

9/27/2017

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Εφαρμογή RDF βιβλιοθηκών σε CMS συστήματα
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Θεόδωρος Δημητριάδης
Πατρώνυμο	Κωνσταντίνος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΣΠ/ 14022
Επιβλέπων	Δημήτριος Αποστόλου, Αναπληρωτής Καθηγητής

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

Δ. Αποστόλου
Αν.Καθηγητής

(υπογραφή)

Δ. Βέργαδος
Αν.Καθηγητής

(υπογραφή)

Κ. Μεταξιώτης
Αν.Καθηγητής

Περίληψη	3
Λίστα Σχημάτων - Πινάκων	4
1. Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web)	4
1.1. Σημασιολογική Τεχνολογία Ιστού και Διασυνδεδεμένα Δεδομένα	5
1.1.1. Αρχιτεκτονική	5
1.1.2. Τεχνολογία	7
1.1.2.1. Μεταδεδομένα	7
1.1.2.2. Οντολογίες	7
1.1.2.3. Πράκτορες	8
1.1.2.4. Περιγραφικές Λογικές	8
1.2. Οντολογίες	9
1.2.1. Δομή Οντολογιών	9
1.2.2. Εργαλεία Ανάπτυξης και Δυνατότητες	10
1.2.2.1. Protege	11
1.3. Γλώσσες Αναπαράστασης Οντολογιών	12
1.3.1. RDF	12
1.3.2. Web Ontology Language (OWL)	13
1.3.3. SPARQL	13
1.4. Δημοσίευση Οντολογιών	14
2. Drupal και Συστήματα CMS (Content Management System - CMS)	16
2.1. Drupal CMS	16
2.2. Γιατί Drupal;	17
2.3. Πρόσθετα	19
2.4. Σημασιολογικός Ιστός και Drupal	19
2.4.1. Χαρακτηριστικά Σημασιολογικού Ιστού στο Drupal 7	22
3. Υλοποίηση Εργασίας Α' Μέρους	24
3.1. Ανάλυση Απαιτήσεων Ανάπτυξης Οντολογίας	24
3.2. Σχεδιαστική Δομή Οντολογίας	25
3.2.1. Κλάσεις	25
3.2.2. Περιγραφή Κλάσεων	26
3.2.3. Ανάλυση Λειτουργικότητας	29
3.4. Εξαγωγή Οντολογίας σε RDF Πρότυπο	35
4. Υλοποίηση Εργασίας Β' Μέρους (Drupal 7)	38
4.1. Στόχοι και Απαιτήσεις Υλοποίησης	38
4.2. Εισαγωγή Βιβλιοθήκης "travelplan" στο Drupal	39
4.3. Ανάπτυξη Τύπων Δεδομένων, Μενού και Περιεχομένου	40
4.4. RDF Mapping	48
5. SPARQL και SPARQL Endpoints	53
5.1. Εισαγωγή στην SPARQL και Χαρακτηριστικά	53
5.2. Μορφή Ερωτήσεων SPARQL	50
6. Τεχνική περιγραφή Μεταφοράς Ιστοσελίδας σε Εξυπηρετητή	55
7. Βιβλιογραφία	57

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. *Semantic Web*

Εικόνα 2. *Semantic Web Stack*

Εικόνα 3. *Γραφική Αναπαράσταση Οντολογίας*

Εικόνα 4. *CMS platforms*

Εικόνα 5. *Σχηματική αναπαράσταση του πυρήνα Drupal και της επιπρόσθετης λειτουργικότητας που επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση πρόσθετων*

Εικόνα 6. *Drupal Usage By Version*

Εικόνα 7. *Drupal Default Content Types*

Εικόνα 8. *Drupal Default Article Content Type Fields*

Εικόνα 9. *Drupal Default Basic Page Content Type Fields*

Εικόνα 10. *Drupal Default RDF Schema*

Εικόνα 11. *Superclasses of travelplan OWL Ontology*

Εικόνα 12. *Destination class*

Εικόνα 13. *Inferred Hierarchy- Backpackers Destination*

Εικόνα 14. *BackPackers Destination Condition*

Εικόνα 15. *BudgetAccommodation Class Conditions*

Εικόνα 16. *Campground classification After Reasoner Execution*

Εικόνα 17. *Στιγμιότυπα μέλη της κλάσης Capital*

Εικόνα 18. *Στιγμιότυπα μέλη της κλάσης RetireeDestination - Inferred Hierarchy*

Εικόνα 19. *Format εξαγωγής οντολογίας*

Εικόνα 20. *Το Περιεχόμενο του Αρχείου travelplan.owl*

Εικόνα 21. *Στιγμιότυπο από το μενούModulestov Drupal- RDF*

Εικόνα 22. *Installed RDF libraries - Drupal*

Εικόνα 23. *Content types*

Εικόνα 24. *Content typeAccommodation*

Εικόνα 25. *Content typeAccommodation fields*

Εικόνα 26. *Accommodation content type - Rating field*

Εικόνα 27. *Accommodation Rating Taxonomy*

Εικόνα 28. *Front-End Accommodation Content with Rating Taxonomy*

Εικόνα 29. *Back-End and Front-End menu display*

Εικόνα 30. *Retiree Destination View*

Εικόνα 31. *View module – Retiree View Filter Criteria*

Εικόνα 32. *Retiree Destination Inferred individuals*

Εικόνα 33. *Retiree Destination Web display*

Εικόνα 34. *National Park RDF Mapping*

Εικόνα 35. *National Park Class Conditions*

Εικόνα 36. *National Park RDF Mapping for Accommodation and Activity*

Εικόνα 37. *HTML Format of Drupal Website Object, after RDF Mapping - 1*

Εικόνα 38. *HTML Format of Drupal Website Object, after RDF Mapping - 2*

Εικόνα 39. *SPARQL Endpoint*

Περίληψη

Το διαδίκτυο ή αλλιώς ο παγκόσμιος ιστός, αποτελεί μια δεξαμενή πληροφοριών που διαρκώς πολλαπλασιάζονται από την ακατάπαυστη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των χρηστών του. Ένα τόσο μεγάλης κλίμακας ανοιχτό σύστημα διασυνδεδεμένων πληροφοριών δεν θα μπορούσε να μείνει ανεκμετάλλευτο και να μην δημιουργήσει μια τάση ανάπτυξης μοντέλων χαρτογράφησης του περιεχομένου του. Τα δεδομένα, όταν αξιοποιούνται σωστά, αποκτούν αξία και επιφέρουν τεράστιο όφελος σε όλους τους τομείς της παγκόσμιας αγοράς και της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας. Για τον λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται έντονο το ενδιαφέρον της Πληροφορικής, προσδίδοντας μεγάλη βαρύτητα στην ανάπτυξη και βελτίωση μεθόδων, τεχνολογιών και εργαλείων για την ωφέλιμη διαχείριση και εκμετάλλευση των ψηφιακών δεδομένων του διαδικτύου.

Ένα υποσύνολο του τεράστιου όγκου πληροφοριών του Ιστού αφορά τα ανοικτά δεδομένα (Open Data), τα οποία αποτελούν πληροφορίες, δημόσιες ή άλλες, στις οποίες ο καθένας μπορεί να έχει πρόσβαση και να τις χρησιμοποιεί περαιτέρω για οποιονδήποτε σκοπό, με στόχο να προσθέσει αξία σε αυτές. Σκοπός είναι, τα ανοικτά δεδομένα να καταστούν Ανοικτά Διασυνδεδεμένα Δεδομένα (Linked Data). Τα Διασυνδεδεμένα Δεδομένα, αποκτούν νόημα αντιληπτό και επεξεργάσιμο από μηχανές, επειδή περιγράφονται σημασιολογικά με την χρήση οντολογιών. Το σύνολο των δεδομένων αυτών, δίνει δομή στο ουσιαστικό περιεχόμενο των ιστοσελίδων και φέρνει την επέκταση του σημερινού Ιστού, τον Σημασιολογικό Ιστό (semantic web, 3ης γενιάς). Ο Σημασιολογικός Ιστός βασίζεται σε τεχνολογίες που ήδη υπάρχουν (URI και XML) αλλά και σε νέες τεχνολογίες (RDF, RDFS, OWL κ.α., που αναπτύχθηκαν προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες μιας τέτοιας υλοποίησης. Το RDF είναι ένα σύστημα για τη μοντελοποίηση δεδομένων και αποτελεί γλώσσα ιστού. Δίνει σημασιολογική ταυτότητα στο περιεχόμενο μέσω των προσδιοριστικών, μετατρέποντάς το σε αναγνώσιμο από τον υπολογιστή και δίνοντας το πλεονέκτημα της ανταλλαγής, επαναχρησιμοποίησης, ενσωμάτωσης και εξαγωγής δεδομένων μεταξύ διαδικτυακών εφαρμογών, ιστοσελίδων κ.α..

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να περιγραφεί η μεθοδολογία ανάπτυξης σημασιολογικού περιεχομένου στον Ιστό, η διαδικασία δημιουργίας και αξιοποίησης RDF και OWL βιβλιοθηκών στο διαδίκτυο και να εξεταστεί ο ρόλος γνωστών CMS συστημάτων στην τεχνολογία του SemanticWeb. Ειδικότερα, θέλουμε να γίνει κατανοητή η δυνατότητα αξιοποίησης RDF βιβλιοθηκών μέσω του συστήματος Drupal και κυρίως η χρήση εξωτερικών βιβλιοθηκών, η ανάπτυξη των οποίων πραγματοποιείται με κατάλληλα εργαλεία ανάπτυξης οντολογιών. Η χρήση Συστημάτων Διαχείρισης Περιεχομένου (CMS), είναι πλέον πολύ διαδεδομένη αφού δίνει μεγάλη ευελιξία στην ανάπτυξη δυναμικών διαδικτυακών Ιστοτόπων, με τεράστιες δυνατότητες παραμετροποίησης και ισχυρές κοινότητες υποστήριξης. Ένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα ανάπτυξης περιεχομένου αποτελεί το Drupal. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα, διαθέτει μια αρχιτεκτονική δομή η οποία υποστηρίζει την ενσωμάτωση RDF προσθέτων, τα οποία με κατάλληλη παραμετροποίηση, επιτρέπουν την αντιστοίχιση των δομικών στοιχείων των ιστοσελίδων, με στοιχεία οντολογιών/βιβλιοθηκών, έτσι ώστε το περιεχόμενο να περιγράφεται μέσω των RDF προτύπων. Η πληθώρα βιβλιοθηκών και οντολογιών που είναι διαθέσιμες, εφόσον ενσωματωθούν κατάλληλα στο περιεχόμενο, δίνουν μια σημασιολογική μορφή σε αυτό, προσδίδοντας πρακτική υπόσταση στην έννοια της επαναχρησιμοποίησης πληροφοριών.

Συνοψίζοντας, η δομική προσέγγιση της εργασίας επικεντρώνεται στις εξής ενότητες:

1. Ανάλυση αναγκών, απαιτήσεων και επιθυμητού μορφολογικού αποτελέσματος της ιστοσελίδας που πρόκειται να αναπτυχθεί.
2. Δημιουργία οντολογίας, τα δομικά στοιχεία της οποίας προκύπτουν από την προηγούμενη ανάλυση, με την χρήση εργαλείου ανάπτυξης οντολογιών. Ονοματοδοσία και εξαγωγή σε RDF μορφή, αναγνωρίσιμη από το σύστημά μας.
3. Βέλτιστες πρακτικές δημοσίευσης της βιβλιοθήκης RDF στον Ιστό, ώστε να είναι προσβάσιμη και χρηστική προς τους ενδιαφερόμενους.
4. Τρόποι εισαγωγής της βιβλιοθήκης στο σύστημα Drupal και ορθή ενσωμάτωση στον πυρήνα του συστήματος. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και τα απαραίτητα εργαλεία, τα οποία σε συνδυασμό με τις κατάλληλες ρυθμίσεις, διασφαλίζουν αρμονική λειτουργικότητα με το σύστημα διαχείρισης περιεχομένου.
5. Ανάπτυξη του βασικού περιεχομένου της ιστοσελίδας και αντιστοίχιση των δομικών στοιχείων της με αυτά της οντολογίας.
6. Περαιτέρω αναφορά σε δυνατότητες Drupal, όπως η χρήση της γλώσσα ερωτημάτων SPARQL για εξαγωγή γνώσης από το περιεχόμενο.

1. Σημασιολογικός Ιστός (SemanticWeb)

Χαρακτηριστικό της επικοινωνίας μέσω του Διαδικτύου είναι η άμεση και αμφίδρομη ανταλλαγή πληροφοριών. Δίνεται η δυνατότητα σε κάθε χρήστη ηλεκτρονικού υπολογιστή συνδεδεμένου στο Διαδίκτυο, να πληροφορηθεί αλλά και να πληροφορήσει, ανταλλάσσοντας απόψεις μέσω πολλών διαφορετικών και συμμετοχικών διαύλων επικοινωνίας. Μπορεί κανείς να ενημερωθεί, να ψυχαγωγηθεί, να εκπαιδευτεί αλλά και να εκπαιδεύσει, να συναλλάσσεται με διάφορες υπηρεσίες όπως Δημόσιο, Τράπεζες κ.λ.π. Το Διαδίκτυο είναι ένα αναπτυσσόμενο σύμπαν από διασυνδεδεμένες ιστοσελίδες και δικτυακές εφαρμογές, γεμάτο από βίντεο, εικόνες και διαδραστικό περιεχόμενο. Αυτό που ο μέσος χρήστης δεν χρειάζεται να βλέπει, είναι η αλληλεπίδραση των τεχνολογιών του Διαδικτύου, που κάνει δυνατά όλα τα παραπάνω.

Ο Σημασιολογικός Ιστός (Web 3.0) είναι μια επέκταση του σημερινού Ιστού, που προσδίδει δομική υπόσταση στο ουσιαστικό περιεχόμενο των ιστοσελίδων. Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική προσέγγιση της τεχνολογίας του semantic web, κάθε δημοσιευμένη πληροφορία περιέχει μετα-δεδομένα, τα οποία είναι κοινά για όλους, μπορούν να «κατανοούνται» και από μηχανές, οι οποίες βοηθούν στην καλύτερη συλλογή και επεξεργασία τους.

Ο Σημασιολογικός Ιστός βασίζεται σε τεχνολογίες που ήδη υπάρχουν (URI και XML) αλλά και σε νέες τεχνολογίες (RDF, RDFS, OWL, κα.), οι οποίες αναπτύσσονται με την βοήθεια των αντίστοιχων κοινοτήτων. Δεδομένου ότι ο νέος Ιστός τείνει να πάρει την μορφή μιας μεγάλης βάσης όπου δεδομένα από διαφορετικά πεδία θα συνδέονται μεταξύ τους, αναμένεται με την εξέλιξή του, να αποτελέσει σημαντικό κομμάτι ερευνών για τα οφέλη του.

Μερικά από τα πεδία στα οποία αναμένεται να έχει την μεγαλύτερη επίδραση είναι στον τομέα της υγείας, στην παιδεία και στις επιχειρήσεις. Υπάρχουν ήδη πολλές προσπάθειες από εταιρείες, ερευνητές και μη κερδοσκοπικές οργανώσεις, να παραγάγουν πρότυπα οντολογιών, κυρίως για τα παραπάνω πεδία, για να υπάρχουν κοινές γλώσσες και περισσότερα δεδομένα τα οποία θα μπορούν να συνδυαστούν για μελέτη και εξαγωγή καλύτερων αποτελεσμάτων.

Στην υγεία, γίνεται προσπάθεια για τη δημιουργία ενοποιημένων γλωσσών ιατρικής ορολογίας και υπηρεσίες που θα βοηθάνε το ιατρικό προσωπικό και θα κατευθύνουν τους ασθενείς σε αξιόπιστες πληροφορίες υγείας σχετικά με την κατάστασή τους.

Στην εκπαίδευση, ο Σημασιολογικός Ιστός θα συμβάλει σημαντικά στην μάθηση κυρίως στον τρόπο αναζήτησης πληροφοριών, στην οργάνωση των αποτελεσμάτων και στη δημιουργία ενός προγράμματος μάθησης, προσανατολισμένο στις ανάγκες του καθενός.

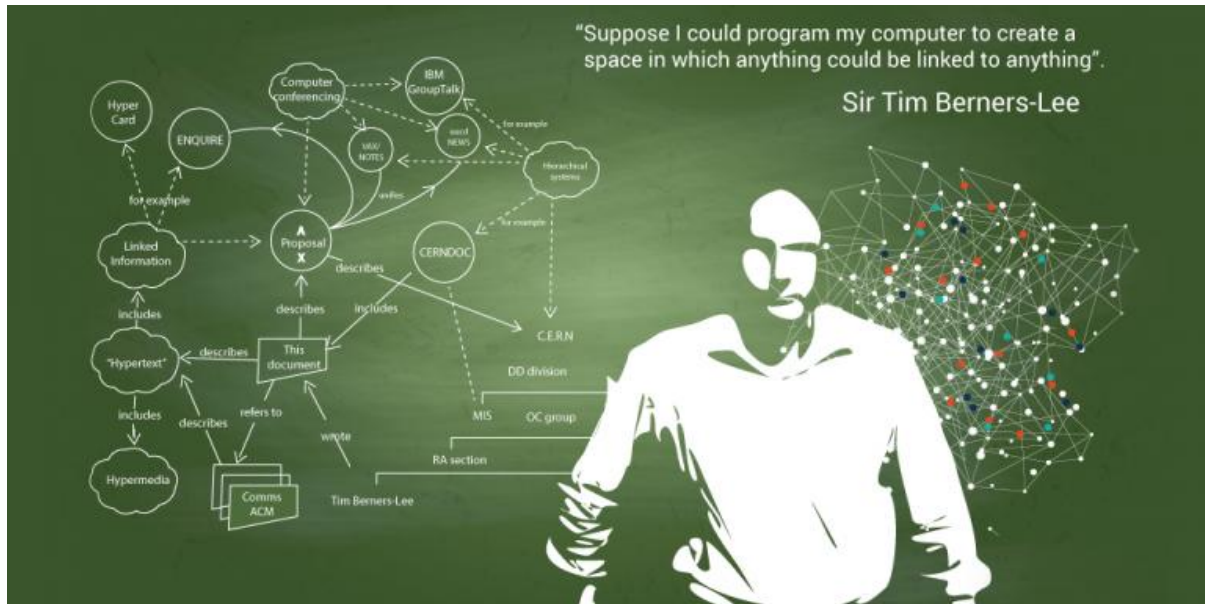
Στον επιχειρηματικό τομέα, θα υπάρχει καλύτερη οργάνωση των εταιριών, καλύτερες εμπειρίες για τους χρήστες στις διαδικτυακές αγορές και καλύτερος συντονισμός μεταξύ διαφορετικών εταιριών.

Στην καθημερινότητά θα υπάρχουν επιδράσεις του Web 3.0 στα κοινωνικά δίκτυα και εικονικές κοινότητες. Θα υπάρχουν εφαρμογές, οι οποίες θα δίνουν περισσότερες και πιο έμπιστες πληροφορίες και θα διευκολύνουν σημαντικά τις διαδικτυακές δραστηριότητες.

Ο σημασιολογικός Ιστός διαδίδεται από την κοινοπραξία World Wide Web Consortium (W3C), ένα διεθνές σώμα τυποποίησης - προτυποποίησης του Ιστού.

Υπάρχει μια ειδική ομάδα ανθρώπων, με ηγετική μορφή των Tim Berners-Lee, ιδρυτή του Ιστού και του Σημασιολογικού Ιστού, στην διεθνή κοινοπραξία του (W3C), που εργάζεται για την βελτίωση, επέκταση και τυποποίηση του συστήματος. Εκτός από τον κλασικό Ιστό εγγράφων η κοινοπραξία W3C βοηθά στο να οικοδομηθεί ένα πλαίσιο τεχνολογιών για την υποστήριξη του «Ιστού δεδομένων» (Web of data). Οι τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού επιτρέπουν στους ανθρώπους να δημιουργήσουν δεδομένα αποθηκευμένα στον Ιστό, να κατασκευάσουν λεξιλόγια (vocabularies) και να γράψουν κανόνες διαχείρισης των δεδομένων αυτών. Τα Διασυνδεδεμένα Δεδομένα είναι εμπλουτισμένα με τεχνολογίες όπως RDF, SPARQL, OWL, και SKOS.

Τα βασικά κίνητρα για το Σημασιολογικό Ιστό είναι δύο: η ενοποίηση των δεδομένων (data integration) και η παροχή «ευφύστερης» υποστήριξης των εργασιών των χρηστών. Αν τα προγράμματα των υπολογιστών μπορούσαν να εξάγουν νέα δεδομένα και συμπεράσματα από τις πληροφορίες που παρέχει ο Παγκόσμιος Ιστός, τότε θα υποστήριζαν καλύτερα την προσπάθεια των χρηστών για αναζήτηση πληροφοριών, επιλογή κατάλληλων πηγών, συνδυασμό πληροφοριών από πολλαπλές πηγές, κ.ο.κ. Σύμφωνα με το W3C, ο Σημασιολογικός Ιστός παρέχει μια διεθνώς προσβάσιμη πλατφόρμα που επιτρέπει σε αυτοματοποιημένα εργαλεία, αλλά και σε ανθρώπους, να επεξεργάζονται και να μοιράζονται δεδομένα. Προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος απαραίτητα είναι τα μεταδεδομένα (metadata) ή αλλιώς, η μεταπληροφορία, δηλαδή δεδομένα που αναφέρονται σε άλλα δεδομένα (data about data). Τα μεταδεδομένα κάνουν σαφή την πληροφορία που είναι αόριστη και την εκθέτουν προς αναζήτηση, επεξεργασία και ενοποίηση (integration). Πιο συγκεκριμένα, περιέχουν μέρος της σημασίας των δεδομένων, γεγονός που δικαιολογεί τον όρο «σημασιολογικός» στο Σημασιολογικό Ιστό.



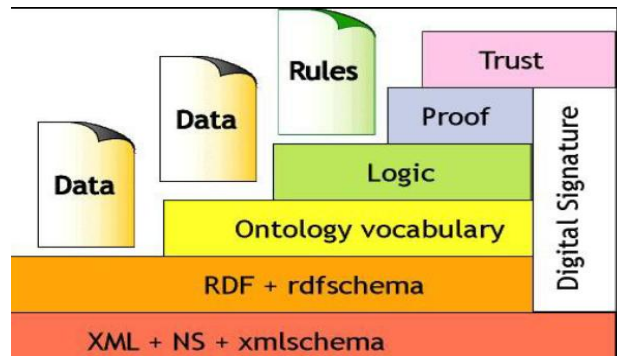
Εικόνα 1. Semantic Web

1.1. Σημασιολογική Τεχνολογία Ιστού και Διασυνδεδεμένα Δεδομένα

Στόχος του Σημασιολογικού Ιστού είναι να δημιουργηθούν οι υποδομές ώστε να εξαχθεί και να χρησιμοποιηθεί το σύνολο των πληροφοριών, από όσο το δυνατόν περισσότερες διαδικτυακές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των απλών ιστοσελίδων του διαδικτύου, των εταιρικών βάσεων δεδομένων, των διαδικτυακών ηλεκτρονικών υπηρεσιών, των πρακτόρων, ακόμη και των οικιακών συσκευών. Με αυτόν τον νέο τρόπο οργάνωσης των δεδομένων, ύστερα από αίτηση κάποιου χρήστη που αναζητά πληροφορίες ή παρεχόμενες υπηρεσίες στο Διαδίκτυο, οι ευφυείς λογισμικοί πράκτορες θα μπορούν να φιλτράρουν αποτελεσματικότερα τα δεδομένα που συλλέγουν ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες του χρήστη, αλλά και να παρουσιάζονται σε κατανοητή μορφή. Όπως προαναφέρθηκε, για να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί, δημιουργήθηκε μια νέα γενιά τεχνολογιών και εργαλείων, τα μεταδεδομένα και οι πράκτορες, αλλά και νέες γλώσσες οι οποίες αναπαριστούν την πληροφορία σε μορφή εύκολα κατανοητή και επεξεργάσιμη από τους πράκτορες, όπως είναι οι γλώσσες XML και OWL και το μοντέλοδεδομένων RDF.

1.1.1. Αρχιτεκτονική

Προκειμένου να υλοποιηθεί το όραμα του Σημασιολογικού Ιστού, είναι απαραίτητος ένας αριθμός από ενδιάμεσα βήματα-επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, ο Tim Berners-Lee πρότεινε τα συστατικά μέρη του Σημασιολογικού Ιστού όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2. Semantic Web Stack

Τα επίπεδα αυτά δεν ανταποκρίνονται αυστηρά στην έννοια της αρχιτεκτονικής λογισμικού, αλλά αποτελούν τεχνολογικά επίπεδα λειτουργικότητας.

Στο πρώτο επίπεδο βρίσκονται τα URIs (Uniform Resource Identifiers) που παρέχουν ένα πρότυπο τρόπο αναφοράς σε οντότητες και το Unicode, που πρόκειται για ένα σύστημα κωδικοποίησης χαρακτήρων που σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την ανταλλαγή, επεξεργασία και εμφάνιση κειμένων σε οποιαδήποτε γλώσσα του κόσμου (αντιστοιχώντας ένα μοναδικό αριθμό σε κάθε χαρακτήρα). Στο δεύτερο επίπεδο βρίσκεται η XML.

Η XML (eXtensible Markup Language) είναι μια γλώσσα σήμανσης όπως και η HTML, δηλαδή ένα σύνολο κανόνων (ή διαφορετικά ένα πακέτο κατευθυντήριων γραμμών και συμβάσεων) για το σχεδιασμό μορφών κειμένου που διευκολύνουν τη δόμηση ενός εγγράφου (document). Η XML δεν επιβάλλει κανέναν σημασιολογικό περιορισμό, αλλά θέτει ένα σύνολο κανόνων και κατευθυντήριων γραμμών για το σχεδιασμό μορφών κειμένου, οι οποίες διευκολύνουν τη δόμηση των δεδομένων με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολο να διαβαστούν και να επεξεργαστούν από ανθρώπους και προγράμματα. Κατ' επέκταση, το XML Schema είναι μια γλώσσα που περιορίζει τη δομή των XML εγγράφων. Συγκεκριμένα, καθορίζει τη «γραμματική» για τη δημιουργία έγκυρων XML αρχείων. Τα αρχεία μπορεί να αναφέρονται σε διαφορετικούς χώρους ονομάτων (namespaces) για να διαχωρίζουν μεταξύ δύο ετικετών που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά πράγματα, αλλά έχουν το ίδιο όνομα. Στη συνέχεια ακολουθούν άλλα πέντε επιπλέον επίπεδα τα οποία αναφέρονται αποκλειστικά στο Σημασιολογικό Ιστό. Στο τρίτο επίπεδο βρίσκεται το RDF (Resource Description Framework) που είναι ουσιαστικά το πρώτο επίπεδο που ασχολείται με τη σημασιολογία των δεδομένων. Πρόκειται για ένα μοντέλο περιγραφής και επεξεργασίας μεταδεδομένων και παρέχει τη δυνατότητα διαλειτουργικότητας μεταξύ εφαρμογών που ανταλλάσσουν πληροφορίες στο Διαδίκτυο. Χρησιμοποιεί URIs για την αναγνώριση διαδικτυακών πόρων καθώς και ένα μοντέλο κατευθυνόμενου ψευδο-γράφου με ετικέτες για την περιγραφή των σχέσεων μεταξύ αυτών των πόρων. Το RDF Schema πρόκειται για μια γλώσσα που αποτελεί τη σημασιολογική επέκταση της RDF και μπορεί να θεωρηθεί ως βασική για τη συγγραφή οντολογιών. Οργανώνει τα δεδομένα του ιστού σε κλάσεις και περιλαμβάνει σχέσεις τύπου is-a, μεταξύ κλάσεων και μεταξύ ιδιοτήτων, καθώς και περιορισμούς πεδίου/εμβέλειας για τις ιδιότητες. Παρέχει ένα απλό πλαίσιο συλλογιστικής για το συμπερασμό των τύπων των πόρων. Το RDFSchema όπως και το RDF είναι κωδικοποιημένα σε XML, χωρίς όμως να εφαρμόζουν υποχρεωτικά τη δένδρική δομή της XML.

Στο τέταρτο επίπεδο βρίσκονται οι οντολογίες. Υπάρχουν διάφορες γλώσσες αναπαράστασης οντολογιών. Όλες όμως παρουσιάζουν ομοιότητες. Περιλαμβάνουν ένα σύνολο εννοιών, μια ιεραρχία και συσχετίσεις μεταξύ των εννοιών. Οι γλώσσες αυτές παρέχουν πιο πολύπλοκους περιορισμούς στους τύπους των πόρων και τις ιδιότητές τους σε σύγκριση με την RDFS. Οι οντολογίες μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Η μια κατηγορία περιλαμβάνει οντολογίες που αποτελούν απλές ταξινομήσεις, και ονομάζονται light weight οντολογίες. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι οντολογίες οι οποίες μοντελοποιούν έννοιες και τις μεταξύ τους σχέσεις με τη χρήση αξιωμάτων και περιορισμών. Οι οντολογίες που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία ονομάζονται heavy weight οντολογίες. Στο πέμπτο επίπεδο βρίσκεται η λογική που παρέχει τη δυνατότητα αυτοματοποιημένου συλλογισμού και συμπερασμών βάσει των πληροφοριών που δομούνται σε μία οντολογία. Η λογική χρησιμοποιείται για την ανακάλυψη γνώσης που δε δίνεται ξεκάθαρα. Στο έκτο επίπεδο βρίσκεται η τεκμηρίωση (proof). Θα πρέπει τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί από δηλώσεις (statements) που γίνονται στο Σημασιολογικό Ιστό, να οδηγούν πίσω στις υποθέσεις που τα προκάλεσαν. Οι δημιουργοί των δηλώσεων θα πρέπει να μπορούν να παρέχουν τεκμήρια της εγκυρότητας των δηλώσεών τους τα οποία θα είναι ελέγξιμα από κάποια μηχανή. Στο επίπεδο αυτό δεν είναι απαραίτητο η μηχανή του αναγνώστη της δήλωσης να μπορεί να βρει μόνη της τις απαραίτητες αποδείξεις για την εγκυρότητα ή μη της δήλωσης, αλλά απλώς να μπορεί να ελέγξει τις αποδείξεις που παρέχονται από το δημιουργό της δήλωσης.

Τέλος, στο έβδομο επίπεδο βρίσκεται η εμπιστοσύνη (trust), όπου σε συνδυασμό με την τεχνολογία των ψηφιακών υπογραφών, θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι οι πληροφορίες που διακινούνται, επεξεργάζονται

και συμπεραίνονται στο Σημασιολογικό Ιστό είναι αξιόπιστες. Τα ψηφιακά πιστοποιητικά, παρέχουν αποδείξεις ότι ένα συγκεκριμένο πρόσωπο έχει γράψει (ή συμφωνεί με) ένα έγγραφο ή μία πρόταση. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να ξέρουμε ποιος έχει δημιουργήσει (ή έχει εγκρίνει), για παράδειγμα, κάποιες RDF προτάσεις που μας ενδιαφέρουν και να ρυθμίσουμε ανάλογα ένα πρόγραμμα επεξεργασίας των προτάσεων, σχετικά με το ποιες «υπογραφές» μπορεί να εμπιστευτεί και ποιες όχι.

1.1.2. Τεχνολογία

1.1.2.1. Μεταδομένα

Με τον όρο μεταδομένα εννοούνται τα δεδομένα που αναφέρονται και περιγράφουν το περιεχόμενο ή τη σημασία άλλων δεδομένων. Ένα μεταδομένο μπορεί να περιγράφει ένα στοιχείο ή ένα αντικείμενο ή μια συλλογή από αντικείμενα που περιέχονται σε μια ιστοσελίδα ή σε μια εφαρμογή. Ο βασικός σκοπός της χρήσης των μεταδομένων είναι η αποτελεσματικότερη ανάκτηση πληροφοριών. Συνεπώς, τα μεταδομένα χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο για να διευκολύνουν την κατανόηση, τη χρήση και τη διαχείριση των δεδομένων από τις μηχανές, ώστε να επιστρέφουν καλύτερα αποτελέσματα. Με τη χρήση των μεταδομένων οι προγραμματιστές και οι συγγραφείς των εφαρμογών και των εγγράφων που δημοσιεύονται και διακινούνται στον Παγκόσμιο Ιστό μπορούν να προσθέτουν σημασιολογική πληροφορία σε κάθε εφαρμογή, ιστοσελίδα ή έγγραφο για να περιγράψουν το περιεχόμενό τους. Συνεπώς, όταν οι μηχανές αναζήτησης καλούνται να εντοπίσουν πληροφορίες σχετικές με μια λέξη – κλειδί, ψάχνουν στα μεταδομένα για να εντοπίζουν πληροφορίες που είναι πραγματικά σχετικές με το ζητούμενο θέμα. Όσο περισσότερα μεταδομένα χρησιμοποιούνται τόσο πληρέστερη και ακριβέστερη είναι η περιγραφή των δεδομένων και τόσο πιο πιθανό είναι να επιστραφούν τα κατάλληλα αποτελέσματα. Υπάρχουν τρεις τύποι μεταδομένων:

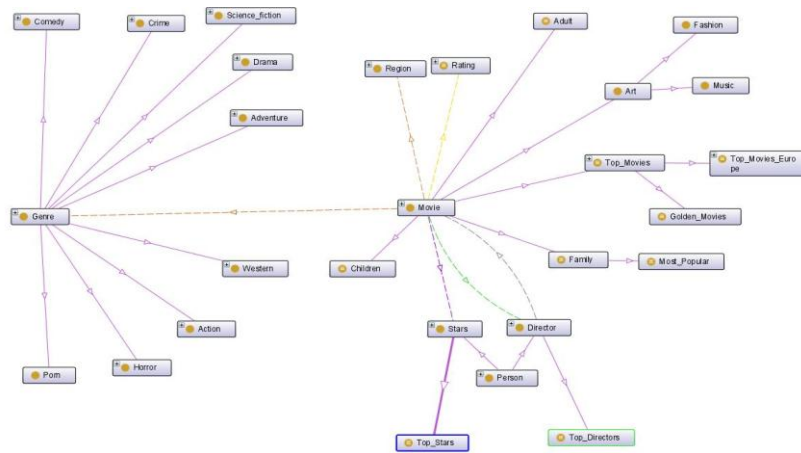
1) *Τα περιγραφικά (descriptive)* : δίνουν πληροφορίες για την περιγραφή του περιεχομένου του αρχείου (πχ. τίτλος, περίληψη, συγγραφέας, λέξεις – κλειδιά κλπ.).

2) *Τα δομικά (structural)* : που 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)* : που παρέχουν πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του αρχείου ή τον έλεγχο πρόσβασης σε αυτό (πχ. που, τότε, από ποιόν είχε δημιουργηθεί και ποιος έχει πρόσβαση).

1.1.2.2. Οντολογίες

Η οργάνωση των μεταδομένων οδηγεί στην 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 την περιγραφή ενός συνόλου δεδομένων με σκοπό την αναπαράσταση της γνώσης σχετικά με ένα θέμα. Για την κωδικοποίηση οντολογιών χρησιμοποιούνται ειδικές γλώσσες αναπαράστασης γνώσης, όπως η Περιγραφική Λογική (Description Logic). Οι περισσότερες οντολογίες έχουν κάποιες βασικές δομικές ομοιότητες, ανεξάρτητα από τη γλώσσα με την οποία περιγράφονται. Κάθε οντολογία περιγράφει διακριτά αντικείμενα ή στιγμιότυπα (individuals), όπως π.χ. ανθρώπους, ζώα ή οχήματα. Η οντολογία παρέχει ένα είδος ταξινόμησης και ομαδοποίησης στα αντικείμενα αυτά, οπότε συγκροτούνται κλάσεις (classes) 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 (υπερκλάσεις – υποκλάσεις). Επιπλέον, σε κάθε αντικείμενο αντιστοιχούν κάποια χαρακτηριστικά (attributes). Κάθε χαρακτηριστικό έχει ένα όνομα και μια τιμή. Μέσω των χαρακτηριστικών μπορούν να περιγραφούν σχέσεις (relationships) 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.



Εικόνα 3. Γραφική Αναπαράσταση Οντολογίας

1.1.2.3. Πράκτορες

Οι πράκτορες είναι εφαρμογές λογισμικού, 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 δύο τρόπους. Στον πρώτο, οι πράκτορες περιηγούνται στο διαδίκτυο, επεξεργάζονται και εξάγουν πληροφορίες από τις ιστοσελίδες που επισκέπτονται ενώ στον δεύτερο, λειτουργούν ως διαμεσολαβητές (mediators), μεταξύ ανόμοιων πηγών πληροφόρησης με αυστηρά καθορισμένη σύνταξη και σημασιολογία ανταλλαγής πληροφοριών. Στον Σημασιολογικό Ιστό οι λειτουργίες που εκτελούν οι προσωπικοί πράκτορες διαδοχικά συνοψίζονται ως εξής: Οι πράκτορες πρώτα δέχονται κάποια αιτήματα εξυπηρέτησης από τους χρήστες, έπειτα αναζητούν πληροφορίες από τις πηγές του διαδικτύου, επικοινωνούν με άλλους πράκτορες, συγκρίνουν τις πληροφορίες σχετικά με τα αιτήματα και τις προτιμήσεις των χρηστών, επιλέγουν μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων και τέλος δίνουν τη λύση στον χρήστη ο οποίος λαμβάνει και την τελική απόφαση. Ο ρόλος των πρακτόρων στο Σημασιολογικό Ιστό δεν είναι ούτε η αντικατάσταση της ανθρώπινης βούλησης, ούτε και η λήψη τελικών αποφάσεων. Ο χρήστης είναι εκείνος που δίνει εντολές και παίρνει αποφάσεις. Οι πράκτορες συγκεντρώνουν και οργανώνουν πληροφορίες καθώς επίσης παρουσιάζουν τις όποιες επιλογές υπάρχουν σε κάθε περίπτωση, έτσι ώστε ο χρήστης να διευκολυνθεί στην τελική απόφαση που λαμβάνει. Η εξεύρεση τέτοιων πληροφοριών μπορεί 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 εκτός από τις οντολογίες για την μεταξύ τους συνεννόηση, αλλά και τη βοήθεια που προσφέρουν στην αναζήτηση πληροφοριών στον Ιστό, χρησιμοποιούν και μεταδεδομένα για να εξάγουν τις πληροφορίες που βρίσκουν στον Ιστό, αλλά και τη λογική για να βγάλουν συμπεράσματα. Οι πράκτορες γίνονται όλο και περισσότερο χρήσιμοι και απαραίτητοι κατά την πλοήγηση στο διαδίκτυο, καθώς το περιεχόμενο αυτού αλλάζει και γίνεται πιο προσιτό και επεξεργάσιμο από τα προγράμματα αυτά.

1.1.2.4. Περιγραφικές Λογικές

Με τον όρο Περιγραφικές Λογικές (Description Logics - DL) αναφερόμαστε σε μια δομημένη μέθοδο αναπαράστασης γνώσης, με τη βοήθεια της οποίας μπορούμε να αναπαραστήσουμε τις έννοιες και τις συσχετίσεις ενός πεδίου εφαρμογής με φορμαλιστικό τρόπο, που επιτρέπει εξαγωγή συμπερασμάτων μέσω συλλογισμού (reasoning). Οι Περιγραφικές Λογικές αποτελούν υποσύνολα της λογικής πρώτης τάξης και έχουν ως προέλευση τα σημασιολογικά δίκτυα και τα συστήματα πλαισίου (frame systems). Αποτελούν μια οικογένεια γλωσσών για τον ορισμό του λεξιλογίου και την περιγραφή των εννοιών και των συσχετίσεων που

συνθέτουν ένα πεδίο εφαρμογής (application domain). Για το σκοπό αυτό, οι Περιγραφικές Λογικές είναι εφοδιασμένες σε τυπικά ορισμένη σημασιολογία, η οποία είναι βασισμένη στη λογική και προσανατολισμένη στις διαδικασίες συμπερασμού (reasoning). Τέτοιες τυπικές διαδικασίες συμπερασμού είναι ο έλεγχος συνέπειας (consistency checking) της βάσης γνώσης, ικανοποιησιμότητας (satisfiability checking) και στιγμιότυπων (instance checking). Τα βασικά στοιχεία που απαρτίζουν μια τέτοια γλώσσα είναι οι έννοιες, οι ρόλοι, τα χαρακτηριστικά και τα στιγμιότυπά τους. Μία έννοια είναι μία περιγραφή των κοινών χαρακτηριστικών που περιγράφουν τα στιγμιότυπα που ανήκουν σε αυτή την έννοια.

1.2. Οντολογίες

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται τα κύρια συστατικά μιας οντολογίας με χρήση των Περιγραφικών Λογικών (Description Logics-DL). Ο όρος Description Logic αναφέρεται σε ένα υποσύνολο της Λογικής Πρώτης Τάξης (First Order Logic), στο οποίο στηρίχθηκαν οι γλώσσες του Σημασιολογικού Ιστού, όπως η OWL, που δεν υποστηρίζει την ύπαρξη ελεύθερων μεταβλητών. Μια DL οντολογία αποτελείται από τρία είδη συστατικών: κλάσεις (classes ή concepts), σχέσεις (roles ή properties) και στιγμιότυπα (individuals ή instances). Αξιοποίηση Τεχνολογιών Ανοικτού Κώδικα για την ανάπτυξη εφαρμογών Σημασιολογικού Ιστού 17 Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής Κασσέ Παρασκευή Οι κλάσεις αναπαριστούν έννοιες, αφηρημένες ή συγκεκριμένες. Είναι σύνολα από στιγμιότυπα και συνήθως είναι οργανωμένες σε μια ιεραρχία, η οποία είναι γνωστή και ως ταξινόμια (taxonomy). Οι κλάσεις στις DL οντολογίες διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: - Primitive: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κλάσεις οι οποίες περιγράφονται μόνο από αναγκαίες συνθήκες (necessary conditions). - Defined: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κλάσεις οι οποίες περιγράφονται από ικανές και αναγκαίες συνθήκες (necessary and sufficient conditions). Οι σχέσεις (properties) αναπαριστούν δυαδικές συσχετίσεις ανάμεσα στα στιγμιότυπα των κλάσεων. Οι σχέσεις μπορεί να έχουν ένα πεδίο ορισμού (domain) και ένα πεδίο τιμών (range) και συνδέουν στιγμιότυπα από το πεδίο ορισμού με στιγμιότυπα από το πεδίο τιμών. Το πεδίο τιμών μπορεί να είναι μια κλάση ή ένας τύπος δεδομένων. Ανάλογα με το είδος του πεδίου τιμών οι σχέσεις διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες: - Relations: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι σχέσεις που συνδέουν ένα στιγμιότυπο με ένα άλλο στιγμιότυπο. - Attributes: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι σχέσεις που συνδέουν ένα στιγμιότυπο με έναν literal τύπο δεδομένων (π.χ. αριθμητικό, συμβολοσειρά, κτλ). Ομοίως με τις κλάσεις και οι σχέσεις οργανώνονται σε ιεραρχίες. Έτσι υπάρχουν properties και sub-properties. Τέλος, τα στιγμιότυπα αποτελούν διακριτά αντικείμενα-μέλη των κλάσεων.

1.2.1. Δομή Οντολογιών

Μια οντολογία περιλαμβάνει ένα λεξιλόγιο όρων και κάποιας μορφής προδιαγραφές για τη σημασία τους. Σχετικά με τον βαθμό της τυπικότητας της αναπαράστασης μιας οντολογίας αυτή μπορεί να είναι :

- *Άτυπη (informal)*, εκφρασμένη σε μια φυσική γλώσσα.
- *Ημι-άτυπη (semi-informal)*, διατυπωμένη σε ένα περιορισμένο και δομημένο υποσύνολο κάποιας φυσικής γλώσσας.
- *Ημι-τυπική (semi-formal)*, διατυπωμένη σε μια τεχνητή και αυστηρά ορισμένη γλώσσα.
- *Αυστηρά τυπική (rigorously formal)* : ορισμοί όρων με αυστηρή σημασιολογία, θεωρήματα και αποδείξεις ιδιοτήτων όπως η ορθότητα (soundness) και η πληρότητα (completeness).

Μια διαφορετική κατηγοριοποίηση των οντολογιών είναι η εξής :

- *Οντολογίες αναπαράστασης γνώσης (knowledge representation ontologies)* : παρέχουν οντότητες αναπαράστασης χωρίς να προσδιορίζουν τι συγκεκριμένο αναπαριστούν.
- *Γενικές ή κοινές οντολογίες (general/common ontologies)* : στοχεύουν στο να αποτυπώσουν γενική γνώση γύρω από τον κόσμο, παρέχοντας βασικές έννοιες όπως ο χρόνος, ο χώρος, τα συμβάντα κλπ.
- *Οντολογίες ανώτερου επιπέδου (top-level ontologies)* : παρέχουν γενικές έννοιες κάτω από τις οποίες συσχετίζονται όλοι οι όροι σε ήδη υπάρχουσες οντολογίες.

- *Οντολογίες μεταδεδομένων (metadata ontologies)* : παρέχουν ένα λεξιλόγιο για την περιγραφή του περιεχομένου πληροφορίας, η οποία είναι ηλεκτρονικά διαθέσιμη.
- *Οντολογίες πεδίου ορισμού (domain ontologies)* : αναπαριστούν γνώση γύρω από ένα συγκεκριμένο πεδίο, π.χ. ιατρική κλπ.

Τα βασικά συστατικά μιας οντολογίας είναι τα εξής:

1. Οι κλάσεις (classes) : Οι κλάσεις αναπαριστώνται με τις έννοιες. Οι έννοιες χρησιμοποιούνται με την ευρεία σημασία τους. Μια έννοια μπορεί να είναι οτιδήποτε για κάτι που λέγεται και γι' αυτό το λόγο θα μπορούσε επίσης να είναι η περιγραφή μιας εργασίας, μιας λειτουργίας, μιας ενέργειας, μιας ιδέας, μιας κρίσης κλπ. Οι έννοιες είναι δυνατόν να διααιρεθούν σε δύο κατηγορίες: α) τις πρωταρχικές έννοιες (primitive concepts), οι οποίες έχουν μόνο απαραίτητες συνθήκες (ως προς τις ιδιότητές τους), για να είναι μέλος μιας κλάσης, β) τις έννοιες εξ' ορισμού (defined concepts), των οποίων η περιγραφή είναι ικανή και αναγκαία συνθήκη, για να είναι ένα αντικείμενο μέλος της κλάσης.
2. Οι σχέσεις (relations) : Οι σχέσεις εκφράζουν ένα είδος αλληλεπίδρασης μεταξύ των εννοιών ενός πεδίου (π.χ. subclass-of, is-a).
3. Οι συναρτήσεις (functions) : Οι συναρτήσεις εκπροσωπούν μια ειδική περίπτωση σχέσης, στην οποία το ν-στό στοιχείο της σχέσης προσδιορίζεται μοναδικά από τα ν-1 προηγούμενα στοιχεία. Για παράδειγμα, η τιμή μεταχειρισμένου αυτοκινήτου μπορεί να προσδιορίζεται ως συνάντηση της αρχικής τιμής του καινούριου αυτοκινήτου, του μοντέλου και των χαρακτηριστικών του αυτοκινήτου, καθώς και των χιλιομέτρων που έχει διανύσει.
4. Τα αξιώματα (axioms) : Τα αξιώματα χρησιμοποιούνται προκειμένου να αναπαριστούν προτάσεις που είναι πάντοτε αληθείς.
5. Τα στιγμιότυπα (instances) : Τέλος, τα στιγμιότυπα εκφράζουν συγκεκριμένα στοιχεία, π.χ. ο ασθενής με το όνομα "Μαρκόπουλος" είναι στιγμιότυπο της κλάσης "ΑΣΘΕΝΗΣ".

1.2.2. Εργαλεία ανάπτυξης και δυνατότητες

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί μια σειρά από εργαλεία για τη δημιουργία και την διαχείριση οντολογιών τα περισσότερα εκ των οποίων παρέχουν ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για τον έλεγχο λαθών και ασυνεπειών με τη χρήση ενός reasoner, προσφέρουν επίσης τη δυνατότητα για τη φυλλομέτρηση πολλαπλών οντολογιών και το διαμοιρασμό και επαναχρησιμοποίηση υπαρχόντων δεδομένων, κάνοντας αντιστοιχίσεις μεταξύ διαφορετικών οντολογικών οντοτήτων.

Το πρώτο εργαλείο που δημιουργήθηκε στην αρχή της δεκαετίας του '90 ήταν ο Ontolingua Server, ο οποίος αναπτύχθηκε στο εργαστήριο συστημάτων γνώσης (KSL) στο πανεπιστήμιο Stanford, για να διευκολύνει την ανάπτυξη των οντολογιών υπό τον γενικό τίτλο "Ontolingua". Αρχικά, το βασικό τμήμα μέσα στον Ontolingua Server ήταν ο editor, ωστόσο στην συνέχεια προστέθηκαν κι άλλα τμήματα στο περιβάλλον όπως ένας editor για την επίλυση εξισώσεων, ένας εξυπηρετητής του πρωτοκόλλου OKBC.

Περίπου την ίδια χρονική περίοδο το εργαλείο Ontosaurus αναπτύχθηκε από το Institute Information Sciences Institute (ISI) στο Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας. Το Ontosaurus αποτελείται από δύο τμήματα: έναν εξυπηρετητή οντολογιών, ο οποίος χρησιμοποιεί τη γλώσσα Loom για την απεικόνιση της γνώσης και από τον Web φυλλομετρητή για την προβολή των οντολογιών.

Το 1997 αναπτύχθηκε το εργαλείο WebOnto στο Knowledge Media Institute (KMI) στο Ανοικτό Πανεπιστήμιο της Μεγ. Βρετανίας, ως ένας editor για την ανάπτυξη οντολογιών OCML. Το κύριο πλεονέκτημά του σε σχέση με άλλα διαθέσιμα εργαλεία είναι ότι υποστηρίζει τη συνεργατική ανάπτυξη οντολογιών, επιτρέποντας σύγχρονες και ασύγχρονες συζητήσεις για τις οντολογίες που αναπτύσσονται.

Τα τελευταία χρόνια, έχει αναπτυχθεί μία νέα γενιά περιβαλλόντων κατασκευής οντολογιών, τα σχεδιαστικά κριτήρια των οποίων είναι περισσότερο φιλόδοξα από εκείνα των προαναφερθέντων εργαλείων: έχουν δημιουργηθεί για να ενσωματώσουν την τεχνολογία των οντολογιών σε πραγματικά πληροφοριακά συστήματα.

Διακρίνονται για τις επεκτάσιμες, βασισμένες σε υποσυστήματα-αρχιτεκτονικές, στις οποίες η προσθήκη νέων υποσυστημάτων μπορεί να γίνει πάρα πολύ εύκολα επιτρέποντας έτσι την συνεχή προσθήκη νέων βελτιωμένων λειτουργιών στο περιβάλλον ανάπτυξης. Επιπλέον τα γνωσιακά μοντέλα που χρησιμοποιούν τα περιβάλλοντα αυτά είναι ανεξάρτητα από οποιαδήποτε γλώσσα ανάπτυξης. Ανάμεσα σε αυτά τα βελτιωμένα

περιβάλλοντα ανάπτυξης οντολογιών κάποιος θα μπορούσε να συμπεριλάβει το Protege, το WebODE και το OntoEdit.

Το Protege είναι λογισμικό ανοικτού κώδικα, έχει αναπτυχθεί στο πανεπιστήμιο του Standford, και στον πυρήνα του περιβάλλοντός του βρίσκεται ένας editor, ο οποίος συνοδεύεται από μία σειρά από Plug-Ins τα οποία προσθέτουν μεγάλη λειτουργικότητα στο πακέτο. Στην παρούσα φάση ανάπτυξης, το Protege παρέχει την δυνατότητα εισαγωγής - εξαγωγής δεδομένων σε μία σειρά από γλώσσες (Flogic, Jess, OIL, XML, Prolog, RDF, OWL, κτλ.).

Το WebODE το οποίο είναι διάδοχος του ODE (Ontology Design Environment), έχει αναπτυχθεί στο Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης του Πανεπιστημίου της Μαδρίτης, και αποτελείται, όπως και το Protege, από ένα σύνολο εργαλείων τα οποία διακρίνονται για την επεκτάσιμη αρχιτεκτονική τους. Το WebODE σε αντίθεση με τα προηγούμενα εργαλεία, έχει αναπτυχθεί ως εξυπηρετητής WEB παρέχοντας όλες τις υπηρεσίες του σε WEB περιβάλλον. Κεντρικό ρόλο στο περιβάλλον έχει η υπηρεσία πρόσβασης στις οντολογίες (ontology access service), η οποία χρησιμοποιείται από όλες τις υπηρεσίες και εφαρμογές που χρησιμοποιούν τον εξυπηρετητή, ενώ χαρακτηριστικό αυτής είναι η αποθήκευση των οντολογιών της σε σχεσιακή βάση δεδομένων.

Το OntoEdit είναι ένα εργαλείο, το οποίο έχει αναπτυχθεί από το πανεπιστήμιο της Καρλσρούης. Η αρχιτεκτονική του είναι παρόμοια με αυτή των δύο προηγούμενων εργαλείων, βασίζεται δηλαδή σε plug-in για την παροχή στους χρήστες ενός επεκτάσιμου και ευέλικτου περιβάλλοντος ανάπτυξης και επισκόπησης οντολογιών.

Τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της τεράστιας επίδρασης των τεχνολογιών του σημασιολογικού ιστού, αναπτύχθηκαν μια σειρά από εργαλεία τα οποία υποστηρίζουν τις κατεξοχήν γλώσσες ανάπτυξης οντολογιών, που σχετίζονται με τον Σημασιολογικό Ιστό, DAML+OIL, RDF(s) και OWL.

Στην πραγματικότητα, οι προηγούμενες εφαρμογές (Protege, Web ODE και OntoEdit) επιτρέπουν την εισαγωγή και εξαγωγή DAML+OIL, RDF(S), και OWL οντολογιών. Ωστόσο, πέραν αυτών υπάρχουν επίσης διάφορα απομονωμένα εργαλεία που δημιουργούν οντολογίες σε γλώσσες που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του Σημασιολογικού Ιστού, οι σημαντικότερες των οποίων είναι: η OIEd (είναι ένα γραφικό εργαλείο σύνταξης οντολογιών που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Manchester και επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν οντολογίες χρησιμοποιώντας τη γλώσσα DAML+OIL), και το DUET (ένα plug-in για το πρόγραμμα Rational Rose, το οποίο είναι το βασικό πρόγραμμα ανάπτυξης UML μοντέλων).

Σήμερα, πέραν των εργαλείων που εστιάζουν στην ανάπτυξη οντολογιών, υπάρχουν και αρκετά άλλα που επικεντρώνουν την προσοχή τους σε άλλους τομείς, κυρίως της διαχείρισης οντολογιών, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι: το Chimaera και το Protege-PROMPT, τα οποία εστιάζουν στην συγχώνευση οντολογιών, το Ontomorph το οποίο εστιάζει στην μετατροπή μίας οντολογίας από μία γλώσσα ανάπτυξης σε άλλη, τα COHSE, OntoMat, SHOE Knowledge Annotator τα οποία εστιάζουν στον σχολιασμό των οντολογιών σε περιβάλλον Web, τα Onto Analyser, ONE-T, και ODE Clean τα οποία εξειδικεύονται στην αξιολόγηση των οντολογιών.

1.2.2.1. Protege

Το Protege είναι ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και αναπαράσταση οντολογιών και βάσεων γνώσης. Είναι ένα εργαλείο ανοικτού κώδικα βασισμένο σε Java, το οποίο παρέχει μια ευρεία αρχιτεκτονική για την κατασκευή άλλων εργαλείων γνώσης. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη συστημάτων βασισμένων σε γνώση (knowledge based systems) και οι εφαρμογές του αξιοποιούνται στη λύση προβλημάτων και στη λήψη αποφάσεων. Στον πυρήνα του, το Protégé εφαρμόζει έναν μεγάλο αριθμό από δομές και ενέργειες, που υποστηρίζουν την δημιουργία, την απεικόνιση και τον χειρισμό των οντολογιών με διάφορες μορφές αναπαράστασης. Οι οντολογίες, που έχουν συνταχθεί με το Protégé, μπορούν να εξαχθούν με ποικίλους τρόπους συμπεριλαμβανομένου των σχημάτων RDF(s), OWL και XML. Το Protégé μπορεί να προσαρμοστεί, ώστε με εύκολο τρόπο να υποστηρίζει την δημιουργία των προτύπων γνώσης και την είσοδο των στοιχείων. Επιπλέον, το Protégé μπορεί να επεκταθεί μέσω μιας plug-in αρχιτεκτονικής και ενός API (Προγραμματιστικής Διασύνδεσης) βασισμένο σε Java – Application Programming Interface (API) για την δημιουργία εργαλείων και εφαρμογών βασισμένων σε γνώσεις. Το πρόγραμμα πρωτοεμφανίστηκε το 1988 και ήταν ένα μέσο για τη δημιουργία εργαλείων ανάκτηση γνώσης για έμπειρα συστήματα. Σήμερα έχει εξελιχθεί σε ένα σύγχρονο εργαλείο μοντελοποίησης γνώσης και αναπτύσσεται με ταχύτατους ρυθμούς.

Η πλατφόρμα του Protege υποστηρίζει δύο κύριους τρόπους μοντελοποίησης οντολογιών με τους editors: Protege-Frames και Protege-OWL

Ο Protege-Frames editor δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν και να δομήσουν οντολογίες που είναι framed base, σύμφωνα με το Open Knowledge Base Connectivity Protocol (OKBC). Σε αυτό το μοντέλο, μια οντολογία αποτελείται από ένα σύνολο κλάσεων που οργανώνονται σε μια ιεραρχία υπαλληλίας για να αντιπροσωπεύσουν τις προεξέχουσες έννοιες ενός τομέα, από ένα σύνολο ιδιοτήτων που σχετίζονται με τις κατηγορίες, για να περιγράψουν τις ιδιότητες και τις σχέσεις τους, καθώς και από μία σειρά στιγμιοτύπων αυτών των κλάσεων.

Ο Protege-OWL editor δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν οντολογίες για το Σηματολογικό Ιστό, ιδίως στην οντολογική γλώσσα του W3C (OWL). Μια OWL οντολογία μπορεί να περιλαμβάνει περιγραφές των κλάσεων, των ιδιοτήτων και των στιγμιοτύπων τους. Σε αυτή την οντολογία, η τυπική σημασιολογία της OWL καθορίζει το πώς μπορούν να αντληθούν οι λογικές συνέπειές της. Δηλαδή τα πραγματικά περιστατικά δεν υπάρχουν κυριολεκτικά στην οντολογία αλλά προκύπτουν από την σημασιολογία. Αυτές οι συνεπαγωγές μπορεί να βασίζονται σε ένα ενιαίο έγγραφο ή σε πολλαπλά έγγραφα που έχουν συνδυαστεί χρησιμοποιώντας προσδιορισμένους μηχανισμούς OWL.

Με την βοήθεια του Protege θα αναπτύξαμε την οντολογία που εξυπηρετεί τις ανάγκες και απαιτήσεις της εργασίας. Το εργαλείο αυτό ενσωματώνει λειτουργίες που επιτρέπουν την ανάπτυξη οντολογιών βασισμένες στο πρότυπο των δομικών συστατικών των οντολογιών, όπως αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Ο τρόπος υλοποίησης και η σταδιακή ανάπτυξη παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο όπου γίνεται βήμα βήμα η σύνθεση της οντολογίας μας.

1.3. Γλώσσες Αναπαράστασης Οντολογιών

Οι οντολογικές γλώσσες επιτρέπουν στο χρήστη να γράψει μια σαφή και επίσημη εννοιολογική θεώρηση για κάποιο πεδίο γνώσης. Οι κυριότερες απαιτήσεις είναι μία καλά ορισμένη σύνταξη, μια μεθοδική σημασιολογία, αποτελεσματική συλλογιστική υποστήριξη, εκφραστική ισχύς και εκφραστική ευκολία. Κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί διάφορες γλώσσες για την αναπαράσταση οντολογιών, από τις οποίες άλλες χαρακτηρίζονται ως παραδοσιακές γλώσσες (όπως η ontolingua) και άλλες ως web-based γλώσσες. Η διαφορά ανάμεσα στις παραδοσιακές και στις web-based γλώσσες είναι πως οι τελευταίες διαθέτουν καλά ορισμένη σύνταξη και σημασιολογία και ικανοποιητική συλλογιστική υποστήριξη. Επίσης, παρέχουν δύναμη και ευελιξία στην εκφραστικότητα και το συντακτικό τους είναι συμβατό με ήδη υπάρχοντα πρότυπα του web (XML, RDF, RDFS).

Δύο από τις σημαντικότερες τεχνολογίες στις οποίες βασίστηκε η ανάπτυξη οντολογικών γλωσσών είναι η XML και η RDF.

Η XML είναι μια markup γλώσσα, χρησιμοποιεί δηλαδή ετικέτες για να δώσει πληροφορίες για τα δεδομένα της ιστοσελίδας. Οι ετικέτες της XML δίνουν πληροφορία για τη δομή του εγγράφου, δηλαδή πληροφορίες για τα δεδομένα του εγγράφου και τις σχέσεις μεταξύ τους. Με άλλα λόγια, δίνονται με ρητό τρόπο πληροφορίες για τη δομή του κειμένου. Με αυτόν τον τρόπο αυτές οι πληροφορίες γίνονται προσπελάσιμες από την μηχανή. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει διαφορετικές κάθε φορά XML ετικέτες ανάλογα με το πεδίο συζήτησης, δηλαδή, ο χρήστης μπορεί να ορίσει ένα λεξιλόγιο κατάλληλο για την εφαρμογή του. Έτσι η XML επιτρέπει στους χρήστες να προσθέτουν μια αυθαίρετη δομή στα έγγραφά τους αλλά δεν προσφέρει καμία πληροφορία σχετικά με τη σημασία αυτής της δομής.

1.3.1. RDF

Η RDF είναι η πρώτη γλώσσα που καθορίστηκε από το W3C για την αναπαράσταση σημασιολογικής πληροφορίας για αυθαίρετους πόρους. Η RDF εκφράζει σημασία την οποία κωδικοποιεί σε σύνολα τριάδων, όπου κάθε τριάδα θα μπορούσε να παρομοιαστεί με το Υποκείμενο-Ρήμα-Αντικείμενο, μιας στοιχειώδους πρότασης. Οι τριάδες αυτές μπορούν να γραφτούν χρησιμοποιώντας ετικέτες της XML, επομένως μπορεί κανείς να πει ότι η RDF βασίζεται στην XML. Βασικές έννοιες στην RDF είναι οι πόροι (resources, οι ιδιότητες-properties και οι δηλώσεις-statements). Ένας πόρος είναι ένα αντικείμενο για το οποίο κάποιος θέλει να μιλήσει (άνθρωπος, βιβλίο, τοποθεσία ή μια ολόκληρη ιστοσελίδα, δηλαδή ένα HTML έγγραφο, ή και μια συλλογή από σελίδες, όπως μια ολόκληρη τοποθεσία ιστού). Κάθε πόρος έχει ένα URI (Universal Resource Identifier) δηλαδή μια ταυτότητα που χαρακτηρίζει μοναδικά αυτόν τον πόρο. Οι ιδιότητες είναι ένας ειδικός τύπος πόρων που περιγράφει σχέσεις μεταξύ πόρων. Κάθε ιδιότητα έχει μια συγκεκριμένη σημασία, ορίζει τις

επιτρεπόμενες τιμές της, τούς τύπους των πόρων που μπορεί να περιγράψει, καθώς και τις σχέσεις της με άλλες ιδιότητες. Στην RDF, οι ιδιότητες χαρακτηρίζονται επίσης από URIs, γεγονός που μειώνει τις συνωνυμίες. Μια δήλωση είναι μια τριάδα που αποτελείται από έναν πόρο, μια τιμή και μια ιδιότητα. Τα τρία μέλη της τριάδας ονομάζονται Υποκείμενο, Κατηγορήμα και Αντικείμενο αντίστοιχα.

Η RDF έχει αρκετή εκφραστική ισχύ και επιτρέπει την αναπαράσταση ορισμένης οντολογικής γνώσης, δεν ανταποκρίνεται όμως στην ανάπτυξη μίας υψηλής σημασιολογικής αναπαράστασης και αδυνατεί να περιγράψει εις βάθος το νόημα της πληροφορίας. Εξάλλου, η σύνταξή της, βασισμένη στην XML είναι κατάλληλη για επεξεργασία από τη μηχανή αλλά όχι ιδιαίτερος φιλική για τον άνθρωπο. Επέκταση της RDF, η RDF Schema είναι μία γλώσσα με την οποία το μοντέλο δεδομένων της RDF εμπλουτίζεται με χαρακτηριστικά αντικειμενοστραφούς αναπαράστασης. Το RDF Schema ορίζει ένα λεξικό για να εκφράζονται οι κλάσεις των πόρων, οι πόροι, οι ιδιότητες τούς και οι μεταξύ τούς σχέσεις. Είναι φανερό ότι η RDF Schema είναι μια στοιχειώδης οντολογική γλώσσα η οποία αποτελεί βάση για άλλες πιο πολύπλοκες.

1.3.2. Web Ontology Language (OWL)

Το RDF και το RDF Schema όπως αναφέρθηκε, έχουν περιορισμένες εκφραστικές δυνατότητες. Επομένως προέκυψε η ανάγκη για μια πλουσιότερη οντολογική γλώσσα. Οι πρώτες προσπάθειες οδήγησαν διαφορετικές ερευνητικές ομάδες σε Ευρώπη και Αμερική σε διαφορετικές λύσεις. Το αμερικανικό ερευνητικό πρακτορείο DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) δημιούργησε την οντολογική γλώσσα DAML (DARPA Agent Markup Language). Η DAML ήταν βασισμένη στο RDF. Στην Ευρώπη αναπτύχθηκε η OIL (Ontology Inference Layer), από τούς Dieter Fensel, Frank Harmelen και Ian Horrocks. Η OWL βασίζεται στα Description Logics και είναι συμβατή με το RDF Schema. Τα χαρακτηριστικά των δύο γλωσσών συνδυάστηκαν σε μία νέα γλώσσα, την DAML+OIL. Η DAML+OIL εξελίχθηκε τελικά στην Web Ontology Language (OWL).

Η OWL έχει οριστεί σαν τρεις διαφορετικές υπο-γλώσσες, η κάθε μία με διαφορετική εκφραστικότητα και υπολογιστική πολυπλοκότητα:

- OWL Full: αποτελεί ολόκληρη την OWL περιλαμβάνοντας επίσης, την OWL Lite και την OWL DL. Βρίσκεται σε πλήρη συμβατότητα με την RDF, η συντακτική ελευθερία της οποίας, προσφέρει στην γλώσσα πολύ υψηλή εκφραστικότητα. Μ' αυτό τον τρόπο, όμως, η γλώσσα επεκτείνεται χωρίς περιορισμούς δυσκολεύοντας την όποια ολοκληρωμένη συλλογιστική υποστήριξη-

- OWL DL: Η OWL DL έχει μερικούς περιορισμούς σε σχέση με την OWL Full, ώστε να είναι υπολογιστικά αποδοτική. Παρέχει μία σαφώς ορισμένη σημασιολογία χωρίς να στερείται εκφραστικότητας, αλλά και με ικανοποιητική δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων. Δεν είναι πλήρως συμβατή με την RDF. Ένα RDF έγγραφο πρέπει να τροποποιηθεί για να μπορεί να θεωρηθεί έγκυρο OWL DL έγγραφο. Το αντίστροφο ισχύει φυσικά πάντα.

- OWL Lite: Περαιτέρω περιορισμοί επιβάλλονται στην OWL-Lite. Διαθέτει μία ιεραρχία κλάσεων με απλούς περιορισμούς και για το λόγο αυτό είναι πιο εύληπτη από τον άνθρωπο και πιο εύκολο να υλοποιηθεί από εργαλεία ανάπτυξης οντολογιών. Από την άλλη, όμως, έχει το μειονέκτημα περιορισμένης εκφραστικότητας. Πέρα από την OWL και την DAML+OIL υπάρχουν πολλές άλλες γλώσσες για την αναπαράσταση οντολογιών, οι οποίες ως επί το πλείστον βασίζονται στην XML, RDF και RDF Schema. Αναφέρουμε επιγραμματικά μερικές, όπως η Simple HTML Ontology Extensions (SHOE), η Ontology Exchange Language (XOL), η OntologyMarkup Language (OML και KML), η Ribo web και πολλές ακόμα.

1.3.3. SPARQL

Η SPARQL (Simple Protocol And RDFQuery Language) είναι μια γλώσσα ερωτημάτων για βάσεις δεδομένων, ειδικά σχεδιασμένη για την επεξεργασία δεδομένων αποθηκευμένων σε μορφή RDF και αποτελεί

μια από τις βασικότερες τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού. Τα ερωτήματα στην SPARQL μπορούν να έχουν τις εξής μορφές χρήσιμες σε διαφορετικές περιπτώσεις:

1. ASK ~ χρησιμοποιούνται για ερωτήσεις με απλές True/False απαντήσεις
2. CONSTRUCT ~ μετατρέπουν τα αποτελέσματα των ερωτήσεων σε RDF προτάσεις
3. DESCRIBE ~ σχηματίζουν γράφο RDF από τα αποτελέσματα της ερώτησης
4. SELECT ~ τα αποτελέσματα επιστρέφονται σε μορφή πίνακα. Όλες οι παραπάνω μορφές ακολουθούνται από ένα block WHERE το οποίο περιγράφει τις συνθήκες του ερωτήματος και στην περίπτωση ερωτήματος DESCRIBE είναι προαιρετικό.

1.4. Δημοσίευση Οντολογιών

Η ιδέα του Σημασιολογικού Ιστού και των Ανοιχτών Δεδομένων (Open Data), είναι να πετύχει την δομική υπόσταση της αδιάλειπτης ροής πληροφορίας στο διαδίκτυο, ώστε η κάθε μοναδική πηγή δεδομένων που βρίσκεται σε μορφή ιστοσελίδων, να μετατραπεί σε πληροφορία αναγνώσιμη και αξιοποιήσιμη από άλλους πόρους στο διαδίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η επαναχρησιμοποίηση περιεχομένου του Παγκόσμιου Ιστού δίνοντας αξία στα δεδομένα που υπάρχουν σε αυτόν σε μορφή ιστοσελίδων.

Για να έχει ουσιαστική και πρακτική εφαρμογή η ανάπτυξη οντολογιών, είναι απαραίτητη η ενσωμάτωσή τους σε κατάλληλη μορφή, στο περιεχόμενο ιστοσελίδων και φυσικά η δημοσίευσή τους στο κοινό, ώστε να μπορούν να χαρακτηριστούν ως Ανοικτά Δεδομένα. Ασχέτως την μεθοδολογία, την γλώσσα και το περιεχόμενο που περιγράφουν, η δημοσίευση στον Ιστό ακολουθεί μία συγκεκριμένη κατεύθυνση και μεθοδολογία με μικρές διαφορές που προκύπτουν αναλόγως τις ανάγκες που θέλει να καλύψει ο δημιουργός της οντολογίας.

Ο τρόπος για να μετατραπεί το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας σε σημασιολογικό, ακολουθεί συγκεκριμένα πρότυπα που διαφέρουν ανάλογα με την γλώσσα ανάπτυξης. Το περιεχόμενο μπορεί είτε να δημιουργηθεί από μηδενική βάση και να κτιστεί βήμα βήμα η ιστοσελίδα, είτε με την χρήση συστημάτων Ανάπτυξης Περιεχομένου (CMS). Τα τελευταία χρόνια τα CMS έχουν αποκτήσει μεγάλη δημοτικότητα και το πλήθος των χρηστών συνεχώς αυξάνεται, με τεράστιες κοινότητες υποστηρικτών να στηρίζουν την συνεχή ανάπτυξη και βελτίωση των λειτουργιών τους. Τα Συστήματα Ανάπτυξης Περιεχομένου διαθέτουν πληθώρα προσθέτων που τα κάνει ιδιαίτερα ευέλικτα, εύχρηστα, αξιόπιστα και ισχυρά εργαλεία. Το CMS που χρησιμοποιήσαμε για τις ανάγκες της εργασίας, είναι το Drupal (v.7), αξιοποιώντας την συμβατότητα του πυρήνα του με πρόσθετα RDF προτύπων, για την φόρτωση βιβλιοθηκών και ενσωμάτωσή τους στο περιεχόμενο, με ένα πολύ εύκολο τρόπο μέσω του διαχειριστικού περιβάλλοντος που διαθέτει το Drupal. Εκτενέστερη ανάλυση για το Drupal γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Για να εισάγουμε μία βιβλιοθήκη που δημιουργήσαμε στο Drupal, θα πρέπει να την δημοσιεύσουμε αρχικά σε κάποιον εξυπηρετητή, ώστε να προσδιορίσουμε στο CMS σύστημα την διαδρομή URL της βιβλιοθήκης αυτής. Το σύστημα από εκεί θα αναγνώσει την οντολογία και θα αναγνωρίσει τα δομικά συστατικά της βιβλιοθήκης, κάνοντάς τα διαθέσιμα για εφαρμογή στο περιεχόμενό μας. Παρακάτω ακολουθεί η σειρά βημάτων για την δημοσίευση μιας οντολογίας σε ένα URL, χρησιμοποιώντας τα πρότυπα RDFS/OWL:

1. Επιλογή ονόματος οντολογίας: Επιλέγουμε ένα όνομα το οποίο είναι σχετικό με την θεματολογία της οντολογίας και την περιγραφή αυτής. Το όνομα της οντολογίας ιδανικά σχετίζεται με την περιγραφή και είναι σύντομο, ώστε να είναι και ευανάγνωστο όταν θα ενσωματωθεί στο URL
2. Η επιλογή κατάλληλου URL: Στη διεύθυνση αυτή θα βρίσκεται η οντολογία μας και θα είναι προσβάσιμη για τους ενδιαφερόμενους. Υπάρχουν δύο ενδεχόμενα. Είτε να αποκτήσουμε ένα domain επί πληρωμής και να έχουμε την πλήρη διαχείριση και δικαιώματα ονοματοδοσίας, είτε να επιλέξουμε την λύση των παρόχων domain χωρίς χρέωση. Στη δεύτερη περίπτωση, το domain είναι θυγατρικό του domain του παρόχου και το URL περιλαμβάνει το όνομα αυτού. Υπάρχει και μία τρίτη περίπτωση, στην οποία μπορούμε να αξιοποιήσουμε τις υπηρεσίες PURL που προσφέρεται η δυνατότητα σταθερής ονοματοδοσίας ορίζοντας στο εργαλείο αυτό την πραγματική διεύθυνση του περιεχομένου. Η υπηρεσία στην πράξη λειτουργεί με την μέθοδο της ανακατεύθυνσης για πιο ευανάγνωστες και συντομότερες URL διευθύνσεις. Η χρήση του είναι ιδιαίτερα απλή και αρκεί η επιλογή ενός ονόματος (όνομα οντολογίας) και η διεύθυνση της πηγής που σερβίρει την οντολογία μας. Συνεπώς η λύση αυτή προαπαιτεί την καταχώρηση ενός free domain, ώστε να δηλωθεί στο PURL που θα γίνεται η ανακατεύθυνση. Τα αρχικά PURL είναι η συντομογραφία του "Persistent uniform resource locator" που υποδηλώνει το είδος της υπηρεσίας που προσφέρεται. Η URL διεύθυνση που

προσδίδεται τελικά και ανακατευθύνει στον πόρο που βρίσκεται η οντολογία μας, είναι της μορφής **http://purl.org/net/<ontology_name>**

3. Ανάπτυξη της οντολογίας σε RDF/OWL: Με το λογισμικό της επιλογής μας μπορούμε να αναπτύξουμε την οντολογία μας και να την εξάγουμε σε μορφή RDF/OWL. Υπάρχει πληθώρα εργαλείων που καλύπτουν αυτήν την ανάγκη και μπορεί να διαφέρουν σε αποδόσεις, αρχιτεκτονική, μεθοδολογία, κόστος κ.α.. Μερικά από τα εργαλεία αυτά αναφέρθηκαν σε προηγούμενο υποκεφάλαιο.
4. Δημοσίευση της οντολογίας μας σε εξυπηρετητή και ανακατεύθυνση: Εφόσον ολοκληρώσουμε την ανάπτυξη της οντολογίας, την φιλοξενούμε στον εξυπηρετητή της επιλογής μας ώστε να γίνει προσβάσιμη μέσω διαδικτύου, εφόσον αντιστοιχίσουμε και το domain να "δείχνει" στο συγκεκριμένο εξυπηρετητή. Συνήθως, όταν αποκτούμε ένα domain, παρέχεται περιορισμένης χωρητικότητας και δυνατοτήτων φιλοξενία από τον πάροχο, που επαρκεί για τις ανάγκες φιλοξενίας μιας απλής ιστοσελίδας.

Σε περίπτωση που τα βήματα ολοκληρωθούν με επιτυχία, πληκτρολογώντας σε έναν browser την διεύθυνση URL που δεσμεύσαμε για τις ανάγκες μας, θα εμφανιστεί η οντολογία μας σε μορφή RDF/OWL στην οθόνη μας. Υπάρχουν διάφοροι τεχνικοί τρόποι τους οποίους μπορούμε να εφαρμόσουμε ώστε το ίδιο URL να αποκρίνεται με διαφορετικό περιεχόμενο αναλόγως με την πηγή που έστειλε το αίτημα. Εάν για παράδειγμα αιτηθούμε περιεχόμενο από συγκεκριμένη διεύθυνση από ένα εργαλείο ανάπτυξης οντολογιών μέσω URL, τότε με κατάλληλη τεχνική ρύθμιση, ο εξυπηρετητής μπορεί να ανταποκριθεί επιστρέφοντας το αρχείο που περιέχει την οντολογία σε μορφή RDF. Σε περίπτωση που αιτηθούμε περιεχόμενο από έναν browser στην ίδια διεύθυνση, ο εξυπηρετητής θα επιστρέψει ένα διαφορετικό αρχείο, μορφής html, php κ.α.. Στην διεύθυνση <https://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/VM/http-examples/2006-01-18/> υπάρχει πλήρης τεχνική περιγραφή της μεθοδολογίας αυτής, κάτι το οποίο δεν θα καλύψουμε στην παρούσα εργασία.

2. Drupal και Συστήματα CMS (Content Management System – CMS)

Ο όρος Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Management Systems ή CMS), αναφέρεται στις εφαρμογές που επιτρέπουν τη δημιουργία, διαχείριση, διανομή, δημοσίευση και τον εντοπισμό της πληροφορίας, τη δυνατότητα να διαχειριστεί κανείς τη δομή μιας ιστοσελίδας, την εμφάνιση των δημοσιευμένων σελίδων και την πλοήγηση που προσφέρεται στους επισκέπτες και χρήστες της. Τα περισσότερα CMS έχουν την δυνατότητα να διαχειριστούν περιεχόμενο στις εξής μορφές: κείμενα, εικόνες, βίντεο, java animation, πρότυπα σχεδίασης, βάσεις δεδομένων κ.α. Το Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου είναι λογισμικό το οποίο επιτρέπει στον οποιονδήποτε, ακόμα και αν δεν έχει ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού και γλώσσας HTML, να δημιουργήσει και να διαχειριστεί με τρόπο εύκολο και γρήγορο την ιστοσελίδα του. Διαχειρίζεται ολόκληρο τον κύκλο ζωής μιας σελίδας από την δημιουργία της μέχρι και την αρχειοθέτησή της. Όλα τα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου έχουν γραφικό περιβάλλον το οποίο προσφέρει άμεση πρόσβαση στον περιεχόμενο της ιστοσελίδας. Η προσθήκη περιεχομένου γίνεται μέσω κάποιων online html editors, ειδικών κειμενογράφων, παρόμοιων με το MSWord, που επιτρέπουν τη μορφοποίηση των κειμένων. Οι διάφορες πληροφορίες οργανώνονται σε κατηγορίες και υποκατηγορίες και η διαχείρισή τους είναι αρκετά εύκολη από τους διάφορους χρήστες αλλά και από το διαχειριστή, γιατί το μόνο που χρειάζεται είναι ένας απλός φυλλομετρητής ιστοσελίδας (browser), μέσω του οποίου μπορεί να συντάξει ένα οποιοδήποτε κείμενο και να ενημερώσει το δικτυακό τόπο. Παρέχουν μια μεγάλη ποικιλία λειτουργικότητας γιατί διαθέτουν μια σειρά από Modules και πολλά Plugins. Αξιοποιεί τις αρχές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού με αποτέλεσμα να διαθέτουν συνεχώς λύσεις στα διάφορα προβλήματα που προκύπτουν. Τα περισσότερα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου είναι λογισμικό ανοικτού κώδικα, διατίθεται δωρεάν και μπορεί κανείς να το εγκαταστήσει σε έναν εξυπηρετητή που υποστηρίζει βάση δεδομένων MySQL και τη γλώσσα προγραμματισμού PHP και να το χρησιμοποιήσει για τη δημιουργία μιας ιστοσελίδας

Πλεονεκτήματα των CMS:

Τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση ενός συστήματος διαχείρισης περιεχομένου είναι πολλαπλά. Μερικά από αυτά είναι :

Ταχύτητα στη δημιουργία νέων σελίδων και αλλαγών σε υπάρχουσες σελίδες

- Γρήγορη ενημέρωση και διαχείριση του περιεχομένου του δικτυακού τόπου
- Μείωση εξόδων για την διατήρηση μιας ιστοσελίδας
- Μεγάλη ευελιξία και εύκολη προήγηση σε μια ιστοσελίδα
- Δεν απαιτούνται ειδικές τεχνικές γνώσεις από τους διαχειριστές
- Ταυτόχρονη ενημέρωση από πολλούς χρήστες και διαφορετικούς υπολογιστές
- Χρήση υψηλής ποιότητας προτύπων σχεδίασης
- Αυξημένη ασφάλεια, γιατί το περιεχόμενο καταχωρείται σε βάσεις δεδομένων, οι οποίες εύκολα και γρήγορα προστατεύονται τηρώντας αντίγραφα ασφαλείας.
- Αυξημένη δυνατότητα επέκτασης.

Τέλος οι αλλαγές μπορούν να γίνονται οποιαδήποτε ώρα απαιτηθούν, το οποίο είναι πολύ σημαντικό για τη διαχείριση και επιπλέον παρέχεται δυνατότητα αυτοματοποίησης των διεργασιών ρουτίνας . Μεγάλο πλεονέκτημα των CMS είναι η μεγάλη ομοιομορφία, η συνοχή που παρέχουν, η αυξημένη ευελιξία και η επιτάχυνση της διαδικασίας αλλαγών και δημιουργίας νέων σελίδων.

2.1. CMS

Δημοφιλή Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου είναι το Drupal, Joomla, Xoops, Mambo και Wordpress. Το Drupal είναι γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού PHP , και είναι γνωστό εδώ και αρκετά χρόνια κυρίως λόγω της άποψης αρχιτεκτονικής του. Θεωρείται από πολλούς ένα από τα κορυφαία συστήματα διαχείρισης περιεχομένου. Επιτρέπει στον διαχειριστή του συστήματος να οργανώνει το περιεχόμενο , να αυτοματοποιεί τις διαχειριστικές εργασίες και να διαχειρίζεται τους χρήστες της ιστοσελίδας της οποίας είναι διαχειριστής. Οι δυνατότητες του επεκτείνονται και πέρα από την διαχείριση του περιεχομένου επιτρέποντας έτσι ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών και συναλλαγών. Το Drupal μπορεί να χρησιμοποιηθεί για: Μεγάλα portals, Φόρουμ συζητήσεων, Ιστοσελίδες για εταιρείες με αυξημένες ανάγκες και πολλά άλλα.



Εικόνα 4. CMS platforms

2.2. Γιατί Drupal;

Ο λόγος που καταλήξαμε στη χρήση του Drupal είναι επειδή υπερτερεί σε σχέση με τα άλλα Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου στα εξής χαρακτηριστικά:

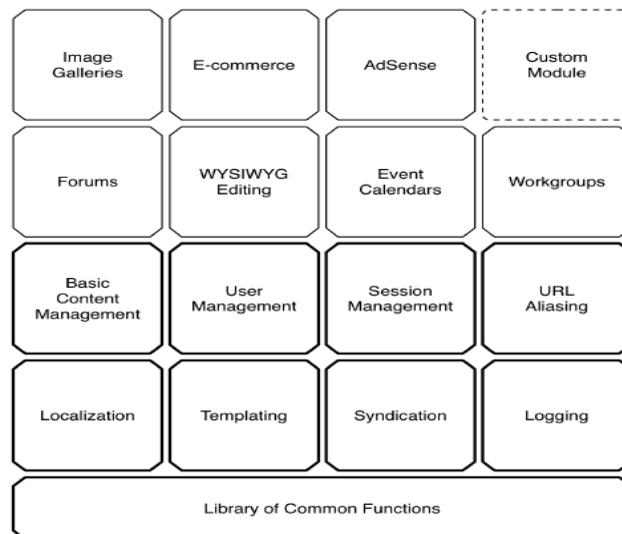
- **Έλεγχος περιεχομένου:** Μπορεί κανείς να ρυθμίσει το Drupal ώστε να αποθηκεύει κάθε αλλαγή που γίνεται στο περιεχόμενο όποτε αυτός το επεξεργάζεται. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να πάει κάνεις βήματα πίσω για να δει ή να επανέλθει σε μια παλιά έκδοση του περιεχομένου αν θέλει.
- **Κατηγοριοποίηση του περιεχομένου:** Το Drupal έχει ένα ισχυρό σύστημα ταξινόμησης (κατηγοριοποίησης) του περιεχομένου. Κάθε κατηγορία περιεχομένου μπορεί να περιορίζεται σε ορισμένους τύπους περιεχομένου που περιλαμβάνει.
- **Διαχείριση χρηστών:** Το Drupal έχει σχεδιαστεί για χρήση από κοινότητες χρηστών οπότε και έχει ένα ισχυρό σύστημα κατανομής και διαχείρισης χρηστών και ρόλων σ' αυτούς.
- **Προσαρμοσμένο περιεχόμενο :** Το Content Construction Kit (CCK) και τα View Models χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία νέων ειδών περιεχομένου, χωρίς γνώση κώδικα. Μερικά παραδείγματα των "τύπων περιεχομένου" είναι τα Blogs, ειδήσεις, φόρουμ, οδηγοί χρήσεως, μικρές αγγελίες, podcasts.
- **Εξαιρετική βοήθεια και Τεκμηρίωση (documentation):** Περιλαμβάνει τα επίσημα εγχειρίδια, πολλά tutorials, blogs, videos, και podcasts. Υπάρχει ακόμη και μια Drupal Dojo κοινότητα όπου για περισσότερη εξιδείκευση.
- **PHPTemplate:** Το Drupal χρησιμοποιεί την PHP Template μηχανή, η οποία δεν απαιτεί καμία γνώση PHP.
- **Μεγάλη Κοινότητα χρηστών :** Το φόρουμ του Drupal είναι υψηλής δραστηριότητας και παρέχει απαντήσεις στις ερωτήσεις σχετικά με το Drupal. Βοήθεια για το Drupal διατίθεται επίσης και σε κανάλια συνομιλίας IRC #drupal-support και #drupal-dojo. Τέλος υπάρχουν και τα Drupal Groups.
- **Εφαρμογή ανοιχτού κώδικα:** Εφαρμογή ασφαλής, διαρκώς εξελισσόμενη και με μηδενικό κόστος απόκτησης.
- **Ομάδα ανάπτυξης:** Το Drupal έχει ομάδα ανάπτυξης που στηρίζει όλα τα modules όλων των versions.
- **Έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει με ελληνικό περιβάλλον διαχείρισης:** Διαθέτει μια πλήρη γκάμα από δωρεάν, αλλά και εμπορικές, πρόσθετες εφαρμογές (add-ons, components, modules, bots κλπ), που δίνουν τη δυνατότητα για κάθε είδους παραμετροποίηση.
- **Ομαδική εργασία και συνεργασία:** Υπάρχει η δυνατότητα της ομαδικής εργασίας και συνεργασίας αφού κάθε μέλος έχει τα απαραίτητα δικαιώματα για να επεξεργάζεται ή να δημοσιεύει περιεχόμενο στον ιστότοπο.
- **Πλεονέκτημα εγκατάστασης σε πολλά λειτουργικά συστήματα:** Το Drupal μπορεί να εγκατασταθεί σε Windows, Linux, MacOSX, Solaris κ.α.

Από την σκοπιά της ανάπτυξης ιστοσελίδων :

- Βελτιωμένος έλεγχος των διευθύνσεων URL: Αντίθετα με το WordPress, το Drupal σου δίνει τον ακριβή έλεγχο πάνω στη δομή των διευθύνσεων URL. Σε κάθε στοιχείο του περιεχομένου στο Drupal (το οποίο καλείται κόμβος-node), μπορεί να δοθεί μια διεύθυνση URL (URL alias). Το WordPress γενικά περιορίζει ένα τύπο μόνιμης διεύθυνσης για όλες τις θέσεις. Υπάρχουν διαθέσιμα plugins για την συγκεκριμένη λειτουργικότητα και για άλλα CMS, υστερώντας όμως στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Παρέχεται αυτοματοποιημένη δομή κοινών διευθύνσεων (URL) για κάθε διαφορετικό τύπο περιεχομένου με την χρήση της μονάδας Pathauto module, το οποίο αξιοποιήσαμε και στην ανάπτυξη της σελίδας μας. Το module Global Redirect επαναπροσανατολίζει αυτόματα 301 διευθύνσεις από το εσωτερικό του Drupal σε URL alias. Αντίθετα με άλλα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου το Drupal προσφέρει στις σελίδες του όμορφες καθαρές διευθύνσεις URLs.
- Κοινοί τύποι περιεχομένου και Views : Με τα modules Content Construction Kit (CCK) και Views δημιουργούμε νέους τύπους περιεχομένου και βελτιωμένες “απόψεις” views για αυτούς τους τύπους, χωρίς καθόλου κώδικα. Μερικά παραδείγματα (content types) τύπων περιεχομένου είναι “block posts”, “news stories”, “forum posts”, “tutorials”, “classified ads”, “podcasts”. Τα περισσότερα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου απαιτούν το γράψιμο κώδικα για να επιτευχθεί παρόμοιο αποτέλεσμα σε πολύπλοκες απαιτήσεις. Αντίθετα, στο Drupal δεν απαιτείται καμία προγραμματιστική γνώση.
- Έλεγχος αναθεώρησης: Το Drupal διαμορφώνεται έτσι ώστε να αποθηκεύει την νέα έκδοση των σελίδων ύστερα από κάθε επεξεργασία. Δίνεται δηλαδή η δυνατότητα επαναφοράς προηγούμενου στιγμιότυπου.
- Ταξινόμια (taxonomy): Το Drupal έχει ισχυρό σύστημα ταξινόμιας (κατηγορία) το οποίο επιτρέπει την οργάνωση του περιεχόμενου με αποτελεσματικό τρόπο. Κάθε “λεξιλόγιο” του Drupal (σύνολο από κατηγορίες) μπορεί να περιοριστεί στους κύριους τύπους περιεχομένου. Για παράδειγμα μπορεί να υπάρχουν περιεχόμενα μπλοκ που επιτρέπουν την ελεύθερη υποβολή ετικετών (όπως οι κατηγορίες του WordPress), ενώ η ενότητα των “νέων” μπορεί να έχει άλλο λεξιλόγιο (σύνολο κατηγοριών), το οποίο μπορεί να επιλεγεί μόνο από μια υπάρχουσα λίστα των κατηγοριών. Επιπλέον υπάρχουν ιεραρχικές κατηγορίες, με μια ή πολλαπλές μητρικές κατηγορίες. Οι βελτιωμένες λειτουργίες ταξινόμιας του Drupal συνδυάζονται με τα CCK και Views, και επιτρέπουν στον χρήστη να στοχεύει εύκολα σε λέξεις κλειδιά.
- Διαχείριση χρήστη : Το Drupal σχεδιάστηκε για ιστοσελίδες σε επίπεδο κοινοτήτων, με τον χρήστη να έχει σημαντικό ρόλο και με λειτουργία ελέγχου πρόσβασης. Παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας ρόλων χρηστών με επίπεδα πρόσβασης. Για παράδειγμα, υπάρχει η ευελιξία στο κομμάτι δημιουργίας των ακόλουθων ρόλων, προσδίδοντας σε κάθε έναν διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης στις λειτουργίες: “άνωνυμος επισκέπτης”, “εξουσιοδοτημένος χρήστης”, “μεσολαβητής”, “συντάκτης”, “webmaster”, “διαχειριστής”. Τέλος, οι λειτουργίες διαχείρισης των χρηστών απενεργοποιούνται και ενεργοποιούνται ανάλογα τις ανάγκες της ιστοσελίδα.
- Τίτλοι σελίδων και metatags: Το module “Page Title” του Drupal δίνει τον έλεγχο των HTML στοιχείων, ενώ το module “Metatags” δίνει έλεγχο πάνω στις σελίδες, με μεμονωμένες ετικέτες περιγραφής. Την λειτουργικότητα αυτή το Drupal την διαχειρίζεται με ιδιαίτερα εύκολο τρόπο σε αντίθεση με άλλα CMS συστήματα.
- Άριστη τεκμηρίωση: Η τεκμηρίωση περιλαμβάνει τα επίσημα εγχειρίδια, την μαζική αναφορά στα API (Application Programming Interface), πολυάριθμα μαθήματα (tutorial), μπλοκ, βίντεο και σειρές ψηφιακών μέσων (podcasts) και βιβλία. Ακόμα υπάρχει η κοινότητα Drupal, Dojo, όπου μπορεί κάποιος να ενημερωθεί πως να γίνει ειδικός στο Drupal.
- PHP Πρότυπο: Το Drupal χρησιμοποιεί εξ’ ορισμού την μηχανή θέματος PHP Template. Το Theming (Θεματοποίηση) στο Drupal είναι πιο εύκολο από ότι σε άλλα CMS και δεν χρειάζεται απαραίτητα κάποια γνώση σε PHP. Ο οδηγός ανάπτυξης για τα θέματα (Theme Developer Guide) του Drupal, είναι μια εξαιρετική πηγή.
- Μεγάλη και φιλική κοινότητα: Υπάρχουν πολλές σημαντικές ιστοσελίδες που χρησιμοποιούν Drupal. Το φόρουμ των συζητήσεων του Drupal διαθέτει τεράστιο όγκο πληροφοριών για λήψη απαντήσεων στα περισσότερα ερωτήματα στα πλαίσια της υποστήριξης και της ανάπτυξης.

2.3. Πρόσθετα

Βασικό συστατικό του Drupal και της αρθρωτής (modular) λογικής του είναι τα πρόσθετα. Οι επιμέρους λειτουργικότητες περιλαμβάνονται στα πρόσθετα, τα οποία μπορούν να ενεργοποιηθούν ή να απενεργοποιηθούν. Τα νέα χαρακτηριστικά προστίθενται σε έναν ιστότοπο είτε ενεργοποιώντας τα ήδη υπάρχοντα πρόσθετα του πυρήνα είτε εγκαθιστώντας συμπληρωματικά πρόσθετα από την Drupal κοινότητα, είτε δημιουργώντας νέα πρόσθετα. Με αφετηρία τη βασική εγκατάσταση και ενεργοποιώντας τις επιπλέον επιθυμητές λειτουργικότητες, το Drupal μπορεί να υποστηρίξει από πολύ απλούς έως πολύ σύνθετους ιστοτόπους. Η επέκταση περιλαμβάνει νέους τύπους περιεχομένου, νέα πεδία ή/και ενέργειες. Το Drupal κάνει χρήση του προτύπου αντιστροφής ελέγχου (inversion of control), σύμφωνα με το οποίο η κατάλληλη λειτουργικότητα καλείται από το σύστημα την κατάλληλη στιγμή. Αυτές οι ευκαιρίες που δίνονται στα πρόσθετα για να υλοποιήσουν τον σκοπό τους ονομάζονται hooks.



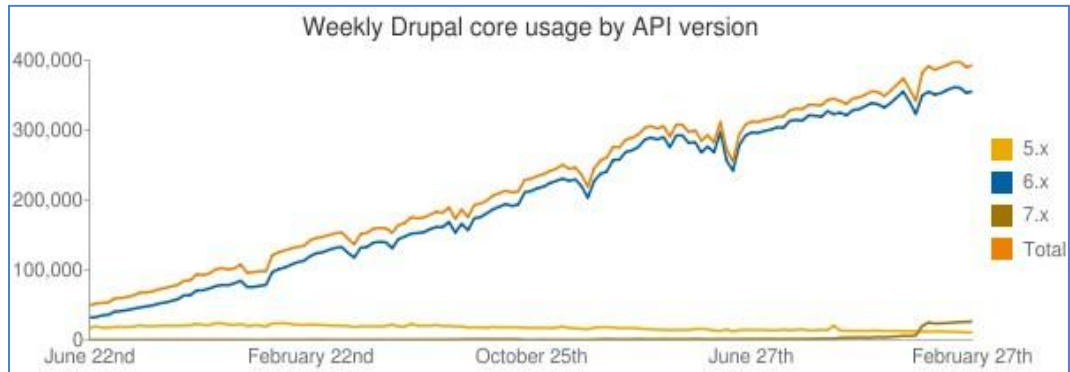
Εικόνα 5. Σχηματική αναπαράσταση του πυρήνα Drupal και της επιπρόσθετης λειτουργικότητας που επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση πρόσθετων

Η παρουσία των προσθέτων δίνει αξία και ισχύ στο drupal κάνοντας εφικτή την ενσωμάτωση πολλών λειτουργικών χαρακτηριστικών. Ένα από αυτά είναι και το πρόσθετο RDFa μαζί με άλλα προαπαιτούμενα πρόσθετα πυρήνα που απαιτούνται για την ομαλή και αποτελεσματική αξιοποίηση αυτού. Το συγκεκριμένο πρόσθετο, ενσωματώνεται στην αρχιτεκτονική του drupal και επιτρέπει τη μετατροπή του απλού περιεχομένου ιστού σε σημασιολογικό περιεχόμενο. Με απλά λόγια, με την προσθήκη του plugin RDFa γίνονται διαχειριστικά διαθέσιμα τα πεδία αντιστοίχισης του περιεχομένου και συγκεκριμένα, των τύπων δεδομένων με τα χαρακτηριστικά οντολογιών. Έτσι ο κάθε τύπος δεδομένων μπορεί να αντιστοιχιστεί σε κλάσεις και να συσχετιστεί με αντικείμενα, δίνοντας σημασιολογική ταυτότητα και κάνοντάς τα αναγνωρίσιμα και προσπελάσιμα από άλλους υπολογιστές (endpoints) στο διαδίκτυο. Το παραγόμενο αποτέλεσμα είναι η εναπόθεση επιπλέον ετικετών στα στοιχεία της HTML σελίδας, σύμφωνα με την αντιστοίχιση που έχει γίνει από τον developer.

2.4. Σημασιολογικός Ιστός και Drupal

Σε προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μια επισκόπηση των πιο γνωστών CMS. Το Drupal, από την έκδοση 7 και μετέπειτα υποστηρίζει εγγενώς πολλά χαρακτηριστικά και τεχνολογίες Σημαντικού Ιστού, επιτρέποντας στους ιστότοπους να παράγουν Συνδεδεμένα Δεδομένα, χωρίς την ανάγκη παρέμβασης από το χρήστη και χειροκίνητης εισαγωγής σημαντικών πληροφοριών, κατά την δημιουργία περιεχομένου. Αφού μελετηθούν οι λειτουργίες Σημαντικού Ιστού που ενσωματώνει το Drupal, παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο η υλοποίηση

μιας δικτυακής πύλης Σηματολογικού Ιστού, που θα περιέχει πληροφορία σχετικά με προορισμούς διακοπών, κάνοντας χρήση της έκδοσης 7 του Drupal, η οποία αναδεικνύει τα πλεονεκτήματα, τις δυνατότητες και την ευχρηστία που προσφέρει το εν λόγω CMS στην διαχείριση περιεχομένου για τον Σημαντικό Ιστό. Το Drupal7 είναι ανάμεσα στα τρία πρώτα, σε μερίδιο αγοράς, CMS ανοικτού κώδικα, και απαριθμεί περισσότερες από 390,000 εγκαταστάσεις στον Ιστό (εικόνα 6). Όπως και πολλά άλλα CMS, διευκολύνει τη δημιουργία ιστοτόπων αναλαμβάνοντας πολλές πλευρές της συντήρησης, όπως η ροή εργασίας δεδομένων, ο έλεγχος πρόσβασης, οι λογαριασμοί χρηστών και η αποθήκευση των δεδομένων στη βάση.



Εικόνα 6. Drupal Usage By Version

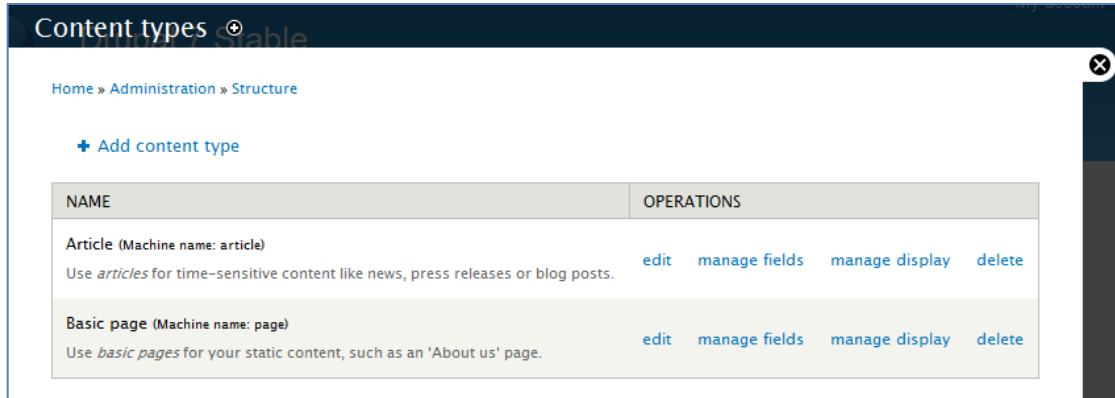
Όπως συνηθίζεται στα περισσότερα CMS, ο διαχειριστής του ιστοτόπου (site administrator) αρχικά "στήνει" έναν ιστοτόπο εγκαθιστώντας τον πυρήνα της διαδικτυακής εφαρμογής Drupal και διαλέγοντας πρόσθετα χαρακτηριστικά από μια μεγάλη ποικιλία επεκτάσεων, που ονομάζονται modules. Οι διαχειριστές δεν γράφουν κώδικα· αυτό γίνεται από τους προγραμματιστές που δημιουργούν τα modules. Αφού δημιουργηθεί ο ιστοτόπος, το Drupal επιτρέπει σε χρήστες χωρίς τεχνικές γνώσεις να προσθέσουν περιεχόμενο και να χειριστούν συνηθισμένες εργασίες συντήρησης.

Κάθε αντικείμενο περιεχομένου στο Drupal ονομάζεται node, δηλαδή κόμβος. Οι κόμβοι συνήθως αντιστοιχίζονται απευθείας στις σελίδες του ιστοτόπου, και μπορεί να είναι μια καταχώρηση ιστολογίου, ένα άρθρο, μια είδηση, μια συνταγή, κ.τ.λ. Οι κόμβοι μπορούν να δημιουργηθούν, να επεξεργασθούν και να διαγραφούν από συντάκτες περιεχομένου. Κάποια module επεκτείνουν τους κόμβους. Για παράδειγμα, το module Taxonomy επιτρέπει την εκχώρηση κόμβων σε κατηγορίες.

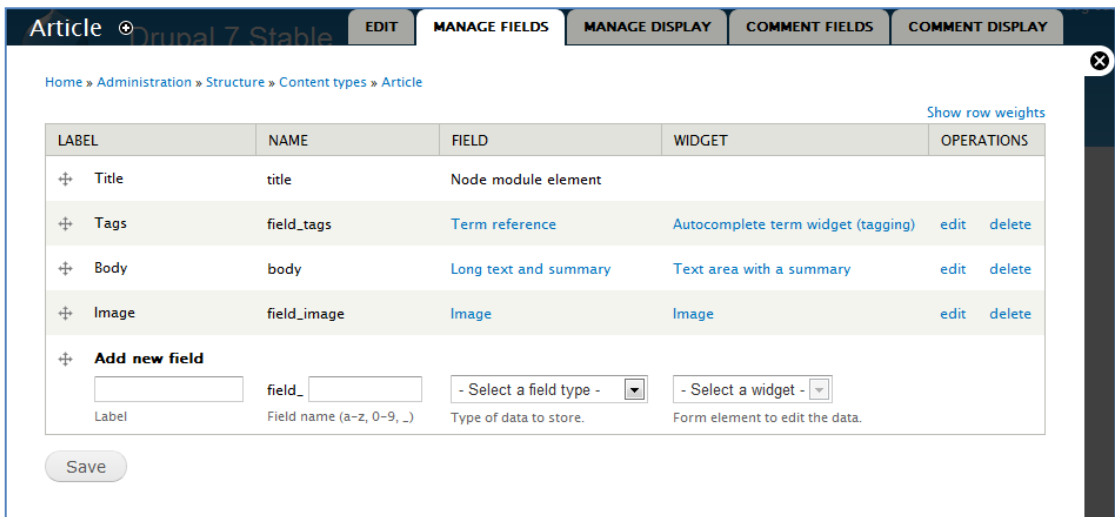
Πιο συγκεκριμένα, το Drupal αποτελείται από πέντε επίπεδα:

1. *Δεδομένα*: Οι κόμβοι, οι οποίοι μπορεί να είναι άρθρα, σχόλια, χρήστες κ.τ.λ
2. *Modules*: Λειτουργικά plugin για επέκταση των λειτουργιών του ιστοτόπου.
3. *Blocks & Menus*: Παρουσίαση αντικειμένων (κειμένου, κόμβων, επιλογών σύνδεσης) σε τομείς της σελίδας, και μενού, για πλοήγηση σε διάφορες επιλογές και σελίδες του ιστοτόπου.
4. *Άδειες χρηστών*: Έλεγχος με χρήση ρόλων χρηστών στο τι μπορούν να δουν και να κάνουν οι χρήστες.
5. *Θέματα(themes)*: Πρότυπα που παρουσιάζουν τον ιστοτόπο στον χρήστη, κάνοντας χρήση XHTML και CSS, από τα υποκείμενα δεδομένα.

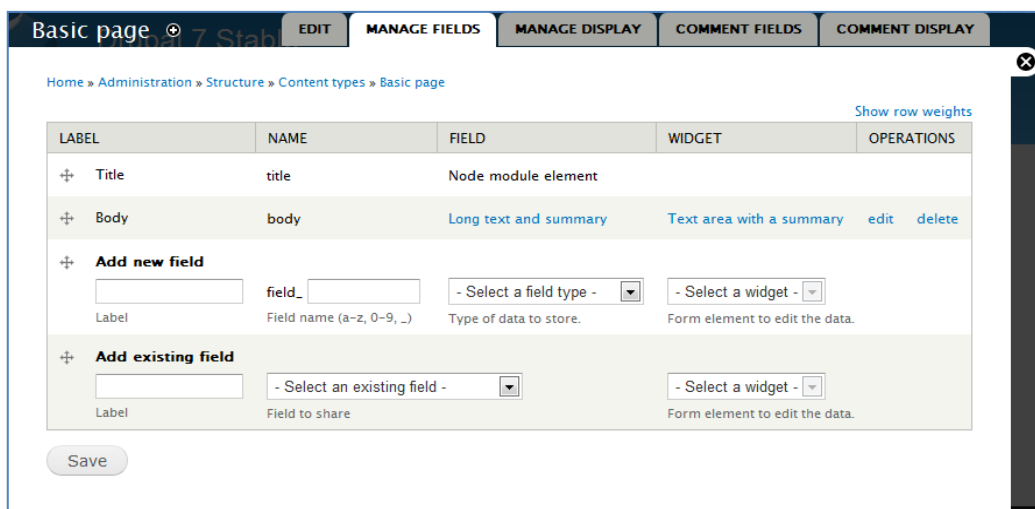
Βασική ιδέα στο Drupal 7 είναι η δημιουργία τύπων περιεχομένου (content types). Οι διαχειριστές μπορούν να δημιουργήσουν όσους τύπους περιεχομένου χρειάζονται, καθένας από τους οποίους περιέχει (και χαρακτηρίζεται από) ένα σύνολο πεδίων (fields). Αυτό προσφέρει μεγάλη ευελιξία και ποικιλία στο είδος περιεχομένου που μπορεί να προστεθεί στον ιστοτόπο. Αυτή η λειτουργικότητα επιτυγχάνεται με το module Content Construction Kit — CCK (το οποίο υπήρχε ως πρόσθετο στην προηγούμενη έκδοση του Drupal αλλά οι περισσότερες λειτουργίες του είναι πλέον ενσωματωμένες στον πυρήνα της τελευταίας έκδοσης), επιτρέποντας στους διαχειριστές να καθορίσουν τύπους κόμβων βασισμένους σε τύπους περιεχομένου, και πεδία για κάθε τύπο περιεχομένου. Τα πεδία μπορούν να είναι πλαίσια απλού κειμένου, ημερομηνίες αρχεία, αναφορές σε άλλους κόμβους κ.τ.λ. Παραδείγματος χάριν, στην εικόνα 7 εμφανίζονται οι τύποι περιεχομένου που είναι προκαθορισμένοι στον πυρήνα του Drupal 7, και στις εικόνες 8 και 9 παρουσιάζονται τα προκαθορισμένα πεδία κάθε τύπου περιεχομένου.



Εικόνα 7. Drupal Default Content Types



Εικόνα 8. Drupal Default Article Content Type Fields



Εικόνα 9. Drupal Default Basic Page Content Type Fields

Όταν ο διαχειριστής αρίζει τύπους περιεχομένου και πεδία, πρέπει να παρέχει ένα αναγνωριστικό (ID), μια ετικέτα (label) και μια περιγραφή (description) για κάθε στοιχείο. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα για επιβολή περιορισμών στα πεδία:

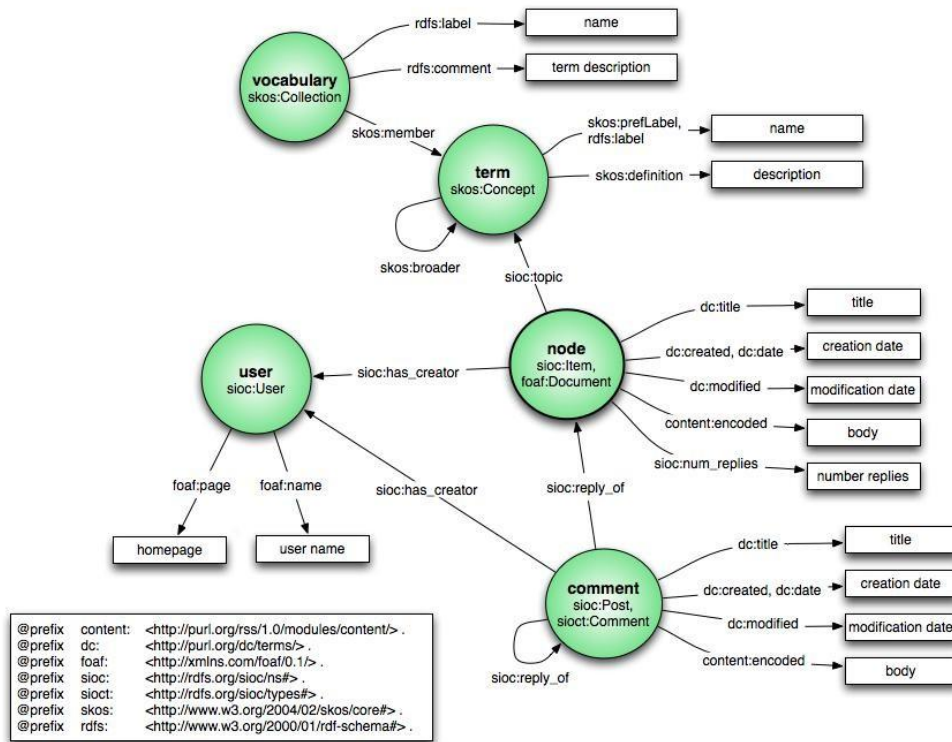
- Ποσοτική σχέση (Cardinality): Τα πεδία μπορούν να είναι υποχρεωτικά ή προαιρετικά, και μπορούν να πάρουν μία ή περισσότερες τιμές, κάτι που ορίζει την ποσοτική σχέση, με τον τύπο περιεχομένου που περιγράφουν.
- Πεδίο ορισμού (Domain): Ένας ή περισσότεροι τύποι περιεχομένου μπορούν να μοιράζονται τα ίδια πεδία.
- Εύρος (Range): Τα πεδία μπορούν να είναι τύπου κειμένου, ακεραίου, δεκαδικού, κινητής υποδιαστολής, ημερομηνίας επισυναπτόμενου αρχείου ή αναφοράς κόμβου· πεδία αναφοράς σε κόμβους μπορούν να περιοριστούν σε κόμβους συγκεκριμένου τύπου περιεχομένου· πεδία κειμένου μπορούν να περιοριστούν σε μία προκαθορισμένη λίστα κειμένου.

Άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του Drupal είναι η λειτουργικότητα που προσφέρει το module Taxonomy, το οποίο συμπεριλαμβάνεται στον πυρήνα της έκδοσης 7. Το εν λόγω module παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας δομών και ιεραρχίας κατηγοριών και όρων, για την παραγωγή λεξιλογίων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για πλοήγηση, είτε για αναφορά από κόμβους, αλλά και για κατηγοριοποίηση, πολλαπλών επιπέδων μάλιστα, κόμβων και περιεχομένου. Επίσης, υλοποιεί ένα πολύ εύχρηστο σύστημα επισήμανσης (tagging), με βάση πληθώρα λεξιλογίων (η εγκατάσταση του πυρήνα του Drupal περιλαμβάνει το λεξιλόγιο Tags για μια απλή δυνατότητα επισήμανσης του περιεχομένου). Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι μεγάλο μέρος της επιτυχίας του Drupal, προέρχεται από την δυνατότητα επέκτασής του με module, ενώ ακόμη κι ο πυρήνας του αποτελείται από κάποια προεπιλεγμένα module, γεγονός που του προσδίδει έναν τμηματικό χαρακτήρα. Θα αναφερθούν πολλά από αυτά στο στάδιο της υλοποίησης.

2.4.1. Χαρακτηριστικά Σηματολογικού Ιστού στο Drupal 7

Η σύγκλιση του Drupal με τον Σηματολογικό Ιστό δεν πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά τον Ιανουάριο του 2011 που έγινε διαθέσιμη η έκδοση 7 του πυρήνα του. Η αλήθεια είναι ότι το Drupal ήταν το πρώτο CMS ευρείας κυκλοφορίας που "φλέρταρε" με χαρακτηριστικά Σηματολογικού Ιστού από το 2008, τα οποία μπορούσαν να ενσωματωθούν στην εγκατάστασή του ακόμα και στην προηγούμενη έκδοσή του με τη χρήση διάφορων module. Το 2000 ο Dries Buytaert, δημιουργός του Drupal, συμπεριέλαβε στο CMS που τότε ονομαζόταν drup, ένα αρχείο με ονομασία rdf.php. Αυτό το αρχείο περιείχε μια αντικειμενοστραφή υλοποίηση ενός απλού αναλυτή σύνταξης XML, που επικεντρωνόταν στο πρότυπο RDF και περιείχε ένα σύστημα παραγωγής κεραιδίων RDF. Ωστόσο, αργότερα αντικαταστάθηκε από ένα πιο γενικά framework, που προσανατολιζόταν περισσότερο σε XML τύπου RSS, κατεύθυνση που ακολουθήθηκε και στη συνέχεια. Αρκετά χρόνια μετά, το 2007, δημιουργήθηκε το module RDF, το οποίο παρείχε για πρώτη φορά ένα ενιαίο API και επίπεδο αφαίρεσης για την αποθήκευση (uniform API and storage abstraction layer) δεδομένων RDF. Με χρήση του module αυτού είναι δυνατός ο ορισμός τριάδων RDF και η αποθήκευσή τους, όπως και η δημιουργία ή η αλλαγή υπαρχόντων αντιστοιχίσεων RDF (RDF mappings), που αφορούν το περιεχόμενο. Παράλληλα, αναπτύχθηκαν module όπως το RDF External Vocabulary Mapper (EVOC) και το RDF CCK, τα οποία βασίζονταν στο RDF και επέκτειναν τις λειτουργίες Σηματολογικού Ιστού που υλοποιούνταν από το Drupal. Το module EVOC παρείχε έναν τρόπο εισαγωγής εξωτερικών οντολογιών και λεξιλογίων RDF ή OWL στο Drupal, για χρήση από άλλα module όπως το RDF CCK, το οποίο έκανε δυνατή την διάθεση και διανομή του περιεχομένου σε μορφή RDF. Παράλληλα, εμφανίστηκε η μορφή τυποποίησης RDFa, η οποία και έγινε επίσημο πρότυπο στην XHTML 1.1 και στην HTML 5.

Ο Dries Buytaert τον Οκτώβριο του 2008 ανέφερε για πρώτη φορά την τάση που υπήρχε για υιοθέτηση χαρακτηριστικών Σηματολογικού Ιστού στον πυρήνα του Drupal. Η έκδοση 7 του δημοφιούς CMS έκανε ένα σημαντικό βήμα μπροστά, καθώς ενσωμάτωσε το πρότυπο RDFa, αλλά και το module RDF, στον πυρήνα του, μαζί με διάφορες λειτουργίες άλλων δημοφιλών module, όπως το CCK. Ο πυρήνας του Drupal 7 παράγει αυτόματα σελίδες με σήμανση RDFa, μεταβιβάζοντας τα μεταδεδομένα RDF στον χρήστη μαζί με την παρουσίαση της σελίδας. Για την ακρίβεια, το Drupal 7 έχει αρκετές ομοιότητες με το πρότυπο RDFa στον τρόπο που δομούνται τα δεδομένα — στιγμιότυπα τύπων δεδομένων, με ιδιότητες και σχέσεις μεταξύ τους. Η σημαντική διαφορά είναι ότι η δομή του Drupal μένει κρυμμένη στη βάση δεδομένων, ενώ η δομή RDF παρέχεται με τη σελίδα. Η έκδοση 7 του Drupal εισάγει ένα νέο επίπεδο αφαίρεσης πάνω στα δεδομένα που ονομάζεται Τύποι Οντοτήτων (Entity Types), και περιλαμβάνει Τύπους Οντοτήτων για κόμβους χρήστες σχόλια, αρχεία, όρους και λεξιλόγια. Από την εγκατάσταση του Drupal 7 παρέχονται κάποιες βασικές αντιστοιχίσεις RDF για πεδία αυτών των τύπων, όπως ο τίτλος η περιγραφή, η ημερομηνία δημιουργίας, κ.τ.λ. Αυτό το προκαθορισμένο Σχήμα RDF παρουσιάζεται στην εικόνα 10.



Εικόνα 10. Drupal Default RDF Schema

Όπως γίνεται φανερό, το Drupal 7 χρησιμοποιεί, χωρίς να χρειάζεται κάποια παρέμβαση από τον δημιουργό περιεχομένου (ή τον διαχειριστή), κάποια από τα πιο σημαντικά λεξιλόγια Σημασιολογικού Ιστού, όπως τα FOAF, SIOC, SKOS και DC (Dublin Core), με αποτέλεσμα όλο το περιεχόμενο που παράγεται να έχει μία, βασική έστω, διασύνδεση με τον Σημασιολογικό Ιστό, να είναι αυτόματα διαθέσιμο ως Συνδεδεμένα Δεδομένα και να μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτά εργαλεία Σημαντικού Ιστού όπως RDF crawler, σημαντικές μηχανές αναζήτησης και μηχανές ερωτημάτων SPARQL. Το Drupal 7 δεν σταματά εκεί, καθώς δίνει τη δυνατότητα στον διαχειριστή (ή και τον χρήστη, ανάλογα με την άδεια που του έχει δοθεί) να ορίσει περισσότερες αντιστοιχίσεις RDF, τόσο σε τοπικά όσο και σε εξωτερικά λεξιλόγια. Ο συνδυασμός αυτής της δυνατότητας με τη δημιουργία νέων τύπων περιεχομένου και πεδίων, δίνει στο Drupal 7 έναν χαρακτήρα framework για δημιουργία ιστοτόπων με χαρακτηριστικά Σημαντικού Ιστού και Συνδεδεμένων Δεδομένων. Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο το Drupal 7 χρησιμοποιεί τους τύπους περιεχομένου που ορίζει ο χρήστης, μαζί τα πεδία τους και τις σχέσεις μεταξύ τους, για να δημιουργήσει ένα λεξιλόγιο του ιστοτόπου (site vocabulary), το οποίο αντιστοιχίζεται με τη χρήση εξωτερικών λεξιλογίων σε Συνδεδεμένα Δεδομένα.

3. Υλοποίηση Εργασίας Α' Μέρος

Σε αυτό το κεφάλαιο αναπτύσσεται η οντολογία για τις ανάγκες της εργασίας, αφού έχει ακολουθήσει μία αναλυτική καταγραφή αναγκών και προσδοκώμενων αποτελεσμάτων. Σταδιακά, αναπτύσσεται η δομή της οντολογίας, περιγράφοντας τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες αυτής. Σκοπός της εργασίας, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, είναι η προβολή και κατανόηση των δυνατοτήτων των συστημάτων CMS, να δημιουργούν περιεχόμενο με σημασιολογική ταυτότητα. Ως επέκταση αυτής της λειτουργικότητας, στην εξετάζεται ο τρόπος εφαρμογής μίας οντολογίας που αναπτύξαμε στο εργαλείο Protege, η σύνθεση της οποίας βασίζεται και εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο δομής της ιστοσελίδας μας. Με λίγα λόγια, τα δομικά συστατικά της οντολογίας μας θα πρέπει να συμβαδίζουν με τα δομικά συστατικά της ιστοσελίδας, ώστε στην συνέχεια να αντιστοιχιστούν κατάλληλα στο περιεχόμενο.

Στο πρώτο μέρος της υλοποίησης, αναλύεται, σχεδιάζεται και αναπτύσσεται η οντολογία. Στην συνέχεια εφαρμόζεται η κατάλληλη διαδικασία εξαγωγής της οντολογίας σε κατάλληλη μορφή, ώστε να εισαχθεί σε δεύτερο στάδιο στο σύστημά μας. Το εργαλείο ανάπτυξης που χρησιμοποιείται είναι το Protégé και η οντολογία αναπαριστά ένα σύστημα επιλογής προορισμού διακοπών, βάσει κριτηρίων. Η οντολογία μας έχει τίτλο "tripinn" και παρακάτω αναλύονται όλα τα δομικά συστατικά, τα φίλτρα και τα χαρακτηριστικά της οντολογίας που πρέπει να ενσωματώνει ώστε να πληρούνται οι προϋποθέσεις υλοποίησης και φυσικά να αντικατοπτρίζεται όσο το δυνατόν καλύτερα το μοντέλο λειτουργικότητας που έχει οριστεί για την παραγωγή των επιθυμητών αποτελεσμάτων.

3.1. Ανάλυση Απαιτήσεων Ανάπτυξης Οντολογίας

Η σελίδα που αναπτύχθηκε, προσφέρει στους χρήστες της ένα περιβάλλον διαθέσιμων επιλογών μεταξύ των οποίων δύνανται να διαλέξουν προορισμό, με βάσει τα κριτήρια της προτίμησής τους. Το ζητούμενο είναι ο χρήστης να μπορεί να δει τι προορισμούς περιλαμβάνει το καταλληλότερο, σύμφωνα με τις ανάγκες του, πακέτο προορισμού. Η κατηγοριοποίηση αυτή προϋποθέτει ένα σύνολο περιορισμών και κανόνων, που με διαφορετικό τρόπο εφαρμόζονται στην ανάπτυξη της οντολογίας και διαφορετικά στην ανάπτυξη του περιεχομένου στο Drupal. Φυσικά, στην τελική μορφή της ιστοσελίδας, ο χαρακτήρας της οντολογίας πρέπει να αντικατοπτρίζεται επαρκώς όσον αφορά τον τρόπο που διατίθεται το περιεχόμενο του δικτυακού τόπου.

Πριν ξεκινήσει η ανάπτυξη της οντολογίας έπρεπε αρχικά να γίνει πλήρως κατανοητό το σενάριο χρήσης του ιστοτόπου και πως αυτό θα εξυπηρετεί καλύτερα τον επισκέπτη. Τελικός στόχος του επισκέπτη είναι να καταλήγει σε έναν προορισμό. Για να καταλήξει σε έναν προορισμό όμως, είναι απαραίτητο να ορίσει το εύρος κόστους των διακοπών σύμφωνα με τις οικονομικές του δυνατότητές του, καθώς και ένα σύνολο επιθυμητών δραστηριοτήτων που ενδεχομένως προτιμά. Η ιδέα περιστρέφεται γύρω από την έννοια της κατηγοριοποίησης. Στην οντολογία υπάρχουν οι κλάσεις οι οποίες αντιστοιχούν σε τύπους δεδομένων στην ιστοσελίδα μας (π.χ. ο τύπος δεδομένων LuxuryHotel αντιστοιχεί στην κλάση LuxuryHotel), οι ιδιότητες που πραγματοποιούν συσχετίσεις μεταξύ των κλάσεων και τα στιγμιότυπα ή αντικείμενα (individuals) που αποτελούν ουσιαστικά το περιεχόμενο της ιστοσελίδας, αποκτώντας την ταυτότητα ενός τύπου δεδομένων (το FourSeasonHotel είναι τύπου LuxuryHotel). Όλα τα παραπάνω στην οντολογία μας μεταφράζονται σε δομικά στοιχεία και υλοποιούνται με συγκεκριμένο τρόπο και συντακτικό, βάσει κανόνων οντολογιών και τρόπου χρήσης του εργαλείου Protege.

Οι βασικοί όροι και έννοιες αποτέλεσαν τις κλάσεις της οντολογίας οι οποίες οργανώθηκαν σε δενδρική ιεραρχική δομή. Κατά την ιεράρχηση των κλάσεων μπορούν να ακολουθηθούν πολλές προσεγγίσεις οι σημαντικότερες εκ των οποίων είναι: η top-down μέθοδος (από επάνω προς τα κάτω), κατά την οποία η διαδικασία ανάπτυξης αρχίζει με τον καθορισμό των γενικότερων εννοιών του τομέα και ακολουθεί η ειδίκευση τους, η μέθοδος bottom-up (από κάτω προς τα επάνω), αρχίζει με τον καθορισμό των πιο συγκεκριμένων κλάσεων και ακολουθεί η ομαδοποίηση αυτών σε γενικότερες έννοιες. Τέλος, υπάρχει και η μέθοδος που συνδυάζει τις δύο προηγούμενες (Combination), κατά την οποία αρχικά καθορίζονται οι εμφανέστερες και πιο σημαντικές έννοιες και έπειτα αυτές γενικεύονται ή/ και εξειδικεύονται κατάλληλα.

Τα κριτήρια της συγκεκριμένης οντολογίας καλύπτουν το βασικό για την κατανόηση των διαδικασιών στόχο, χωρίς να πραγματοποιείται εις βάθος έλεγχος σεναρίων και να γίνεται πλήρης ανάπτυξη των δομικών συστατικών. Μιας και ο σκοπός της εργασίας είναι η προβολή των δυνατοτήτων των CMS συστημάτων να ενσωματώσουν σημασιολογικό περιεχόμενο με την βοήθεια εξωτερικών βιβλιοθηκών, η ανάπτυξη μια πλήρους λειτουργικής ιστοσελίδας και μιας πολυσύνθετης οντολογίας θεωρήθηκε πλεονασμός για την συγκεκριμένη

υλοποίηση.

3.2. Σχεδιαστική Δομή Οντολογίας

Στο project που δημιουργήσαμε επιλέχθηκε η OWL-DL ως γλώσσα ανάπτυξης οντολογίας. Η οντολογία αντιπροσωπεύει μια ψηφιακή πλατφόρμα επιλογής πακέτου προορισμού, δηλαδή μοντελοποίηση και συσχετίσεις μεταξύ περιεχομένου και πληροφοριών που σχετίζονται με τοποθεσίες, δραστηριότητες και διαμονή.

Τα Βασικά Στοιχεία μίας Οντολογίας, όπως αναφέρθηκαν συνοπτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο είναι τα παρακάτω:

- **Κλάσεις (classes)**
- **Σχέσεις (relations)**
- **Συναρτήσεις (functions)**
- **Αξιόματα (axioms)**
- **Στιγμιότυπα (instances-individuals)**

Κλάσεις (classes):

Έννοιες που σχετίζονται με ένα πεδίο ή κάποιες εργασίες, οι οποίες είναι συνήθως οργανωμένες σε κάποιο ταξινομικό σύστημα,

Σε μια οντολογία που αφορά ένα Σχολείο:

ο "καθηγητής" και ο "μαθητής" αποτελούν δύο κλάσεις.

Σχέσεις (relations): Ένας τύπος αλληλεπίδρασης μεταξύ εννοιών ενός πεδίου.

Το πρώτο όρισμα είναι το πεδίο της σχέσης (domain of relation) και το δεύτερο η εμβέλεια της (range).

Συναρτήσεις (functions): Μια ειδική περίπτωση σχέσης, στην οποία το ν-οστό στοιχείο της σχέσης προσδιορίζεται μοναδικά από τα ν-1 προηγούμενα στοιχεία.

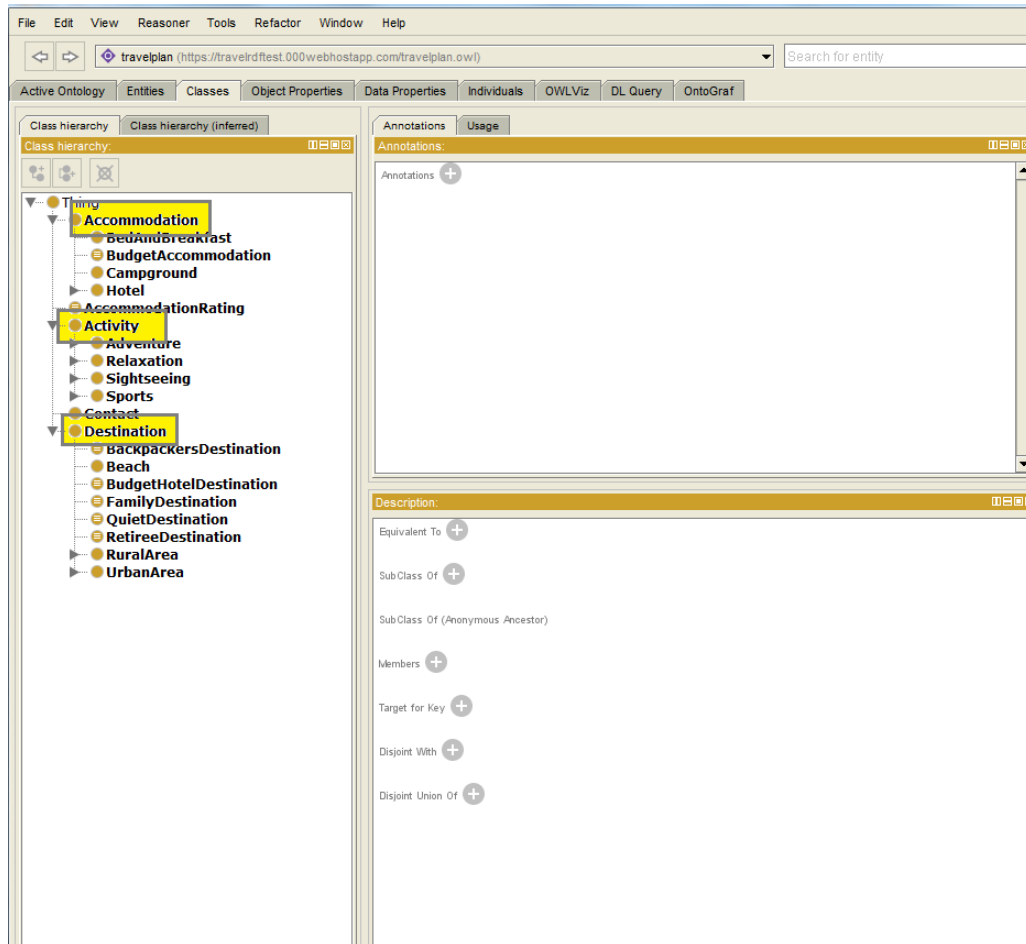
Αξιόματα (axioms): Αναπαριστούν προτάσεις που είναι πάντοτε αληθείς. Παράδειγμα: αν ο "μαθητής 1" πηγαίνει στην Β΄ τάξη μπορεί να παρακολουθήσει την "περιβαλλοντική δραστηριότητα 1" την οποία παρακολουθούν μαθητές της Β΄ τάξης.

Στιγμιότυπα (instances): Αναπαριστούν συγκεκριμένα στοιχεία, παράδειγμα: ο καθηγητής με το όνομα Ακριβή Θεοδώρα είναι ένα στιγμιότυπο της κλάσης "καθηγητής".

Στα επόμενα υποκεφάλαια γίνεται αναλυτική περιγραφή και ανάλυση των στοιχείων της οντολογίας μας. Για την καλύτερη κατανόηση χρησιμοποιήθηκαν στιγμιότυπα κατά την διάρκεια της ανάπτυξης και απεικονίζουν το σύνολο της δομής της οντολογίας

3.2.1. Κλάσεις

Η οντολογία που αναπτύχθηκε έχει τίτλο αρχείου travelplan.owl. Συγκεκριμένα ορίσαμε τρεις βασικές υπερκλάσεις (superclasses), με τις υποκλάσεις τους (subclasses), ιδιότητες και συσχετίσεις (Object, DataProperties) και ένα πλήθος από στιγμιότυπα (individuals).



Εικόνα 11. Superclasses of travelplan OWL Ontology

Οι βασικές υπερκλάσεις είναι οι εξής: Accommodation, Activity, Destination και στη ιεραρχία της εικόνας 11 διακρίνονται και οι υποκλάσεις αυτών.

Οι υποκλάσεις της κάθε μίας από τις παραπάνω υπερκλάσεις παρουσιάζονται παρακάτω σε μορφή ιεραρχική:

- Accommodation
 - BedAndBreakfast
 - BudgetAccommodation
 - Campground
 - Hotel
 - LuxuryHotel
 - AccommodationRating
- Activity
 - Adventure
 - BungeeJumping
 - Relaxation
 - Sunbathing
 - Yoga
 - Sightseeing
 - Museums
 - Sports
 - Hiking
 - Surfing
 - Contact
- Destination

- BackpackersDestination
- Beach
- BudgetHotelDestination
- FamilyDestination
- QuietDestination
- RetireeDestination
- RuralArea
 - Farmland
 - NationalPark
- UrbanArea
 - City
 - Capital
 - Town

3.2.2. Περιγραφή Κλάσεων

Σε αυτήν την ενότητα αναλύεται η κάθε κλάση και υποκλάση, καθώς επίσης και οι ιδιότητες δεδομένων (Data Properties) και αντικειμένων (Object Properties) που έχουν οριστεί σε κάθε περίπτωση, μέσω των οποίων επιτυγχάνονται οι διάφορες συνδέσεις μεταξύ των κλάσεων.

- Κλάση "Accommodation"

Η υπερκλάση Accommodation περιλαμβάνει τις υποκλάσεις BedAndBreakfast, BudgetAccommodation, Campground, Hotel. Η κλάση Hotel περιλαμβάνει μία υποκλάση LuxuryHotel ενδεικτικά, ώστε να φανεί η χρήση των ιεραρχικών επιπέδων κατά την υλοποίηση. Στην υπερκλάση Accommodation ανήκουν διάφοροι τύποι καταλημάτων με βάση την κατηγορία και τις παροχές του καταλλήματος. Χαρακτηριστικός είναι ο ρόλος της υποκλάσης BudgetAccommodation καθώς και της AccommodationRating. Η κλάση BudgetAccommodation χαρακτηρίζεται ως "defined class" και ικανοποιεί την ικανή και αναγκαία συνθήκη "necessary and sufficient condition". Αυτό σημαίνει ότι στα πλαίσια περιγραφής της κλάσης αυτής, έχουμε ορίσει μία συνθήκη κατά την οποία οποιοδήποτε στοιχείο την ικανοποιεί, κατατάσσεται αυτομάτως στην κλάση αυτή. Η κατηγοριοποίηση οπτικοποιείται με την εκτέλεση του reasoner. Η κλάση AccommodationRating περιέχει σταθερές συνθήκες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την βαθμολόγηση των υποκλάσεων της Accommodation κλάσης. Να σημειώσουμε ότι η κλάση Accommodation καθώς και οι υποκλάσεις που κληρονομούν από αυτήν, συνδέονται μέσω της συσχέτισης των ιδιοτήτων των αντικειμένων με την υπερκλάση AccommodationRating.

- *Ιδιότητες αντικειμένων:*

"hasRating": Αυτή η ιδιότητα αντικειμένου προσδιορίζει βαθμολογικά την κλάση Accommodation και τις υποκλάσεις αυτής. Οι τιμές της είναι οι OneStar TwoStars ThreeStars και χαρακτηρίζουν τα στοιχεία accommodation με δείκτη την ποιότητα. Η ιδιότητα αυτή παίζει σημαντικό ρόλο στην κατηγοριοποίηση των αντικειμένων Accommodation, στις υποκλάσεις αυτής. Η κλάση Accommodation συμμετέχει επίσης στην συσχέτιση destination-accommodation μέσω της ιδιότητας hasAccommodation την οποία θα αναπτύξουμε παρακάτω.

- Κλάση "Accommodation Rating"

Η κλάση AccommodationRating λαμβάνει τις τιμές OneStar TwoStars ThreeStars και χαρακτηρίζουν τα αντικείμενα accommodation με δείκτη την ποιότητα, από το λιγότερο καλό στο καλύτερο. Ρόλος αυτής είναι να αποτελέσει φίλτρο κατηγοριοποίησης του καταλλήματος και κατά την εκτέλεση του reasoner να εξαχθούν

συμπεράσματα ταξινόμησης στιγμιότυπων (Inferred types computation). Οι ιδιότητες αντικειμένων που χρησιμοποιούνται για αυτήν την κλάση αναλύθηκαν στην αναφορά που έγινε παραπάνω στην κλάση Accommodation.

- Κλάση "Activity"

Η κλάση Activity περιλαμβάνει όλα εκείνα τα στιγμιότυπα που αποτελούν δραστηριότητα και καθένα από τα οποία μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα ή και περισσότερα πακέτα προορισμού (Destination). Η κλάση αυτή όπως και η κλάση Accommodation αποτελούν στην ουσία κριτήρια-μέλη των υποκλάσεων Destination και διαφορετικοί συνδιασμοί των παραπάνω συνθέτουν διαφορετικά πακέτα προορισμών. Οι υποκλάσεις που κληρονομούν από την κλάση Activity είναι οι Adventure, στην οποία ανήκει η υποκλάση BungeeJumping, η Relaxation, την οποία συνθέτουν οι κλάσεις Sunbathing και Yoga, η κλάση SightSeeing με θυγατρική την Museums και τέλος η κλάση Sport, με υποκλάσεις την κλάση Hiking και Surfing.

- *Ιδιότητες αντικειμένων:*

"hasActivity": συνδέει την κλάση Location με την κλάση Region και αποτελεί αντίστροφη της ιδιότητας isCountryOf .

- Κλάση "Destination"

Στην κλάση αυτή συμπεριλαμβάνονται όλα τα διαθέσιμα πακέτα προορισμού, μεταξύ των οποίων, μπορεί ο χρήστης να επιλέξει αυτό, που καλύπτει τις προτιμήσεις του. Στοιχεία της υπερκλάσης αυτής αποτελούν κλάσεις με ονόματα αντιπροσωπευτικά της γεωγραφικής τους θέσης και του αστικού τους χαρακτήρα. Πιο συγκεκριμένα η δομή της κλάσης Destination περιλαμβάνει τα πακέτα προορισμού BackpackersDestination, BudgetHotelDestination, FamilyDestination, QuietDestination και RetireeDestination. Να τονιστεί, ότι οι παραπάνω κλάσεις ικανοποιούν τις συνθήκες necessary and sufficient και χαρακτηρίζονται ως defined classes. Όλα τα στοιχεία που κατηγοριοποιούνται στις κλάσεις αυτές κατά την εκτέλεση του reasoner ικανοποιούν τις συνθήκες αυτές, που είναι διαφορετικές για κάθε ένα από τα πακέτα. Οι όροι που τίθενται για κάθε μία από τις παραπάνω κλάσεις, είναι στην ουσία τα κριτήρια που πρέπει να πληροί ένα χαρακτηριστικό ώστε να ανήκει στην εκάστοτε κλάση. Οι συνθήκες προκύπτουν από τον συνδυασμό των κριτηρίων που πρέπει να ικανοποιεί ένα χαρακτηριστικό, δηλαδή στις κλάσεις που πρέπει να ανήκει το χαρακτηριστικό αυτό, ώστε να κατηγοριοποιηθεί αυτόματα σε ένα από τα διαθέσιμα πακέτα προορισμού. Το κοινό των κριτηρίων αυτών είναι η συνθήκη Destination που εφαρμόζεται σε κάθε υποκλάση που αποτελεί πακέτο προορισμού. Πιο συγκεκριμένα, για να ανήκει ένα χαρακτηριστικό σε ένα από τα πακέτα, πρέπει να αποτελεί τουλάχιστον προορισμό, δηλαδή να είναι μέλος της υπερκλάσης Destination. Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ποικίλουν ανάλογα με τον χαρακτήρα που διακοπών που επιθυμεί να προσδώσουμε σε κάθε υποκλάση προορισμού.

Στην συγκεκριμένη υπερκλάση ανήκουν επίσης και οι κλάσεις Beach, RuraArea (με υποκλάσεις Farmland και NationalPark) και UrbanArea (με υποκλάσεις την City, στην οποία ανήκει η κλάση Capital, και η κλάση Town). Το σύνολο των κλάσεων αυτών αποτελεί το φάσμα προορισμών που μπορεί να διαλέξει ο χρήστης. Η κάθε μία κλάση από αυτές είναι υποψήφια για κατηγοριοποίηση σε ένα από τα διαθέσιμα πακέτα προορισμού, αναλόγως με το τι συνθήκες ικανοποιεί. Για παράδειγμα, τα μέλη της κλάσης NationalPark (BlueMountain, Warrumbungles), πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον τις συνθήκες-συσχετίσεις hasAccommodation και hasActivity με τις κλάσεις Campground και Hiking αντίστοιχα, δηλαδή να έχουν διαμονή τύπου Campground (hasAccommodation some Campground) και δραστηριότητα Hiking (hasActivity some Hiking).



Εικόνα 12. Destination class

- Ιδιότητες αντικειμένων:

"hasActivity": Συσχετίζει τα στοιχεία της υπερκλάσης Destination με αυτά της κλάσης Activity.

"hasAccommodation": Συσχετίζει τα στοιχεία της υπερκλάσης Destination με αυτά της κλάσης Accommodation.

"isOfferedAt": Αντίστροφη ιδιότητα της hasActivity

3.2.2. Ανάλυση Λειτουργικότητας

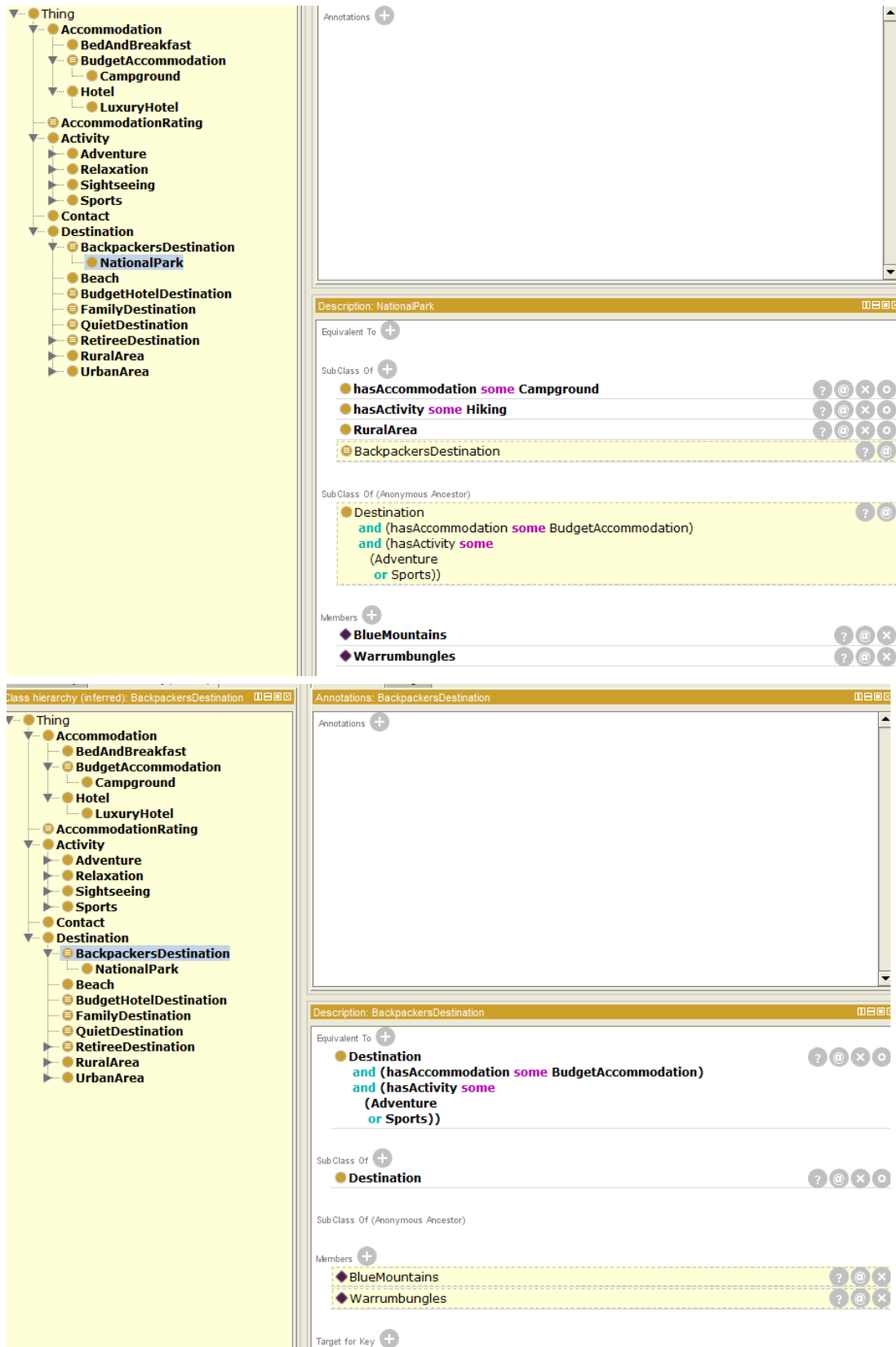
Το σύνολο των υπερκλάσεων και υποκλάσεων που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, μαζί με τις συνθήκες που ενσωματώνουν ως χαρακτηριστικά, συνθέτουν την οντολογία "travelplan", την οποία θα αξιοποιήσουμε αργότερα στο CMS Drupal σύστημα ανάπτυξης περιεχομένου. Αναλύοντας την λειτουργικότητα και περιγράφοντας την λογική της οντολογίας, σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στο αποτέλεσμα που προκύπτει από τον τρόπο που αναπτύχθηκε η οντολογία καθώς και το πως το αποτέλεσμα αυτό προκύπτει από τους περιορισμούς (restrictions), τα κριτήρια των κλάσεων και τους συσχετισμούς (relationships) μεταξύ αυτών.

Η ιεραρχία των κλάσεων έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετεί τον σκοπό μας. Ο σκοπός είναι η

δημιουργία ενός συνόλου πακέτων προορισμού, που με βάσει τα κριτήρια, ο reasoner θα κατηγοριοποιεί αυτόματα τα individuals των υποκλάσεων destination σε μία ή παραπάνω inferred υποκλάση της υπερκλάσης. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο εφαρμόστηκε η συνδυαστική μέθοδος, συνδυάζοντας την top-down και bottom-up προσέγγιση. Αυτή η επιλογή προσδίδει ευελιξία στην υλοποίηση, καθώς οι έννοιες δεν καθορίζονται αυστηρά εξ'αρχής, αλλά καθορίζονται πρώτα οι εμφανέστερες και πια σημαντικές και σταδιακά αυτές γενικεύονται ή/και εξειδικεύονται κατάλληλα. Επειδή δεν τίθενται αυστηροί περιορισμοί κατά την σχεδίαση, κατά την σύνθεση της οντολογίας υπήρχαν αρκετές αλλαγές και αλλαγές ιεραρχίας, που έγιναν με ιδιαίτερη ευκολία χωρίς να διαταράσσεται η δομή, κάτι που φανερώνει την ευελιξία που προσφέρει η συγκεκριμένη μεθοδολογία ανάπτυξης.

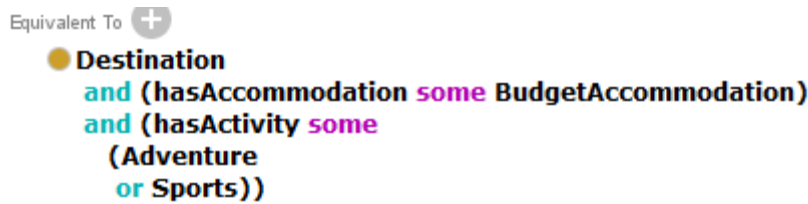
→ *Inferred Hierarchy*

Η "inferred class hierarchy" είναι η ιεραρχία που προκύπτει κατά την εκτέλεση του reasoner. Ο reasoner εξετάζει τις συνθήκες και τους περιορισμούς που έχουν ορισθεί στις κλάσεις της οντολογίας και πραγματοποιεί την κατηγοριοποίηση σύμφωνα με αυτούς. Οι κλάσεις οι οποίες έχουν τον ρόλο της κατηγορίας είναι κλάσεις που εφαρμόζουν "necessary & sufficient criteria". Στην οντολογία μας ως defined κλάσεις έχουν ορισθεί οι BudgetAccommodation, BackpackersDestination, BudgetHotelDestination, FamilyDestination, QuietDestination και RetireeDestination. Στην παρακάτω εικόνα γίνεται αντιληπτή η κατανομή των κλάσεων της inferred ιεραρχίας. Ενδεικτικά, με την εκτέλεση του reasoner, η κλάση Campground συμμετέχει στην κλάση BudgetAccommodation (υπερκλάση Accommodation), εφόσον η πρώτη ικανοποιεί τις συνθήκες της κλάσης BackpackersDestination.



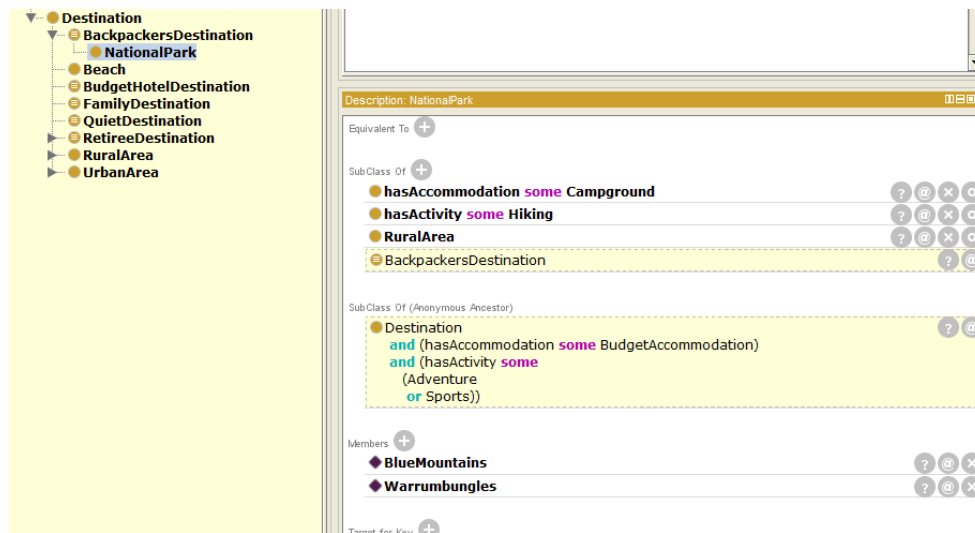
Εικόνα 13. Inferred Hierarchy- Backpackers Destination

Για να ανήκει μία κλάση, και κατ' επέκταση τα αντικείμενα αυτής, στην κλάση Backpackers, θα πρέπει να ικανοποιεί την παρακάτω συνθήκη:



Εικόνα 14. Backpackers Destination Condition

Το κριτήριο αυτό αποτελείται από τρία μέρη και δηλώνει ότι όποια υποκλάση της υπερκλάσης Destination την ικανοποιεί, τότε αυτόματα είναι μέλος της κλάσης BackpackersDestination στην inferred ιεραρχία. Για να είναι λοιπόν κάποια κλάση σε αυτή την κατηγορία, θα πρέπει να ικανοποιεί τον existential περιορισμό "hasAccommodation some BudgetAccommodation" και "hasActivity some (Adventures or Sports)". Όποιο δηλαδή individual είναι μέλος κλάσης, όπου τα παραπάνω κριτήρια αποτελούν περιορισμούς (restrictions) για αυτήν, τότε είναι μέλος και της κλάσης BackpackersAccommodation.



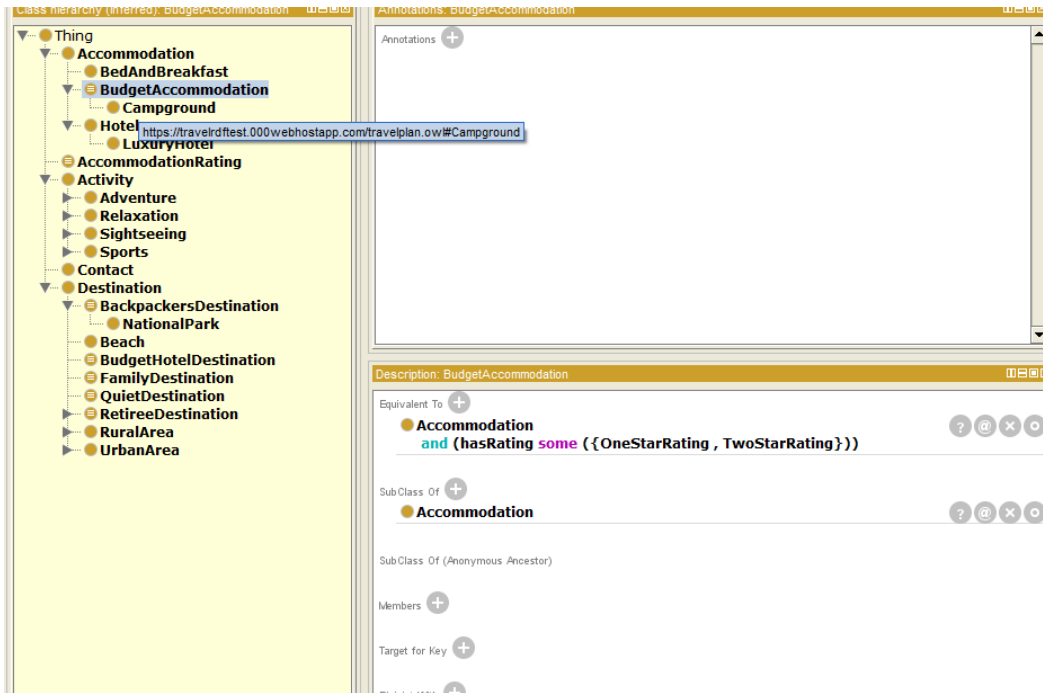
Εικόνα 14. NationalPark Classification

Στην εικόνα 14, φαίνεται ότι η κλάση NationalPark έχει τους περιορισμούς (restrictions) που απαιτούνται ώστε να ανήκει στην κλάση BackpackersDestination. Για τον λόγο αυτό, με την εκτέλεση του reasoner, ενσωματώνεται στο πεδίο Subclassof του DescriptionView, η συνθήκη της κλάσης που ικανοποιεί ο περιορισμός αυτός. Διευκρινιστικά, να σημειωθεί πως, εφόσον η κλάση Campground είναι υποκλάση της BudgetAccommodation, ο περιορισμός hasAccommodation some Campground, ικανοποιεί την συνθήκη hasAccommodation some BudgetAccommodation της κλάσης BackpackersDestination. Το ίδιο ισχύει και για τον περιορισμό hasActivity some Hiking, ο οποίος ικανοποιεί την συνθήκη hasActivity some Adventure or Sports (το Hiking είναι υποκλάση του Sports).

Με την ίδια λογική πραγματοποιείται και η κατηγοριοποίηση στις υπόλοιπες κλάσεις-προορισμούς.

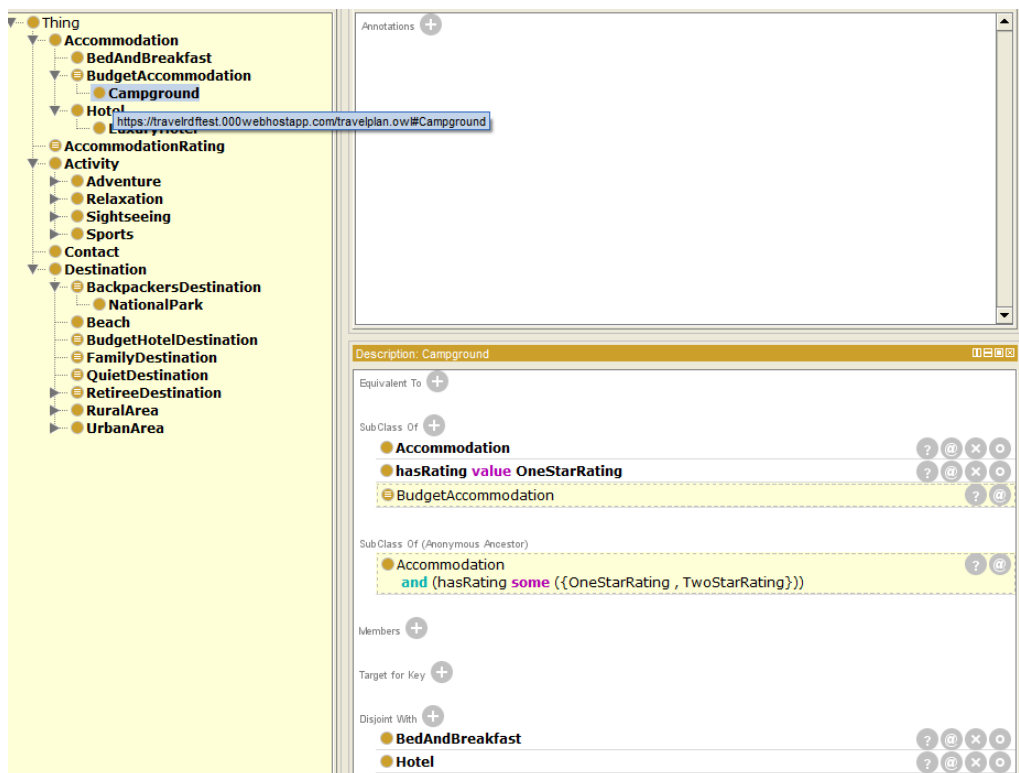
→ Enumerated Classes

Χαρακτηριστική στην οντολογία μας, είναι η κλάση AccommodationRating. Η κλάση αυτή χαρακτηρίζεται ως enumerated κλάση και περιγράφεται προσδίδοντας ακριβής τιμές και όχι μέσω περιορισμών και συσχετίσεων με άλλες κλάσεις. Η συγκεκριμένη κλάση χρησιμοποιείται για τηνκατηγοριοποίηση εντός της υπερκλάσης Accommodation.



Εικόνα 15. BudgetAccommodation Class Conditions

Για να συμμετέχουν τα μέλη κάποιας υποκλάσης που ανήκει στην κλάση Accommodation, στην κλάση BudgetAccommodation, θα πρέπει αυστηρά να ικανοποιείται η σχέση hasRating some OneStarRating, TwoStarsRating.



Εικόνα 16. Campground classification After Reasoner Execution

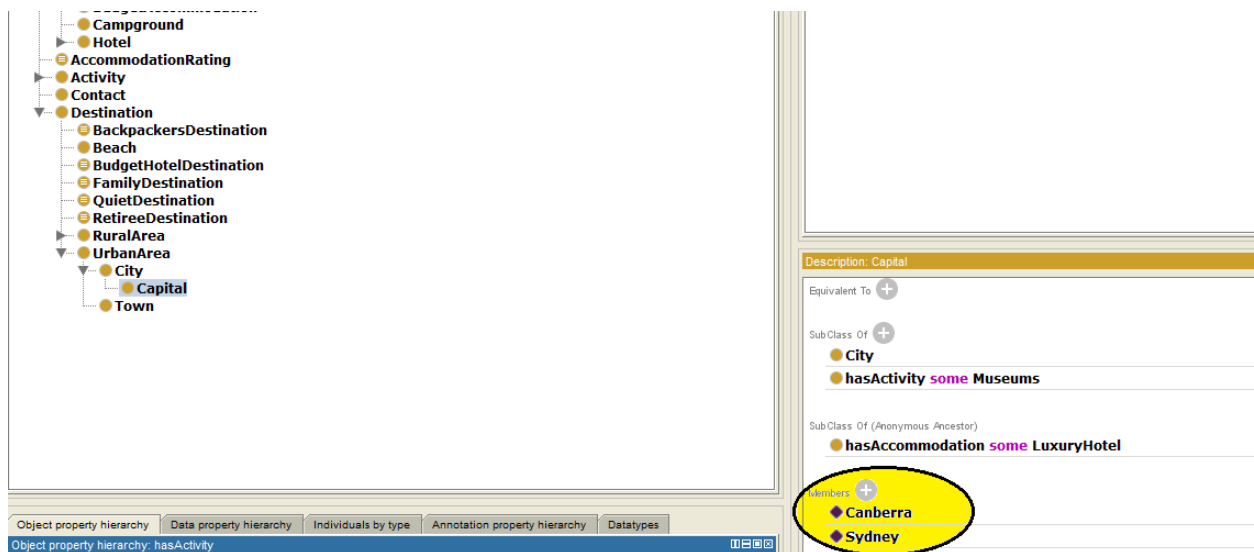
Όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στην εικόνα 16, τα μέλη της κλάσης Campground ικανοποιούν τον περιορισμό του OneStarRating, και συνεπώς μπορούν να είναι μέλη της κλάσης BudgetAccommodation.

→ *Individual Classification*

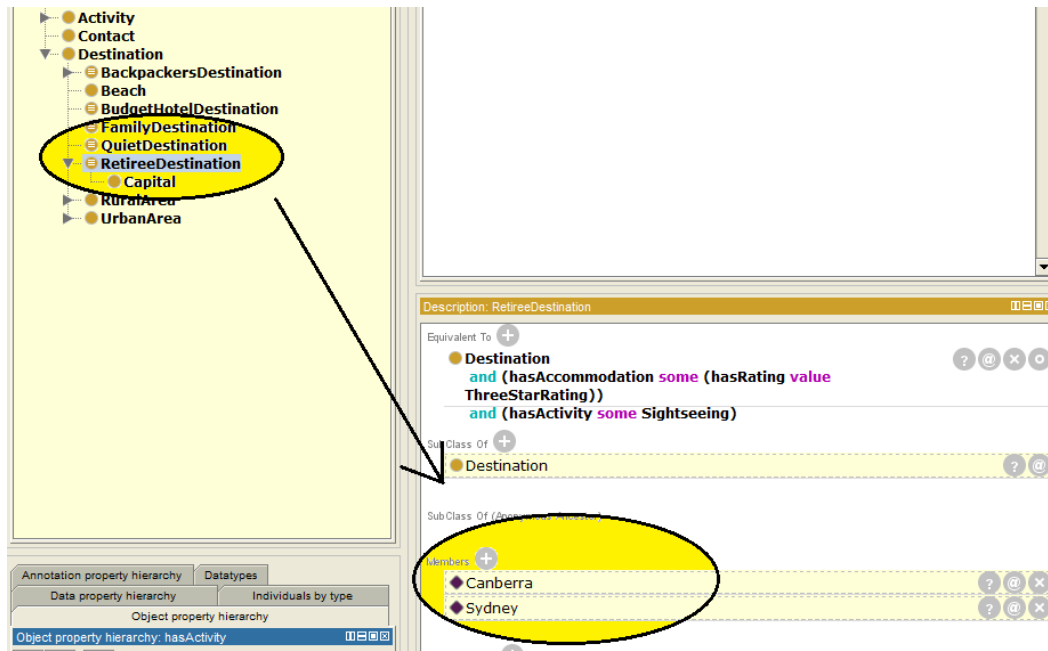
Τα στιγμιότυπα που χρησιμοποιήθηκαν στην οντολογία μας δεν καλύπτουν τις απαιτήσεις ενός ολοκληρωμένου συστήματος ταξιδιωτικών προορισμών, αλλά χρησιμοποιήθηκαν δείγματα ως μέλη κλάσεων, αρκετά ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία κληρονομικότητας των κλάσεων κατά την εκτέλεση του reasoner. Τα στιγμιότυπα εκπροσωπούν περιοχές και ξενοδοχεία της Αυστραλίας. Παρακάτω γίνεται αναφορά των στιγμιότυπων αυτών και των κλάσεων που συμμετέχουν. Ξεκινώντας από το υψηλότερο επίπεδο ιεραρχίας προς το χαμηλότερο, παρουσιάζεται η εξής κατανομή κλάσεων-individuals:

<i>Class</i>	<i>Individual</i>
LuxuryHotel	FourSeasons
AccommodationRating	OneStarRating, TwoStarsRating, ThreeStarsRating
Beach	BondiBeach, CurrawongBeach
RuralArea	CapeYork, Woomera
NationalPark	BlueMountains, Warrumbungles
City	Cairns
Capital	Canberra, Sydney
Town	Coonbarabran

Τα παραπάνω δείγματα, και συγκεκριμένα τα στιγμιότυπα που αντιπροσωπεύουν τοποθεσίες, κατά την εκτέλεση του reasoner, κατανέμονται κατάλληλα στις defined κλάσεις των οποίων οι συνθήκες ικανοποιούνται από τις μητρικές κλάσεις των στιγμιότυπων αυτών. Στην παραγόμενη inferred ιεραρχία διακρίνεται χαρακτηριστικά η κληρονομικότητα αυτή και φαίνεται στην εικόνα 17.



Εικόνα 17. Στιγμιότυπα μέλη της κλάσης Capital

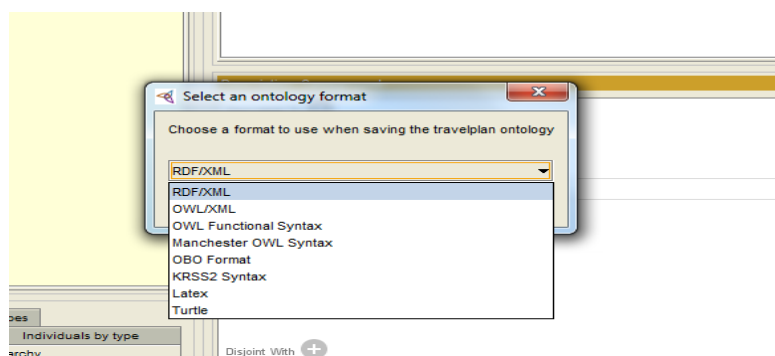


Εικόνα 18. Στιγμιότυπα μέλη της κλάσης RetireeDestination - Inferred Hierarchy

Οι περιορισμοί που έχουν ορισθεί για την κλάση Capital, καλύπτουν το φάσμα περιγραφής της κλάσης RetireeDestination. Συνεπώς, με την εκτέλεση του Reasoner η κλάση Capital θα συμμετέχει στην κλάση RetireeDestination, μαζί με τα μέλη-individuals της πρώτης. Με τον ίδιο τρόπο είναι υλοποιημένη όλη η λογική της οντολογίας μας και για τις υπόλοιπες κλάσεις. Αντίστοιχα η κλάση BackpackersDestination έχει ως μέλος την κλάση NationalPark με τα individuals της τελευταίας.

3.4. Εξαγωγή Οντολογίας σε RDF Πρότυπο

Επόμενο βήμα, μετά την υλοποίηση της οντολογίας, είναι να την μετατρέψουμε σε μορφή κατάλληλη, ώστε να μπορέσουμε να την αξιοποιήσουμε, σε μορφή βιβλιοθήκης πλέον, στο σύστημα Drupal. Το εργαλείο Protege δίνει την δυνατότητα άμεσης αποθήκευσης της υλοποιημένης οντολογίας σε διάφορες μορφές. Για τις ανάγκες της εργασίας και για την συμβατότητα με το σύστημα Drupal, αποθηκεύουμε την οντολογία μας σε μορφή RDF/XML.



Εικόνα 19. Format εξαγωγής οντολογίας

Το παραγόμενο αρχείο έχει την επέκταση .owl και το περιεχόμενο αυτού, όπως φαίνεται στο σχήμα 19, ενσωματώνει RDF χαρακτηριστικά σύμφωνα με τους κανόνες που ορίσαμε κατά την ανάπτυξη της οντολογίας.

```

<!--
//
// Object Properties
//
//
-->

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasAccommodation -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasAccommodation">
  <rdfs:range rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Accommodation"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Destination"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasActivity -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasActivity">
  <rdfs:range rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Activity"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Destination"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasContact -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasContact">
  <rdfs:domain rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Activity"/>
  <rdfs:range rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Contact"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasPart -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#hasPart">
  <rdfs:type rdf:resource="owl:TransitiveProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Destination"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Destination"/>
</owl:ObjectProperty>

//
// Classes
//
//
-->

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Accommodation -->
<owl:Class rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Accommodation"/>

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#AccommodationRating -->
<owl:Class rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#AccommodationRating">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:oneOf rdf:parseType="Collection">
        <rdfs:Description rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#OneStarRating"/>
        <rdfs:Description rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#ThreeStarRating"/>
        <rdfs:Description rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#TwoStarRating"/>
      </owl:oneOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
</owl:Class>

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Activity -->
<owl:Class rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Activity"/>

<!-- https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Adventure -->
<owl:Class rdf:about="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Adventure">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Activity"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Relaxation"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Sightseeing"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="https://travelrdftest.000webhostapp.com/travelplan.owl#Sports"/>
</owl:Class>

```

Εικόνα 20. Το Περιεχόμενο του Αρχείου
travelplan.owl

Κατά την δημιουργία της οντολογίας, όπως αναφέραμε και στο πρώτο κεφάλαιο, ορίζουμε το URI ως μοναδικό αναγνωριστικό αυτής. Το URL που δεσμεύσαμε για τις ανάγκες μας, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά και στο RDF αρχείο, είναι το <https://travelrdfest.000webhostapp.com> και το URI της οντολογίας το <https://travelrdfest.000webhostapp.com/travelplan.owl>.

Για την ορθή δημοσίευση της οντολογίας στο διαδίκτυο υπάρχουν ορισμένοι κανόνες σχετικά με την διευθυνσιοδότηση και το format του URI, προκειμένου η οντολογία να είναι χρηστική και αναγνώσιμη από τα διάφορα εργαλεία. Αρχικά να αναφέρουμε ότι η πληροφορία που υπάρχει στο αρχείο owl, παρουσιάζεται διαφορετικά όταν κάνουμε ένα αίτημα του URL από τον browser και διαφορετικά όταν το "φορτώσουμε" από εργαλεία ανάπτυξης οντολογιών. Στην πρώτη περίπτωση, η οντολογία θα εμφανιστεί στη μορφή της εικόνας 19, ενώ στην δεύτερη περίπτωση η πληροφορία θα ενσωματωθεί στο γραφικό περιβάλλον του εκάστοτε εργαλείου. Το πιο σημαντικό σημείο, που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή είναι η συμφωνία Ontology IRI, και URL φιλοξενίας. Το αρχικό Ontology IRI που ορίζουμε για την οντολογία μας, πρέπει να συμφωνεί αυστηρά με την διεύθυνση URL στην οποία θα φιλοξενηθεί όταν ανέβει στο διαδίκτυο. Επειδή η ανάπτυξη της οντολογίας γίνεται τοπικά και κατόπιν την δημοσιεύουμε σε κάποιον εξυπηρετητή, είναι ιδανικό για την αποφυγή σφαλμάτων, πρώτα να καταλήξουμε στην επιλογή χώρου φιλοξενίας και μετά να γίνει η ανάπτυξη. Με αυτόν τον τρόπο, γνωρίζουμε εξ αρχής το URL στο οποίο θα αντιστοιχεί η οντολογία μας όταν δημοσιευτεί και έτσι μπορούμε να ορίσουμε το Ontology IRI με ασφάλεια. Ασυμφωνία Ontology IRI και URL φιλοξενίας προκαλεί αδυναμία ανάγνωσης της οντολογίας από συστήματα όπως το Drupal. Τεχνική περιγραφή σχετικά με τον τρόπο απόκτησης domain και υπηρεσιών φιλοξενίας παρατίθεται στο έκτο κεφάλαιο.

4. Υλοποίηση Εργασίας Β' Μέρος

Σε προηγούμενο κεφάλαιο έγινε μια επισκόπηση των χαρακτηριστικών που κάνουν το Drupal στην έκδοση 7 την ελκυστικότερη επιλογή για υλοποίηση ιστότοπων με χαρακτηριστικά Σημαντικού Ιστού. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν, το Drupal 7 ήταν το CMS που επιλέχθηκε για τη δημιουργία μιας πρότυπης δικτυακής πύλης για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αυτή η υλοποίηση αποτελεί ένα παράδειγμα παρουσίασης των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης και κατ' επέκταση αξιοποίησης Σημαιολογικών χαρακτηριστικών σε Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου. Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε όλη τη ροή ανάπτυξης της ιστοσελίδας, έχοντας σαν οδηγό την δομή της οντολογίας που έχουμε υλοποιήσει και αναπτύξει στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η ιστοσελίδα μας έχει τον τίτλο *tripinn* και αποτελεί όπως αναφέραμε προηγουμένως, μία πύλη από την οποία ο χρήστης μπορεί να αντλήσει πληροφορίες σχετικά με προορισμούς διακοπών. Αποτελεί, κατά κάποιον τρόπο, ένα είδος ψηφιακού ταξιδιωτικού οδηγού με προτεινόμενα πακέτα προορισμού. Όλη η υλοποίηση στηρίχθηκε αυστηρά στο μοντέλο οντολογίας που αναπτύχθηκε και ακολουθεί τους κανόνες που έχουν οριστεί στην οντολογία αυτή.

Σκοπός σε αυτό το κεφάλαιο είναι να δημιουργήσουμε περιεχόμενο σε ένα περιβάλλον χρήστη, το οποίο θα είναι στην ουσία μία αναπαράσταση της οντολογίας *travelplan* σε μορφή ιστοσελίδας και θα ενσωματώνει όλα τα δομικά σηματολογικά στοιχεία της οντολογίας στις ετικέτες HTML. Έτσι, θα υπάρχει μία οργανωμένη και αναγνώσιμη πηγή πληροφορίας, τόσο για τον χρήστη όσο και για τις μηχανές. Μία ιστοσελίδα που θα αποτελεί ταυτόχρονα και μία βάση δεδομένων, προσπελάσιμη και επαναχρησιμοποιήσιμη.

4.1. Στόχοι και Απαιτήσεις Υλοποίησης

Βασικός στόχος της εργασίας, όπως ορίστηκε και στην εισαγωγή της παρούσης, είναι να γίνει αντιληπτή η δυνατότητα ενσωμάτωσης RDF προτύπων σε HTML περιεχόμενο, με τη χρήση CMS συστημάτων. Για να γίνει όμως κάτι τέτοιο, και αφού έχει δημιουργηθεί η βιβλιοθήκη RDF και έχει δημοσιευτεί κατάλληλα, το επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη του ίδιου του περιεχομένου της ιστοσελίδας και η μεταφορά του σε έναν εξυπηρετητή. Στην διαδικασία ανάπτυξης, ανήκει και η διαδικασία αντιστοίχισης ετικετών περιεχομένου με τα RDF στοιχεία της βιβλιοθήκης που αναπτύχθηκε στο Protege. Οι απαιτήσεις που τέθηκαν και που θα αναλυθούν σε επόμενη παράγραφο διεξοδικά, έτσι ώστε η μορφή της ιστοσελίδας να αντιπροσωπεύει επαρκώς τη δομή της οντολογίας είναι οι παρακάτω:

- *Ανάπτυξη κεντρικού μενού:* Το κεντρικό μενού αποτελείται από τρεις βασικές κατηγορίες. Το μενού Accommodation, Activity και Destination. Το κάθε ένα από αυτά αποτελείται από links δεύτερου επιπέδου, ή αλλιώς τα υπομενού. Για να αναπτυχθεί μία ιστοσελίδα που θα αποτελεί όσο το δυνατόν καλύτερη αναπαράσταση της οντολογίας μας, οι τρεις βασικοί σύνδεσμοι που συνθέτουν το βασικό μενού αντιστοιχούν στις υπερκλάσεις της οντολογίας μας. Στο μενού Activity δεν έχουμε ορίσει τα υπομενού καθώς για τις ανάγκες της εργασίας κρίθηκε προτιμότερο να εστιάσουμε στην Σημαιολογική ανάπτυξη κι όχι στο περιεχόμενο. Για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκαν μόνο τα μενού και τα περιεχόμενα που αντιστοιχούν σε κλάσεις και αντικείμενα που καθορίζουν την εννοιολογική ιεραρχία της οντολογίας.
- *Ανάπτυξη τύπων δεδομένων:* Το σημαντικότερο ίσως κομμάτι της ανάπτυξης περιεχομένου με το drupal είναι η δημιουργία των κατάλληλων τύπων περιεχομένου. Οι τύποι περιεχομένου (content types) αποτελούν χαρακτηριστικό δομικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής του drupal και προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες παραμετροποίησης του περιεχομένου. Οι τύποι δεδομένων προσαρμόζονται με βάση τις απαιτήσεις που τίθενται και το είδος του περιεχομένου που αναπτύσσεται. Ο κάθε τύπος περιεχομένου μπορεί να ενσωματώσει πλήθος παραμετροποιήσιμων πεδίων και να δημιουργηθούν όσοι τύποι περιεχομένου χρειάζονται για να κατηγοριοποιηθεί κατάλληλα το περιεχόμενο που πρόκειται να αναπτυχθεί. Απαραίτητος κανόνας για την προσθήκη περιεχομένου είναι να οριστεί ο τύπος περιεχομένου του πρώτα. Στην συνέχεια θα γίνει ανάλυση και συσχέτιση των τύπων αυτών με τα στοιχεία της RDF βιβλιοθήκης και θα γίνει αντιληπτή η σημαντικότητά τους στην ανάπτυξη.
- *Εγκατάσταση προσθέτων:* Όπως όλα τα CMS στηρίζουν την ισχύ τους στα module και στα plug-ins, έτσι και για την υλοποίηση της εργασίας χρειάστηκε να εγκαταστήσουμε μία σειρά από πρόσθετα, ώστε σε συνδυασμό με την λειτουργικότητα του πυρήνα, να αξιοποιήσουμε κατάλληλα τις δυνατότητες του drupal. Τα πρόσθετα που εγκαταστήσαμε είναι κυρίως πρόσθετα τα οποία

επιτρέπουν την δημιουργία σημασιολογικού περιεχομένου, ενσωματώνοντας RDF πρότυπα στις ετικέτες του HTML περιεχομένου. Η παρακάτω λίστα συγκεντρώνει όλα τα modules που χρησιμοποιήθηκαν ώστε να γίνουν διαθέσιμα τα απαραίτητα πεδία για την εισαγωγή και διαχείριση RDF βιβλιοθηκών άλλα κι άλλα που διευκόλυναν την διαδικασία υλοποίησης καλύπτοντας τις ανάγκες μας:

- ctools-7.x-1.12
- entity-7.x-1.8
- superfish-7.x-2.0 (dropdown menu)
- wysiwyg-7.x-2.4 (text editor)
- Token 7.x-1.7
- RDFx 7.x-2.0-alpha4
- SPARQL API, SPARQL Endpoint, SPARQL Endpoints Registry 7.x-2.0-alpha4
- Views 7.x-3.15
- Pathauto 7.x-1.3

ENABLED	NAME	VERSION	DESCRIPTION	OPERATIONS
<input checked="" type="checkbox"/>	External RDF Vocabulary Importer	7.x-2.0-alpha4	Allows to import external Vocabularies in order to map them to Drupal data structure. Requires: RDFx (enabled), RDF (enabled), Entity API (enabled)	
<input checked="" type="checkbox"/>	RDF UI	7.x-2.0-alpha4	User interface for altering the RDF mapping of Drupal data structure. Requires: RDFx (enabled), RDF (enabled), Entity API (enabled)	Permissions
<input checked="" type="checkbox"/>	RDFx	7.x-2.0-alpha4	Extends the RDF mapping API of Drupal core to provide more RDF serialization formats and other RDF capabilities. Requires: RDF (enabled), Entity API (enabled) Required by: External RDF Vocabulary Importer (enabled), RDF UI (enabled), SPARQL API (enabled), SPARQL Endpoint (enabled)	Permissions
<input checked="" type="checkbox"/>	SPARQL API	7.x-2.0-alpha4	Enables the use of SPARQL queries. Requires: RDF (enabled), RDFx (enabled), Entity API (enabled) Required by: SPARQL Endpoint (enabled)	
<input checked="" type="checkbox"/>	SPARQL Endpoint	7.x-2.0-alpha4	Expose local RDF data in a SPARQL endpoint. Requires: RDFx (enabled), RDF (enabled), Entity API (enabled), SPARQL API (enabled)	
<input checked="" type="checkbox"/>	SPARQL Endpoints Registry	7.x-2.0-alpha4	SPARQL Endpoints Registry	Permissions

Εικόνα 21. Στιγμιότυπο από το μενού Modules του Drupal- RDF

4.2. Εισαγωγή Βιβλιοθήκης RDF "travelplan" στο Drupal

Για την διαδικασία της εισαγωγής της βιβλιοθήκης στο σύστημα του Drupal αξιοποιούνται τα modules που φαίνονται στην εικόνα 20 και παρέχουν λειτουργικότητα εισαγωγής core and external βιβλιοθηκών RDF και κατάλληλα πεδία στο περιβάλλον διαχείρισης, για ευκολότερη ενσωμάτωση των δομικών συστατικών των βιβλιοθηκών αυτών στις ετικέτες HTML του παραγόμενου περιεχομένου της ιστοσελίδας.

manage the namespaces and associated prefixes used by the site. Prefixes allow URIs to be shortened in the form of CURIEs (Compact URIs). For example, the CURIE `dc:title` represents the URI `http://purl.org/dc/terms/title`.

PREFIX	NAMESPACE
content	<code>http://purl.org/rss/1.0/modules/content/</code>
dc	<code>http://purl.org/dc/terms/</code>
foaf	<code>http://xmlns.com/foaf/0.1/</code>
og	<code>http://ogp.me/ns#</code>
rdfs	<code>http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#</code>
sioc	<code>http://rdfs.org/sioc/ns#</code>
sioct	<code>http://rdfs.org/sioc/types#</code>
skos	<code>http://www.w3.org/2004/02/skos/core#</code>
trp	<code>https://travelrdfest.000webhostapp.com/travelplan.owl#</code>
xsd	<code>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#</code>
owl	<code>http://www.w3.org/2002/07/owl#</code>
rdf	<code>http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#</code>
rss	<code>http://purl.org/rss/1.0/</code>
site	<code>http://localhost:12/tripinn/ns#</code>

Prefix *

trp

Choose a prefix for this namespace, e.g. dc, foaf, sioc. This prefix will be used as an abbreviation for the namespace URI.

Namespace URI *

https://travelrdfest.000webhostapp.com/travelplan.owl#

Enter the URI of the namespace. Make sure it ends with either / or #.

Save

Εικόνα 22. Installed RDF libraries - Drupal

Η πρόσβαση στο περιβάλλον διαχείρισης των RDF vocabularies προσφέρεται μέσω της επιλογής RDF publishing settings που βρίσκεται στο πλαίσιο Web Services του Configuration Tab του βασικού μενού του διαχειριστικού του ιστοτόπου. Στην καρτέλα Namespaces εμφανίζονται όλες οι βιβλιοθήκες που έχουν εισαχθεί μέσω του RDFa module στο Drupal και είναι αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων του ιστοτόπου.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε μία ορθή τακτική δημοσίευσης οντολογιών στο διαδίκτυο ώστε να είναι προσπελάσιμη από τους χρήστες του διαδικτύου. Η ορθή τακτική ονοματοδοσίας και διευθυνσιοδότησης της οντολογίας από την αρχή της ανάπτυξης είναι ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία καθώς μπορεί να προκύψει εύκολα πρόβλημα κατά την εισαγωγή στο σύστημα Drupal. Ο τρόπος παρ' όλα αυτά είναι ιδιαίτερα εύκολος και αρκεί να εισάγουμε το URL της δικτυακής τοποθεσίας στην οποία βρίσκεται το αρχείο owl, μαζί με ένα πρόθεμα για τις ανάγκες του συστήματος, για περιπτώσεις ίδιων ονομάτων κλάσεων και ιδιοτήτων διαφορετικών βιβλιοθηκών. Στην εικόνα 21 επιδεικνύεται ο τρόπος εισαγωγής της βιβλιοθήκης και η παρουσία αυτής στην λίστα των εγκατεστημένων βιβλιοθηκών στο σύστημα. Μετά από την εισαγωγή, τα στοιχεία της οντολογίας είναι διαθέσιμα στο Drupal και μπορούν να αξιοποιηθούν μέσω των αντίστοιχων πεδίων που παρέχονται από τα εγκατεστημένα RDF modules σε διάφορα σημεία κατά την ανάπτυξη περιεχομένου.

4.3. Ανάπτυξη Τύπων Δεδομένων, Μενού και Περιεχομένου

Προτού ξεκινήσει η υλοποίηση της ιστοσελίδας προηγήθηκε η ανάλυση και ο σχεδιασμός του τρόπου που θα παρουσιάζεται το περιεχόμενο στον χρήστη κατά την πλοήγησή του, μέσω του μενού. Σχεδιάστηκαν οι κατηγορίες των περιεχομένων του δικτυακού τόπου με τρόπο τέτοιο, που θα ικανοποιείται ο σκοπός της ανάπτυξης, η ευκολία δηλαδή στην επιλογή προορισμού διακοπών με κριτήριο την ποιότητα, την οικονομική

δυνατότητα και τις συνήθειες των χρηστών. Αυτό όμως αποτελεί κυρίως μέρος του UI, UX και Front-End development και για αυτό τον λόγο ο σχεδιασμός έγινε σε απλό βαθμό, τόσο όσο απαιτούνταν για να μπορέσει να οπτικοποιηθεί η ενσωμάτωση των RDFστοιχείων στο περιεχόμενο.

Ο βασικός οδηγός ωστόσο που καθόρισε την δομή του site, ήταν η ήδη υλοποιηθείσα οντολογία και πιο συγκεκριμένα η δομή αυτής. Οι τύποι δεδομένων, τα μενού και η κατάταξη του περιεχομένου στους διαθέσιμους κόμβους που δημιουργήθηκαν καθορίστηκαν πρωτίτως από την ιεραρχία της οντολογίας μας, ώστε να αξιοποιηθεί και η βιβλιοθήκη μας κατά τον βέλτιστο δυνατό τρόπο. Να σημειωθεί πως για την επίδειξη του τρόπου χρήσης RDF με το σύστημα Drupal δεν είναι απαραίτητη η όλη διαδικασία ανάπτυξης του περιβάλλοντος χρήστη της ιστοσελίδας, αλλά η διαδικασία δημιουργίας του περιεχομένου. Ωστόσο, για λόγους αισθητικής και πιο ολοκληρωμένης παρουσίας της εργασίας, έγινε μια βασική μορφοποίηση του περιεχομένου, καθώζεπισης και κατηγοριοποίηση των περιεχομένων στα μενού, με τον ίδιο τρόπο που κατατάσσει κατά την εκτέλεση ο reasoner τις κλάσεις (και κατ' επέκταση τα individuals που ανήκουν σε αυτές), σε άλλες deferred classes της οντολογίας. Παρακάτω παρουσιάζεται η ιεραρχία των μενού και του περιεχομένου της ιστοσελίδας σε σχέση με τα δομικά χαρακτηριστικά της βιβλιοθήκης RDF, καθώς και ο τρόπος ανάπτυξης.

Τύποι περιεχομένου:

Οι τύποι περιεχομένου που αποτελούν θεμελιώδες κομμάτι της δομή του Drupal, συνθέτουν τον χαρακτήρα της ιστοσελίδας γιατί προσδίδουν ταυτότητα σε κάθε είδους περιεχόμενο που δημοσιεύεται. Αυτό σημαίνει ότι κάθε περιεχόμενο προτού δημιουργηθεί στο Drupal, θα πρέπει πρώτα να προσδιορισθεί ο τύπος του. Οι βασικοί τύποι περιεχομένου που είναι διαθέσιμοι κατά την αρχική εγκατάσταση του Drupal, είναι το "Article" και "BasicPage" content type. Για κάθε κλάση της οντολογίας "travelplan" ορίστηκε και ο αντίστοιχος τύπος περιεχομένου (content type) για την ιστοσελίδα μας. Η λογική προκύπτει από την αρχιτεκτονική δομή των οντολογιών κατά την οποία η κάθε κλάση χαρακτηρίζεται από κάποιες ιδιότητες, επηρεάζεται ή επηρεάζει άλλες κλάσεις μέσω των συσχετίσεων και των περιορισμών που τους προσδίδει ο δημιουργός και αποτελεί ένα είδος κατηγοριοποίησης των individuals. Αντίστοιχα στην ιστοσελίδα, οι κλάσεις μεταφράζονται σε τύπους περιεχομένου (content types), και οι συσχετίσεις(object properties) προσδιορίζονται μέσω των πρόσθετων πεδίων που ορίζονται για κάθε contenttype. Η παρακάτω εικόνα αποτελεί στιγμιότυπο του διαχειριστικού περιβάλλοντος του Drupal, στο μενού προβολής και προσθήκης τύπων περιεχομένου (content type).

NAME	OPERATIONS
Accommodation (Machine name: accommodation) Accommodation type	edit manage fields manage display delete
Activity (Machine name: activity) Activity type	edit manage fields manage display delete
Adventure (Machine name: adventure) Adventure	edit manage fields manage display delete
Article (Machine name: article) Use <i>articles</i> for time-sensitive content like news, press releases or blog posts.	edit manage fields manage display delete
Backpackers (Machine name: backpackers) Backpackers destination	edit manage fields manage display delete
Basic page (Machine name: page) Use <i>basic pages</i> for your static content, such as an 'About us' page.	edit manage fields manage display delete
Beach (Machine name: beach)	edit manage fields manage display delete
Bed And Breakfast (Machine name: bed_and_breakfast) Bed And Breakfast	edit manage fields manage display delete
Budget (Machine name: budget) Budget Accommodation	edit manage fields manage display delete
Budget Hotel Destination (Machine name: budget_hotel) Budget Hotel Destination	edit manage fields manage display delete
Bunjee Jumping (Machine name: bunjee_jumping) Bunjee Jumping	edit manage fields manage display delete

Εικόνα 23. Content types

Οι τύποι περιεχομένου που διακρίνονται από την εικόνα, παρατηρούμε ότι έχουν τα ίδια ή όμοιαονόματα με τις

κλάσεις της οντολογίας μας. Σκοπός είναι όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η όσο το δυνατόν καλύτερη αναπαράσταση της μορφής της οντολογίας σε περιβάλλον web και μέσα από αυτό η καλύτερη κατανόηση από τον χρήστη. Κάθε τύπος περιεχομένου συσχετίζεται (mapping), με μία κλάση της βιβλιοθήκης RDF μέσω της αντιστοίχισης των κατάλληλων πεδίων κατά την επεξεργασία των content types.

Η πλειοψηφία της RDFενσωμάτωσης λαμβάνει μέρος κατά την ανάπτυξη των contenttypes. Κατά την προσθήκη ενός τύπου περιεχομένου, υπάρχει ένα πλήθος πεδίων προς συμπλήρωση, τα οποία καθορίζουν την μορφή του περιεχομένου που προστίθεται κάθε φορά, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Στο στιγμιότυπο αυτό διακρίνεται το περιβάλλον δημιουργίας του content type Accommodation. Τα διάφορα πεδία ορίζουν τα χαρακτηριστικά του περιεχομένου που προστίθεται κάθε φορά, για κάθε διαφορετικό τύπο περιεχομένου. Η πρώτη καρτέλα (Edit) αναφέρεται στις βασικές ρυθμίσεις του content type, όπως το όνομα, τον τίτλο που θα εμφανίζεται στον χρήστη, τις πληροφορίες που θα εμφανίζονται για το περιεχόμενο του συγκεκριμένου τύπου σχετικά με την ημερομηνία δημοσίευσης και τον δημιουργό αυτού, τα πλαίσια σχολίων, την ενσωμάτωση στα διαθέσιμα μενού κ.α. και αποτελούν στατικά χαρακτηριστικά κάθε περιεχομένου που ανήκει στον συγκεκριμένο τύπο.

The screenshot shows the configuration page for the 'Accommodation' content type. The top navigation bar includes tabs for 'EDIT', 'MANAGE FIELDS', 'MANAGE DISPLAY', 'RDF MAPPINGS', 'COMMENT FIELDS', and 'COMMENT DISPLAY'. The breadcrumb trail is 'Home » Administration » Structure » Content types'. The main form has the following sections:

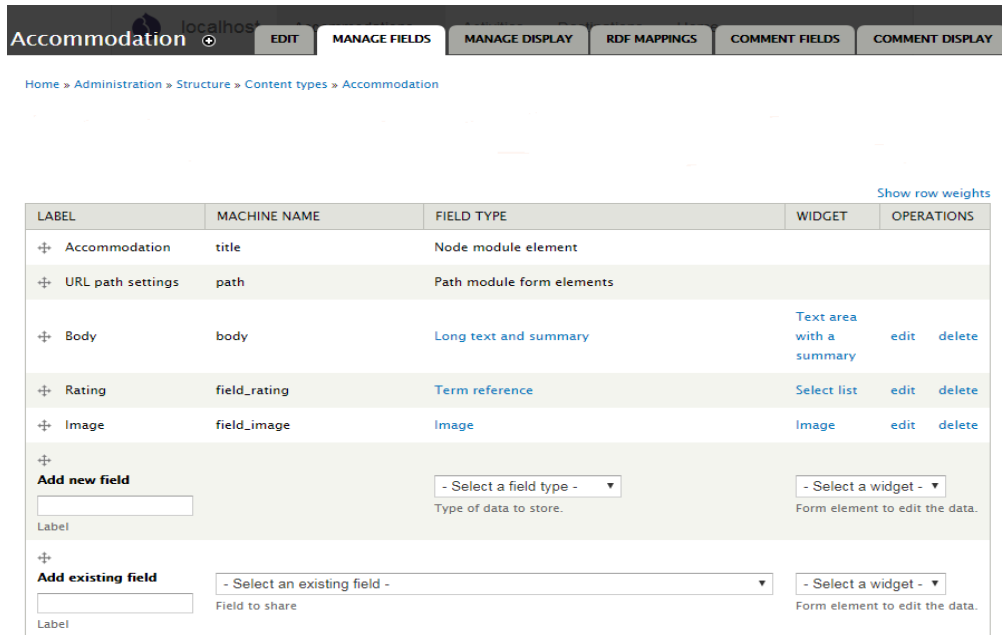
- Name:** Accommodation (Machine name: accommodation [Edit]). A note states: 'The human-readable name of this content type. This text will be displayed as part of the list on the Add new content page. It is recommended that this name begin with a capital letter and contain only letters, numbers, and spaces. This name must be unique.'
- Description:** Accommodation type. A note states: 'Describe this content type. The text will be displayed on the Add new content page.'
- Submission form settings:** Accommodation
- Publishing options:** Published
- Display settings:** Don't display post information
- Comment settings:** Closed, Threading, 50 comments per page
- Menu settings:** (Empty)
- RDF Settings:** (Empty)
- RDF Type:** trp:Accommodation. A note states: 'Enter a comma-separated list of classes for this bundle using CURIE syntax. For example: sioc:item, foaf:Document'
- RDF TITLE PREDICATE:** dc:title. A note states: 'Enter a comma-separated list of predicates for title using CURIE syntax. For example: foaf:familyName, foaf:lastName'
- Attribute Type:** property. A note states: 'For fields containing literals—things such as plain text, html, numbers—use the property attribute. For fields containing references to other things—urls and node references, for example—use the rel or rev attribute.'

Εικόνα 24. Content type Accommodation

Η καρτέλα "Manage Fields", προσδιορίζει τα παραμετροποιήσιμα πεδία που προσφέρονται για εισαγωγή πληροφοριών κατά την δημιουργία του περιεχομένου. Αυτά τα πεδία είναι τα πιο σημαντικά καθώς αποτελούν τις δεξαμενές του περιεχομένου που προβάλλεται στην σελίδα. Ένα παράδειγμα της μορφής του περιβάλλοντος επεξεργασίας και εισαγωγής πρόσθετων πεδίων στα content types, παρουσιάζεται στην εικόνα 24. Κατά την δημιουργία ενός τύπου περιεχομένου, υπάρχουν ορισμένα πεδία τα οποία είναι προκαθορισμένα και απαραίτητα από το σύστημα όπως το URL και ο τίτλος. Εκτός όμως από αυτά μπορούμε να προσθέσουμε πλήθος πεδίων που εξυπηρετούν τις ανάγκες μας, καθορίζοντας και τον τύπο δεδομένων του κάθε πεδίου. Στο παράδειγμα φαίνεται το επιπλέον πεδίο με τίτλο Rating, το οποίο σκοπό έχει να προσδώσει κριτήριο βαθμολογίας με δείκτη την ποιότητα, σε κάθε περιεχόμενο που είναι τύπου Accommodation. Μελετώντας το συγκεκριμένο παράδειγμα από την σκοπιά της οντολογίας, είναι εμφανές ότι μέσω του πεδίου Rating ικανοποιείται η αντίστοιχη ιδιότητα/συσχετισμός "Accommodation hasRating AccommodationRating".

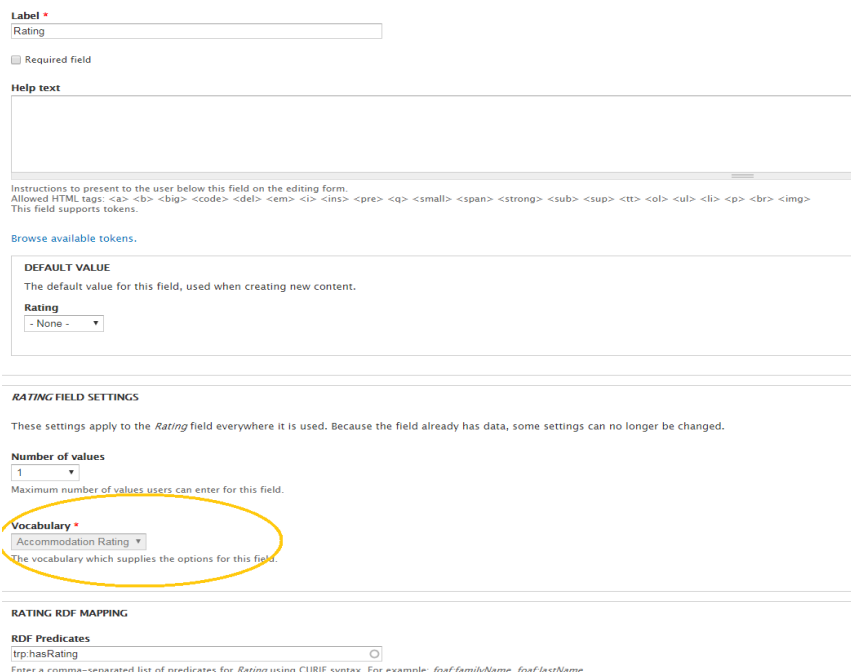
Εξετάζοντας την λειτουργικότητα και τις δυνατότητες των πρόσθετων "content type fields", θα επεκταθούμε με την ανάλυση του πεδίου "Rating" του συγκεκριμένου παραδείγματος. Η διαδικασία

δημιουργίας ενός πεδίου είναι ιδιαίτερα απλή και κατανοητή μέσω του Drupal και αρκεί η συμπλήρωση του τίτλου του πεδίου και του "field type" ως προσδιοριστικό του τύπου δεδομένων του, στη γραμμή "add new field", όπως φαίνεται στην εικόνα 24. Στην περίπτωση που εξετάζουμε έχουμε επιλέξει ως τίτλο το "Rating" και ως τύπο πεδίου(field type)το "Term Reference". Η λίστα του "fieldtype" περιλαμβάνει ένα πλήθος διαφορετικών επιλογών που επαρκούν τις περισσότερες φορές για να καλύψουν τις ανάγκες ανάπτυξης μιας ιστοσελίδας. Ενδεικτικά μερικοί τύποι πεδίου είναι οι integer, float, text, list κα. Φυσικά υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης της λίστας χρησιμοποιώντας modules που είναι διαθέσιμα στην επίσημη σελίδα της κοινότητας του Drupal.



Εικόνα 25. Content type Accommodation fields

Ο τύπος Term Reference που έχει ορισθεί για το πεδίο Rating αντλεί πληροφορία από το λεξικό (vocabulary) AccommodationRating, όπως φαίνεται και στην εικόνα 25.



Εικόνα 26. Accommodation content type - Rating field

Το λεξικό αυτό αντιστοιχεί στο Taxonomy Term "AccommodationRating" το οποίο έχουμε δημιουργήσει προηγουμένως, με σκοπό να το χρησιμοποιήσουμε στο συγκεκριμένο content type και όπου αλλού υποδεικνύει η οντολογία μας. Η δομή του συγκεκριμένου Vocabulary φαίνεται στην εικόνα 26.

NAME	OPERATIONS
One Star	edit
Three Stars	edit
Two Stars	edit

Εικόνα 27. Accommodation Rating Taxonomy

Τα δεδομένα που περιλαμβάνει η λίστα του Taxonomy AccommodationRating, είναι οι τιμές της κλάσης AccommodationRating της οντολογίας "travelplan", τα οποία θέλουμε να ενσωματώσουμε σε κάθε περιεχόμενο τύπου Accommodation που εισάγουμε στην σελίδα μας. Με αυτόν τον τρόπο και κατόπιν με την εισαγωγή των RDF στοιχείων επιτυγχάνεται μια καλή αναπαράσταση της ιεραρχίας και των ιδιοτήτων της οντολογίας στην ιστοσελίδα μας. Με την ολοκλήρωση της ενσωμάτωσης αυτής, σε κάθε εισαγωγή περιεχομένου τύπου Accommodation, γίνεται διαθέσιμη η λίστα με τις επιλογές "OneStarRating, TwoStarsRating, ThreeStarsRating" προσδιορίζοντας την ποιότητα του εκάστοτε Accommodation content.

Hotel Il Barocco

View Edit

— Via Santa Maria la Nuova 1, 97100, Ragusa, Sicily, Italy

TOP AMENITIES	HOTEL AMENITIES	THINGS TO DO
Bar/Lounge	Laundry Service	Bar/Lounge
Room Service	Concierge	
Free High Speed Internet (WiFi)	Dry Cleaning	
Free Parking	Meeting Rooms	
	Free Parking	

Photos

Contact

- Tel.: xxx-xxx-xxxx
- Mob.: xxx-xxx-xxxx

Rating: Two Stars

Εικόνα 28. Front-End Accommodation Content with Rating Taxonomy

Για την δημιουργία και των υπόλοιπων contenttypes ακολουθήθηκε η ίδια λογική, πάντα με οδηγό την οντολογία μας, προσθέτοντας και παραγοντοποιώντας τα πεδία του καθενός. Στην παρούσα ανάλυση δεν θα εμβαθύνουμε περαιτέρω στον τρόπο ανάπτυξης των υπόλοιπων content types, καθώς σκοπός είναι όπως

προαναφέρθηκε, περισσότερο η κατανόηση της μεθόδου ανάπτυξης ιστοσελίδας σύμφωνα με την ιεραρχία της οντολογίας και κυρίως η ενσωμάτωση των RDF σημασιολογικού περιεχομένου στην σελίδα αυτή. Η προβολή όλων των πεδίων ανά τύπο περιεχομένου είναι διαθέσιμη μέσω του διαχειριστικού περιβάλλοντος του Drupal.

Μενού:

Τα μενού στο Drupal αποτελούν ένα ακόμη βασικό στοιχείο της δομής του. Για τις ανάγκες της εργασίας μας τα μενού έπαιξαν ρόλο κυρίως στη καλύτερη παρουσίαση του περιεχομένου στον χρήστη και όχι στον Σημασιολογικό χαρακτήρα του περιεχομένου. Κάθε μενούαντιστοιχεί σε έναν μοναδικό κόμβο και ο κάθε κόμβος κάνει διαθέσιμο στον χρήστη το σχετικό με τον τίτλο του μενού περιεχόμενο. Το Drupal έχει προρυθμισμένα ορισμένα μενού όπως το main menu, το management menu, το navigation και το User menu. Τα μενού αυτά, όπως το management menu, είναι απαραίτητα είτε για την διαχείριση του administrator panel είτε για την βασική περιήγηση του χρήστη στην πολύ αρχική μορφή του siteκατά την εγκατάσταση. Τα μενού, όπως και τα περισσότερα δομικά στοιχεία του Drupal χαρακτηρίζονται από επεκτασιμότητα και είναι παραμετροποιήσιμα σε μεγάλο βαθμό.

Για τις ανάγκες της εργασίας, δημιουργήσαμε το τρεις βασικούς τίτλους μενού: Accommodation, Activity και Destination. Αυτά διακρίνονται σε όλους του κόμβους που συνθέτουν την ιστοσελίδα μας και αντιστοιχούν στις τρεις υπερκλάσεις της οντολογίας "travelplan". Εκτός από το main-menuδημιουργήσαμε και το custom-nav το οποίο εξυπηρετεί λόγους αισθητικής καθώς διαθέτει λειτουργία ανάπτυξης/εμφάνισης των υπομενού, σε μορφή dropdown.

The image shows two parts of the Drupal interface. On the left is the back-end configuration page for the 'custom-nav' menu. The breadcrumb trail is 'Home » Administration » Structure » Menus'. The page title is 'custom-nav'. Below the title is a '+ Add link' button. A table titled 'MENU LINK' lists various menu items, each with a plus icon and a right-pointing arrow. The items are: Accommodation, Bed And Breakfast, Budget, Campground, Hotel, Luxury Hotel, Activity, Destinations, Backpackers, Beach, Budget hotel, Family, Quiet Destination, Retiree, and National Park. At the bottom of the table is a 'Save configuration' button. On the right is a preview of the front-end display. It shows a search bar, a 'Welcome' message, and a 'custom-nav' menu with a search icon and a settings gear. The menu is expanded to show a dropdown list of items: Backpackers, Beach, Budget hotel (highlighted), Family, Quiet Destination, Retiree, and National Park. Below the menu is a 'Powered by Drupal' logo. To the right of the menu is a message: 'No front page content has' followed by a link 'Add new content'.

Εικόνα 29. Back-End andFront-End menu display

Στην εικόνα 28 αριστερά παρουσιάζεται η λίστα όλων των μενού που είναι διαθέσιμα για περιήγηση και στα δεξιά η μορφή με την οποία προβάλλεται η λίστα αυτή στο περιβάλλον του χρήστη της ιστοσελίδας. Κάθε

επιλογή του μενού ανακατευθύνει σε έναν μοναδικό κόμβο που περιέχει το ανάλογο του ονόματος του μενού περιεχόμενο. Οι επιλογές του μενού που οδηγούν στους κόμβους με το πιο εμπλουτισμένο περιεχόμενο είναι το βασικό μενού Destinations μαζί με τα υπομενού που περιλαμβάνει. Στην ανάλυση του περιεχομένου που ακολουθεί θα γίνει αναφορά στο περιεχόμενο του κάθε κόμβου ξεχωριστά.

Περιεχόμενο:

Εφόσον έχει δημιουργηθεί ο σκελετός και η δομή της ιστοσελίδας, στην συνέχεια έγινε η εισαγωγή του περιεχομένου. Για να συμφωνεί το περιεχόμενο της ιστοσελίδας με τα μέλη των κλάσεων της οντολογίας χρησιμοποιήσαμε τα ίδια ονόματα προσθέτοντας ορισμένα για εμπλουτισμό. Στην οντολογία, τα μέλη των κλάσεων (individuals) αντιστοιχούν στο περιεχόμενο της σελίδας που προβάλλεται στον χρήστη. Εκτός όμως από την εισαγωγή του περιεχομένου, για να αποκτήσει η ιστοσελίδα την ιεραρχική μορφή της οντολογίας, αλλά και για να γίνει η αναπαράσταση της inferred ιεραρχίας που πραγματοποιείται με την εκτέλεση του reasoner στο Protege, αξιοποιήθηκε το View module που αναφέρθηκε σε παραπάνω παράγραφο παρουσίασης των modules. Με την ευελιξία που παρέχει το συγκεκριμένο module ως προς την ενσωμάτωση περιεχομένου σε διάφορα σημεία και κόμβους της ιστοσελίδας, έγινε εφικτός ο διαχωρισμός του περιεχομένου ανα τύπο περιεχομένου. Οι βασικές κλάσεις, ως προς την χρησιμότητα της πληροφορίας στον χρήστη, στις οποίες δεν ανηκει άμεσα κάποιο μέλος αλλά υιοθετούν από άλλες κλάσεις μέσω των conditions που τους χαρακτηρίζουν και ικανοποιούν οι υπόλοιπες, είναι οι "BackPackersDestination", "BudgetHotelDestination", "FamilyDestination", "QuietDestination" και "RetireeDestination". Με την εκτέλεση του reasoner τα μέλη των κλάσεων της υπερκλάσης Destination συμμετέχουν σε μία ή παραπάνω κλάσεις προορισμού διακοπών (BackPackersDestination, BudgetHotelDestination, FamilyDestination, QuietDestination, RetireeDestination), ικανοποιώντας μία σειρά συνθηκών, περιορισμών και συσχετίσεων στην ιεραρχία της οντολογίας. Λαμβάνοντας υπόψιν τα αποτελέσματα αυτά δημιουργήθηκε και το περιεχόμενο των κόμβων της ιστοσελίδας, που αντιστοιχούν στα μενού Destinations => Backpackers, BudgetHotel, Family, QuietDestination, Retiree. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η σύνθεση πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια των Views.

Το μεγάλο πλεονέκτημα του Views module είναι ότι ενσωματώνει μεγάλο αριθμό φίλτρων που το κάνει ιδιαίτερα ευέλικτο και αποτελεσματικό ακόμη και για σύνθετες υλοποιήσεις. Εφόσον ολοκληρώσαμε την ανάπτυξη όλων των υπόλοιπων δομικών στοιχείων, όπως τα μενού και την εισαγωγή περιεχομένου των άλλων content types, προχωρήσαμε σε προσομοίωση του reasoner. Εξετάζοντας τα αποτελέσματα που προκύπτουν στην ιεραρχία της οντολογίας, χρησιμοποιήσαμε τα φίλτρα του Views και ενσωματώσαμε τα περιεχόμενα που είχαμε ήδη εισάγει, στον νέο κόμβο που δημιουργήσαμε. Το βασικό φίλτρο που αξιοποιήσαμε για την κατηγοριοποίηση του περιεχομένου, είναι το φίλτρο κατηγοριοποίησης με κριτήριο τα content types. Παρακάτω στην εικόνα 29, φαίνεται το γραφικό περιβάλλον του Views module κατά την επεξεργασία του Retiree Destination View.

Modify the display(s) of your view below or add new displays.

Displays

Page [+ Add](#) [edit view name / description](#) ▾

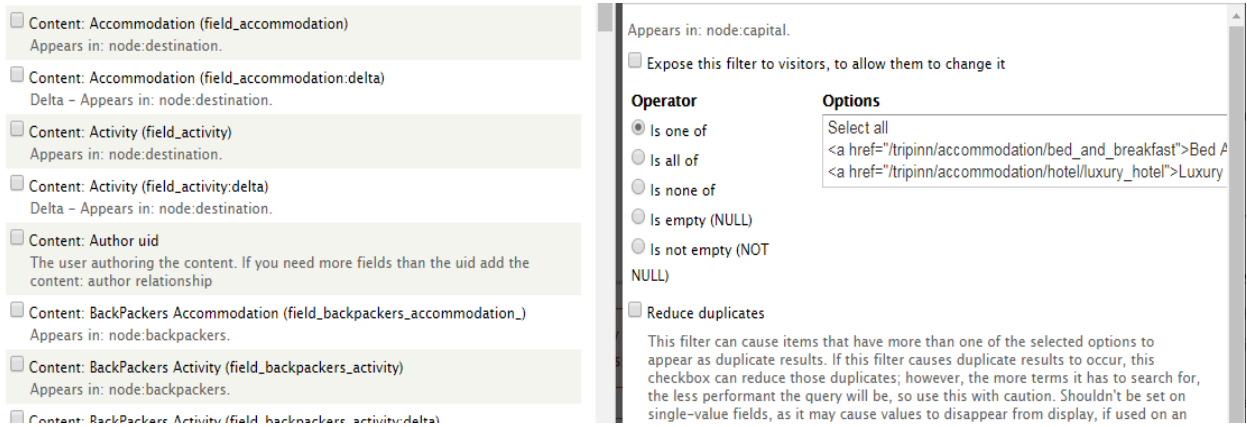
▾ **Page details**

Display name: Page [view Page](#) ▾

<p>TITLE</p> <p>Title: Retiree</p> <p>FORMAT</p> <p>Format: Unformatted list Settings</p> <p>Show: Content Teaser</p> <p>FIELDS</p> <p>The selected style or row format does not utilize fields.</p> <p>FILTER CRITERIA Add ▾</p> <p>Content: Published (Yes)</p> <p>Content: Type (in Beach, Capital, ...)</p> <p>Content: Capital Accommodation (or Bed And Breakfast, ...)</p> <p>Content: Capital Activity (= Museums)</p> <p>SORT CRITERIA Add</p> <p>Content: Post date (desc)</p>	<p>PAGE SETTINGS</p> <p>Path: /destination/retiree</p> <p>Menu: No menu</p> <p>Access: Permission View published content</p> <p>HEADER Add</p> <p>FOOTER Add</p> <p>PAGER</p> <p>Use pager: Full Paged, 10 items</p> <p>More link: No</p> <p>Advanced</p>
--	---

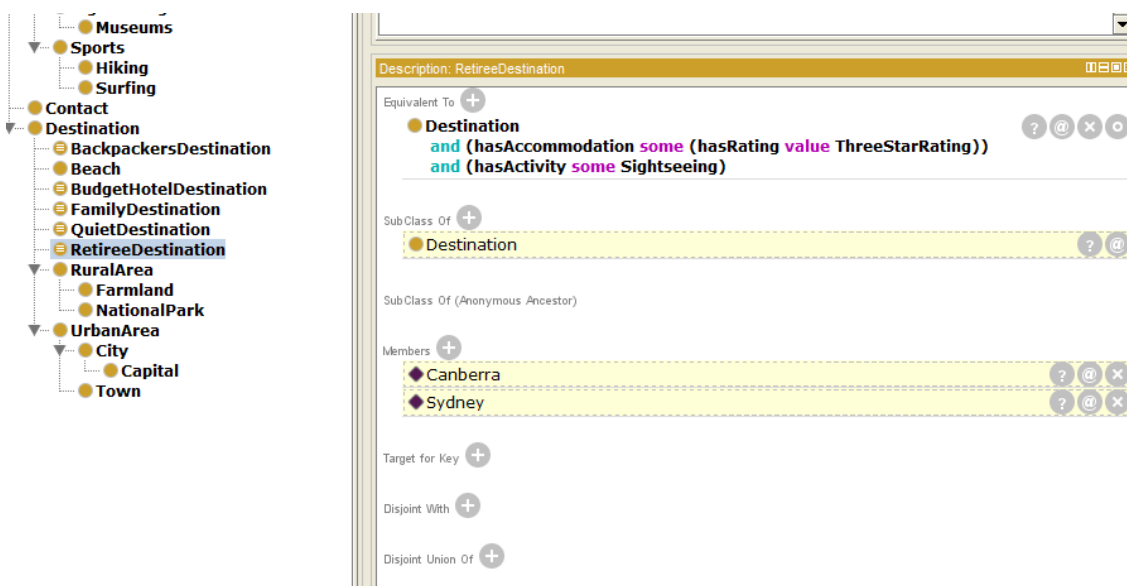
Εικόνα 30. Retiree Destination View

Στην εικόνα διακρίνονται δύο βασικά σημεία, το Filter Criteria πεδίο και το path στην καρτέλα Page Settings. Αυτά τα δύο μενού εξυπηρέτησαν τις ανάγκες μας και με κατάλληλες ρυθμίσεις καταφέραμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στην εμφάνιση του περιεχομένου. Η ρύθμιση path χρησιμοποιείται για να προσδιορίσουμε το σχετικό URL που θα κατευθύνει τον χρήστη στο συγκεκριμένο περιεχόμενο. Το Filter Criteria, που διαθέτει ένα μεγάλο πλήθος επιλογών, καθορίζει ποιο περιεχόμενο θα προβληθεί ανάλογα με το είδος του τύπου περιεχομένου (content type) του. Η εικόνα 30 παρουσιάζει ακριβώς την λογική που εφαρμόστηκε και την μέθοδο προσθήκης κριτηρίων.



Εικόνα 31. View module – Retiree View Filter Criteria

Στην αριστερή πλευρά φαίνονται οι επιλογές κατά την επιλογή προσθήκης ενός νέου κριτηρίου. Οι επιλογές ποικίλουν και περιλαμβάνουν όλα τα δομικά στοιχεία της σελίδας μας. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα επιλέξαμε ως κριτήριο, να εμφανίζονται όλα τα contents τα οποία είναι Published και είναι τύπου περιεχομένου Capital ή Destination ή Farmland ή NationalPark ή RuralArea ή Town ή UrbanArea και έχουν πεδίο Capital Accommodation με τιμή BedAndBreakfast ή LuxuryHotel (εικόνα δεξιά) και πεδίο Capital Activity με τιμή Museums. Εν' ολίγης όλη αυτή η συνθήκη ικανοποιεί την συνθήκη που φαίνεται στο σχήμα 31 και παράγει το αποτέλεσμα της εικόνας 32 στο γραφικό περιβάλλον της ιστοσελίδας μας στο node /destination/retiree.



Εικόνα 32. Retiree Destination Inferred individuals



Εικόνα 33. Retiree Destination Web display

Οι συνθήκες της κλάσης RetireeDestination της οντολογίας και συγκεκριμένα το "hasAccommodation some (hasRating value ThreeStar), αντιστοιχεί στο κριτήριο του View CapitalAccommodation (BedAndBreakfast or LuxuryHotel) καθώς αυτά λαμβάνουν και στην οντολογία μας Accommodation Rating ίσο με ThreeStarsValue. Όλη αυτή η μεθοδολογία ακολουθήθηκε ώστε να προσομοιώσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα και να μεταφέρουμε ένα πιστό αντίγραφο της inferred ιεραρχίας στην μορφή της ιστοσελίδας. Ομοίως, έχουν υλοποιηθεί και τα υπόλοιπα Views τύπου Destination και η δομή τους είναι διαθέσιμη μέσω του διαχειριστικού περιβάλλοντος του Drupal.

4.4. RDF Mapping

Στην μέχρι τώρα ανάλυση της υλοποίησης της εργασίας, μελετήθηκε ο τρόπος, η μεθοδολογία και η λογική ανάπτυξης μιας ιστοσελίδας βασισμένη στην ιεραρχία, τις ιδιότητες και τις συνθήκες μίας πρότυπης owl οντολογίας. Σε παρούσα παράγραφο παρουσιάζεται ο τρόπος που αξιοποιείται το module RDF που έχουμε

εγκαταστήσει, μαζί με άλλα πρόσθετα που απαιτεί το συγκεκριμένο module για να λειτουργήσει σωστά. Κατά την ανάπτυξη της δομής της ιστοσελίδας στο Drupal, σε πολλά σημεία, όπως για παράδειγμα κατά την δημιουργία κάποιου contenttype του Taxonomy "Accommodation Rating", υπάρχουν διαθέσιμα πεδία που επιτρέπουν την ενσωμάτωση χαρακτηριστικών από RDF βιβλιοθήκες, οι οποίες έχουν προηγουμένως εισαχθεί στο σύστημα, με τον τρόπο που αναφέρθηκε σε παραπάνω κεφάλαιο. Να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι η συμπλήρωση των πεδίων RDF πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια της δημιουργίας κάθε δομικού στοιχείου της σελίδας και όχι με την σειρά που αναπτύσσονται τα περιεχόμενα της παρούσης εργασίας. Η επιλογή της συγκεκριμένης σειράς παρουσίασης έγινε για λόγους οργάνωσης ανα κατηγορία, με σκοπό την καλύτερη δυνατή κατανόηση από τον αναγνώστη. Η γενική προσεγγίση σχετικά με την ενσωμάτωση RDF στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας, είναι να παρουσιαστεί η δυνατότητα εισαγωγής μίας καινούριας βιβλιοθήκης RDF και όχι η επαναχρησιμοποίηση μιας ήδη υπάρχουσας, ή τουλάχιστον ο συνδυασμός των παραπάνω. Για τον λόγο αυτό επικεντρωθήκαμε στην ενσωμάτωση μόνο των στοιχείων της βιβλιοθήκης "travelplan" που δημιουργήσαμε και εισάγαμε στο σύστημά μας και δεν προχωρήσαμε σε χρήση των core libraries (dc, foaf etc.).

Από την στιγμή που έχει πραγματοποιηθεί η εισαγωγή της οντολογίας μέσω του RDF module, σύμφωνα με τις οδηγίες που δόθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, η διαδικασία αντιστοίχισης δομικών στοιχείων του Drupal σε RDF type και RDF predicates (RDF mapping) είναι ιδιαίτερα απλή και κατανοητή. Με την εισαγωγή της βιβλιοθήκης στον πυρήνα του Drupal, το σύστημα "διαβάζει" και αναγνωρίζει τα μέρη της οντολογίας μέσω του αρχείου owl(κλάσεις, ιδιότητες κ.α.). Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των στοιχείων της ιστοσελίδας, στα πεδία που παραπέμπουν στην RDF αντιστοίχιση γίνονται διαθέσιμα όλα τα χαρακτηριστικά των βιβλιοθηκών RDF που έχουν εισαχθεί. Με την λειτουργία της αυτόματης συμπλήρωσης του πεδίου, συμπληρώνοντας το prefix της βιβλιοθήκης που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε, γίνονται διαθέσιμα, σε μορφή λίστας, όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που συμφωνούν με τους χαρακτήρες που έχουμε εισάγει στο πεδίο. Στην εικόνα 33 γίνεται παρουσιάζεται η διαδικασία εισαγωγής και αντιστοίχισης ενός τύπου RDF με ένα τύπο περιεχομένου (content type). Το παράδειγμα παρουσιάζει τον τύπο περιεχομένου National Park και τον τρόπο εισαγωγής των σημασιολογικού περιεχομένου σε αυτόν.

National park ⌵

EDIT MANAGE FIELDS MANAGE DISPLAY RDF MAPPINGS COMMENT FIELDS COMMENT DISPLAY

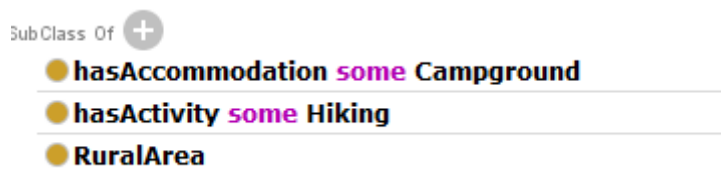
Manage the way this bundle and its fields are represented in RDF. The mappings defined here will be used to publish RDFa in the site's HTML pages.

Type	RDF Type
trp:Destination, trp:RuralArea, trp:NationalPark, trp	trp:Destination, trp:RuralArea, trp:NationalPark, trp
National park dc:title property	trp:Accommodation,
Body content:encoded property	trp:AccommodationRating,
National Park Accommodation trp:hasAccommodation property	trp:Activity,
National Park Activity trp:hasActivity property	trp:Adventure,
Image	trp:BackpackersDestination,
Save mappings	trp:Beach,
	trp:BedAndBreakfast,
	trp:BudgetAccommodation,
	trp:BudgetHotelDestination,
	trp:BunjeeJumping,

Εικόνα 34. National Park RDF Mapping

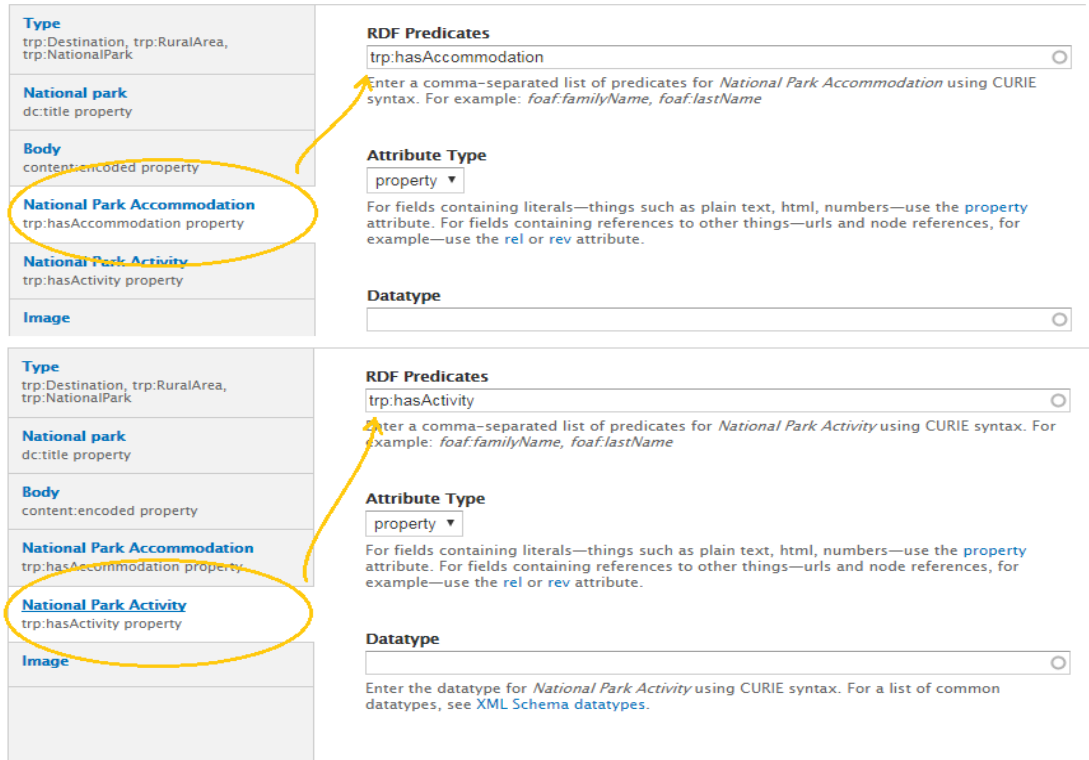
Στην καρτέλα RDF MAPPINGS του content type "NationalPark", εισάγοντας τα γράμματα που αντιστοιχούν στο prefix της βιβλιοθήκης που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε, εμφανίζεται μία λίστα από διαφορετικές επιλογές. Οι επιλογές αυτές αποτελούν όλες τις κλάσεις και τις ιδιότητες που υπάρχουν στο αρχείο owl της οντολογίας travelplan. Το σημείο αυτό της εισαγωγής, αποτελεί και τον ουσιαστικό έλεγχο ορθής διαδικασίας ανάπτυξης, ονοματοδοσίας, διευθυνσιοδότησης και εισαγωγής στο σύστημα Drupal της βιβλιοθήκης μας. Σε διαφορετική περίπτωση το Drupal δεν θα "διαβάζε" σωστά το αρχείο κατά την διαδικασία RDF import και η λίστα που φαίνεται στην εικόνα δεν θα εμφανιζόταν.

Η λογική αντιστοίχισης των RDFστοιχείων είναι η ίδια με αυτή της ανάπτυξης κλάσεων στην οντολογία στο Protege. Κάθε υποκλάση, ανήκει και κληρονομεί από την υπερκλάση της. Έτσι κι εδώ, εφόσον το content type "NationalPark" λαμβάνει τον ρόλο της κλάσης "NationalPark" της οντολογίας, αυτομάτως πρέπει να της προσδώσουμε το σημασιολογικό στοιχείο "NationalPark" αλλά και τα "Destination" και "RuralArea", στοιχεία τα οποία αποτελούν υπερκατηγορίες της κλάσης "NationalPark". Στην αριστερή στήλη της εικόνας διακρίνονται όλα τα πεδία που χαρακτηρίζουν τον τύπο NationalPark. Άξιο αναφοράς είναι το πεδίο National Park Accommodation και National Park Activity. Αυτά τα δυο πεδία δημιουργήθηκαν κατά την προσθήκη του συγκεκριμένου contenttype, με σκοπό να ικανοποιήσουν την συνθήκη που ορίζεται στην οντολογία για την αντίστοιχη κλάσηNationalPark(εικόνα 34).



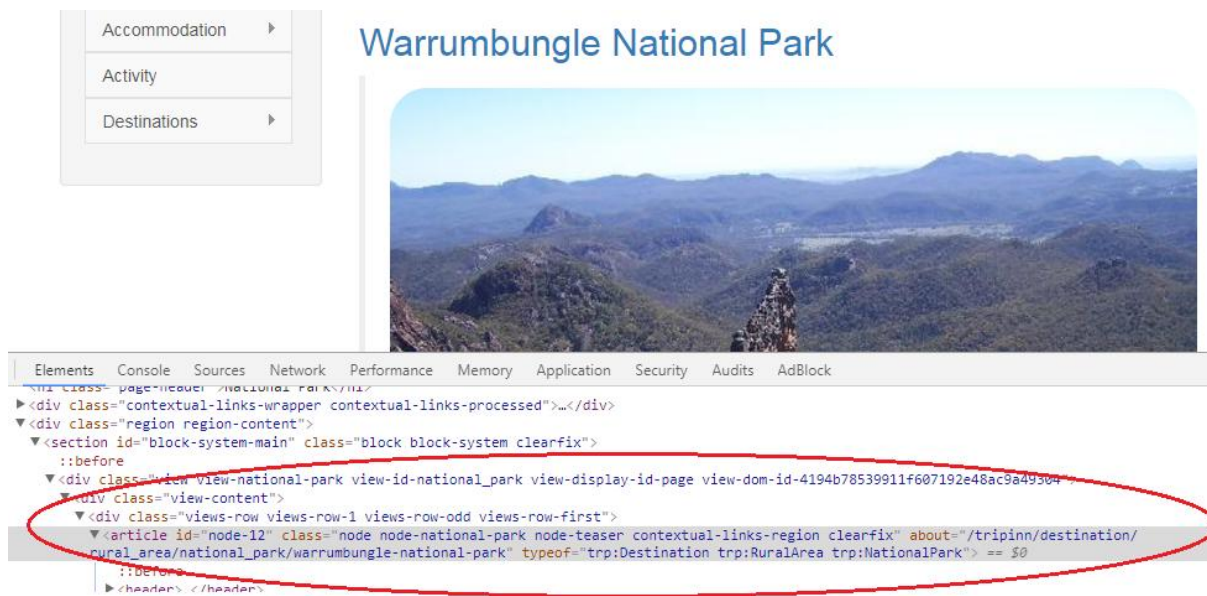
Εικόνα 35. National Park Class Conditions

Η συνθήκη αυτή ικανοποιείται μέσω της συσχέτισης hasAccommodationκαι hasActivity και για τον λόγο αυτό θέσαμε τις αντίστοιχες τιμές στα πεδία RDF Predicatesτων National Park Accommodationκαι National Park Activity πεδίων αντίστοιχα (εικόνα 35).



Εικόνα 36. National Park RDF Mappingfor Accommodation and Activity

Το παραπάνω παράδειγμα καλύπτει σε μεγάλο βαθμό την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη και αντιστοίχιση των υπόλοιπων δομικών στοιχείων της ιστοσελίδας με τα RDF χαρακτηριστικά της βιβλιοθήκης travelplan. Το σημαντικότερο κομμάτι, με κριτήριο τον σκοπό της εργασίας, είναι αυτό της μετατροπής του περιεχομένου σε Σημαιολογικό, δίνοντας αξία και δυνατότητα αξιοποίησης, μετατρέποντάς το σε χρήσιμη και αξιοποιήσιμη πληροφορία. Παρά το γεγονός ότι η εισαγωγή των στοιχείων της βιβλιοθήκης γίνεται με τρόπο απλό στο περιεχόμενο, πριν φτάσουμε στο σημείο αυτό απαιτείται καλή ανάλυση και σχεδιασμός της δομής της σελίδας, έχοντας ως πρότυπο την ιεραρχία και τους κανόνες της οντολογίας. Έτσι διασφαλίζεται η βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση της οντολογίας, που μπορεί μελλοντικά να χρησιμοποιηθεί ως πηγή πληροφορίας για άλλες ιστοσελίδες που ενσωματώνουν δυναμικό περιεχόμενο μέσω εκτέλεσης ερωτημάτων Sparql. Το αποτέλεσμα που παράγεται από το σύστημα Drupal, είναι η μορφή html που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, ενσωματώνοντας rdf χαρακτηριστικά στις ετικέτες, σύμφωνα πάντα με την διαδικασία mapping που προηγήθηκε.



Εικόνα 37. HTML Format of Drupal Website Object, after RDF Mapping - 1



Εικόνα 38. HTML Format of Drupal Website Object, after RDF Mapping - 2

Η εικόνα 36 αποτελεί στιγμιότυπο του κώδικα html που έχει παραχθεί στο View National Park και η ετικέτα article ενσωματώνει ένα attribute "type of" το οποίο χαρακτηρίζει σημασιολογικά το στοιχείο "Warrumbungle National Park", που εμφανίζεται στο συγκεκριμένο View. Στην εικόνα 37, φαίνεται ο πηγαίος κώδικας του ίδιου του content Warrumbungle National Park, όταν επισκεφτούμε τον κόμβο στον οποίο εμφανίζεται το περιεχόμενό του. Τα σημεία που έχουν τονιστεί στην εικόνα προσδιορίζουν την σημασιολογική ιδιότητα του περιεχομένου, ενσωματώνοντας RDF type (πορτοκαλί κύκλος) και RDF property (πράσινος κύκλος) στις ετικέτες HTML.

5. SPARQL και SPAQL Endpoints

5.1. Εισαγωγή στην SPARQL και Χαρακτηριστικά

Η SPARQL είναι η πιο διαδιδόμενη γλώσσα επερωτήσεων που χρησιμοποιείται για την δυναμική προσκόμιση πληροφοριών από ιστοσελίδες με σημασιολογικό περιεχόμενο, μέσω διαδικτύου. Η SPARQL είναι μια SQL-like γλώσσα ερωτήσεων, και αποτελεί επίσημη πρόταση του W3C από τις 15 Ιανουαρίου 2008. Οι ερωτήσεις σε SPARQL αποτελούνται από γράφους εκφρασμένους σε τριάδες περιέχοντας ενώσεις, τομές και προαιρετικές εκφράσεις. Υπάρχουν πολλές επιτυχείς γλώσσες αναζήτησης, συμπεριλαμβανομένων προτύπων όπως SQL και XQuery. Αυτά είχαν σχεδιαστεί αρχικά για αναζητήσεις περιορισμένες σε ένα προϊόν, μια μορφή, τύπο πληροφοριών ή σε τοπικά αποθηκευμένα δεδομένα. Παραδοσιακά, ήταν απαραίτητο να δημιουργηθεί η ίδια αναζήτηση υψηλού επιπέδου διαφορετικά, ανάλογα με την εφαρμογή ή τη συγκεκριμένη διάταξη που επιλέγεται για τη βάση δεδομένων. Και όταν αναζητούνται πολλοί πόροι δεδομένων ήταν απαραίτητο να γραφτεί λογική για το συνδυασμό των αποτελεσμάτων. Αυτοί οι περιορισμοί έχουν επιφέρει υψηλότερο κόστος ανάπτυξης και δημιουργησαν φραγμούς για την ενσωμάτωση νέων πόρων. Ο στόχος του Σημασιολογικού Ιστού είναι να δώσει τη δυνατότητα στους ανθρώπους να μοιραστούν, να ενσωματώσουν και να επαναχρησιμοποιήσουν τα δεδομένα παγκοσμίως. Η SPARQL έχει σχεδιαστεί για χρήση στον Παγκόσμιο Ιστό και επιτρέπει τις αναζητήσεις σε καταναμημένους πόρους δεδομένων, ανεξαρτήτως μορφής. Δημιουργώντας μια μοναδική αναζήτηση σε εύρος δεδομένων, είναι ευκολότερο από το να υπάρχουν πολλές αναζητήσεις. Επίσης, στοιχίζει λιγότερο και παρέχει πλουσιότερα αποτελέσματα. Επειδή η SPARQL δεν έχει περιορισμούς για συγκεκριμένη μορφή βάσης δεδομένων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το κύμα δεδομένων του Web 2.0 και να το συνδυάσει με άλλους πόρους του Σημασιολογικού Ιστού. Ακόμα, επειδή οι απομακρυσμένοι πόροι μπορεί να μην έχουν το ίδιο 'σχήμα' ή να μοιράζονται τις ίδιες ιδιότητες, η SPARQL έχει σχεδιαστεί για αναζήτηση μη ομοιόμορφων δεδομένων.

5.1 Μορφή Ερωτήσεων SPARQL

Οι απαντήσεις που αντιστοιχούν σε μια επερώτηση SPARQL, ανάλογα με το είδος της, έχουν την εξής μορφή:

SELECT – Ταυιάζει τον γράφο που δίνεται στο τμήμα WHERE με τον συνολικό γράφο της βάσης μας και επιστρέφει τις τιμές που λαμβάνουν οι μεταβλητές σε κάθε ταίριασμα. Δεν επιστρέφονται οι τιμές των όλων μεταβλητών αλλά μόνο αυτές που αναφέρονται μετά την λέξη SELECT. Αν μετά την λέξη SELECT τοποθετήσουμε τον χαρακτήρα "*" τότε επιλέγονται όλες οι μεταβλητές.

CONSTRUCT – Δημιουργεί ένα γράφημα RDF αντικαθιστώντας τις μεταβλητές με τα κατάλληλα δεδομένα, όπως αυτά προκύπτουν από τη δομή των μοτίβων τριπλετών μέσα στην επερώτηση.

DESCRIBE - Οι ερωτήσεις αυτής της μορφής, επιστέφουν έναν RDF γράφο ο οποίος περιλαμβάνει RDF δεδομένα τα οποία “περιγράφουν” τις πηγές (Resource). Αντίθετα με τις CONSTRUCT ερωτήσεις η μορφή του γράφου δεν προσδιορίζεται από την ερώτηση αλλά ορίζεται από το SPARQLquery engine. Η σχηματομορφή (Pattern) του ερωτήματος χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα σύνολο αποτελεσμάτων. Οι ερωτήσεις αυτής της μορφής για κάθε πηγή που εμφανίζεται στα αποτελέσματα ή για κάθε πηγή που προσδιορίζεται από IRI, δημιουργούν μια Περιγραφή (Description) βασισμένη στα RDF δεδομένα. Τα αποτελέσματα που παράγει μια ερώτηση αυτής της μορφής δεν είναι καθορισμένα από την προδιαγραφή της γλώσσας, αλλά καθορίζονται από την υλοποίηση του SPARQL query engine που εκτελεί την ερώτηση.

ASK – Αυτό το ερώτημα επιστρέφει απλά την απάντηση τύπου Boolean true ή false, ανάλογα με το αν το ζητούμενο μοτίβο τριπλέτας έχει λύση ή όχι.

Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζουν και ορισμένες εκφράσεις που μπορούν να μουν σε μια επερώτηση SPARQL, χωρίς όμως να παίζουν ουσιαστικό ρόλο στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων, καθώς ρυθμίζουν απλά τον τρόπο προβολής τους. Ενημερωτικά, πρόκειται για τις εξής:

- *DISTINCT* - αποτρέπει την επιστροφή της ίδιας απάντησης πολλές φορές
- *ORDERBY* – Ο τροποποιητής ORDERBY προσδιορίζει την σειρά της ακολουθίας των λύσεων. Η δομή ORDERBY, ακολουθείται από ένα σύνολο μεταβλητών με βάση των οποίων θα πραγματοποιηθεί η ταξινόμηση της ακολουθίας των λύσεων. Προαιρετικά υπάρχει η δυνατότητα, να προσδιοριστεί η φορά της ταξινόμησης, δηλώνοντας ASC ή DESC για αύξουσα ή φθίνουσα ταξινόμηση αντίστοιχα, στην περίπτωση που δεν προσδιορίζεται η φορά ταξινόμησης, εφαρμόζεται αύξουσα.
- *LIMITn* – περιορίζει τον αριθμό των απαντήσεων σε n
- *OFFSETm* – προβάλλονται οι απαντήσεις ξεκινώντας από το αντικείμενο m

Το σύστημα διαχείρισης περιεχομένου Drupal διαθέτει ορισμένα module τα οποία με κατάλληλες ρυθμίσεις μπορούν να μετατρέψουν την ιστοσελίδα μας σε endpoint, δηλαδή μια πηγή με καταναεμημένες πληροφορίες που μπορεί να αξιοποιήσει οποιοσδήποτε στον παγκόσμιο Ιστό χρησιμοποιώντας ερωτήματα SPARQL, αλλά και να εκχωρηθεί δυναμικά περιεχόμενο στην σελίδα, εκτελώντας ερωτήματα σε διαφορετικά endpoints παγκοσμίως. Η λειτουργικότητα αυτή μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας τα modules SPARQL API, SPARQL Endpoint και SPARQL Endpoints Registry. Στην εικόνα 38 φαίνεται το περιβάλλον μέσω του οποίου δίνεται η δυνατότητα από τα παραπάνω modules να εκτελέσουμε ερωτήματα στο rdf περιεχόμενο της σελίδας που έχουμε αναπτύξει. Στην παρούσα υλοποίηση της εργασίας δεν έχουν γίνει οι ρυθμίσεις για διαδικτυακή δυναμική ανταλλαγή περιεχομένου μέσω ερωτημάτων και δεν εξετάστηκε η περαιτέρω λειτουργικότητα.

ARC SPARQL+ Endpoint (v2011-12-01)

This interface implements [SPARQL](#) and [SPARQL+](#) via [HTTP Bindings](#).

Enabled operations: select, construct, ask, describe, load, insert, delete, dump

Max. number of results : 500

```
SELECT * WHERE {
  GRAPH ?g { ?s ?p ?o . }
}
LIMIT 10
```

Change HTTP method: [GET](#) [POST](#)

Options

Output format (if supported by query type):

jsonp/callback (for JSON results)

API key (if required)

Show results inline:

Εικόνα 39. SPARQL Endpoint

Η πρόσβαση στο συγκεκριμένο περιβάλλον γίνεται μέσω του url "https://travelrdfest.000webhostapp.com/ sparql " μετά την εγκατάσταση των modules που αναφέρθηκαν.

6. Τεχνική Περιγραφή Μεταφοράς Ιστοσελίδας στον Εξυπηρετητή

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε ανάλυση της μεθοδολογίας και του τρόπου ανάπτυξης της οντολογίας και της ενσωμάτωσης της βιβλιοθήκης RDF στο σύστημα Drupal. Για την δημόσια πρόσβαση της οντολογίας στα πλαίσια της επαναχρησιμοποίησης και χαρακτηρισμού αυτής ως ανοιχτά δεδομένα, μεταφέραμε την οντολογία σε έναν εξυπηρετητή για φιλοξενία της RDF βιβλιοθήκης και της ιστοσελίδας που αναπτύχθηκε με το Drupal. Παρακάτω γίνεται αναφορά στα βήματα που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να γίνει η σωστή μεταφορά, ρύθμισή κα έλεγχος της οντολογίας και ομαλής λειτουργίας της ιστοσελίδας στον χώρο φιλοξενίας.

1. Ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο:

a. Οντολογία

Για την ανάπτυξη της οντολογίας σε τοπικό επίπεδο αρκεί η εγκατάσταση του λογισμικού Protege, το οποίο παρέχεται χωρίς κόστος αδειών χρήσης.

Ο σχεδιαστής μπορεί να αναπτύξει χωρίς ιδιαίτερη παραμετροποίηση και προαπαιτούμενα στο Protege. Το Protege επίσης μπορεί να συνεργαστεί με πρόσθετα τα οποία είναι χρήσιμα για ποικίλες ανάγκες που πιθανόν να προκύπτουν κατά την υλοποίηση (π.χ. Γραφική απεικόνιση της οντολογίας). Στο διαδίκτυο υπάρχει διαθέσιμος μεγάλος όγκος από πληροφορίες και εγχειρίδια σχετικά με την χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου ανάπτυξης οντολογιών.

b. Ιστοσελίδα

Για τοπική εγκατάσταση του Drupal, χρειάζεται πρώτη εγκατάσταση ορισμένων εργαλείων και υπηρεσιών. Το Drupal, όπως και πολλά άλλα opensource CMS, χρειάζεται αρχικά έναν web server για να λειτουργήσει. Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε είτε τον Apache (1.3 ή 2.x), είτε τον IIS της Microsoft, αλλά όπως προτείνουν και οι δημιουργοί του Drupal η καλύτερη λύση είναι η 1η. Απαραίτητο service για το Drupal επίσης είναι η γλώσσα PHP. Τέλος το τρίτο απαραίτητο συστατικό είναι ένας database server. Το Drupal δουλεύει είτε με MySQL είτε με PostgreSQL, συστήνοντας ως καλύτερη λύση κάποια έκδοση της MySQL.

Και τα τρία βασικά συστατικά που χρειαζόμασταν (Apache, PHP, MySQL) είναι εργαλεία OpenSource τα οποία είναι διαθέσιμα δωρεάν στο δίκτυο. Αντίομως να τα κατεβάσουμε ένα ένα και να τα κάνουμε ξεχωριστά εγκατάσταση, βρήκαμε και διαλέξαμε το εργαλείο XAMPP που συνδυάζει τις παραπάνω υπηρεσίες και κάνει την ανάπτυξη σε τοπικό επίπεδο πολύ εύκολη.

Το XAMPP απαιτεί μόνο ένα zip ή exe αρχείο για την εγκατάσταση στον τοπικό υπολογιστή και ορισμένες ρυθμίσεις των στοιχείων που συνθέτουν τον web server. Το XAMPP ενημερώνεται τακτικά και συμπεριλαμβάνει τις τελευταίες εκδόσεις του Apache / MySQL / PHP και Perl. Επίσης, έρχεται με μια σειρά από άλλες μονάδες, συμπεριλαμβανομένων των OpenSSL και phpMyAdmin. Η Εγκατάσταση XAMPP απαιτεί λιγότερο χρόνο από την εγκατάσταση κάθε στοιχείου του ξεχωριστά. Το XAMPP και το WAMP αποτελούν τα πιο γνωστά λογισμικά εγκατάστασης τοπικού περιβάλλοντος για ανάπτυξη δυναμικών ιστοσελίδων. Προσφέρεται σε δύο πλήρη εκδόσεις, μια κανονική έκδοση και μια μικρότερων χαρακτηριστικών έκδοση.

c. Εγκατάσταση του Drupal

Αφού πραγματοποιηθεί η λήψη των αρχείων της Drupal έκδοση του Drupal Core που θέλουμε από την διεύθυνση <http://www.drupal.org/project/drupal>, μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία εγκατάστασης. Στην περίπτωση μας επιλέγουμε την έκδοση 7. Αφού έχουμε κατεβάσει το συμπιεσμένο αρχείο στον υπολογιστή μας, πηγαίνουμε στον φάκελο htdocs εκεί που έχουμε εγκαταστήσει τον xampp, δηλαδή στο C:/xampp/htdocs, και αποσυμπιέζουμε τα αρχεία του Drupal (επίσης, θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε νέο φάκελο μέσα στο htdocs έτσι ώστε να έχουμε τη δυνατότητα κατασκευής πολλαπλών ιστότοπων ταυτόχρονα). Το Drupal παρέχει έναν πολύ εύχρηστο και κατανοητό οδηγό εγκατάστασης όπου ο χρήστης χρειάζεται ελάχιστο χρόνο και σχεδόν μηδενικές τεχνικές γνώσεις.

2. Κατοχύρωση domain name και χώρου φιλοξενίας

Εφόσον αναπτυχθεί η οντολογία και η ιστοσελίδα τοπικά, απαιτείται η ύπαρξη και οι υπηρεσίες ενός εξυπηρετητή, ώστε να γίνει διαθέσιμη στο διαδίκτυο. Στο διαδίκτυο υπάρχει πληθώρα παρόχων φιλοξενίας

που προσφέρουν χώρο φιλοξενίας είτε επι πληρωμή είτε χωρίς κόστος. Πολλές φορές, το δωρεάν web hosting προσφέρει την ίδια ασφάλεια, το ίδιο bandwidth και το ίδιο port speed με μία επί πληρωμή υπηρεσία hosting. Οι κύριες διαφορές ανάμεσα στις δύο επιλογές hosting είναι τα έξτρα χαρακτηριστικά που προσφέρουν οι δεύτερες. Τα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνουν επιπλέον αποθηκευτικό χώρο στο δίσκο του server, τη μεταφορά δεδομένων, περισσότερη και καλύτερη υποστήριξη scripting, τη δυνατότητα διατήρησης και χρήσης περισσότερων λογαριασμών ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, κλπ. Για την κάλυψη των αναγκών της εργασίας καταλήξαμε στην επιλογή ενός δωρεάν πακέτου φιλοξενίας καθώς υπερκαλύπτει τις ανάγκες μας και εξυπηρετεί χωρίς περιορισμούς τις απαιτήσεις μας. Μέσω του συγκεκριμένου παρόχου, αποκτήσαμε και το μοναδικό όνομα στο διαδίκτυο (domain name) που οδηγεί στηνσελίδα που ανεβάσαμε στον εξυπηρετητή. Το domain name και ο χώρος φιλοξενίας διατίθενται από τον πάροχο σε μορφή πακέτου, με περιορισμούς, οι οποίοι δεν επηρεάζουν τις απαιτήσεις μας. Για παράδειγμα το domain name είναι στην πραγματικότητα ένα subdomain του βασικού domain του host. Οι διαδικασίες για την κατοχύρωση domain και κατοχύρωση χώρου φιλοξενίας περιγράφονται αναλυτικά σε κάθε πάροχο και συνήθως υπάρχει άμεση τεχνική υποστήριξη.

3. Μεταφορά project στον εξυπηρετητή

a. *Οντολογία:*

Στο διαχειριστικό περιβάλλον που διατίθεται από τον πάροχο φιλοξενίας υπάρχουν ορισμένες λειτουργίες μέσω των οποίων μπορούν να γίνουν όλες οι ενέργειες για να δημοσιεύσουμε τα αρχεία μας στο διαδίκτυο.

Συγκεκριμένα, στο πακέτο που διαχειριζόμαστε, επιτρέπεται η δημιουργία έως και δύο διαφορετικών ιστοσελίδων. Εφόσον δημιουργήσουμε έστω μία, δίνεται η δυνατότητα να μεταφέρουμε αρχεία στον χώρο που έχει δεσμευτεί και αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη διεύθυνση.

Η μεταφορά των αρχείων μπορεί να γίνει μέσω του filemanager περιβάλλοντος που προσφέρει ο πάροχος. Μέσω του περιβάλλοντος αυτού ανεβάσαμε και την οντολογία μας στο διαδίκτυο. Η οντολογία μας πλέον είναι προσβάσιμη μέσω της διεύθυνσης domain που παραχωρήθηκε μοναδικά από τον πάροχο σε εμάς, και το ακριβές URL για να "διαβαστεί" η οντολογία μας είτε από εργαλείο οντολογιών είτε από έναν browser είναι το <https://000webhost.travelrdfest.com/travelplan.owl>. Μέσω αυτής την διεύθυνσης όπως αναφέραμε και στο κεφάλαιο τέσσερα, γίνεται και η εισαγωγή της βιβλιοθήκης στο Drupal.

b. *Drupal site:*

Για την μεταφορά του Drupal site από το τοπικό περιβάλλον στον εξυπηρετητή, η διαδικασία είναι λίγο πιο πολύπλοκη καθώς απαιτούνται ορισμένες αλλαγές στα αρχεία ρυθμίσεων του Drupal, ώστε να συμφωνούν με αυτά που απαιτεί ο εξυπηρετητής για να προβάλλει το περιεχόμενο. Τα ελάχιστα αυτών των ρυθμίσεων αφορούν την επικοινωνία της σελίδας με την βάση δεδομένων, την οποία θα πρέπει να μεταφέρουμε στον mysql server που παρέχεται από το πακέτο φιλοξενίας. Το αρχείο στο οποίο πρέπει να μουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις επικοινωνίας της σελίδας με την βάση δεδομένων είναι το settings.php και βρίσκεται στην διαδρομή /sites/default/settings.

Μέσω του phpMyAdmin περιβάλλοντος διαχείρισης των βάσεων δεδομένων mysql μπορεί να γίνει η εξαγωγή της βάσης δεδομένων σε μορφή .sql. Στην συνέχεια, το αρχείο αυτό μπορούμε εύκολα με τις οδηγίες του παρόχου να το εισάγουμε στον mysql server του εξυπηρετητή ώστε η ιστοσελίδα να επικοινωνεί με την συγκεκριμένη βάση, μέσω των ρυθμίσεων που πραγματοποιήσαμε προηγουμένως.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ben Adida, Mark Birbeck, Shane McCarron, and Steven Pemberton. (2007, October) RDFa in XHTML: Syntax and Processing. [Online]. <http://www.w3.org/TR/2007/WD-rdfa-syntax-20071018/>
2. Alfredo Alba, Varun Bhagwan, and Tyrone Grandison, "Accessing the Deep Web: When Good Ideas Go Bad," in *Companion to the 23rd ACM SIGPLAN Conference on Object-oriented Programming Systems Languages and Applications*, Nashville, 2008, pp. 815-818.
3. Mokhtar Amami and Giorgio Beghini, "Project Management and Communication of Product Development Through Electronic Document Management," *Project Management Journal*, pp. 6-19, June 2000.
4. Michael Anello. (2009, June) RDF IN DRUPAL: WHAT CAN I DO TODAY? DRUPAL 6 AND THE SEMANTIC WEB. [Online]. <http://drupaleasy.com/blogs/ultimike/2009/06/rdf-drupal-what-can-i-do-today-drupal-6-semantic-web>
5. Sören Auer. (2010, June) Triplify Documentation. [Online]. <http://triplify.org/Documentation>
6. Sören Auer, Sebastian Dietzold, and Jens Lehmann, "Triplify – Light-Weight Linked Data Publication from Relational Databases," in *18th International Conference on World Wide Web*, Madrid, 2009, pp. 621-630.
7. David Aumüller and Erhard Rahm, "Caravela: Semantic Content Management with Automatic Information Integration and Categorization," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4519, pp. 729-738, 2007.
8. Maria Befas, Efstratios Kontopoulos, Nick Bassiliades, Christos Berberidis, and Ioannis Vlahavas, "Deploying a Semantically-Enabled Content Management System in a State University," in *Proceedings of EGOVIS 2010*, Bilbao, 2010, pp. 257-264.
9. Arto Bendiken. (2008, February) RDF API for Drupal 6.x. [Online]. <http://groups.drupal.org/node/8930>
10. Clara Benevolo and Serena Negri, "Evaluation of Content Management Systems (CMS): a Supply Analysis," *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, vol. 10, no. 1, pp. 9-22, 2007.
11. Tim Berners-Lee. (2006) Artificial Intelligence and the Semantic Web. [Online]. <http://www.w3.org/2006/Talks/0718-aaai-tbl/Overview.html>
12. Tim Berners-Lee. (2006, July) Design Issues: Linked Data. [Online]. <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData>
13. Tim Berners-Lee. (2007, November) Giant Global Graph. [Online]. <http://dig.csail.mit.edu/breadcrumbs/node/215>
14. Tim Berners-Lee. (2000) Semantic Web - XML2000. [Online]. <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>
15. Tim Berners-Lee. (2003) The Semantic Web and Challenges. [Online]. <http://www.w3.org/2003/Talks/01-sweb-tbl/>
16. Tim Berners-Lee. (2005) WWW2005 Keynote. [Online]. <http://www.w3.org/2005/Talks/0511-keynote-tbl/>
17. Tim Berners-Lee and Mark Fischetti, *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*, 1st ed., 1999.
18. Tim Berners-Lee, James Hendler, and Ora Lassila, "The Semantic Web," *Scientific American*, vol. 284, no. 5, pp. 34-43, May 2001.
19. Mark Birbeck. (2004, February) XHTML and RDF. [Online]. <http://www.w3.org/MarkUp/2004/02/xhtml-rdf.html>
20. Bob Boiko, *Content Management Bible*, 2nd ed., 2005.
21. Μάργαρης, *Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων, τόμος Α΄*. Θεσσαλονίκη, Ελλάδα: Τζιόλα, 2000.
22. Β. Κόμης, *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα, Ελλάδα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2004.
23. "Έξυπνη διδασκαλία με νέες τεχνολογίες, από Έλληνες εκπαιδευτικούς," *Καινοτομία, Έρευνα και Τεχνολογία*, τεύχος 71, σ. 15, Μαρ. 2009.
24. Σ. Βοσνιάδου, *Προοπτικές, Προβλήματα και Προτάσεις για την Αποτελεσματικότερη Χρήση των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Αθήνα, Ελλάδα: Gutenberg, 2006.
25. Massachusetts Institute of Technology. (2002, May 15). *8.02 - Electricity and Magnetism Video Lectures* [Online]. Available: <http://web.mit.edu/smcs/8.02/>.
26. "Web Science Conference 2009: Το συνέδριο που γέννησε μια επιστήμη," *Καινοτομία, Έρευνα και Τεχνολογία*, τεύχος 71, σ. 16, Μαρ. 2009.
27. T. Berners-Lee, W. Hall, J. A. Hendler, K. O'Hara, N. Shadbolt, and D. J. Weitzner, *Το πλαίσιο της*

- επιστήμης του Web. Η νέα επιστήμη από τον εφευρέτη του WWW.* Αθήνα, Ελλάδα: Hyperconsult, 2007.
28. J. Duckett, *HTML & CSS*. Indianapolis, IN: John Wiley and Sons, Inc., 2011.
 29. T. Berners-Lee. (1991). *HTML Tags* [Online]. Available: <http://info.cern.ch/hypertext/WWW/MarkUp/Tags.html>.
 30. D. Raggett, J. Lam, I. Alexander, and M. Kmieciak, "a history of HTML," in *Raggett on HTML 4*, 2nd ed., Boston, MA: Addison-Wesley Professional, 1997.
 31. D. Raggett, A. Le Hors, and I. Jacobs, "HTML 4.01 Specification," W3C, Cambridge, MA, Rep. REC-html401-19991224, Dec. 1999.
 32. WHATWG community. (2016, July 03). *HTML Living Standard* [Online]. Available: <https://html.spec.whatwg.org/multipage/>.
 33. World Wide Web Consortium (W3C), "HTML 5 - A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML," 2014.