιστοιχούν κάποια χαρακτηριστικά. Κάθε χαρακτηριστικό έχει ένα όνομα και μια τιμή. Μέσω των χαρακτηριστικών μπορούν να περιγραφούν σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων που ανήκουν σε μια οντολογία. Συνήθως, μια σχέση είναι ένα χαρακτηριστικό που η τιμή του είναι ένα από τα αντικείμενα της οντολογίας (Σερέτη, 2015) (Κορμπάκης, 2009).



Εικόνα 3: Εφαρμογές οντολογιών

Πηγή: Κορμπάκης, 2009

#### 2.4.1 Τεχνολογία οντολογιών

Μέχρι τώρα επικεντρωθήκαμε κυρίως στις τεχνικές που θεωρούνται απαραίτητες για το Σημασιολογικό Ιστό. Είναι προφανές ότι η εισαγωγή ενός τόσο μεγάλου όγκου νέων εργαλείων και τεχνικών εγείρει και μεθοδολογικά ερωτήματα: Πώς μπορούν τα εργαλεία και οι τεχνικές να εφαρμοστούν καλύτερα; Ποιες γλώσσες και εργαλεία θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στις εκάστοτε συνθήκες και με ποια σειρά; Πως αντιμετωπίζονται τα θέματα του ελέγχου ποιότητας και της διαχείρισης πόρων; Πολλές από αυτές τις ερωτήσεις για το Σημασιολογικό Ιστό έχουν μελετηθεί σε διαφορετικές περιοχές όπως στην τεχνολογία λογισμικού, την αντικειμενοστρεφή σχεδίαση και την τεχνολογία γνώσης. Στην συνέχεια θα περιγράψουμε συνοπτικά ορισμένα από τα μεθοδολογικά θέματα που προκύπτουν κατά τη δημιουργία οντολογιών.

#### 2.4.2 Κατασκευή οντολογιών με μη αυτόματο τρόπο

Μπορούμε να διακρίνουμε τα ακόλουθα βασικά στάδια (Σερέτη, 2015) στη διαδικασία ανάπτυξης οντολογιών:

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1.Καθορισμός εμβέλειας. | 5.Ορισμός ιδιοτήτων    |
| 2.Επαναχρησιμοποίηση    | 6.Ορισμός πτυχών       |
| 3.Απαρίθμηση όρων       | 7.Ορισμός στιγμιότυπων |
| 4.Ορισμός ταξινόμιας    | 8.Έλεγχος ανωμαλιών    |

Όπως κάθε διαδικασία ανάπτυξης η παραπάνω διαδικασία δεν είναι γραμμική στην πράξη. Τα βήματα θα πρέπει να επαναληφθούν και η επιστροφή σε προηγούμενα βήματα ενδέχεται να είναι απαραίτητη σε οποιοδήποτε σημείο της διαδικασίας.

### **2.4.3 Οντολογίες υψηλού επιπέδου**

Ενώ οι προηγούμενες οντολογίες είναι ιδιαίτερα εξειδικευμένες για συγκεκριμένα πεδία έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες να οριστούν γενικά εφαρμόσιμες οντολογίες. Δύο κυριότερα παραδείγματα είναι η οντολογία Cyc με 60.000 ισχυρισμούς για 6.000 έννοιες.

### **2.4.4 Θεματικές ιεραρχίες**

Άλλες οντολογίες δύσκολα δικαιολογούν αυτή την ονομασία με την αυστηρή έννοια του όρου. Αποτελούν απλά σύνολα όρων οι οποίοι είναι χαλαρά οργανωμένοι σε μια ιεραρχία εξειδίκευσης. Αυτή η ιεραρχία δεν είναι συνήθως μια καθαρή ταξινόμια αλλά αναμειγνύει διαφορετικές σχέσεις εξειδίκευσης. Παρόλα αυτά τέτοιο πόροι είναι συχνά ιδιαίτερα χρήσιμοι ως αφετηρίες. Ένα παράδειγμα είναι η ιεραρχία Open Directory που περιέχει περισσότερες από 400.000 ιεραρχικά οργανωμένες κατηγορίες και είναι διαθέσιμη σε μορφή RDF.

### **2.4.5 Γλωσσολογικοί πόροι**

Ορισμένοι πόροι δημιουργήθηκαν αρχικά όχι ως γενικεύσεις ενός συγκεκριμένου πεδίου αλλά ως γλωσσολογικοί πόροι. Όπως και προηγουμένως αυτοί οι πόροι έχουν αποδειχθεί χρήσιμοι ως αφετηρίες για την ανάπτυξη οντολογιών. Το βασικότερο παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι η βάση δεδομένων WorldNet με περισσότερες από 90.000 έννοιες λέξεων (Σερέτη, 2015).

### **2.4.6 Βιβλιοθήκες οντολογιών**

Σήμερα βρίσκονται σε εξέλιξη προσπάθειες για τη δημιουργία δικτυακών βιβλιοθηκών με οντολογίες. Παραδείγματα μπορούν να βρεθούν στον ιστότοπο της Ομάδας Τεχνολογίας Οντολογιών, στον ιστότοπο της γλώσσας DAML, στις βιβλιοθήκες που παρέχονται μαζί με τον επεξεργαστή οντολογιών Protégé. Η καλύτερη ίσως δεξαμενή δικτυακών οντολογιών σήμερα είναι η Swoogle. Διαθέτει κατάλογο με περισσότερα από 10.000 έγγραφα του Σημασιολογικού Ιστού και μεταδεδομένα με ευρετήριο για τις κλάσεις, τις ιδιότητες και τα μεμονωμένα στοιχεία

τους, καθώς επίσης και για τις σχέσεις μεταξύ τους. Το Swoogle ορίζει ακόμη μια ιδιότητα αξιολόγησης για τα έγγραφα του Σημασιολογικού Ιστού και τη χρησιμοποιεί για να συμβάλει στην ταξινόμηση των αποτελεσμάτων της αναζήτησης.

#### **2.4.7 Ημιαυτόματη απόκτηση οντολογιών**

Υπάρχουν δύο βασικές προκλήσεις όσον αφορά την εφαρμογή του οράματος του Σημασιολογικού Ιστού. Πρώτον πρέπει να υποστηρίξουμε τη διαδικασία της επανασχεδίασης του σημασιολογικού εμπλουτισμού με σκοπό τη δημιουργία του Ιστού των μεταδεδομένων. Η επιτυχία του Σημασιολογικού Ιστού στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην εξάπλωση των οντολογιών και των σχεσιακών μεταδεδομένων. Αυτό απαιτεί την παραγωγή τέτοιων μεταδεδομένων με υψηλούς ρυθμούς και χαμηλό κόστος. Για το σκοπό αυτό η διαδικασία συγχώνευσης και εναρμόνισης των οντολογιών για τη θεμελίωση της σημασιολογικής διαλειτουργικότητας μπορεί να υποστηριχθεί από τεχνικές μηχανικής μάθησης.

Δεύτερον πρέπει να παρέχουμε έναν τρόπο διατήρησης και υιοθέτησης των επεξεργάσιμων από υπολογιστές δεδομένων τα οποία αποτελούν τη βάση του Σημασιολογικού Ιστού. Επομένως χρειαζόμαστε μηχανισμούς που να υποστηρίζουν τη δυναμική φύση του Ιστού. Παρόλο που τα εργαλεία της τεχνολογίας που να υποστηρίζουν τη δυναμική φύση του Ιστού.

Παρόλο που τα εργαλεία της τεχνολογίας οντολογιών έχουν ωριμάσει τη τελευταία δεκαετία η μη αυτόματη απόκτηση οντολογιών παραμένει μια χρονοβόρα πολυδάπανη ιδιαίτερα εξειδικευμένη και ορισμένες φορές κουραστική διαδικασία η οποία μπορεί εύκολα να προκαλέσει συμφόρηση στην απόκτηση γνώσης. Τα προβλήματα αυτά μοιάζουν με εκείνα που αντιμετωπίζουν οι μηχανικοί γνώσης τις τελευταίες δύο δεκαετίες εργαζόμενοι πάνω σε μεθοδολογίες απόκτησης γνώσης ή σε περιβάλλοντα για τον ορισμό βάσεων γνώσης.

Η ερευνητική περιοχή της μηχανικής μάθησης έχει μεγάλη ιστορία τόσο στην απόκτηση ή εξαγωγή όσο και στην αναθεώρηση ή συντήρηση της γνώσης και παρέχει ένα μεγάλο αριθμό τεχνικών που μπορούν να εφαρμοστούν για την επίλυση αυτών των προκλήσεων (Αντωνίου, 2009).

Οι ακόλουθες εργασίες μπορούν να υποστηριχθούν από τεχνικές μηχανικής μάθησης:

- Εξαγωγή οντολογιών από υπάρχοντα δεδομένα του Ιστού

- Εξαγωγή σχεσιακών δεδομένων και μεταδεδομένων από υπάρχοντα δεδομένα του Ιστού
- Συγχώνευση και αντιστοίχιση οντολογιών με ανάλυση των επεκτάσεων των εννοιών
- Συντήρηση οντολογιών με ανάλυση των δεδομένων των στιγμιότυπων
- Βελτίωση των εφαρμογών του Σημασιολογικού Ιστού μέσω της παρατήρησης των χρηστών

Η μηχανική μάθηση παρέχει πλήθος τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη αυτών των εργασιών:

- Ομαδοποίηση
- Σταδιακές ενημερώσεις οντολογιών
- Υποστήριξη για το μηχανικό γνώσης
- Βελτίωση των μεγάλων οντολογιών φυσικής γλώσσας
- Αμιγής μάθηση οντολογιών

#### **2.4.8 Οντολογίες φυσικής γλώσσας**

Οι οντολογίες φυσικής γλώσσας περιέχουν λεξικολογικές σχέσεις μεταξύ γλωσσικών εννοιών έχουν μεγάλο μέγεθος και δεν απαιτούν συχνές ενημερώσεις. Αναπαριστούν συνήθως το γνωστικό υπόβαθρο του συστήματος και χρησιμοποιούνται για την επεξήγηση των ερωτημάτων των χρηστών. Η τεχνολογία αιχμής της μάθησης NLO δείχνει αρκετά ευοίωνη: όχι μόνο υπάρχει μια σταθερή NLO γενικής χρήσης αλλά υφίστανται και τεχνικές για την αυτόματη και ημιαυτόματη κατασκευή καθώς και για τον εμπλουτισμό οντολογιών φυσικής γλώσσας που είναι εξειδικευμένες για πεδία.

#### **2.4.9 Οντολογίες πεδίου**

Οι οντολογίες πεδίου αποτυπώνουν τη γνώση ενός συγκεκριμένου πεδίου όπως π.χ. γνώσεις φαρμακολογίας ή γνώσεις τυπογραφίας. Οι οντολογίες αυτές προσφέρουν μια λεπτομερή περιγραφή των εννοιών ενός περιορισμένου πεδίου. Κατασκευάζονται συνήθως με μη αυτόματο τρόπο αλλά διάφορες τεχνικές μάθησης μπορούν να βοηθήσουν το μηχανικό γνώσης. Η μάθηση των οντολογιών πεδίου είναι πολύ λιγότερο αναπτυγμένη από τη βελτίωση με NLO. Η απόκτηση οντολογιών

πεδίου καθοδηγείται ακόμα από ανθρώπους μηχανικούς και οι τεχνικές αυτοματοποιημένης μάθησης παίζουν μικρό ρόλο στην απόκτηση γνώσης.

#### **2.4.10 Στιγμιότυπα οντολογίας**

Τα στιγμιότυπα της οντολογίας μπορούν να παράγονται αυτόματα και να ενημερώνονται συχνά, ενώ η οντολογία παραμένει αμετάβλητη. Η διαδικασία της μάθησης των στιγμιοτύπων της οντολογίας εναρμονίζεται χωρίς δυσκολία με κάποιο πλαίσιο μηχανικής μάθησης και υπάρχουν αρκετές επιτυχημένες εφαρμογές αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για το σκοπό αυτό.

Όστοςο αυτές οι εφαρμογές είτε εξαρτώνται απολύτως από την οντολογία πεδίου ή συμπληρώνουν τη σήμανση χωρίς να σχετίζονται με κάποια θεωρία πεδίου. Όσον αφορά την εξαγωγή στιγμιοτύπων της οντολογίας από κείμενα δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα κάποια τεχνική γενικής χρήσης, η οποία να δέχεται την οντολογία πεδίου ως είσοδο.

Εκτός από τους διαφορετικούς τύπους οντολογιών που μπορούν να υποστηριχθούν, υπάρχουν επίσης και διαφορετικές χρήσεις για τη μάθηση οντολογιών:

- Δημιουργία οντολογιών από το μηχανικό γνώσης ξεκινώντας από το μηδέν. Η μηχανική μάθηση βοηθάει το μηχανικό γνώσης προτείνοντας τις σημαντικότερες σχέσεις στο πεδίο ή ελέγχοντας και επικυρώνοντας τις βάσεις γνώσεις που δημιουργούνται.
- Εξαγωγή σχήματος οντολογίας από έγγραφα του Ιστού. Τα συστήματα μηχανικής μάθησης παίρνουν τα δεδομένα και τη μεταγνώση ως είσοδο και παράγουν μια οντολογία έτοιμη προς χρήση ενδεχομένως με κάποια βοήθεια από το μηχανικό γνώσης.
- Η εξαγωγή στιγμιοτύπων της οντολογίας επικοινωνεί δεδομένα σχήματα της οντολογίας και εξάγει τα στιγμιότυπα της οντολογίας που παρουσιάζονται στα έγγραφα του Ιστού. Είναι παρόμοια με την εξαγωγή πληροφοριών και το σχολιασμό σελίδων.
- Η ενοποίηση και πλοήγηση οντολογιών αφορούν την επανακατασκευή και πλοήγηση εκτεταμένων βάσεων γνώσης που δημιουργήθηκαν ενδεχομένως με μηχανική μάθηση. Για παράδειγμα μπορεί να αφορά την αλλαγή της βάσης γνώσης προτασιακού επιπέδου ενός εκπαιδευόμενου υπολογιστή σε βάση γνώσης πρώτης τάξης.

- Η συντήρηση οντολογιών ενημερώνει ορισμένα τμήματα μιας οντολογίας που έχουν σχεδιαστεί να ενημερώνονται.
- Ο εμπλουτισμός οντολογιών περιλαμβάνει την αυτοματοποιημένη τροποποίηση δευτερευουσών σχέσεων σε μια υπάρχουσα οντολογία. Δεν επιφέρει αλλαγές σε σημαντικές έννοιες και δομές αλλά καθιστά την οντολογία περισσότερο ακριβή.

Μια μεγάλη γκάμα τεχνικών αλγορίθμων και εργαλείων είναι διαθέσιμα από τη μηχανική μάθησης. Ωστόσο μια σημαντική απαίτηση της αναπαράστασης οντολογιών είναι ότι οι οντολογίες πρέπει να είναι συμβολικές αναγνώσιμες από ανθρώπους και κατανοητές. Αυτό μας αναγκάζει να ασχοληθούμε μόνο με συμβολικούς αλγόριθμους μάθησης που καταφεύγουν σε γενικεύσεις και να αποφύγουμε άλλες μεθόδους.

Οι παρακάτω είναι ορισμένοι δυνητικά εφαρμόσιμοι αλγόριθμοι:

- Οι αλγόριθμοι μάθησης προτασιακών κανόνων μαθαίνουν κανόνες συσχέτισης ή άλλες μορφές κανόνων χαρακτηριστικού τιμής.
- Η μάθηση κανόνων λογικής πρώτης τάξης.

#### **2.4.11 Οντολογίες Και Βάσεις Δεδομένων**

- Μια βάση δεδομένων είναι ένα σύνολο από πίνακες και οι μεταξύ τους σχέσεις. Όμως μια οντολογία περιέχει συντακτικά και σημασιολογικά πλουσιότερη πληροφορία από τις βάσεις δεδομένων γιατί περιέχει όπως είπαμε και πιο πάνω, πέρα από έννοιες αλλά και περιορισμούς.
- Η πληροφορία που περιγράφεται από μια συγκεκριμένη οντολογία περιέχει ένα δομημένο κείμενο σε φυσική γλώσσα και όχι πληροφορία ενός σχεσιακού πίνακα.
- Μια οντολογία πρέπει να είναι δικτυακής αρχιτεκτονικής διότι χρησιμοποιείται για το διαμοιρασμό της πληροφορίας (Καρακατσούλης, 2011).

#### **2.4.12 Οντολογικά Περιβάλλοντα**

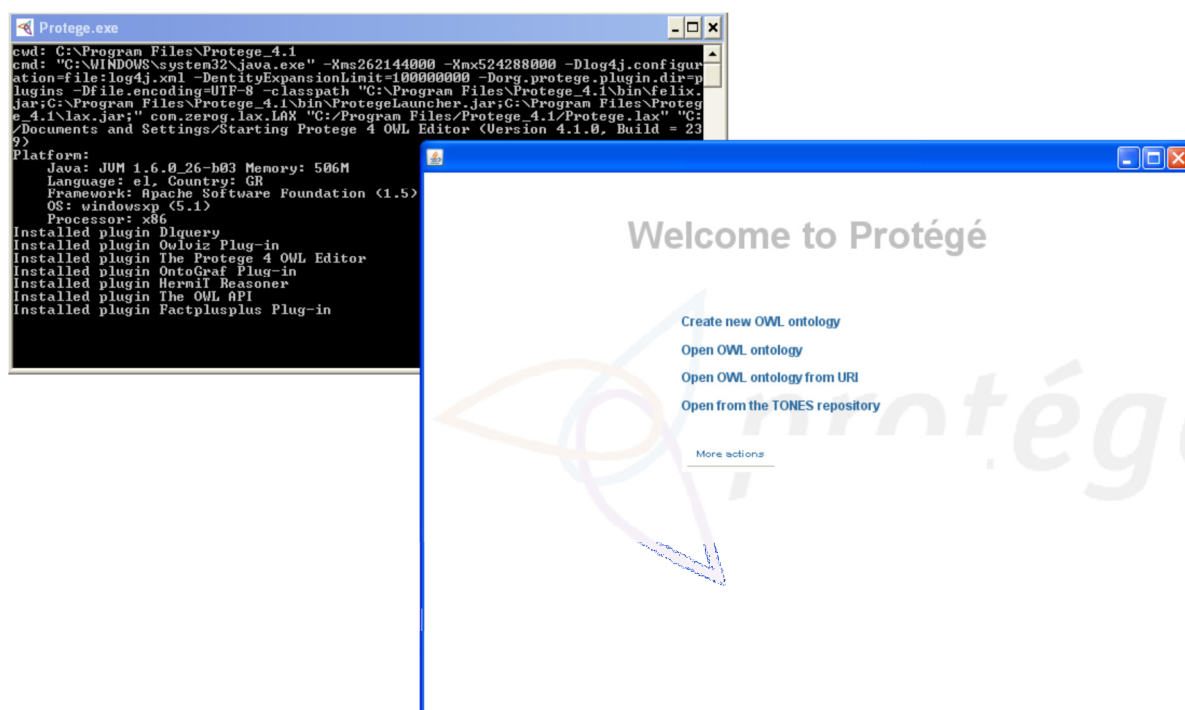
Τα οντολογικά περιβάλλοντα (ontology environment tools) είναι εργαλεία τα οποία υποστηρίζουν τη συγχώνευση και προσαρμογή των οντολογιών που ήδη έχουν δημιουργηθεί. Γι' αυτό αντί να παράγουμε οντολογίες εξαρχής μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ξανά κάποιες που ήδη υπάρχουν με σκοπό να κερδίσουμε χρόνο.

Το πιο γνωστό οντολογικό περιβάλλον είναι το εργαλείο Chimaera που υποστηρίζει τη διάγνωση, την αναβάθμιση και την συγχώνευση των οντολογιών (Καρακατσούλης, 2011).

#### 2.4.13 Επεξεργαστές Οντολογιών

Για να παράγουμε κάποιες οντολογίες χρησιμοποιούμε τους λεγόμενους (επεξεργαστές οντολογιών) <ontology editors> (Καρακατσούλης, 2011), οι οποίοι υποστηρίζουν την ιεραρχία των εννοιών ενώ παράλληλα προσφέρουν την δυνατότητα αναζήτησης, κωδικοποίησης και τροποποίησης άλλων οντολογιών.

Οι επεξεργαστές οντολογιών είναι χρήσιμοι όταν παρέχουν διασυνδεδεμένες διατάξεις σε γραφικό επίπεδο (GUIs) και εναρμονίζονται με τα ήδη υπάρχοντα πρότυπα της web based ανάπτυξης λογισμικού. Ένα παράδειγμα επεξεργαστή οντολογιών είναι ο Protégé όπου επιτρέπει σε διαχειριστές γνώσης να κατασκευάσουν συστήματα βασισμένα στη γνώση, δημιουργώντας και τροποποιώντας ήδη υπάρχουσες οντολογίες.



Εικόνα 4: Επεξεργαστής Protégé

Πηγή: Καρακατσούλης 2011

#### 2.4.14 Λόγοι που χρειαζόμαστε τις Οντολογίες

Οι λόγοι (Καρακατσούλης, 2011) για τους οποίους έχουν στραφεί στις οντολογίες με σκοπό την κατασκευή του σημασιολογικού ιστού είναι οι εξής:



1. Το χάσμα μεταξύ της σημασίας της πληροφορίας και μιας απλής καταχωρημένης πληροφορίας.
2. Αύξηση της ψηφιακής πληροφορίας που παρατηρείται στις μέρες μας.
3. Δυσκολία στη διαχείριση της πληροφορίας όπως η πρόσβαση η εύρεση της.
4. Η μη χρήση κοινής διαλέκτου γιατί όλοι οι άνθρωποι στον πλανήτη δεν μιλούν την ίδια γλώσσα.

#### **2.4.15 Αντιστοίχιση οντολογιών**

Αφού η επαναχρησιμοποίηση και όχι η ανάπτυξη από το μηδέν γίνεται σταδιακά ο κανόνας για την ανάπτυξη οντολογιών, η ενοποίηση οντολογιών είναι μια ολοένα επιτακτικότερη εργασία. Οι ανάγκες μιας συγκεκριμένης εφαρμογής καλύπτονται σπανίως από μία οντολογία στις περισσότερες περιπτώσεις, θα πρέπει να συνδυαστούν πολλές οντολογίες. Αυτό εγείρει το πρόβλημα της ενοποίησης οντολογιών. Το συγκεκριμένο πρόβλημα θεωρείται από πολλούς ως κρίσιμο ζήτημα για την υλοποίηση του Σημασιολογικού Ιστού, αλλά και ως ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα προς επίλυση. Συνεπώς έχει δοθεί τα τελευταία χρόνια εκτεταμένη προσοχή στο πρόβλημα αυτό από την ερευνητική κοινότητα (Σερέτη, 2015).

#### **2.4.16 Γλωσσολογικές μέθοδοι**

Οι πιο βασικές μέθοδοι επιχειρούν να εκμεταλλευτούν τις γλωσσολογικές ετικέτες που επισυνάπτονται στις έννοιες της οντολογίας προέλευσης και της οντολογίας προορισμού, με σκοπό να ανακαλύψουν πιθανές ταυτίσεις. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση απλών τεχνικών με βάση τη γλωσσολογική ρίζα ή με τον υπολογισμό των αποστάσεων Hamming, ή με τη χρήση εξειδικευμένης γνώσης πεδίου.

#### **2.4.17 Στατιστικές μέθοδοι**

Άλλες μέθοδοι χρησιμοποιούν δεδομένα στιγμιοτύπων και όχι τις γλωσσολογικές ετικέτες των εννοιών για να προσδιορίσουν τις αντιστοιχίες μεταξύ των εννοιών. Αν υπάρχει σημαντική στατιστική συσχέτιση μεταξύ των στιγμιοτύπων μιας έννοιας προέλευσης και μιας έννοιας προορισμού, τότε υπάρχει λόγος να πιστέψουμε ότι οι έννοιες αυτές σχετίζονται στενά. Οι προσεγγίσεις αυτές βασίζονται φυσικά στη διαθεσιμότητα ενός επαρκώς μεγάλου σώματος στιγμιοτύπων, τα οποία είναι ταξινομημένα στις οντολογίες προέλευσης και προορισμού.

#### **2.4.18 Δομικές μέθοδοι**

Αφού οι οντολογίες διαθέτουν εσωτερική δομή είναι λογικό να εκμεταλλευτούμε τη δομή των γραφών των οντολογιών προέλευσης και προορισμού και να προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε ομοιότητες ανάμεσα σε αυτές τις δομές συχνά σε συνδυασμό με κάποια από τις άλλες μεθόδους. Αν οι έννοιες προέλευσης και προορισμού διαθέτουν παρόμοιες γλωσσολογικές ετικέτες, τότε η ανομοιότητα των γειτονιών τους στους γράφους θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστούν προβλήματα ομώνυμων όρων όπου οι αμιγώς γλωσσολογικές μέθοδοι θα ανακρίνονταν εσφαλμένα μια πιθανή αντιστοίχιση.

#### **2.4.19 Λογικές μέθοδοι**

Οι λογικές μέθοδοι είναι ίσως οι περισσότερο εξειδικευμένες μέθοδοι στην αντιστοίχιση οντολογιών. Άλλωστε οι οντολογίες είναι τυπικές προδιαγραφές μιας κοινής επίνοιας και μπορούμε λογικά να αξιοποιήσουμε αυτή την τυποποίηση των δομών προέλευσης και προορισμού. Ένας σοβαρός περιορισμός αυτής της προσέγγισης είναι ότι πολλές πρακτικές οντολογίες είναι αρκετά απλές σημασιολογικά επομένως δεν φέρουν ιδιαίτερες λογικές τυπολογίες. Το συμπέρασμα που βγάζουμε από αυτή τη σύντομη μελέτη των τεχνικών αντιστοίχισης οντολογιών πρέπει δυστυχώς να είναι παρόμοιο με εκείνο που αφορούσε τις τεχνικές αυτόματης απόκτησης οντολογιών παρότι υπάρχει μεγάλη δυναμική και πραγματική ανάγκη για την ανάπτυξη της χρήσης τέτοιων τεχνικών στον σχεδιασμό και την υλοποίηση του Σημασιολογικού Ιστού.

#### **2.4.20 Η αρχιτεκτονική Σημασιολογικού Ιστού του προγράμματος On-To-Knowledge**

Η δημιουργία του Σημασιολογικού Ιστού δεν περιλαμβάνει μόνο τη χρήση των νέων γλωσσών αλλά και ένα σχετικά διαφορετικό στυλ σχεδιασμού και υλοποίησης καθώς και μια λίγο διαφορετική προσέγγιση στην ενοποίηση εφαρμογών. Θα περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο ένας αριθμός εργαλείων που σχετίζονται με το Σημασιολογικό Ιστό μπορούν να ενοποιηθούν σε μία απλή αρχιτεκτονική με τη χρήση προτύπων του Σημασιολογικού Ιστού για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ των ανεξάρτητα κατασκευασμένων εργαλείων (Σερέτη, 2015).

### **3. Εφαρμογές Σημασιολογικού Ιστού**

Μερικές από τις κυριότερες εφαρμογές (Καρακατσούλης, 2011) του σημασιολογικού ιστού είναι οι εξής:

- Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση (e-Government)
- Ηλεκτρονική Μάθηση (e-Learning)
- Ηλεκτρονικό Κατάστημα (e-Shop)
- Ηλεκτρονική Υγεία (e-Health)
- Ηλεκτρονική Επιστήμη (e-Science)
- Σημασιολογικό Πλέγμα (Semantic Grid)
- Περιβαλλοντική Νοημοσύνη (Ambient Intelligence)
- Παράδοση Περιεχομένου (Content Delivery)

Υπάρχουν ακόμα αρκετές εφαρμογές που είναι σε πειραματικό στάδιο και αφορούν την διοίκηση επιχειρήσεων καθώς και την κάλυψη ατομικών αναγκών. Για να δούμε καλύτερα τι είναι σε θέση να κάνει ο σημασιολογικός ιστός θα αναφερθούμε σε μερικές από τις εφαρμογές που αναφέραμε πιο πάνω.

#### **3.1 Σημασιολογικός Ιστός Στο Ηλεκτρονικό Κατάστημα (e-shop)**

Ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα είναι η αναζήτηση διάφορων προϊόντων. Μέχρι τώρα οι καταναλωτές χρησιμοποιούν διάφορες πλατφόρμες όπως το Amazon για να συγκρίνουν τιμές προϊόντων, οι οποίες όμως δεν παρέχουν στον καταναλωτή τη πιο σωστή πληροφορία για το προϊόν που αναζητά, αλλά μόνο ένα κομμάτι της. Με αυτές τις εφαρμογές των τεχνολογιών του σημασιολογικού ιστού επιτρέπεται στις μηχανές αναζήτησης να συγκεντρώσουν μόνο τις πληροφορίες ανταποκρίνονται στο αίτημα, χωρίς αυτομάτως να παραλείψουν καμία από αυτές. Με αυτό τον τρόπο ο καταναλωτής μπορεί να προμηθευτεί το προϊόν που έχει όλες τις προδιαγραφές και επίσης την χαμηλότερη τιμή

Το internet όπως και διάφορες πλατφόρμες συγκέντρωσης ηλεκτρονικών εμπορικών δραστηριοτήτων έδωσαν τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες στη παγκόσμια αγορά, μια πιο σωστή εικόνα για την κατάστασή της. Η επόμενη γενιά της αγοράς η οποία θα βασίζεται σε τεχνολογίες αυτές του σημασιολογικού ιστού, θα επιτρέψει στους καταναλωτές να έχουν μια πλήρες εικόνα της εκάστοτε αγοράς. Σε



οντολογίες χρησιμοποιούνται για την ορολογία ποικίλων συστημάτων και στην ουσία τα ηλεκτρονικά καταστήματα τύπου B2B αυτοματοποιούνται.

Οι οντολογίες επεμβαίνουν σε αυτό που θα λέμε μελλοντικά κόσμο των μηχανών και καθιστούν τις πληροφορίες που υπάρχουν στο διαδίκτυο κατανοητές σε αυτές. Το ηλεκτρονικό εμπόριο για να λειτουργήσει καλύτερα απαιτεί διάλογο και συναλλαγές μεταξύ διαφορετικών μηχανών πάνω σε διαφορετικά ζητήματα. Οι τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού μπορούν να προσφέρουν στην υλοποίηση μας τέτοιου είδους επικοινωνίας και στην γρήγορη επεξεργασία μεγάλου όγκου πληροφοριών.

Κάποιες επιχειρήσεις δημιουργούν κάποιο είδος «εικονικής κοινότητας» στο διαδίκτυο μέσω της οποίας ανταλλάσσουν απόψεις και γνώσεις για ζητήματα κοινού ενδιαφέροντος προς κοινό όφελος. Οι οντολογίες μπορούν να βοηθήσουν στον τομέα αυτόν με θέματα οργάνωσης και προσδιορισμού κάποιας ιεραρχίας ανάμεσα στα μέλη της κοινότητας. Μια εναλλακτική μέθοδο για τα ζητήματα αυτά μεταξύ των μελών της «εικονικής κοινότητας» μπορούν να προσδιοριστούν και μέσω των κλάσεων και ιδιοτήτων των οντολογιών (Καρακατσούλης, 2011).

### **3.2 Σημασιολογικός Ιστός Στην Ηλεκτρονική Εκπαίδευση (e-learning)**

Ο σημασιολογικός ιστός αναμένεται να έχει ιδιαίτερα σημαντικό αντίκτυπο στον τομέα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και ιδίως στην ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση, μιας και εκεί συναντώνται συνήθως οι περισσότερο ενήμεροι δυναμικά χρήστες καινοτόμων τεχνολογιών. Παρά το γεγονός ότι δεν είναι απολύτως ξεκάθαρο σε ποια σημεία ακριβώς θα επηρεάσει ο σημασιολογικός 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, οι online συνεργασίες και η ηλεκτρονική μάθηση (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007). Η σημασία του σημασιολογικού ιστού στην ηλεκτρονική εκπαίδευση θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

### 3.3 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 σημασιολογικών διαφορών κατά την ερμηνεία και επεξεργασία πληροφοριών που αφορούν για παράδειγμα νόμους, κανονισμούς, υπηρεσίες προς τους πολίτες, διαχειριστικές διαδικασίες, βέλτιστες πρακτικές.

Αυτές οι διαφορές σημασιολογικού 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 ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, οι δυσκολίες εκτέλεσης των διαφορών 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 σημασιολογικού 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 σημασιολογικού 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 σημασιολογικού ιστού, για την αποτελεσματική διαχείριση της γνώσης στα πλαίσια της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007).

### 3.4 Σημασιολογία στην Ηλεκτρονική Υγεία

Η εφαρμογή της σημασιολογικής τεχνολογίας στον ιατρικό τομέα, θα παράσχει συστήματα πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, τα οποία θα έχουν την δυνατότητα να κατανοήσουν καλύτερα όρους και έννοιες, καθώς τα δεδομένα θα μεταδίδονται από το ένα σύστημα στο άλλο, διατηρώντας παράλληλα τη σημασία του περιεχομένου. Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά η διαδικασία αυτή, οι ενέργειες που γίνονται αφορούν την ταξινόμηση των ιατρικών όρων και των εννοιών τους. Εργαλεία σε αυτόν τον τομέα κάνουν χρήση των συστημάτων ταξινόμησης που παράγουν ελεγχόμενα λεξιλόγια, λεξικά, ταξινομίες και οντολογίες.

Για τον άνθρωπο, η έννοια μιας δεδομένης λέξης επιτυγχάνεται συνήθως μετά από έλεγχο σε ένα λεξικό ή κοιτάζοντας το πλαίσιο όπου η λέξη χρησιμοποιείται. Αντίθετα, ο υπολογιστής δεν κάνει χρήση του κειμένου κάποιου λεξικού και δεν έχει καμία προϋπάρχουσα αποθήκη εννοιών, αλλά απαιτεί μια σαφέστερη και απλούστερη σημασιολογική αναπαράσταση. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας της γλώσσας αντιπροσωπεύουν την έννοια μιας συγκεκριμένης λέξης ή φράσης χρησιμοποιώντας ένα σύμβολο ή κωδικό. Για παράδειγμα, για τα συστήματα ηλεκτρονικών ιατρικών φακέλων η «καρδιά» και η «καρδιακή» είναι δύο άσχετοι όροι, για τους ανθρώπους όμως οι δύο αυτοί όροι έχουν την ίδια σημασιολογία.

Ολοένα και περισσότερο, τα ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης έχουν πρόσβαση στα ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία των ασθενών που περιέχουν πολύ μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Πολλά από τα διαθέσιμα δεδομένα είναι σε μορφή κειμένου, ως αποτέλεσμα της μεταγραφής του υπαγορεύουν οι εκθέσεις, η χρήση της τεχνολογίας αναγνώρισης φωνής, καθώς και άμεση είσοδος από παρόχους υγειονομικής περίθαλψης (Κορμπάκης, 2012).

Ενώ τα δεδομένα κειμένου είναι βολικά για εργασίες όπως η εξέταση από γιατρούς, παρουσιάζουν ωστόσο, σημαντικά εμπόδια για την γραφική παρουσίαση, αναζήτηση, περίληψη και στατιστική ανάλυση. Έτσι, η σημασιολογία στην ηλεκτρονική υγεία είναι ένας μηχανισμός για την εφαρμογή εργαλείων και τεχνικών που αξιοποιούν τη σημασιολογική γνώση για να ενισχύσουν τη χρήση και τη χρησιμότητα των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης.

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 την 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 έχουν γίνει 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.

Τέλος τα πρότυπα διαλειτουργικότητας που παρέχουν οι αναδυόμενες τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού, μπορούν να καταστήσουν δυνατή την ολοκλήρωση των πληροφοριών στον χώρο της υγείας με τη χρήση ενός κοινού λεξικού, όπως αναφέραμε λίγο πιο πάνω, εξασφαλίζοντας τη διαφάνεια των σχετικών διαδικασιών ανάμεσα σε όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, όπως νοσοκομεία, φαρμακευτικές εταιρίες, ασφαλιστικές εταιρίες και άλλους παρόχους υπηρεσιών υγείας. Τέτοιου είδους καινοτομίες μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένη αποτελεσματικότητα των παροχών υπηρεσιών υγείας, στη μεγαλύτερη ικανοποίηση των εργαζομένων, στην μεγαλύτερη ικανοποίηση των ασθενών και γενικότερα στη βελτίωση του συστήματος υγείας και των σχετικών παρεχόμενων υπηρεσιών (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007).



### 3.5 Σημασιολογικό Πλέγμα (Sematic Grid)

Τα Πλέγματα (GRIDs) ενοποιούν μέσω ηλεκτρονικών δικτύων υπολογιστικούς (Μπέλλος, 2007), αποθηκευτικούς και άλλους πόρους (π.χ. αισθητήρες) κατανεμημένους σε τοπική εθνική και διεθνή κλίμακα, κλιμακώνοντας τις δυνατότητες της κοινωνίας της πληροφορίας, όπως αντίστοιχα τα πλέγματα ηλεκτρικής ισχύος υπήρξαν καταλυτικοί παράγοντες της βιομηχανικής επανάστασης. Τα σημασιολογικά πλέγματα που αναπτύσσονται από την ερευνητική και επιχειρηματική κοινότητα:

1. Επιτρέπουν το διαμοιρασμό των πόρων σε πολλαπλούς χρήστες διαφορετικών κοινοτήτων με ετερογενή πεδία εφαρμογών και γεωγραφική κατανομή. Το σημασιολογικό πλέγμα μας θα στηρίζεται αρχικά σε ένα μητροπολιτικό δίκτυο MAN, και στη συνέχεια σε ένα εθνικής εμβέλειας δίκτυο WAN συνδεδεμένο με διεθνούς κάλυψη δίκτυο, όπως το ευρωπαϊκό ερευνητικό δίκτυο GEANT και το αμερικάνικο Abilene, ανάλογα με τις απαιτήσεις των εφαρμογών και τις υπάρχουσες δικτυακές υποδομές.
2. Απαιτούν ασφαλή πρόσβαση μέσω ενδιάμεσου λογισμικού, με παγκόσμια έμφαση στο λογισμικό στο λογισμικό ανοιχτού κώδικα- open source. Τα πλέγματα επεκτείνουν την φιλοσοφία του ανοιχτού λογισμικού σε ανοιχτά υπολογιστικά συστήματα, με περιορισμούς μόνο όσο αφορά στην ασφάλεια και τη διαθεσιμότητα πόρων για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών.
3. Παρουσιάζουν μεγάλη δυνατότητα κλιμάκωσης, με ιδιαίτερα περιορισμένη αρχική επένδυση. Οι αρχιτεκτονικές GRID μπορεί να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο για την υπέρβαση του ψηφιακού χάσματος στον κόσμο, σε μια ήπειρο, σε μια χώρα, σε έναν οργανισμό campus.
4. Ενοποιούν μέσω δικτύων internet/ internet υπολογιστικές, αποθηκευτικές και άλλες ηλεκτρονικές εγκαταστάσεις με ετερογενείς τεχνολογικές υλοποιήσεις με στόχο την παροχή ολοκληρωμένων ηλεκτρονικών υπηρεσιών. Η ενοποίηση υλοποιείται με χρήση ενός επιπρόσθετου στρώματος ενδιάμεσου λογισμικού (middleware), που αναλαμβάνει τον διαμοιρασμό των πόρων πάνω από το δίκτυο με τα παραπάνω χαρακτηριστικά και θα αναπτυχθεί στα πλαίσια του παρόντος ερευνητικού έργου.

Είναι προφανές ότι τις ηλεκτρονικές υποδομές οδηγούν οι ερευνητικές και ακαδημαϊκές κοινότητες, οι οποίες θα συνεισφέρουν σημαντικά στην προτυποποίηση των σχετικών τεχνολογιών αυτών, και θα επιτρέψουν την ευρεία διάδοση τους σε άλλες περιοχές.

## **4. Τα Συστατικά του Σημασιολογικού Ιστού**

### **4.1 Αναπαράσταση Σημασιολογικής Πληροφορίας**

Στην τεχνητή νοημοσύνη (Κορμπάκης, 2009), χρησιμοποιούνται οι γλώσσες αναπαράστασης οντολογιών και αποτελούν ένα καλό θεμέλιο για να στηριχθεί ο σημασιολογικός ιστός. Σήμερα οι πιο διαδεδομένες γλώσσες αναπαράστασης της σημασιολογικής πληροφορίας που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο περιγράφονται στη συνέχεια.

### **4.2 Η Γλώσσα XML (eXtensive Markup Language)**

Η λογική αναπαράσταση των εγγράφων στο σημασιολογικό δίκτυο βασίζεται σε αυτό το πρότυπο. Η XML είναι μια γλώσσα αναπαράστασης πληροφοριών στο διαδίκτυο που επιτρέπει την αναπαράσταση δομημένων εγγράφων με χρήση λεξιλογίων που ορίζεται από τον χρήστη. Η γλώσσα αυτή δημιουργήθηκε για να καλύψει τις αδυναμίες της γλώσσας HTML, παρόλο που έχουν αρκετές ομοιότητες.

Ένα έγγραφο XML είναι δομημένο ιεραρχικά σε μορφή δέντρου, με στοιχεία που περικλείονται μέσα σε άλλα στοιχεία και με ένα στοιχείο ανώτερου επιπέδου γνωστό ως βασικό στοιχείο, το οποίο περιέχει όλα τα υπόλοιπα. Κάθε στοιχείο αποτελείται από μία ετικέτα αρχής, το περιεχόμενο και μια ετικέτα τέλους (Κορμπάκης, 2009). Για παράδειγμα η πρόταση «Ο Δημήτρης Διαβάζει Λογοτεχνία» είναι ένα απλό κείμενο και μπορεί να αποδοθεί σε μορφή XML:

Ο Δημήτρης

Διαβάζει

Λογοτεχνία

#### **4.2.1 Οι προδιαγραφές της XML**

1. Extensible Markup Language: όπου ορίζει τη σύνταξή της

2. Extensible Style language (XSL): ορίζει την γλώσσα των stylesheet για XML.

**HTML vs. XML**

HTML: παρουσίαση	<p style="text-align: center;">Παράδειγμα XML</p> <pre> &lt;Order&gt;   &lt;to&gt; Tom &lt;/to&gt;   &lt;orderDate&gt; 22 Nov 2003&lt;/orderDate&gt;    &lt;orderItem&gt;     &lt;product&gt; milk &lt;/product&gt;     &lt;quantity&gt; 500 ml &lt;/quantity&gt;   &lt;/orderItem&gt;    &lt;orderItem&gt;     &lt;product&gt; biscuits &lt;/product&gt;     &lt;quantity&gt; 1 box &lt;/quantity&gt;   &lt;/orderItem&gt;    &lt;orderItem&gt;     &lt;product&gt; coffee &lt;/product&gt;     &lt;quantity&gt; 250 grams &lt;/quantity&gt;   &lt;/orderItem&gt; &lt;/Order&gt; </pre>
XML: δομή	
HTML: χρήση από ανθρώπους	
XML: χρήση από μηχανές	
HTML: καθορισμένα tags	
XML: επιπρόσθετα tags	

Παράδειγμα HTML

```

<h1> My Order </h1>
<h2> Tom </h2>
<h3> 22 Nov 2003 </h3>
<table>
  <tr><td> 500 ml <td> milk
  <tr><td> 1 box <td> biscuits
  <tr><td> 250 grams <td> coffee
</table>

```

Εικόνα 6: HTML vs. XML

Πηγή: Καρακατσούλης, 2011

3. XML Pointer Language (xPointer) και XML Linking Language (XLink): Ο xPointer περιγράφει πώς να αποκτήσεις πρόσβαση σε μια πηγή ενώ το xLink πώς να συνδέσεις δύο ή περισσότερες πηγές (Καρακατσούλης, 2011).

#### 4.2.2 Η Γλώσσα XML Schema

Το XML Schema είναι η γλώσσα που καθορίζει τη δομή των XML εγγράφων. Ορίζει τα επιτρεπόμενα στοιχεία, τις ιδιότητες τους και τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται μεταξύ τους μέσα στο XML κείμενο. Με απλά λόγια το XML Schema αποτελεί το «συντακτικό» του XML κειμένου (Κορμπάκης, 2009).

### 4.3 Το Μοντέλο Δεδομένων RDF

Το πλαίσιο περιγραφής διαδικτυακών πόρων RDF (Resource Description Framework) είναι ένα μοντέλο δεδομένων για την αναπαράσταση της πληροφορίας που σχετίζεται με τους πόρους στον Παγκόσμιο Ιστό, δηλαδή για τα μεταδεδομένα. Τα μεταδεδομένα αφορούν τις συμπληρωματικές πληροφορίες όπως είναι ο τίτλος, ο συντάκτης και η ημερομηνία τελευταίας τροποποίησης μιας ιστοσελίδας, η άδεια

χρήσης ενός εγγράφου στο διαδίκτυο ή ακόμα και το χρονοδιάγραμμα διαθεσιμότητας ενός κοινόχρηστου διαδικτυακού πόρου.

Το RDF προορίζεται για περιπτώσεις που τις πληροφορίες τις επεξεργάζονται εφαρμογές και όχι για παρουσιάσει πληροφοριών σε χρήστες. Μέσω αυτού του μοντέλου παρέχεται ένα κοινό πλαίσιο εργασίας έτσι ώστε η πληροφορίες μεταξύ των εφαρμογών να ανταλλάσσονται χωρίς να χάνεται το νόημα. Ακόμα, οι πληροφορίες πλέον θα είναι διαθέσιμες και σε εφαρμογές διαφορετικές από αυτές για τις οποίες είχαν αρχικά σχεδιαστεί. Η σύνταξη των διαδικτυακών πόρων υλοποιείται με τη βοήθεια αναπαραστάσεων που έχουν τη μορφή πόρος – ιδιότητα – τιμή.

Οι διαδικτυακοί πόροι αναπαρίστανται με τη χρήση αναφορών URI και τους αποδίδονται απλές ιδιότητες και οι αντίστοιχες τιμές τους, με τη βοήθεια της ορολογίας που παρέχεται από τη γλώσσα. Ο πόρος για τον οποίο γίνεται λόγος λέγεται **υποκείμενο (subject)**, ο πόρος που προσδιορίζει μια ιδιότητα ή ένα χαρακτηριστικό του υποκειμένου ονομάζεται **κατηγορία (predicate)**, ενώ το στοιχείο που δίνει τιμή σε αυτή την ιδιότητα ονομάζεται **αντικείμενο (object)**. Ο συνδυασμός των τριών παραπάνω φέρει τα ονόματα δήλωση ή ισχυρισμός ή πρόταση (statement) (Κορμπάκης, 2009).

#### 4.4 Η Γλώσσα Λεξιλογίου RDF Schema

Πέρα από τις RDF περιγραφές των πληροφοριακών πόρων, το μοντέλο δεδομένων RDF αποτελείται και από μια γλώσσα ορισμού σχημάτων (Κορμπάκης, 2009), την RDF Schema Specification Language (RDFS). Με τη βοήθεια του RDFS, είναι δυνατός ο προσδιορισμός μηχανισμών καθορισμού κλάσεων πόρων, καθώς και ο περιορισμός των πιθανών συνδυασμών κλάσεων μεταξύ τους χρησιμοποιώντας κατάλληλες συσχετίσεις. Ένα RDF σχήμα αποτελείται από τις δηλώσεις κλάσεων, γνωρισμάτων και των σχέσεων μεταξύ των κλάσεων. Πανομοιότυποι πόροι είναι ομαδοποιημένη κάτω από την ίδια κλάση. Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε να διακρίνουμε τρία διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης στο μοντέλο δεδομένων RDFS. Στο κατώτερο επίπεδο υπάρχουν οι ίδιοι οι πόροι (έγγραφα, δικτυακοί τόποι, πρόσωπα ή οτιδήποτε άλλο).

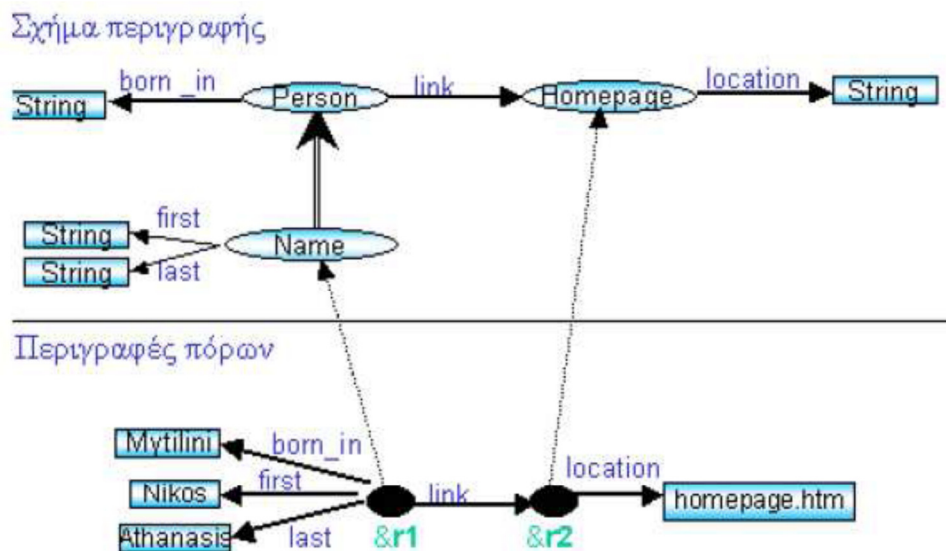
Το επόμενο επίπεδο αφαίρεσης είναι το επίπεδο δεδομένων, όπου γίνεται η περιγραφή των πληροφοριακών πόρων με τη χρήση λεξιλογίων, τα οποία περιγράφονται στο τελευταίο επίπεδο, το επίπεδο σχήματος. Το επίπεδο σχήματος

είναι το επίπεδο αφαίρεσης όπου αναπτύσσονται RDF σχήματα για να κάνουν πιο εύκολη τη σημασιολογική περιγραφή των πόρων. Σε αυτό το επίπεδο οι κλάσεις αναπαριστούν αφηρημένες οντότητες και αναφέρονται συλλογικά σε σύνολα παρόμοιων αντικειμένων.

Για την γραφική απεικόνιση των RDFS περιγραφών και σχημάτων χρησιμοποιείται ένα μοντέλο κατευθυνόμενων γράφων με ετικέτες τόσο στις ακμές όσο και στους κόμβους που μπορεί εύκολα να συνδυάσει πολλά διαφορετικά λεξιλόγια και να επεκταθεί προσθέτοντας απλώς περισσότερες ακμές. Οι κόμβοι αναπαριστούν αντικείμενα και οι ακμές συμβολίζουν σχέσεις μεταξύ των κόμβων. Ως κόμβους αναπαριστούμε επίσης και τύπους Literal, δηλαδή αλφαριθμητικά και άλλους βασικούς τύπους δεδομένων, όπως αυτοί ορίζονται στο πρότυπο XML Schema. Οι κόμβοι συμβολίζονται ως ελλείψεις και οι ατομικές γραμμές ως παραλληλόγραμμα.

Οι ακμές μπορεί να είναι τριών ειδών: απόδοσης γνωρισμάτων (attributes), δημιουργίας στιγμιότυπων (instances) και υπαλληλίας. Οι ακμές απόδοσης γνωρισμάτων αναπαριστούν γνωρίσματα κόμβων και σχέσεις μεταξύ τους, ενώ οι ακμές υπαλληλίας χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν σε επίπεδο σχήματος ότι ένας κόμβος «κλάση» ή ιδιότητα είναι υποκατηγορία ενός ευρύτερου κόμβου ή ιδιότητας αντίστοιχα. Τέλος, οι ακμές δημιουργίας στιγμιότυπων αποτελούν τη σύνδεση ανάμεσα στα πρότυπα RDF και RDFS, επιτρέποντας τη δημιουργία στιγμιότυπων μιας κλάσης και την απόδοση τύπων σε πληροφοριακούς πόρους που περιγράφονται.

Οι γράφοι του RDFS σχήματος περιγραφής και των RDF περιγραφών πόρων για την πληροφορία φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 7: Γράφοι αναπαράστασης πληροφορίας σύμφωνα με το μοντέλο RDF

Πηγή: Κορμπάκης, 2009

Για τον καλύτερο διαμοιρασμό των RDF περιγραφών πόρων και των σχημάτων περιγραφών στο διαδίκτυο, το μοντέλο RDF «δανείζεται» το συντακτικό της XML. Έτσι προκύπτει η RDF/XML σύνταξη των RDF σχημάτων περιγραφής και RDF περιγραφής πόρων που απεικονίζεται στους αντίστοιχους γράφους αναπαράστασης.

(A)



(B)

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:uni="http://www.mydomain.org/uni-ns#">

  <rdf:Description rdf:about="http://www.mydomain.org/uni-ns#John">
    <uni:teaches_course rdf:resource="http://www.mydomain.org/uni-ns#Semantic_Web"/>
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>
```

Εικόνα 8: (A) Γράφος αναπαράστασης πληροφορίας, (B) RDF/XML σύνταξη

Πηγή: Κορμπάκης, 2009

## 4.5 Η Γλώσσα Οντολογιών Διαδικτύου (OWL Web Ontology Language)

Η OWL δημιουργήθηκε για να ικανοποιήσει την ανάγκη για μια γλώσσα οντολογίας Ιστού και αποτελεί μια από τις προτάσεις του W3C σχετικών με το σημασιολογικό ιστό. Η OWL έχει σχεδιαστεί για τις εφαρμογές που πρέπει να επεξεργαστούν το περιεχόμενο των πληροφοριών αντί απλά να παρουσιάσουν τις πληροφορίες στους ανθρώπους. Σύμφωνα με το W3C, ο σκοπός της OWL είναι να παρασχεθεί ένα τυποποιημένο σχήμα που είναι συμβατό με την αρχιτεκτονική του διαδικτύου και του σημασιολογικού ιστού. Η τυποποίηση των οντολογιών σε γλώσσα OWL θα κάνει τα δεδομένα στο web περισσότερο επεξεργάσιμα από μηχανές και επαναχρησιμοποιήσιμα στις εφαρμογές.

Έτσι η επεκτασιμότητα, η μετατρεψιμότητα και η διαλειτουργικότητα κατέχουν υψηλή προτεραιότητα στο σχεδιασμό της γλώσσας. Συγκριτικά με τις υπάρχουσες τεχνολογίες, η OWL υπερβαίνει τις γνωστές και ευρέως διαδεδομένες γλώσσες XML, XML Schema, RDF και RDF Schema αφού υποστηρίζει μεγαλύτερη διασαφήνιση του περιεχομένου του ιστού από τις μηχανές, παρέχοντας πρόσθετο λεξιλόγιο μαζί με μια επίσημη σημασιολογία.

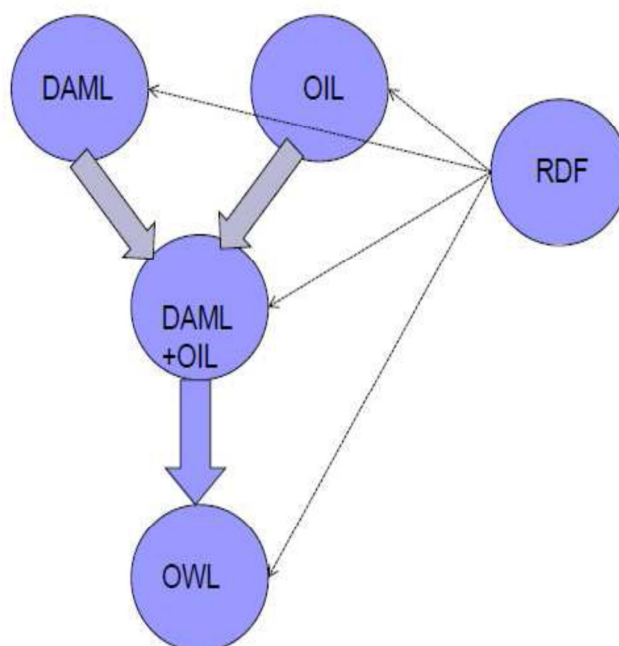
Η OWL προσθέτει περισσότερο λεξιλόγιο για την περιγραφή των ιδιοτήτων και των κλάσεων όπως για παράδειγμα σχέσεις μεταξύ των κλάσεων (disjointness), αριθμός στοιχείων συνόλου (cardinality), λογικοί συνδυασμοί κλάσεων (ένωση, τομή, συμπλήρωμα), ισότητα, πλουσιότερη δακτυλογράφηση ιδιοτήτων, χαρακτηριστικά ιδιοτήτων και απαριθμημένες κλάσεις.

Ένα πλεονέκτημα των OWL οντολογιών είναι η διαθεσιμότητα των εργαλείων που μπορούν να εξάγουν συμπεράσματα για αυτές. Τα εργαλεία παράγουν γενική υποστήριξη που δεν είναι συγκεκριμένη για την ιδιαίτερη υπαγόμενη περιοχή, κάτι το οποίο θα συνέβαινε εάν επρόκειτο να δημιουργηθεί ένα σύστημα για την εξαγωγή συλλογισμών για ένα συγκεκριμένο βιομηχανικό πρότυπο XML σχήματος (Κορμπάκης, 2009).

Η γλώσσα OWL αναπτύσσεται ως επέκταση του λεξιλογίου RDF, προέρχεται από τη γλώσσα οντολογίας ιστού DAML + OIL και είναι γραμμένη σε μορφή XML ώστε να μπορεί εύκολα να είναι ανεξάρτητη του λειτουργικού συστήματος και των γλωσσών εφαρμογής ενός υπολογιστή. Ακόμα ο σημασιολογικός ιστός χρησιμοποιώντας βασισμένες στην XML οντολογίες και όχι παραδοσιακές δομές



δέντρων θα καταστήσει ευκολότερη για τις εφαρμογές υπηρεσιών ιστού την επεξεργασία στοιχείων από πολλαπλές πηγές. Μια OWL οντολογία περιλαμβάνει τις περιγραφές των κλάσεων, των ιδιοτήτων και των στιγμιτύπων τους. Λαμβάνοντας υπόψη μια τέτοια οντολογία, η επίσημη OWL σημασιολογία διευκρινίζει πώς να παράγει τα λογικά συμπεράσματά της, δηλαδή γεγονότα όχι κυριολεκτικά παρόντα στην οντολογία, αλλά συνεπαγόμενα από τη σημασιολογία. Αυτές οι συνεπαγωγές μπορούν να βασιστούν σε ένα ενιαίο έγγραφο ή σε πολλαπλά κατανεμημένα έγγραφα που έχουν συνδυαστεί χρησιμοποιώντας καθορισμένους OWL μηχανισμούς.



**Εικόνα 9: Δημιουργία γλώσσας OWL**

**Πηγή: Καρακατσούλης, 2011**

Δεδομένου ότι ο σημασιολογικός ιστός κατανέμεται, η OWL πρέπει να επιτρέψει να συγκεντρώνονται πληροφορίες από κατανεμημένες πηγές. Αυτό γίνεται εν μέρει επιτρέποντας στις οντολογίες να είναι συσχετισμένες, συμπεριλαμβανομένης ρητά της εισαγωγής πληροφοριών από άλλες οντολογίες.

Οι πρακτικές εφαρμογές της OWL, περιλαμβάνουν τα Web portals, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει τους κανόνες κατηγοριοποίησης, προκειμένου να βελτιωθεί η αναζήτηση, οι συλλογές πολυμέσων, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει βασισμένες σε περιεχόμενο αναζητήσεις των μέσων και οι υπηρεσίες ιστού (Web Services), όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακάλυψη και τη σύνθεση υπηρεσιών ιστού (composition) καθώς επίσης και για τη διαχείριση δικαιωμάτων και τον έλεγχο πρόσβασης (Καρακατσούλης, 2011).

Πίνακας 3: Σχέσεις μεταξύ κλάσεων στην OWL

OWL σύνταξη	DL	Παράδειγμα	Περιγραφή
IntersectionOf	$C \sqcap D$	Worker $\sqcap$ Male	All Workers that are Male
unionOf	$C \sqcup D$	Worker $\sqcup$ Male	Anyone that is either a Worker or Male
Atomic negation	$\neg C$	$\neg$ Male	Any individual that is not Male
allValuesFrom	$\forall R.C$	$\forall$ manager.Male	All managers must be of type Male
someValuesFrom	$\exists R.C$	$\exists$ hasChild.Male	At least one of the children must be of type Male
Value	$\exists R.\{o\}$	$\exists$ hasLocation.Athens	The location property must have the value Athens
minCardinality	$\geq n R.C$	$\geq 1$ occupies.Worker	A Department occupies at least one Worker
maxCardinality	$\leq n R.C$	$\leq 1$ worksIn.Department	A Worker works at most in a Department
Cardinality	$= n R.C$	$= 1$ livesIn.Country	A Person lives exactly in one Country

Πηγή: Καρακατσούλης, 2011

Πίνακας 4: Αξιώματα στην OWL

Axiom	DL Syntax	Example
subClassOf	$C_1 \sqsubseteq C_2$	Human $\sqsubseteq$ Animal $\sqcap$ Biped
equivalentClass	$C_1 \equiv C_2$	Man $\equiv$ Human $\sqcap$ Male
disjointWith	$C_1 \sqsubseteq \neg C_2$	Male $\sqsubseteq \neg$ Female
sameIndividualAs	$\{x_1\} \equiv \{x_2\}$	{President_Bush} $\equiv$ {G.W_Bush}
differentFrom	$\{x_1\} \sqsubseteq \neg\{x_2\}$	{john} $\sqsubseteq \neg$ {peter}
subPropertyOf	$P_1 \sqsubseteq P_2$	hasDaughter $\sqsubseteq$ hasChild
equivalentProperty	$P_1 \equiv P_2$	cost $\equiv$ price
inverseOf	$P_1 \equiv P_2^-$	hasChild $\equiv$ hasParent <sup>-</sup>
transitiveProperty	$P^+ \sqsubseteq P$	ancestor <sup>+</sup> $\sqsubseteq$ ancestor
functionalProperty	$T \sqsubseteq \leq 1P$	T $\sqsubseteq \leq 1$ hasMother
inverseFunctionalProperty	$T \sqsubseteq \leq 1P^-$	T $\sqsubseteq \leq 1$ hasSSN <sup>-</sup>

Πηγή: Καρακατσούλης, 2011

#### *OWL-Lite:*

Η OWL-Lite προορίζεται σε περιπτώσεις αναπαράστασης απλών ιεραρχικών κλάσεων και ιδιοτήτων των κλάσεων που υπόκεινται σε απλούς περιορισμούς. Η πολυπλοκότητα της είναι αρκετά χαμηλότερη από αυτή των άλλων δυο υπογλωσσών και άρα μπορούμε να κατασκευάσουμε υπολογιστικά εργαλεία πιο εύκολα (Καρακατσούλης, 2011).

#### *OWL- DL:*

Βασίζεται στη περιγραφική λογική η οποία αποτελεί υποσύνολο της λογικής πρώτης τάξης και άρα είναι κατάλληλη για περιπτώσεις όπου χρειάζεται μέγιστη εκφραστικότητα. Περιλαμβάνει όλες τις γλωσσικές δομές της OWL, οι οποίες όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό συγκεκριμένους περιορισμούς. Μια κλάση μπορεί να είναι υποκλάση πολλών κλάσεων (κληρονομικότητα) αλλά μια δεν μπορεί να αποτελεί πραγμάτωση μιας άλλης (Καρακατσούλης, 2011).

#### *OWL – Full:*

Απευθύνεται σε χρήστες για τους οποίους είναι πιο σημαντική η δυνατότητα για μέγιστη εκφραστικότητα ή υπολογιστική πληρότητα των ισχυρισμών τους. Μια κλάση μπορεί να θεωρηθεί ταυτόχρονα και σύνολο ατόμων και μεμονωμένο άτομο. Επίσης επιτρέπει την επέκταση λεξιλογίου OWL και του RDF σχήμα προκειμένου να καλυφθούν ανάγκες. Υπάρχει βέβαια περίπτωση ατέρμονης αναδρομής των ορισμών κάτι που οδηγεί τον αυτόματο συμπερασμό σε OWL – Full οντολογιών να μην είναι εφικτός.

Τέλος η OWL είναι μια γλώσσα για οντολογίες η οποία:

- Είναι ικανή να αναφέρεται σε σενάρια, ιδέες, έννοιες, αντικείμενα και δεδομένα που είναι ορισμένα στον παγκόσμιο ιστό.
- Μπορεί να διαμοιράζεται πάνω στον ιστό.
- Είναι ικανή να συνεργάζεται με άλλες παρόμοιες γλώσσες, όπως η RDF.
- Μπορεί να συγχωνεύει πολλές οντολογίες ταυτόχρονα.
- Είναι ευρέως αποδεκτή.
- Είναι αρκετά εκφραστική.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν την OWL την κυρίαρχη γλώσσα πάνω στον παγκόσμιο ιστό για το σκοπό που περιγράφουμε και αναμφίβολα θα συνεχίσει να εξελίσσεται (Καρακατσούλης, 2011).

## 4.6 Ευφυείς Πράκτορες Σημασιολογικού Ιστού (Semantic Agents)

Ένας από τους πιο πρόσφατους και με μεγάλο ενδιαφέρον κλάδους στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης αποτελούν οι ευφυείς ή νοήμονες πράκτορες (Καρακατσούλης, 2011). Η τεχνολογία πρακτόρων χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών, όπως για παράδειγμα στην παροχή έξυπνων υπηρεσιών βοήθειας, στην αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο, στην οργάνωση του καθημερινού προγράμματος, στον αυτοματοποιημένο έλεγχο μεγάλων εργοστασιακών μονάδων κ.τ.λ.

Ένας πράκτορας είναι μια οντότητα που αντιλαμβάνεται το περιβάλλον μέσα στο οποίο βρίσκεται με τη βοήθεια αισθητήρων (sensors). Με άλλα λόγια είναι κομμάτι του περιβάλλοντος αυτού, κάνει συλλογισμούς και δρα πάνω σε αυτό με τη βοήθεια μηχανισμών δράσης για την επίτευξη κάποιων στόχων. Βέβαια στην συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται λόγος για πράκτορες λογισμικού, προγράμματα δηλαδή που δρουν σε ένα υπολογιστικό σύστημα.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά των πρακτόρων συνοψίζονται παρακάτω:

- a) Ο κάθε πράκτορας ενεργεί αυτόνομα για να επιτύχει τον σκοπό του.
- b) Υπάρχει ειλικρίνεια, δηλαδή δεν κάνουν εσκεμμένα λάθη.
- c) Εύκολη προσαρμοστικότητα του περιβάλλοντος τους.
- d) Επικοινωνία μεταξύ τους.
- e) Διαθέτουν λογικότητα. Δηλαδή δεν δρουν ενάντια στους στόχους τους.

## 5. Σημσιολογικός Ιστός στην Ακαδημαϊκή Κοινότητα

Με την είσοδο του παγκόσμιου ιστού στην καθημερινή ζωή, πολλά πράγματα έχουν αλλάξει και κυρίως ο τρόπος που πραγματοποιείται η επικοινωνία και η μάθηση. Μέχρι πρόσφατα η εκπαιδευτική διαδικασία είχε τρία πολύ βασικά χαρακτηριστικά, το διδακτικό περιεχόμενο, το οποίο καθοριζόταν αυστηρά και μόνο από τον εκπαιδευτή, την σειρά με την οποία γινόταν η διδασκαλία, η οποία ήταν προκαθορισμένη και αυστηρά γραμμική και τέλος, απαιτούσε την ταυτόχρονη παρουσία του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου στον ίδιο φυσικό χώρο. Με αυτό τον τρόπο η εκπαίδευση είχε έναν μαζικό χαρακτήρα, που δεν ταίριαζε πάντα στις ανάγκες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των εκπαιδευόμενων (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007). Έτσι στην εκπαίδευση, ο Σημσιολογικός Ιστός θα συμβάλει σημαντικά στην μάθηση και κυρίως στον τρόπο αναζήτησης πληροφοριών, στην οργάνωση των αποτελεσμάτων και στη δημιουργία ενός προγράμματος μάθησης ειδικό για το καθένα. Ο Σημσιολογικός Ιστός όταν λέμε θα συμβάλει στη μάθηση και στον τρόπο αναζήτησης πληροφοριών θα το κάνει κάπως έτσι:

- Για παράδειγμα θα μπορεί ο διδάσκοντας να δει για έναν μαθητή τι εργασίες έχει κάνει στο παρελθόν, με ποιόν άλλον μαθητή έχει συνεργαστεί και τι βαθμολογίες έχουν πάρει για τις εργασίες αυτές.
- Ένα άλλο παράδειγμα, για τον μαθητή που θέλει να βρει στοιχεία για την εργασία του, να υπάρχει μια ηλεκτρονική βιβλιοθήκη με παλαιότερες εργασίες άλλων μαθητών-φοιτητών που μπορεί να δει τις βαθμολογίες που έχουν πάρει, ποιός τις έχει κάνει και τι πληροφορίες μπορεί να πάρει από αυτές και αναζητώντας σε αυτή την ηλεκτρονική βιβλιοθήκη να μπορεί να βρει αυτά που θέλει για τη δική του εργασία.
- Τέλος ακόμα ένα παράδειγμα για τον πως μπορεί να συμβάλει ο σημσιολογικός ιστός στη μάθηση είναι μέσω ηλεκτρονικών παιχνιδιών, με το σύστημα «παίζω και μαθαίνω». Στο πλαίσιο αυτό της δια βίου μάθησης, τα παιχνίδια προσομοίωσης προσφέρουν ένα ρεαλιστικό πλαίσιο για την αξιοποίηση των τεχνολογιών και έτσι μπορούν να προετοιμάσουν τους μαθητές για τον κόσμο της εργασίας. Αυτό είναι ενεργή μάθηση, καθώς οι παίκτες αποκτούν εμπειρία στο θέμα του τομέα αυτού ή σε καταστάσεις με νέους τρόπους, τη δημιουργία νέων συνεργασιών και έτσι να προετοιμαστούν

για τη μελλοντική μάθηση και επίλυση προβλημάτων στον τομέα ή τη μεταφορά της μάθησης σε σχετικούς τομείς.

Την καθημερινότητά και ειδικότερα στην ακαδημαϊκή κοινότητα θα υπάρχουν επιδράσεις του σημασιολογικού ιστού τόσο στα κοινωνικά δίκτυα όσο και στις εικονικές κοινότητες. Θα υπάρχουν δηλαδή εφαρμογές, οι οποίες θα δίνουν περισσότερες, πιο έμπιστες, πληροφορίες και θα διευκολύνουν σημαντικά τις διαδικτυακές δραστηριότητες (Wikipedia, 2016). Ο Σημασιολογικός Ιστός αναμένεται να έχει ιδιαίτερα σημαντικό αντίκτυπο στον τομέα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης και ιδίως στην ανώτερη και ανώτατη εκπαίδευση.

Υπάρχουν τέσσερις τομείς (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007) 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
- η ηλεκτρονική μάθηση.

## 5.1 Διαχείριση γνώσης

Βασικό κίνητρο ανάπτυξης του Σημασιολογικού Ιστού, αποτελεί η διαχείριση της γνώσης. Δηλαδή η οργάνωση και η εύρεση πληροφοριών. Ο Σημασιολογικός 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 σημασιολογικές περιγραφές που συνδέονται με κάποιες ιστοσελίδες.

Για πολλούς ερευνητές, αλλά και μαθητές ανά την υφήλιο, ο Παγκόσμιος Ιστός αποτελεί ήδη τη βασική πηγή πληροφόρησης. Έτσι μία περισσότερο δομημένη και στοχευόμενη 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.

Κατά συνέπεια 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 (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007).

## **5.2 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες**

Οι βιβλιοθήκες μέχρι και σήμερα παρέχουν στο χρήστη οργανωμένη γνώση. Στόχος των συμβατικών βιβλιοθηκών είναι να προσφέρουν στο νέο περιβάλλον του σημασιολογικού ιστού την εμπειρία που διαθέτουν για την οργάνωση της γνώσης αλλά και να αξιοποιήσουν κατάλληλα όλα τα νέα εργαλεία, ώστε να συνεχίσουν να επιτελούν το κοινωνικό τους έργο διατηρώντας ίδια υψηλά επίπεδα ποιότητας. Έχουν το χρέος προς την κοινωνία να φέρουν σε επαφή το συμβατικό περιβάλλον λειτουργίας τους με το ψηφιακό, με στόχο ποιοτικές υπηρεσίες για τον τελικό αποδέκτη, δηλαδή τον χρήστη.

Στις Ψηφιακές Βιβλιοθήκες (Χατζηχρήστου, 2009) η κύρια αλλαγή είναι ότι το τεκμήριο πλέον έχει αλλάξει υπόσταση, αφού έχει περάσει από την υλική στην ψηφιακή. Ακόμη έχουν αλλάξει τα δεδομένα πρόσβασης στο υλικό τους, το περιεχόμενο των συλλογών τους και το οικονομικό τους περιβάλλον. Οι συλλογές τους πλέον απαρτίζονται από ψηφιακά πολυμεσικά αντικείμενα σε διάφορα formats, ηλεκτρονικά βιβλία και περιοδικά, videos, φωτογραφίες κ.ά. Εκείνο που επίσης έχει αλλάξει είναι το κοινό, αφού πρόκειται για ένα παγκόσμιο κοινό που μπορεί να ζητά πρόσβαση στην πληροφορία από οποιοδήποτε μέρος του πλανήτη. Το γεγονός αυτό θέτει και θέμα πολυγλωσσικότητας. Τέλος το οικονομικό περιβάλλον είναι διαφορετικό, αφού πλέον η βιβλιοθήκη εκτός από κοινωφελής οργανισμός πρέπει να είναι και βιώσιμος, παρέχοντας υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας.

Ο σημασιολογικός ιστός προσφέρει νέες δυνατότητες οργάνωσης, διαχείρισης και διάθεσης των συλλογών τους. Αυτό σημαίνει ότι με την χρήση των δυνατοτήτων που προσφέρουν τα σημασιολογικά εργαλεία μπορούν να παρέχουν νέες υπηρεσίες, πιο γρήγορα και πιο αξιόπιστα, με ελάχιστη ανθρώπινη προσπάθεια.

### **5.2.1 Διαφορά σημασιολογικών ψηφιακών βιβλιοθηκών από ψηφιακές βιβλιοθήκες**

Οι σημασιολογικές ψηφιακές βιβλιοθήκες (Χατζηχρήστου, 2009) διαφέρουν από τις ψηφιακές ως προς την περιγραφή και έκθεση των πόρων της με έναν τρόπο μηχανών. Οι πόροι μπορούν να είναι:

- περιεχόμενο, ψηφιακά χειροποίητα αντικείμενα
- οργάνωση των αντικειμένων (π.χ. συλλογές)
- χρήστες, κοινότητες χρηστών
- ελεγχόμενα λεξιλόγια, θησαυροί, ταξινομήσεις

Τέλος, εκθέτουν τη σημασιολογία των μεταδεδομένων τους από την άποψη μιας οντολογίας, η οποία καθορίζεται χρησιμοποιώντας μια επίσημη γλώσσα.

### **5.2.2 Κύρια οφέλη των σημασιολογικών ψηφιακών βιβλιοθηκών**

1. Νέα παραδείγματα αναζήτησης (Χατζηχρήστου, 2009) για το διάστημα πληροφοριών
  - Οντολογία, βασισμένη αναζήτηση/αναζήτηση απόψεων
  - Κοινοτικός, εύκολη αναζήτηση
2. Παροχή της λειτουργικότητας (Χατζηχρήστου, 2009) στο επίπεδο στοιχείων
  - ενσωματώνοντας μεταδεδομένα από τις διάφορες ετερογενείς πηγές
  - διασυνδέοντας διαφορετικά ψηφιακά συστήματα βιβλιοθηκών



### 5.3 Εικονικές Κοινότητες και Οργανισμοί

Η ανάπτυξη του Σημασιολογικού Ιστού, έδωσε τη δυνατότητα της online επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφόρων ομάδων ανθρώπων, δηλαδή την υποστήριξη *εικονικών κοινοτήτων* και *εικονικών οργανισμών*. Όσον αφορά τις εικονικές κοινότητες 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.

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. Με τη χρήση των τεχνολογιών Σημασιολογικού Ιστού, μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά η χρησιμότητά τους και να γίνει πιο άμεσος και εύκολος ο διαμοιρασμός τους. Αυτά τα εργαλεία μπορούν επίσης να υποστηρίξουν και τις ερευνητικές κοινότητες με την ενσωμάτωσή τους σε Εικονικά Περιβάλλοντα Έρευνας.

Για παράδειγμα, ένα ερευνητικό έργο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με εταίρους που βρίσκονται διάσπαρτοι σε διάφορα μέρη του κόσμου, δημιουργώντας έτσι μια εικονική κοινότητα. Μια τέτοια άλλη κοινότητα θα μπορούσε να αποτελείται από σπουδαστές και διδάσκοντες που επιθυμούν να μοιραστούν εκπαιδευτικό υλικό online καθώς και να συμμετέχουν σε ομαδικές δραστηριότητες όπως π.χ. ομαδικές εργασίες.(1) Μια τέτοια εικονική κοινότητα είναι και η πλατφόρμα e-class που χρησιμοποιείται στο ΤΕΙ Μεσολογγίου.

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. Ο Σημασιολογικός Ιστός μπορεί να παρέχει την κατάλληλη υποδομή για την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής όπου τα μέλη ενός εικονικού οργανισμού θα βρίσκουν εύκολα τις προσφερόμενες υπηρεσίες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες τους, θα διαπραγματεύονται τη χρήση τους με ασφάλεια και θα συντονίζουν τη χρήση

διαφορετικών υπηρεσιών για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007).

## 5.4 Ηλεκτρονική Μάθηση

Μέσω του σημασιολογικού ιστού, το υλικό προς μάθηση διανέμεται και μπορεί να συνδεθεί με οντολογίες, για να διαμορφώσει εξειδικευμένο για το χρήστη περιβάλλον, σχετικό με τα ενδιαφέροντά του. Η δυνατότητα αυτή εξυπηρετεί την απαίτηση για διανομή πληροφορίας ατομικά στον εκπαιδευόμενο, με την ύλη που εκείνος ορίζει και που αυτή ανταποκρίνεται στις εκάστοτε ανάγκες του.

Επιπλέον οι πράκτορες του ιστού δίνουν τη δυνατότητα για επερωτήσεις που αφορούν σε ετερόκλητα τμήματα της πληροφορίας. Αυτή δηλαδή, δεν παρέχεται με «γραμμικό» τρόπο σε συνέχειες, αλλά η πρόσβαση γίνεται σε διάφορα τμήματά της. Η δυνατότητα αυτή σε ένα περιβάλλον e-learning προσφέρει το πλεονέκτημα της γρήγορης και επικεντρωμένης στην ουσία μάθησης και δεδομένου ότι αυτή θα ανανεώνεται συνεχώς, ο εκπαιδευόμενος επιτυγχάνει συνεχή πρόοδο.

Τα παραπάνω αναδεικνύουν την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον ιστό, ως βασική προϋπόθεση λειτουργίας του e-learning, που σημαίνει ότι ο τρόπος λειτουργίας δεν είναι κεντρικοποιημένος, αλλά κατακεντρωμένος. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τις σχέσεις αυτές:

**Πίνακας 5: e-Learning και Σημασιολογικός Ιστός**

Απαιτήσεις	e-Learning	Σημασιολογικός Ιστός
Διανομή γνώσεων	Ο μαθητευόμενος αποφασίζει για την ύλη του (pull)	Το υλικό συγκεντρώνεται κατόπιν επερωτήσεων
Ανταπόκριση	Ανταποκρίνεται στις ανάγκες που εντοπίζει	Το υλικό παρέχεται μέσω προφίλ χρήστη
Πορεία	Μη γραμμική, επιτρέπει απ' ευθείας πρόσβαση σε οποιοδήποτε κομμάτι γνώσης	Πλοήγηση στις πληροφορίες του ενδιαφέροντος του χρήστη
Πρόοδος	Συνεχής, η μάθηση δε	Η βάση των πληροφοριών

	σταματάει ποτέ	ανανεώνεται
Αρχή	Κατανεμημένη, διδασκων και διδασκόμενος συναποφασίζουν	Αναγκαία η αλληλεπίδραση χρήστη-συστήματος
Εξατομίκευση	Προσωποποιημένη, σχεδιασμένη για τις ανάγκες κάθε μαθητευόμενου	Ο χρήστης αναζητεί πληροφορίες και η οντολογία συνδέει το πληροφοριακό υλικό με τις συγκεκριμένες αναζητήσεις του
Προσαρμοστικότητα	Δυναμική, το περιεχόμενο της γνώσης αλλάζει σύμφωνα με την εμπειρία του μαθητευόμενου	Όλα τα παραπάνω!

Πηγή: Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007

Το Web παρέχει την αναγκαία υποδομή για την υποστήριξη e-learning εφαρμογών, ενώ ο σημασιολογικός ιστός ενισχύει αυτό το περιβάλλον με τη σημασιολογική αναπαράσταση της γνώσης. Η παρούσα ενότητα εστιάζει στον τρόπο που η σημασιολογία μπορεί να βελτιώσει και να εξελίξει τις τρέχουσες e-learning εφαρμογές (Ζαβαλιάδης&Πίτσα, 2007).

#### ➤ *Semantic Portals.*

Τα Web portals (διαδικτυακές πύλες) αποτελούν ολοκληρωμένους ιστοχώρους όπου οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε ποικίλες πληροφορίες, υπηρεσίες και εφαρμογές. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις σχεδιασμού και υλοποίησής τους συχνά αποτυγχάνουν να παρέχουν το είδος των πληροφοριών ή το επίπεδο υπηρεσίας που απαιτούν οι χρήστες. Οι περιορισμοί αυτοί αφορούν κυρίως στη δημιουργία, αναζήτηση, πρόσβαση, εξαγωγή, ερμηνεία, επεξεργασία και ενημέρωση των παρεχόμενων πληροφοριακών πόρων. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε υψηλά κόστη συντήρησης, περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση πόρων, προβληματική προσθήκη νέων τύπων πληροφοριών, κλπ.

Οι τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού βοηθούν να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί και διευκολύνουν το σχεδιασμό και την εφαρμογή των semantic portals (σημασιολογικών πυλών) που θεωρούνται η επόμενη γενιά διαδικτυακών πυλών και

βελτιώνουν τη διανομή και την ανταλλαγή πληροφοριών σε χρήστες οι κοινότητες χρηστών. Οι πόροι τους μπορούν να δεικτοδοτηθούν μέσω οντολογιών επιτρέποντας την πλοήγηση, αναζήτηση και συλλογισμό με χρήση κειμενικών και σημασιολογικών πληροφοριών οδηγώντας σε καλύτερα αποτελέσματα.

Παράλληλα, γίνεται ευκολότερη η αναπροσαρμογή-ενημέρωση της δομής του portal, καθώς επίσης και η διαμοίραση-επαναχρησιμοποίηση του περιεχομένου το οποίο διαχωρίζεται από τη δομή, ενώ παρέχονται και πλούσιες δομικές συνδέσεις. Για παράδειγμα, ένας ευφυής πράκτορας που παρατηρεί τη συμπεριφορά του διδασκόμενου (π.χ. πλοήγηση, αποτελέσματα αξιολόγησης, αλληλεπίδραση με ένα εικονικό πείραμα κλπ.) μπορεί να του παρέχει κατάλληλη ανατροφοδότηση, συνδέσεις και μαθησιακό υλικό.

➤ ***Semantic Search.***

Η παραδοσιακή αναζήτηση λέξεων-κλειδιών μπορεί να ενισχυθεί με τη προσθήκη σημασιολογικών πληροφοριών βασισμένων σε μεταδεδομένα και οντολογίες. Με αυτόν τον τρόπο, οι απλές ιστοσελίδες μπορούν να μετασχηματιστούν σε ευφυείς, σημασιολογικά σχολιασμένες ιστοσελίδες, στις οποίες η αναζήτηση συγκεκριμένων πληροφοριών, μαθημάτων, ασκήσεων κλπ., είναι περισσότερο περιεκτική και ακριβής. Στο semantic search (σημασιολογική αναζήτηση) οι υπηρεσίες είναι σημασιολογικά εμπλουτισμένες και οι μηχανές αναζήτησης μπορούν να επιλέξουν εκείνες που τους επιτρέπουν να διαχειριστούν την ερώτηση πιο αποτελεσματικά.

➤ ***Personalization.***

Το personalization (εξατομίκευση) είναι μια από τις πιο ελπιδοφόρες προσεγγίσεις για την επίλυση του πληροφοριακού υπερφόρτου (information overload) και παρέχει στους χρήστες προσαρμοσμένες e-εμπειρίες.

## **5.5 Τηλεκπαίδευση και πλαίσιο εφαρμογής**

Ο παγκόσμιος Ιστός μεταμορφώνει σήμερα πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας ανάμεσα στους οποίους και την εκπαίδευση. Παραδοσιακά η εκπαίδευση χαρακτηριζόταν από τις ακόλουθες ιδιότητες:

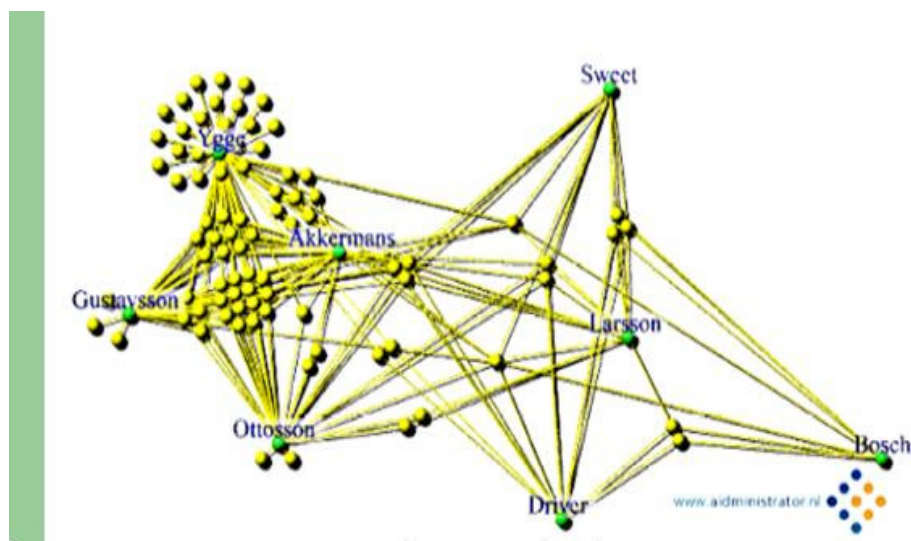
- Καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό. Ο διδάσκων επιλέγει το περιεχόμενο και τα παιδαγωγικά μέσα της παράδοσης και καθορίζει το πρόγραμμα και το ρυθμό εκμάθησης

- Γραμμική πρόσβαση. Η γνώση διδάσκεται με μια προκαθορισμένη σειρά. Ο εκπαιδευόμενος δεν επιτρέπεται να αποκλίνει από αυτή τη σειρά επιλέγοντας τμήματα με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον ίδιο.
- Εξάρτηση από το χρόνο και τον τόπο. Η μάθηση λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένες ώρες και συγκεκριμένα μέρη.

Το αποτέλεσμα είναι ότι η εκπαίδευση δεν είναι εξατομικευμένη αλλά στοχεύει αντιθέτως στη μαζική συμμετοχή. Παρότι οι παραδοσιακές διαδικασίες μάθησης είναι αποδοτικές και σε πολλές περιπτώσεις αποτελεσματικές δεν είναι κατάλληλες για κάθε πιθανό εκπαιδευόμενο. Η εμφάνιση του Διαδικτύου άνοιξε το δρόμο για την υλοποίηση νέων εκπαιδευτικών διαδικασιών.

Οι αλλαγές είναι ήδη ορατές στην ανώτατη εκπαίδευση. Τα πανεπιστημιακά ιδρύματα επανεστιάζουν τις δραστηριότητες τους ολοένα και περισσότερο, ώστε να παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία στους εκπαιδευόμενους. Τα εικονικά πανεπιστήμια και οι δικτυακοί κύκλοι σπουδών αποτελούν ένα μικρό μόνο μέρος αυτών των δραστηριοτήτων. Η ευελιξία καθώς και νέα εκπαιδευτικά μέσα υλοποιούνται στις παραδοσιακές πανεπιστημιούπολεις όπου η παρουσία των φοιτητών είναι ακόμα απαραίτητη αλλά με λιγότερους περιορισμούς.

Οι φοιτητές μπορούν διαρκώς να κάνουν επιλογές να καθορίζουν το περιεχόμενο και τις διαδικασίες αξιολόγησης το ρυθμό της εκμάθησης καθώς και την καταλληλότερη μέθοδο εκπαίδευσής τους. Επίσης μπορούμε να περιμένουμε πως η τηλεεκπαίδευση (e-learning) θα έχει ακόμα μεγαλύτερο αντίκτυπο στα επαγγελματικά προσόντα και τις διαδικασίες της δια βίου μάθησης.



Εικόνα 10: Το πρόβλημα

Σε σύγκριση με την παραδοσιακή εκπαίδευση, η τηλεεκπαίδευση δεν είναι καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό. Συγκεκριμένα οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να έχουν πρόσβαση στην ύλη χωρίς κάποια προκαθορισμένη σειρά, και μπορούν να συνθέσουν μεμονωμένα μαθήματα επιλέγοντας την εκπαιδευτική ύλη.

Μια τέτοια προσέγγιση θα λειτουργήσει αν η διδακτέα ύλη είναι εφοδιασμένη με πρόσθετες πληροφορίες για την υποστήριξη της αποτελεσματικής δεικτοδότησης και ανάκτησης. Η χρήση μεταδεδομένων είναι μια φυσική απάντηση και έχει ακολουθηθεί ως ένα βαθμό από τους βιβλιοθηκονόμους για μεγάλο διάστημα. Στην κοινότητα της τηλεεκπαίδευσης έχουν εμφανιστεί πρότυπα όπως το LOM του ινστιτούτου IEEE. Αυτά συσχετίζουν τη διδακτέα ύλη με πληροφορίες όπως εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές ιδιότητες, δικαιώματα πρόσβασης και όρους χρήσης, καθώς και σχέσεις με άλλες εκπαιδευτικές πηγές. Παρόλο που τα πρότυπα αυτά είναι χρήσιμα παρουσιάζουν ένα μειονέκτημα, το οποίο είναι κοινό σε όλες τις λύσεις που βασίζονται αποκλειστικά σε μεταδεδομένα(προσεγγίσεις τύπου XML):την απουσία σημασιολογίας.

Το αποτέλεσμα είναι ότι ο συνδυασμός ύλης από διαφορετικούς συγγραφείς ενδέχεται να είναι δύσκολος, η ανάκτηση μπορεί να μην υποστηρίζεται με βέλτιστο τρόπο και η οργάνωση των πηγών μάθησης πρέπει να γίνεται με μη αυτόματο τρόπο. Τέτοια προβλήματα μπορούν να αποφευχθούν με την προσέγγιση του Σημασιολογικού Ιστού.

## 6. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Σημασιολογικού Ιστού

### 6.1 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα των σημασιολογικών τεχνολογιών για την μάθηση και τη διδασκαλία και τα οφέλη που προσφέρουν στους τομείς των ψηφιακών βιβλιοθηκών, εικονικών κοινοτήτων και της ηλεκτρονικής μάθησης αποτελούν θέμα συζήτησης κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων. Η χρήση του σημασιολογικού ιστού στην εκπαίδευση αφορά στην περιγραφή εκπαιδευτικών πόρων, στο περιεχόμενο μάθησης, τους ανθρώπους και τις υπηρεσίες, διασυνδεδεμένα δεδομένα καθώς και στον τρόπο με τον οποίο μπορούν οι τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού να συνδυαστούν με έξυπνο τρόπο για μια προηγμένη εμπειρία μάθησης. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν στο άρθρο του οι τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού μπορούν να:

- Βοηθήσουν την ροή εργασίας της παράδοσης και αναθεώρησης μαθημάτων προτείνοντας σχετικό περιεχόμενο και άτομα στο πλαίσιο του μαθήματος και του ιδρύματος.
- Βοηθήσουν τους μαθητές/φοιτητές προτείνοντάς τους πόρους που ταιριάζουν με τα θέματα των εργασιών τους και άτομα που μπορούν να βοηθήσουν με τις δραστηριότητές τους.
- Σχηματίσουν ομάδες για συλλογική εργασία βασισμένη στο υπόβαθρο μαθητών φοιτητών, στις προσωπικές τους προτιμήσεις και σε προηγούμενες επιτυχημένες συνεργασίες.
- Υποστηρίξουν την κριτική σκέψη και την επιχειρηματολογία με την απεικόνιση επιχειρημάτων και την σύνδεση σχετικών συζητήσεων.
- Υποστηρίξουν αποτελεσματικά διαθεματικές δραστηριότητες σε διάφορους τομείς ταιριάζοντας άτομα και πόρους από διάφορα ιδρύματα ή τμήματα.
- Προσφέρουν πιο αποτελεσματική εξατομικευμένη γνώση βοηθώντας μέλη που εμπλέκονται στη μάθηση και τη διδασκαλία.
- Υποστηρίξουν πιο αποτελεσματικά την ομαδική εργασία ως μέρος των μαθησιακών δραστηριοτήτων για την ενθάρρυνση της καινοτομίας

Παρόλα τα παραπάνω οφέλη όμως, η δυνατότητα χρήσης εκπαιδευτικών διασυνδεδεμένων δεδομένων παραμένει σχετικά ανεκμετάλλευτη από τον εκπαιδευτικό τομέα. Εφαρμογές και υπηρεσίες συχνά κάνουν χρήση περιορισμένων συνόλων δεδομένων. Πολλά πανεπιστήμια όμως αρχίζουν να ασχολούνται με την ανάπτυξη εφαρμογών που χρησιμοποιούν τον σημασιολογικό ιστό και τα διασυνδεδεμένα δεδομένα, εισάγοντας μια παραδειγματική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο προσφέρονται οι εκπαιδευτικές υπηρεσίες, βελτιώνοντας με τον τρόπο αυτό τις εκπαιδευτικές διαδικασίες και μειώνοντας σημαντικά το κόστος παροχής της εκπαίδευσης. (Αικατερίνη Τσαρτσάλη, 2015)

Με την εφαρμογή των τεχνολογιών του σημασιολογικού ιστού είναι πιθανό να αυτοματοποιηθούν διαδικασίες, για παράδειγμα από την ολοκλήρωση όλων όσων χρειάζονται για ένα ταξίδι έως την ενημέρωση των προσωπικών δεδομένων. Επομένως ο σημασιολογικός ιστός μπορεί να ερμηνευτεί ως ένα ιστός πληροφοριών στο Internet και στο Intranet που περιέχει χαρακτηριστικά σχολιασμού τα όποια έχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένες πληροφορίες που κάποιος χρειάζεται.

Ο σημασιολογικός ιστός στην πράξη έχει προσφέρει πλεονεκτήματα σε μια συνεχή βάση. Σε αρχικά στάδια έχει αποδειχθεί χρήσιμος σε εξελιγμένες λειτουργίες, όπως π.χ. η οργάνωση ανεφοδιασμού σε στρατιωτικές επιχειρήσεις. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματά του εκτείνονται και σε άλλες εφαρμογές. Τέτοιες εφαρμογές αφορούν για παράδειγμα θέματα υγείας, όπου η συμβολή του είναι αρκετά σημαντική καθώς συγκεντρώνει δεδομένα από διαφορετικές πηγές.

Ο σημασιολογικός ιστός έτσι εμπλουτίζει το περιεχόμενο με μεταδεδομένα, υιοθετεί οντολογίες για την ερμηνεία και επεξεργασία του περιεχομένου από τον Η/Υ, κάνει αυτόματη επεξεργασία περιεχομένου, έχει ξεκάθαρη σημασιολογία και δίνει την δυνατότητα αναπαράστασης της πολύπλοκης γνώσης.

## **6.2 Μειονεκτήματα**

Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα του σημασιολογικού ιστού είναι η απειλή Single-point-of-failure, δηλαδή η ξαφνική παύση λειτουργίας του συστήματος. Επιπλέον, η αρχιτεκτονική C/S (client/server) δεν ευνοεί μεγάλης κλίμακας εφαρμογές. Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα είναι η σημασιολογική ανομοιογένεια, καθώς και ποιος δημιουργεί μεταδεδομένα ή ποιος επισημαίνει το



περιεχόμενο. Προβλήματα παρουσιάζονται τέλος από την αδυναμία των ηλεκτρονικών υπολογιστών να κατανοήσουν το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας, καθώς και να επεξεργαστούν οποιαδήποτε πληροφορία.

## **7. Συμπεράσματα και προοπτικές**

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκαν οι βασικές ιδέες, γλώσσες και τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού και περιγράφηκε ένας αριθμός ενδεικτικών εφαρμογών. Στη συνέχεια, θα παρατεθεί μια ανάλυση και επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης στην έρευνα για το Σημασιολογικό Ιστό.

Διακρίνονται τρεις κύριοι στόχοι για το Σημασιολογικό Ιστό. Οι στόχοι αυτοί συχνά υπονοούνται, αλλά οι διαφορές μεταξύ τους οδηγούν συνήθως σε αντιπαραθέσεις για τις σχεδιαστικές επιλογές, τη δυνατότητα εφαρμογής των διάφορων τεχνικών και τη σκοπιμότητα των εφαρμογών.

### **7.1 Ερμηνεία 1 : Ο Σημασιολογικός Ιστός ως Ιστός δεδομένων**

Στην πρώτη ερμηνεία ο βασικός στόχος του Σημασιολογικού Ιστού είναι η δυνατότητα ενοποίησης των δομημένων και ημιδομημένων πηγών δεδομένων στο διαδίκτυο. Η κύρια μέθοδος είναι η εξής: εκθέτουμε σύνολα δεδομένων στον Ιστό σε μορφή RDF και χρησιμοποιούμε τη γλώσσα RDF Schema για να εκφράσουμε την επιδιωκόμενη σημασιολογία αυτών των συνόλων δεδομένων, ώστε να επιτρέψουμε την ενοποίηση και την εξειδικευμένη επαναχρησιμοποίηση τους. Ένα τυπικό σενάριο χρήσης αυτής της εκδοχής του Σημασιολογικού Ιστού είναι ο συνδυασμός γεωγραφικών δεδομένων με ένα σύνολο αξιολογήσεων εστιατορίων από πελάτες, με σκοπό την παροχή μιας εμπλουτισμένης πηγής πληροφοριών.

### **7.2 Ερμηνεία 2 : Ο Σημασιολογικός Ιστός ως εμπλουτισμός του υπάρχοντος Ιστού**

Στη δεύτερη ερμηνεία ο στόχος του Σημασιολογικού Ιστού είναι να βελτιώσει τον υπάρχοντα Παγκόσμιο Ιστό. Οι τυπικές περιπτώσεις χρήσεις περιλαμβάνουν τις αναβαθμισμένες μηχανές αναζήτησης, τη δυναμική εξατομίκευση των ιστότοπων και το σημασιολογικό εμπλουτισμό των υφιστάμενων ιστοσελίδων. Οι πηγές των απαιτούμενων σημασιολογικών μεταδεδομένων σε αυτή την εκδοχή του Σημασιολογικού Ιστού υποτίθεται ότι είναι αυτοματοποιημένες: εξαγωγή εννοιών, αναγνώριση επώνυμων οντοτήτων, αυτόματη ταξινόμηση κ.α.

Προσφάτως, έχει ενισχυθεί η αντίληψη ότι η απαιτούμενη σημασιολογική σήμανση μπορεί επίσης να παραχθεί από κοινωνικούς μηχανισμούς σε κοινότητες που παρέχουν σήμανση μεγάλης κλίμακας παραγόμενη από ανθρώπους. Ασφαλώς υπάρχουν επικαλύψεις μεταξύ των δύο εκδοχών του Σημασιολογικού Ιστού. Και οι δύο βασίζονται στη χρήση σημασιολογικής σήμανσης, συνήθως με τη μορφή μεταδεδομένων που περιγράφονται από σχήματα παρόμοια με οντολογίες. Όμως το πιο αξιοσημείωτο στοιχείο είναι οι σημαντικές διαφορές: διαφορετικοί στόχοι, διαφορετικές πηγές σημασιολογίας, διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης, διαφορετικές τεχνολογίες.

### **7.3 Ερμηνεία 3 : Ο Σημασιολογικός Ιστός στην Ακαδημαϊκή Κοινότητα**

Οι βασικές ιδέες του Σημασιολογικού Ιστού, δηλαδή η κοινή μεριζόμενη σημασία και τα επεξεργάσιμα από υπολογιστές μεταδεδομένα δημιουργούν μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της τηλεεκπαίδευσης. Ο Σημασιολογικός Ιστός μπορεί να υποστηρίξει τόσο τα σημασιολογικά ερωτήματα όσο και την εννοιολογική πλοήγηση στο εκπαιδευτικό υλικό:

- Καθοδήγηση από τον εκπαιδευόμενο. Η διδακτέα ύλη που προέρχεται ενδεχομένως από διαφορετικούς συγγραφείς, μπορεί να συνδεθεί με κοινά αποδεκτές οντολογίες. Επίσης το εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να ανακτηθεί στα πλαίσια πραγματικών προβλημάτων, με απόφαση του εκπαιδευμένου.
- Ευέλικτη πρόσβαση. Η γνώση μπορεί να προσπελαστεί με οποιαδήποτε σειρά ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες του εκπαιδευμένου. Φυσικά κατάλληλα σημασιολογικά σχόλια θα εξακολουθούν να θέτουν περιορισμούς σε περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητη προαπαιτούμενη γνώση. Αλλά θα υποστηρίζεται γενικά η μη γραμμική πρόσβαση
- Ενοποίηση. Ο Σημασιολογικός Ιστός μπορεί να παρέχει μια ενιαία πλατφόρμα για τις επιχειρηματικές διεργασίες των οργανισμών και οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτές τις διεργασίες. Η λύση αυτή μπορεί να είναι ιδιαίτερα πολύτιμη για τις εμπορικές εταιρίες.

## 8. Βιβλιογραφία

- Αντωνίου, Γ., van Harmelen, F., (2009), Εισαγωγή στο σημασιολογικό ιστό, Δεύτερη Αμερικάνικη Έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Αρναούτη, Ε., (2007), 'ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΙΣΤΟΥ.', Πτυχιακή εργασία, ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ, ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ.
- Baader, F., Calvanese, D., McGuinness, D., Nardi, D. and Patel-Schneider, P.,F., (2003), *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications.*, Cambridge: Cambridge University Press
- BernersLee, T., Fischetti, M., (1999), *Weaving the Web.* HarperSanFrancisco, chapter 12, ISBN 9780062515872
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O., (2001), *The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers would unleash a revolution of new possibilities*, Scientific American
- Γκατσώνη, Γ., Βασιλειάδης, Ν., (2009), *Εφαρμογή Τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού στη Διαχείριση Γνώσης στα Πλαίσια της ηλεκτρονικής Τραπεζικής*, Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Collins, A.,M., Quillian, M.,R., (1969), «Retrieval time from semantic memory», *Journal of verbal learning and verbal behavior* 8 (2): 240–247.
- Collins, A.,M., Quillian, M.,R., (1970), «Does category size affect categorization time?», *Journal of verbal learning and verbal behavior* 9 (4): 432–438.
- Collins, A.,M., Loftus, E.,F., (1975), «A spreading activation theory of semantic processing», *Psychological Review* 82 (6): 407–428.
- Dean, M., Schreiber, G., Bechhofer, S., van Harmelen, F., Hendler, J., Horrocks, I., McGuinness, D.,L., Patel-Schneider, P.,F. and Stein, L.,A., (2004), *OWL Web Ontology Language Reference.* W3C Recommendation 10 February 2004. Retrieved December 2016, from <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
- Καρακατσούλης, Δ., (2011), *Ηλεκτρονικό Εμπόριο & Σημασιολογικός Ιστός: Υλοποίηση του Ηλεκτρονικού Καταστήματος YourBooks*, Thesis, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής, Πάτρα

- Κορμπάκης, Π., (2012), Πρακτική Εφαρμογή των Οντολογιών ως Εργαλεία Αναπαράστασης και Διαχείρισης Γνώσης στην Ηλεκτρονική Υγεία., THESIS., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΚΟΖΑΝΗ.
- Lukasiewicz, T., Stracciab, U., (2008) Managing uncertainty and vagueness in description logics for the Semantic Web, *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web* Volume 6, Issue 4, November 2008, Pages 291–308 *Semantic Web Challenge 2006/2007*
- Μπέλλος, Ε., (2007), Ανάλυση, Σχεδιασμός και Υλοποίηση Επεκτάσεων Λειτουργικότητας Επικοινωνίας Μεσολογισμικού Πλέγματος, Thesis, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ, Αθήνα
- Ζαβαλιάδης, Δ., Πίτσα, Α., (2007), «Ο Σημασιολογικός Ιστός ως Μοχλός Ανάπτυξης μιας Νέας Γενιάς Ηλεκτρονικού Επιχειρείν», εργασία που παρουσιάστηκε στο ebusiness forum, Αθήνα, Ιούλιος 2007
- Quillian, M.,R., (1967), «Word concepts. A theory and simulation of some basic semantic capabilities», *Behavioral Science* 12 (5): 410–430.
- Σερέτη, Β., Καμέας, Α., (2015), Ανάπτυξη και αξιολόγηση οντολογίας γνωστικού πεδίου με βάση μαθησιακά αποτελέσματα., Thesis, Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Αθήνα.
- Αικατερίνη Τσαρτσάλη Πειραιάς, Σεπτέμβριος (2015) <<Ο Σημασιολογικός Ιστός και τα Ανοιχτά Διασυνδεδεμένα Δεδομένα στην Εκπαίδευση Ανάπτυξη θεματικής πύλης δυναμικής παρουσίασης ανοικτών και διασυνδεδεμένων εκπαιδευτικών δεδομένων>>
- Αικατερίνη Τσαρτσάλη 2015 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
- Χατζηγρήστου, Ε., (2009), “ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ”, ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΕΙΟΝΟΜΙΑΣ –ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΣΕ ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Κέρκυρα

## ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%99%CF%83%CF%84%CF%8C%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%99%CF%83%CF%84%CF%8C%CF%82)  
[http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/9227/Tsartsali\\_Aikaterini.pdf?sequence=1](http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/9227/Tsartsali_Aikaterini.pdf?sequence=1)

## Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1988 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Ντούσικος Δημήτριος και Τσιώλης Παναγιώτης, [2017]