

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάλυση του Περιεχομένου της Ελληνικής Wikipedia μέσω
των Ιδιοτήτων και των Δεδομένων της DBpedia**

Κωνσταντίνος Π. Καλόγερος

Εισηγητής: Αναστασία Βελώνη, Λέκτορας Εφαρμογών

ΑΘΗΝΑ
Ιούνιος 2018

(Κενό φύλλο)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάλυση του Περιεχομένου της Ελληνικής Wikipedia μέσω των
Ιδιοτήτων και των Δεδομένων της DBpedia**

**Κωνσταντίνος Π. Καλόγερος
Α.Μ. ΑΙΣ 0095**

Εισηγητής:

Αναστασία Βελώνη, Λέκτορας Εφαρμογών

Εξεταστική Επιτροπή:

**Αναστασία Βελώνη, Ιωάννης Έλληνας,
Κωνσταντίνος Κουκουλέτσος**

Ημερομηνία εξέτασης: Ιούνιος 2018

(Κενό φύλλο)

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κωνσταντίνος Καλόγερος, του Περικλή, με αριθμό μητρώου AIS0095 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού εξαμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

(Κενό φύλλο)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, της σημασιολογικής οργάνωσης και μελέτης δεδομένων από ελεύθερα σύνολα δεδομένων που παρέχονται στις μέρες μας μέσα από τεχνολογίες που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του Σημασιολογικού Ιστού. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε η επιβλέπουσα Λέκτορας Εφαρμογών κα. Αναστασία Βελώνη, την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω για την ουσιαστική αλλά και ηθική της συμπαράσταση καθ' όλη την περίοδο των σπουδών μου.

Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Περικλή Καλόγερο και Αναστασία Καλογέρου για την αμέριστη συμπαράστασή τους όλα τα χρόνια καθώς και τον αδερφό μου Ελευθέριο Καλόγερο για τη συμπαράσταση αλλά και βοήθειά του στην κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με τις Βάσεις γνώσεις και το Σημασιολογικό Ιστό.

(Κενό φύλλο)

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τη μελέτη του μεγαλύτερου (κατά την περίοδο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας) ελεύθερου συνόλου δεδομένων του Σημασιολογικού Ιστού, τη DBpedia. Ο Σημασιολογικός Ιστός αποτελεί εξέλιξη του Παγκόσμιου Ιστού καθώς το η οργάνωση του περιεχομένου του Παγκόσμιου Ιστού αρχίζει να τροποποιείται και να εξελίσσεται από διασυνδεδεμένα αρχεία σε διασυνδεδεμένα δεδομένα κάνοντας χρήση του μοντέλου οργάνωσης δεδομένων της RDF (Resource Description Framework - Πλαίσιο Περιγραφής Πόρων) αλλά και τεχνολογιών που επιτρέπουν τη σημασιολογική οργάνωση των δεδομένων.

Η DBpedia καθημερινά εμπλουτίζει τα δεδομένα της από την εξαγωγή δομημένων δεδομένων που περιέχονται στα άρθρα της εγκυκλοπαίδειας Wikipedia και αποτελεί τον πυρήνα του συνόλου δεδομένων του Linked Open Data Project. Για να το πετύχει αυτό, η DBpedia, προσφέρει μια οντολογία στην οργάνωση του περιεχομένου της από τη μελέτη της οποίας παρέχεται η δυνατότητα της αναζήτησης της πληροφορίας μέσω της γλώσσας ερωτημάτων SPARQL από το δημόσιο SPARQL Endpoint που παρέχει. Η ύπαρξη ελληνικής έκδοσης καθιστά εφικτή τη μελέτη του περιεχομένου της Ελληνικής Wikipedia στην αναζήτηση πληροφορίας και στη μελέτη του περιεχομένου της καθώς και τη σύγκριση του περιεχομένου αυτού με άλλες εκδόσεις της Wikipedia.

Επιστημονική Περιοχή: Σημασιολογικός Ιστός

Λέξεις Κλειδιά: Σημασιολογικός Ιστός, Διασυνδεδεμένα Δεδομένα, DBpedia, RDF, Web 3.0, Οντολογίες

Abstract

This thesis deals with the study of the DBpedia, one of the largest free dataset of the Semantic Web, the natural evolution of the World Wide Web, where its content evolves from linked document files to linked data, using the RDF data classification model and technologies that allow the semantic classification of these data.

DBpedia enriches its data, in a daily basis, extracting structured data contained in the Wikipedia encyclopedia articles and constitutes the core of the Linked Open Data Project data set.

DBpedia offers an ontology in order to organize its content, from which it is possible to search for information through the SPARQL query language from the public SPARQL Endpoint it provides. The existence of a Greek version of Wikipedia makes it possible to study the content of Greek Wikipedia in searching for information and studying its content as well as comparing it with other Wikipedia versions.

Scientific Domain: Semantic Web

Keywords: Semantic Web, Linked Data, DBpedia, RDF, Web 3.0, Ontologies

Δομή

Στην παρούσα διπλωματική εργασία περιγράφονται τα δομικά στοιχεία του ολοένα και αναπτυσσόμενου στις μέρες μας Σημασιολογικού Ιστού (ΣΙ) και της σημασιολογικής οργάνωσης των ελεύθερων δεδομένων που προσφέρει. Πέρα από την περιγραφή των τεχνολογιών του ΣΙ μελετάται η δυνατότητα χρήσης των δεδομένων της Ελληνικής Wikipedia μέσω του περιεχομένου της DBpedia μελετώντας την οντολογία που παρέχει για την οργάνωση των δεδομένων της καθώς και της δυνατότητας που προσφέρει στην αναζήτηση πληροφορίας μέσω του δημόσιου SPARQL Endpoint της.

Η DBpedia αποτελεί τον πυρήνα (hub) του συνόλου δεδομένων του Linked Open Data Project και κατά επέκταση του Σημασιολογικού Ιστού. Για τον παραπάνω λόγο η εργασία δομείται ως εξής:

Κεφάλαιο Εισαγωγή, περιέχει μια εισαγωγή στην εξέλιξη του Παγκόσμιου Ιστού από ένα σύνολο διασυνδεδεμένων αρχείων σε ένα σύνολο διασυνδεδεμένων δεδομένων σημασιολογικά οργανωμένων.

Κεφάλαιο Οργάνωση Δεδομένων στο Σημασιολογικό Ιστό, περιέχει μια αναφορά όλων των τεχνολογιών που χρησιμοποιεί ο Σημασιολογικός Ιστός στο να πετύχει το στόχο του. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην περιγραφή κατάλληλων παραδειγμάτων.

Κεφάλαιο Βάσεις Γνώσεις στο Σημασιολογικό Ιστό, περιγράφονται μεγάλοι όγκου βάσεις γνώσεις που υπάρχουν ελεύθερα διαθέσιμες στο διαδίκτυο και στις οποίες ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει πληροφορία κάνοντας χρήση των τεχνολογιών του Σημασιολογικού Ιστού που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο DBpedia, παρουσιάζεται η DBpedia και μελετάται μέσω ερωτημάτων τόσο τρόπος οργάνωσης του περιεχομένου της όσο και το ίδιο το περιεχόμενό της

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	15
Οργάνωση Δεδομένων στο Σημασιολογικό Ιστό	18
Universal Resource Identifiers (URI)	18
Extensible Markup Language (XML)	18
Παράδειγμα ενός XML αρχείου	19
Resource Description Framework (RDF)	20
RDF triple	20
Στην RDF, ένας ανώνυμος πόρος (blank node) είναι ένας κόμβος του RDF γράφου στον οποίο δεν έχει γίνει αντιστοίχιση κάποιας τιμής URI ή Literal.	21
RDF γράφος (RDF Graph)	21
Σύνταξη της RDF	22
Παράδειγμα RDF δεδομένων	22
Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη N-triples	23
Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη RDF/XML	24
Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη Turtle	25
Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη N3	26
Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη JSON-LD	27
SPARQL	28
Σύνταξη της SPARQL	29
Παραδείγματα SPARQL ερωτημάτων	30
Παράδειγμα 1	30
Παράδειγμα 2	31
Παράδειγμα 3	32
Παράδειγμα 4	33
Παράδειγμα 5	33
Παράδειγμα 6	34
Διασυνδεδεμένα Δεδομένα (Linked Data)	34
Με βάση τις παραπάνω πρακτικές στα Linked Data αποφεύγεται η χρήση στην RDF ανώνυμων πόρων.	35
Ανοιχτά Διασυνδεδεμένα Δεδομένα	35
Οντολογίες	38
Παράδειγμα Οντολογίας	40
RDF Schema (RDFS) και OWL	41
Βάσεις Γνώσης στο Σημασιολογικό Ιστό	42

DBLP Computer Science Bibliography	42
GeoNames	42
Bio2RD	42
LinkedGeoData	43
YAGO dataset	43
DBpedia	44
Βικιπαίδεια (Wikipedia)	44
DBpedia	45
Ελληνική DBpedia	49
Μελέτη των Κλάσεων της Οντολογίας της Ελληνικής DBpedia	57
Λίστα με τις Κλάσεις της Οντολογίας	57
Εμφάνιση των ιδιοτήτων από τα στιγμιότυπα μιας κλάσης	59
Λίστα με τις ιδιότητες των στιγμιότυπων μιας κλάσης	60
Κλάσεις με κοινά στιγμιότυπα	60
Μελέτη των ιδιοτήτων της οντολογίας	62
Λίστα με τις ιδιότητες (properties)	62
Πλήθος των RDF triples στα οποία βρίσκεται μια ιδιότητα	62
Πλήθος των URI subjects μιας ιδιότητας	63
Πλήθος πόρων μιας κλάσης που έχουν μια ιδιότητα	64
Μελέτη του τύπου δεδομένων των τιμών των Objects μιας ιδιότητας	65
Έλεγχος ακεραιότητας τιμών των objects ως προς τον τύπο δεδομένων	69
Αναζήτηση του εύρους των αριθμητικών τιμών των objects	70
Αναφορές	72
Παράρτημα Α	74
Παράρτημα Β	82

Πίνακας Εικόνων

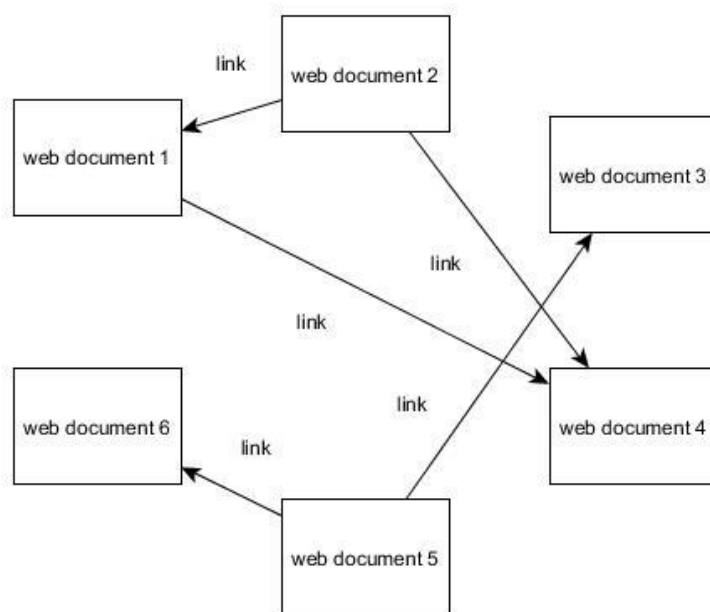
Εικόνα 1: Αρχική Αρχιτεκτονική ΠΙ	15
Εικόνα 2: Οι Τεχνολογίες στο Σημασιολογικό Ιστό	17
Εικόνα 3: RDF Data Model	21
Εικόνα 4: Γράφος RDF (RDF Graph)	21
Εικόνα 5: Παράδειγμα RDF	22
Εικόνα 6: Παράδειγμα 1 - SPARQL.....	30
Εικόνα 7: Παράδειγμα 2 - SPARQL.....	31
Εικόνα 8: Παράδειγμα 3 - SPARQL.....	32
Εικόνα 9: Παράδειγμα 4 - SPARQL.....	33
Εικόνα 10: Πλήθος διαθέσιμων διασυνδεδεμένων ανά έτος.....	36
Εικόνα 11: Παράδειγμα Διασύνδεσης διαφορετικών RDF συνόλων δεδομένων	37
Εικόνα 12: Linking Open Data cloud diagram 2017	38
Εικόνα 13: Κλάσεις Παραδείγματος Οντολογίας	40
Εικόνα 14: Wikipedia's Infobox.....	46
Εικόνα 15: Μεγέθη DBpedia ανά χώρα	49
Εικόνα 16: DBpedia's Public SparQL Endpoint Interface	50

Εισαγωγή

Ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web ή www) (ΠΙ) αποτελεί μια υπηρεσία του διαδικτύου που επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε αρχεία με πληροφορίες και να πλοηγούνται μεταξύ των διαφορετικών αρχείων (π.χ. αρχεία κειμένου, πολυμεσικά αρχεία κ.α.) με τη χρήση υπερσυνδέσμων (hyperlinks). Ο ΠΙ αποτελεί πλέον τη μεγαλύτερη και πιο δημοφιλή πηγή πληροφόρησης αφού καθημερινά χρήστες όλων των ηλικιών και εθνικοτήτων χρησιμοποιούν το ΠΙ για ενημέρωση, ψυχαγωγία, συναλλαγές κ.α.

Ο ΠΙ εφευρέθηκε το 1989 στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Πυρηνικών Ερευνών (CERN) από τον Tim Berners Lee δίνοντάς του το όνομα World Wide Web (WWW). Το αρχικό όραμα του Lee για τον ΠΙ ήταν η παροχή της δυνατότητας σε όλους να ανταλλάσσουν ελεύθερα πληροφορίες οι οποίες θα είναι καθολικά προσβάσιμες.

Η αρχική σχεδίαση του ΠΙ, η δυνατότητα δηλαδή ανταλλαγής πληροφοριών μέσω αρχείων καθώς και η ευκολία πλοήγησης μέσω υπερσυνδέσμων μεταξύ διαφορετικών αρχείων παρείχε μεγάλη ευκολία και ραγδαία ανάπτυξη του περιεχομένου του ΠΙ από τα πρώτα χρόνια χρήσης του.

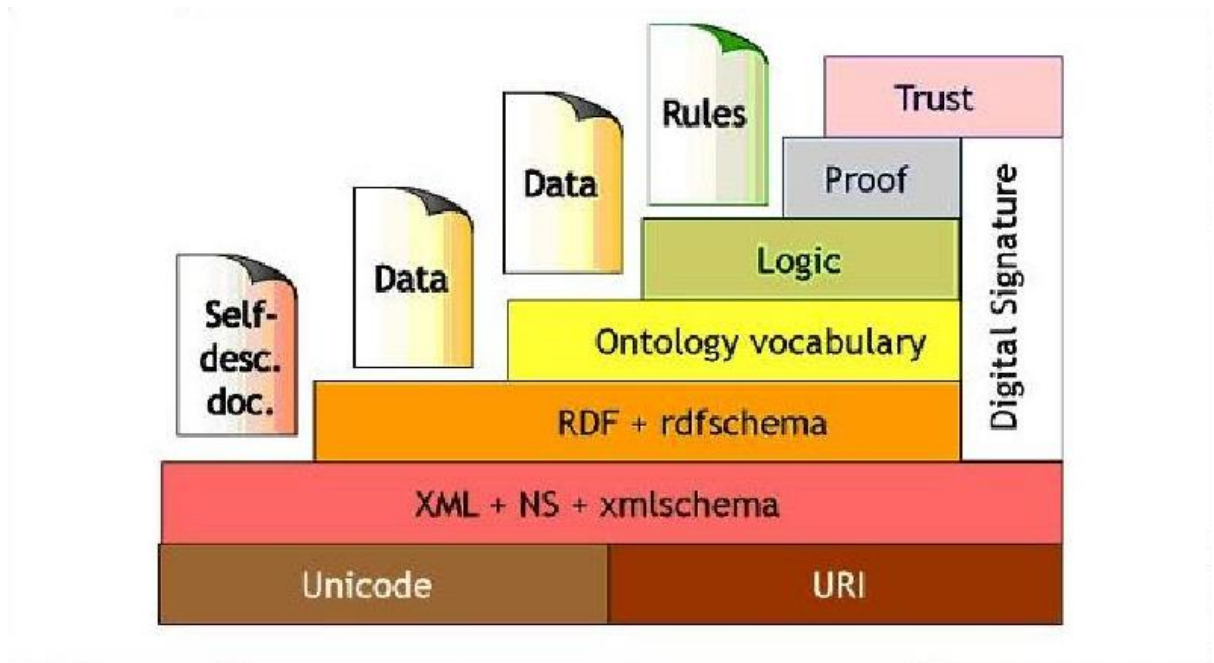


Εικόνα 1: Αρχική Αρχιτεκτονική ΠΙ

Ο τρόπος αυτός όμως οργάνωσης του περιεχομένου του ΠΙ περιέχει ένα μειονέκτημα καθώς το περιεχόμενο των αρχείων δεν είναι οργανωμένο με κάποιο δομημένο ή ημιδομημένο τρόπο με αποτέλεσμα η πληροφορία να είναι κατανοητή μόνο από τους ανθρώπους (human readable) καθώς απουσιάζει κάθε σημασιολογική οργάνωση του περιεχομένου. Η έλλειψη σημασιολογικής οργάνωσης του περιεχομένου του WWW θεωρείται ένα βασικό του μειονέκτημα, αφού καθιστά πολύ δύσκολη την επεξεργασία του περιεχομένου του διαδικτύου αλλά και την ανάκτηση της πληροφορίας. Τον παραπάνω περιορισμό του WWW καθώς και τη λύση του οραματίστηκε ο πρώτος ιδρυτής του, Tim Berner Lee, ο οποίος ονόμασε τη νέα μορφή του ΠΙ, Σημασιολογικό Ιστό (ΣΙ) (Semantic Web (SW)) [2][3][15].

Ο Σημασιολογικός Ιστός έχει σαν στόχο να προσδώσει δομή και σημασιολογία στο περιεχόμενο των ιστοσελίδων, δημιουργώντας ένα περιβάλλον όπου τα εξειδικευμένα λογισμικά θα μπορούν να κάνουν εξειδικευμένες διεργασίες για τους χρήστες. Ο ΣΙ δεν είναι ένας διαφορετικός ιστός αλλά μια επέκταση του υπάρχοντος ΠΙ, στην οποία η πληροφορία αποκτά καλά ορισμένο νόημα, δίνοντας τη δυνατότητα για πιο αποτελεσματική συνεργασία ανάμεσα στον άνθρωπο και στον υπολογιστή, αφού πλέον θα υπάρχει μια κοινή αντίληψη ανάμεσά τους (η σημασιολογική περιγραφή).

Η βασική προϋπόθεση για να μπορέσει να αποδώσει ο Σημασιολογικός Ιστός τα αναμενόμενα, είναι οι ίδιοι οι χρήστες να οργανώνουν κατάλληλα τα δεδομένα που δημοσιεύονται σε Βάσεις Γνώσης. Ο ΣΙ αποτελείται στις μέρες μας από μια σειρά τεχνολογιών που συνδυασμένες μεταξύ τους παράγουν τη στοίβα που εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2: Οι Τεχνολογίες στο Σημασιολογικό Ιστό

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιεί ο ΣΙ [3] και είναι απαραίτητες για την κατανόηση μιας βάσης γνώσης όπως η DBpedia που αναλύεται στην παρούσα διπλωματική είναι οι URI, XML, RDF, RDFS, SPARQL, OWL και περιγράφονται στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

Οργάνωση Δεδομένων στο Σημασιολογικό Ιστό

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται τα δομικά στοιχεία και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιεί ο ΣΙ ώστε να επιτευχθεί ο βασικός στόχος της σημασιολογική οργάνωσης των δεδομένων του.

Universal Resource Identifiers (URI)

Στη βάση των τεχνολογιών του ΣΙ βρίσκεται το πρότυπο Universal Resource Identifiers (URI) [1] μέσω του οποίου καθορίζεται η σύνταξη τόσο των πόρων (resources) όσο και των διευθύνσεων των αρχείων (files) που είναι προσπελάσιμα μέσω του διαδικτύου. Τα URIs που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του ονόματος ενός πόρου ονομάζονται Uniform Resource Names (URN) ενώ τα URLs που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της φυσικής θέσης ενός πόρου στο διαδίκτυο μέσω της οποίας έχουμε πρόσβαση στο περιεχόμενο αυτό, ονομάζονται Uniform Resource Locator (URL).

Για παράδειγμα, στην περίπτωση που σκοπός μας είναι να δημιουργήσουμε ένα αναγνωριστικό για τον πόρο “Κωνσταντίνος Καλόγερος”, θα μπορούσαμε αυθαίρετα να δίνουμε το αναγνωριστικό URN <http://mhys.teipir.gr/kkalogeros> στον συγκεκριμένο πόρο. Αντίθετα το http://mhys.teipir.gr/ αποτελεί ένα URL επειδή περιγράφει τη φυσική θέση του αρχείου και τον τρόπο εύρεσης του πόρου αυτού στο διαδίκτυο. Η διαφορά επομένως του URN με το URL είναι πως το URN προσδιορίζει απλά ένα αναγνωριστικό ενός πόρου χωρίς απαραίτητα να έχουμε πρόσβαση σε αυτό, ενώ το URL προσδιορίζει και τον τρόπο εύρεσης του πόρου αυτού στο διαδίκτυο.

Extensible Markup Language (XML)

Η Extensible Markup Language (XML) [13] αποτελεί μία γλώσσα σημειοθέτησης μέσω της οποίας μπορούμε να οργανώσουμε δεδομένα με ημιδομημένο τρόπο. Η διαφορά της με την HTML είναι πως η HTML δημιουργήθηκε ως γλώσσα μετατροπής των δεδομένων σε ανθρωπο-αναγνώσιμη μορφή αφού οι ετικέτες της HTML ορίζουν τον τρόπο προβολής των δεδομένων στον τελικό χρήστη μέσω του φυλλομετρητή ιστού (web

browser). Αντίθετα η XML χρησιμοποιεί ετικέτες για να οργανώσει τα δεδομένα σε ιεραρχική μορφή και να τα καταστήσει μηχαναγνώσιμα (machine readable).

Παράδειγμα ενός XML αρχείου

Το παρακάτω XML αρχείο οργανώνει τα δεδομένα που περιγράφουν την παρούσα διπλωματική εργασία. Η δυνατότητα χρήσης εμφωλευμένων ετικετών στην XML προσφέρει τη δυνατότητα ιεραρχικής οργάνωσης των δεδομένων.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<masterThesis>
  <title>Ανάλυση του Περιεχομένου της Ελληνικής Wikipedia μέσω
των Ιδιοτήτων και των Δεδομένων της DBpedia</title>
  <author>
    <firstname>Κωνσταντίνος</firstname>
    <lastname>Καλόγερος</lastname>
  </author>
  <supervisor>
    <firstname>Αναστασία</firstname>
    <lastname>Βελώνη</lastname>
  </supervisor>
  <subject>
    <keyword>Σημσιολογικός Ιστός</keyword>
    <keyword>Διασυνδεδεμένα Δεδομένα</keyword>
    <keyword>DBpedia</keyword>
    <keyword>RDF</keyword>
    <keyword>Web 3.0</keyword>
    <keyword>Οντολογίες</keyword>
  </subject>
</masterThesis>
```

Το κείμενο που οργανώνει το παραπάνω XML αρχείο σε φυσική γλώσσα είναι:

Η Διπλωματική εργασία “Ανάλυση του Περιεχομένου της Ελληνικής Wikipedia μέσω των Ιδιοτήτων και των Δεδομένων της DBpedia” με συγγραφέα τον Κωνσταντίνο Καλόγερο και επιβλέπουσα Καθηγήτρια την Αναστασία Βελώνη έχει ως θέματα Σημσιολογικός Ιστός, Διασυνδεδεμένα Δεδομένα, DBpedia, RDF, Web 3.0, Οντολογίες.

Η XML προσφέρει ημι-δομημένη οργάνωση στα δεδομένα και έτσι διευκολύνει την επεξεργασία τους από τα διάφορα λογισμικά παρόλα αυτά δεν προσφέρει σημασιολογική οργάνωση των δεδομένων που οργανώνει. Για αυτό το λόγο

έχουν αναπτυχθεί άλλα μοντέλα οργάνωσης δεδομένων όπως η RDF. Η XML χρησιμοποιείται ως ο επίσημος τρόπος σύνταξης με βάση το W3C της RDF όπως περιγράφεται και αναλύεται παρακάτω. Επίσης η XML χρησιμοποιείται πολύ συχνά στη σύνταξη λεξιλογίων αλλά και σχημάτων μεταδεδομένων ειδικά όταν η οργάνωση των δεδομένων είναι ιεραρχική.

Resource Description Framework (RDF)

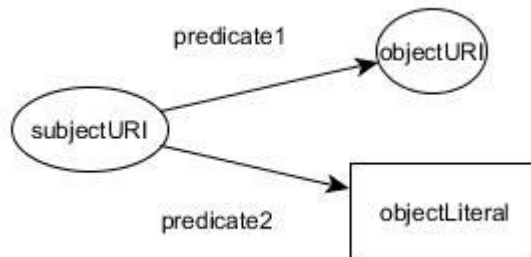
Η RDF (Resource Description Framework) [6], είναι ένα μοντέλο οργάνωσης δεδομένων στη μορφή ενός κατευθυνόμενου γράφου και χρησιμοποιείται στις μέρες μας για την οργάνωση δεδομένων και την αναπαράσταση της πληροφορίας στο ΣΙ. Στην RDF, τα δεδομένα οργανώνονται σε προτάσεις που η κάθε μια αποτελείται από μια τριάδα τιμών (triples ή RDF triples ή data triple). Τα μέρη της κάθε πρότασης είναι το υποκείμενο (subject), το κατηγορημα ή ιδιότητα (predicate) και το αντικείμενο (object). Επομένως κάθε πρόταση (subject, predicate, object) αποτελεί την ελάχιστη εκφρασμένη πληροφορία σε RDF και ονομάζεται RDF triple.

RDF triple

Αν θεωρήσουμε τα σύνολα I , B και L , όπου I είναι το σύνολο των URI, B το σύνολο των κενών κόμβων (blank node) και L το σύνολο των δεδομένων, τότε μπορούμε να ορίσουμε ως RDF triple την τριάδα των (s, p, o) που ανήκουν στο σύνολο $(I \cup B) \times I \times (I \cup B \cup L)$ όπου s το Υποκείμενο (subject), p το Κατηγορημα ή Ιδιότητα (predicate) και o το Αντικείμενο (object) ενός RDF triple. Με βάση τον παραπάνω τυπικό ορισμό ενός RDF triple η τιμή του subject μπορεί να είναι είτε μια URI τιμή ή ένας κενός κόμβος, η τιμή του predicate πάντα μια URI τιμή και η τιμή του object μπορεί να είναι είτε μια URI τιμή είτε ένας κενός κόμβος είτε ένα αλφαριθμητικό που αντιπροσωπεύει την τιμή ενός τύπου δεδομένων όπως κείμενο, αριθμός, ημερομηνία κ.τ.λ.

Στην παρακάτω εικόνα παριστάνονται δύο RDF triples που έχουν κοινή τιμή για το subject και το ένα triple έχει ως τιμή του object ένα URI ενώ το δεύτερο triple ως τιμή του object ένα Literal. Στο διάγραμμα αυτό τα URIs παριστάνονται με το σχήμα της έλλειψης, τα Literals με το σχήμα του

ορθογωνίου παραλληλογράμμου και το βελάκι έχει ως τιμή την τιμή του predicate και ως φορά, τη φορά από το subject στο object που συνδέει δημιουργώντας έτσι έναν κατευθυνόμενο γράφο.

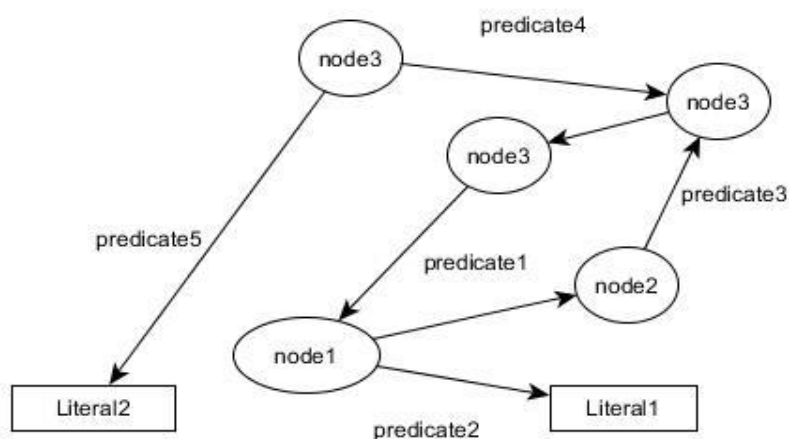


Εικόνα 3: RDF Data Model

Στην RDF, ένας ανώνυμος πόρος (blank node) είναι ένας κόμβος του RDF γράφου στον οποίο δεν έχει γίνει αντιστοίχιση κάποιας τιμής URI ή Literal.

RDF γράφος (RDF Graph)

Ένα σύνολο από RDF triples αναπαριστούν έναν κατευθυνόμενο γράφο γνώσης που αποτελείται από URIs, κενούς κόμβους και Literals. Κάθε κόμβος που η τιμή του υπάρχει ως τιμή subject ενός RDF triple μπορεί να υπάρχει και ως τιμή του object σε ένα άλλο RDF triple με αποτέλεσμα όλα τα RDF triples μαζί να συνθέτουν έναν ενιαίο και καθολικό γράφο.



Εικόνα 4: Γράφος RDF (RDF Graph)

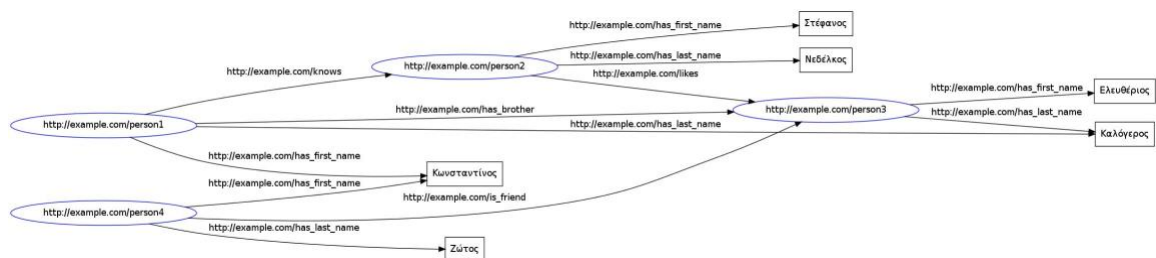
Σύνταξη της RDF

Η αναπαράσταση γνώσης που προκύπτει από το μοντέλο οργάνωσης δεδομένων μέσω της RDF μπορεί να συνταχτεί με διάφορους τρόπους. Ο επίσημος τρόπος σύνταξης της RDF είναι η μορφή RDF/XML. Στο συγκεκριμένο τρόπο σύνταξης η RDF συντάσσεται μέσω της XML.

Παράδειγμα RDF δεδομένων

“Ο Κωνσταντίνος Καλόγερος γνωρίζει τον Στέφανο Νεδέλκο και έχει αδερφό τον Ελευθέριο Καλόγερο ο οποίος με τη σειρά του έχει φίλο τον Κωνσταντίνο Ζώτο.”

Η παραπάνω πρόταση σε φυσική γλώσσα θα μπορούσε να εκφραστεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Αν θέλαμε όμως να οργανώσουμε την παραπάνω πληροφορία με βάση το μοντέλο της RDF θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε τον παρακάτω γράφο.



Εικόνα 5: Παράδειγμα RDF

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι σύνταξης της RDF. Ο πιο εύκολος τρόπος στη σύνταξη και στην επεξεργασία των δεδομένων είναι η σύνταξη N-triples. Ο καθιερωμένος τρόπος σύνταξης όμως της RDF είναι η σύνταξη RDF/XML ενώ άλλοι τρόποι σύνταξης είναι οι Turtle, N3 και JSON-LD. Οι περισσότερες εφαρμογές που επεξεργάζονται RDF δεδομένα αναγνωρίζουν συνήθως όλους τους διαφορετικούς τρόπους σύνταξης, παρόλα αυτά υπάρχουν πολλά διαθέσιμα εργαλεία που μας παρέχουν τη δυνατότητα της

μετατροπής RDF δεδομένων από τη μιας μορφή σύνταξης στην άλλη. Παρακάτω δίνεται το παράδειγμα του RDF γράφου που αναλύθηκε παραπάνω σε κάθε έναν από τους διαφορετικούς τρόπους σύνταξης της RDF.

Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη N-triples

Τα παραπάνω RDF δεδομένα σε σύνταξη N-triples είναι:

```
<http://example.com/person1>
<http://example.com/has_first_name> "Κωνσταντίνος" .
<http://example.com/person1>
<http://example.com/has_last_name> "Καλόγερος" .
<http://example.com/person1> <http://example.com/knows>
<http://example.com/person2> .
<http://example.com/person1>
<http://example.com/has_brother>
<http://example.com/person3> .
<http://example.com/person2> <http://example.com/likes>
<http://example.com/person3> .
<http://example.com/person2>
<http://example.com/has_first_name> "Στιέφανος" .
<http://example.com/person2>
<http://example.com/has_last_name> "Νεδέλκος" .
<http://example.com/person3>
<http://example.com/has_first_name> "Ελευθέριος" .
<http://example.com/person3>
<http://example.com/has_last_name> "Καλόγερος" .
<http://example.com/person4>
<http://example.com/is_friend>
<http://example.com/person3> .
<http://example.com/person4>
<http://example.com/has_first_name> "Κωνσταντίνος" .
<http://example.com/person4>
<http://example.com/has_last_name> "Ζώτος" .
```

Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη RDF/XML

Αντίστοιχα σε σύνταξη RDF/XML [7] που είναι και ο επίσημος τρόπος σύνταξης της RDF είναι:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-
syntax-ns#" xml:base="http://www.lda.fi/service/rdf-
serializer/">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/person1">
    <ns0:has_first_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Κωνσταντίνος</ns0:has_firs
t_name>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/person1">
    <ns0:has_last_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Καλόγερος</ns0:has_last_na
me>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/person1">
    <ns0:knows xmlns:ns0="http://example.com/"
rdf:resource="http://example.com/person2"/>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/person1">
    <ns0:has_brother xmlns:ns0="http://example.com/"
rdf:resource="http://example.com/person3"/>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/person2">
    <ns0:likes xmlns:ns0="http://example.com/"
rdf:resource="http://example.com/person3"/>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/person2">
    <ns0:has_first_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Στέφανος</ns0:has_first_na
me>
```



```

</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="http://example.com/person2">
  <ns0:has_last_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Νεδέλκος</ns0:has_last_name>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="http://example.com/person3">
  <ns0:has_first_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Ελευθέριος</ns0:has_first_name>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="http://example.com/person3">
  <ns0:has_last_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Καλόγερος</ns0:has_last_name>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="http://example.com/person4">
  <ns0:is_friend xmlns:ns0="http://example.com/"
rdf:resource="http://example.com/person3"/>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="http://example.com/person4">
  <ns0:has_first_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Κωνσταντίνος</ns0:has_first_name>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="http://example.com/person4">
  <ns0:has_last_name
xmlns:ns0="http://example.com/">Ζώτος</ns0:has_last_name>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη Turtle

Τα RDF δεδομένα σε σύνταξη turtle [18] είναι:

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
```

.

```
<http://example.com/person1>  
  <http://example.com/has_brother>  
<http://example.com/person3> ;  
  <http://example.com/has_first_name> "Κωνσταντίνος" ;  
  <http://example.com/has_last_name> "Καλόγερος" ;  
  <http://example.com/knows>  
<http://example.com/person2> .
```

```
<http://example.com/person2>  
  <http://example.com/has_first_name> "Στιέφανος" ;  
  <http://example.com/has_last_name> "Νεδέλκος" ;  
  <http://example.com/likes>  
<http://example.com/person3> .
```

```
<http://example.com/person3>  
  <http://example.com/has_first_name> "Ελευθέριος" ;  
  <http://example.com/has_last_name> "Καλόγερος" .
```

```
<http://example.com/person4>  
  <http://example.com/has_first_name> "Κωνσταντίνος" ;  
  <http://example.com/has_last_name> "Ζώτιος" ;  
  <http://example.com/is_friend>  
<http://example.com/person3> .
```

Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη N3

Τα RDF δεδομένα σε σύνταξη N3 [20] είναι:

```
@prefix ex: <http://example.org/> .
```

```
@prefix ns0: <http://example.com/> .
```

```

@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .

ns0:person1 ns0:has_brother ns0:person3 ;
  ns0:has_first_name "Κωνσταντίνος" ;
  ns0:has_last_name "Καλόγερος" ;
  ns0:knows ns0:person2 .

ns0:person4 ns0:has_first_name "Κωνσταντίνος" ;
  ns0:has_last_name "Ζώτος" ;
  ns0:is_friend ns0:person3 .

ns0:person2 ns0:has_first_name "Στέφανος" ;
  ns0:has_last_name "Νεδέλκος" ;
  ns0:likes ns0:person3 .

ns0:person3 ns0:has_first_name "Ελευθέριος" ;
  ns0:has_last_name "Καλόγερος"

```

Παράδειγμα RDF δεδομένων σε σύνταξη JSON-LD

Τα RDF δεδομένα σε σύνταξη JSON-LD [21] είναι:

```

{
  "@context": {
    "ns0": "http://example.com/",
    "rdf": "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#",
    "rdfs": "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#",
    "xsd": "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  },
  "@graph": [
    {

```

```

    "@id": "ns0:person4",
    "ns0:has_first_name": "Κωνσταντίνος",
    "ns0:has_last_name": "Ζώτος",
    "ns0:is_friend": {
      "@id": "ns0:person3"
    }
  },
  {
    "@id": "ns0:person3",
    "ns0:has_first_name": "Ελευθέριος",
    "ns0:has_last_name": "Καλόγερος"
  },
  {
    "@id": "ns0:person2",
    "ns0:has_first_name": "Στέφανος",
    "ns0:has_last_name": "Νεδέλκος",
    "ns0:likes": {
      "@id": "ns0:person3"
    }
  },
  {
    "@id": "ns0:person1",
    "ns0:has_brother": {
      "@id": "ns0:person3"
    },
    "ns0:has_first_name": "Κωνσταντίνος",
    "ns0:has_last_name": "Καλόγερος",
    "ns0:knows": {
      "@id": "ns0:person2"
    }
  }
]
}

```

SPARQL

Με την ανάπτυξη του ΣΙ έχουν αναπτυχθεί διάφορες γλώσσες ερωτημάτων σε RDF δεδομένα όπως οι γλώσσες RDQL (RDF Data Query Language) [19] και RQL (Resource Query Language) [5]. Η γλώσσα όμως που έχει κυριαρχήσει και αποτελεί από το 2008 την πρότυπη γλώσσα ερωτημάτων στο ΣΙ είναι η SPARQL [4].

Η SPARQL (Simple Protocol And RDF Query Language) περιλαμβάνει την SPARQL γλώσσα ερωτημάτων (query language) για ερωτήματα σε RDF δεδομένα και το SPARQL πρωτόκολλο (protocol) το οποίο επιτρέπει την εκτέλεση SPARQL ερωτημάτων και ανταλλαγής των αποτελεσμάτων μεταξύ του SPARQL server και του SPARQL client μέσω του HTTP πρωτοκόλλου.

Η βασική φιλοσοφία της SPARQL όπως και των περισσότερων γλωσσών ερωτημάτων σε βάσεις δεδομένων γράφων είναι το Basic Graph Pattern (BGP). Ένα SPARQL ερώτημα αποτελεί έναν υπο-γράφο αντίστοιχο της RDF με τη διαφορά ότι σε κάποιο ή κάποια από τα subject, predicate ή object μπορεί να υπάρχουν μεταβλητές. Στη συνέχεια το σύστημα που εκτελεί SPARQL ερωτήματα σε RDF δεδομένα επιστρέφει ως αποτέλεσμα τις τιμές των μεταβλητών του RDF γράφου για τις οποίες έχει γίνει αντιστοίχιση του SPARQL ερωτήματος στον αντίστοιχο RDF υπο-γράφο. Η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται Basic Graph Pattern (BGP).

Σύνταξη της SPARQL

Η βασική σύνταξη της SPARQL αποτελείται από τα παρακάτω μέρη/τμήματα:

- Προαιρετικός ορισμός συντομεύσεων
 - PREFIX
- Επιλογή των επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων (μεταβλητές ή σταθερές)
 - SELECT, επιλέγει τις μεταβλητές με την αντίστοιχη σειρά για τις οποίες το ερώτημα θα επιστρέψει τα αποτελέσματα για τα οποία έγινε αντιστοίχιση του SPARQL υπο-γράφου στον RDF γράφο (BGP).
 - CONSTRUCT, επιστρέφει ως αποτέλεσμα τον RDF υπο-γράφο για τον οποίο έγινε αντιστοίχιση του SPARQL γράφου στον RDF γράφο (BGP).
 - DESCRIBE, επιστρέφει τον RDF γράφο που περιγράφει τους πόρους που αναζητούνται.

- ASK, επιστρέφει ΑΛΗΘΗΣ ή ΨΕΥΔΗΣ ανάλογα με το αν έγινε αντιστοίχιση του SPARQL υπο-γράφου στον RDF γράφο (BGP).
- Προαιρετικός ορισμός του συνόλου δεδομένων στο οποίο θα εκτελεστεί το ερώτημα. Αν δεν οριστεί το σύνολο δεδομένων θεωρείται όλο το σύνολο των RDF δεδομένων.
 - FROM
- Ορισμός του Basic Graph Pattern μαζί με τις τιμές των μεταβλητών
 - WHERE
 - FILTER για τη δημιουργία κριτηρίων
- Προαιρετικά υπάρχουν τροποποιητές ερωτημάτων (Query Modifiers)
 - π.χ. GROUP BY, HAVING, ORDER BY, LIMIT, OFFSET, VALUES

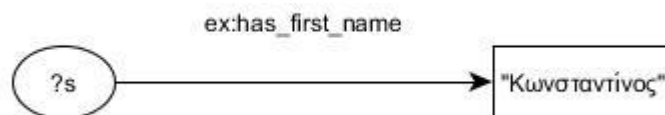
Στις μέρες μας υπάρχουν στο ΣΙ, πολλά ελεύθερα σύνολα RDF δεδομένων στα οποία ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει πληροφορία ελεύθερα.

Παραδείγματα SPARQL ερωτημάτων

Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα ερωτημάτων SPARQL στα RDF δεδομένα της ενότητας “Παραδείγματα RDF δεδομένων” που προηγήθηκε.

Παράδειγμα 1

Στο παράδειγμα 1 το ερώτημα αναζητάει όλα εκείνα τα RDF triples που έχουν ως predicate την τιμή `http://example.com/has_first_name` και ως object την τιμή Κωνσταντίνος και επιστρέφει την τιμή του subject (μεταβλητή).



Εικόνα 6: Παράδειγμα 1 - SPARQL

```

PREFIX ex: <http://example.com/>
SELECT ?s
WHERE
{
  
```

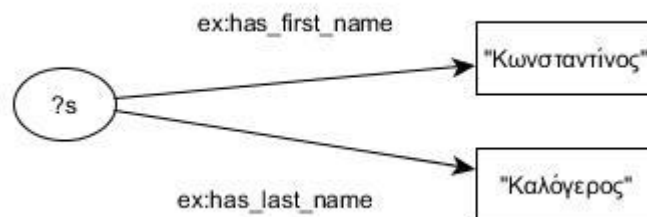
```
?s ex:has_first_name "Κωνσταντίνος" .  
}
```

Τα επιστρεφόμενα να αποτελέσματα του παραδείγματος 1 είναι

?s
http://example.com/person1
http://example.com/person4

Παράδειγμα 2

Στο παράδειγμα 2 το ερώτημα επιστρέφει όλες εκείνες τις τιμές των subject των RDF triples που το ίδιο subject υπάρχει ταυτόχρονα σε δύο RDF triples. Στο πρώτο RDF triple η τιμή του predicate είναι http://example.com/has_first_name και η τιμή του object Κωνσταντίνος ενώ στο δεύτερο η τιμή του predicate είναι http://example.com/has_last_name και η τιμή του object Καλόγερος.



Εικόνα 7: Παράδειγμα 2 - SPARQL

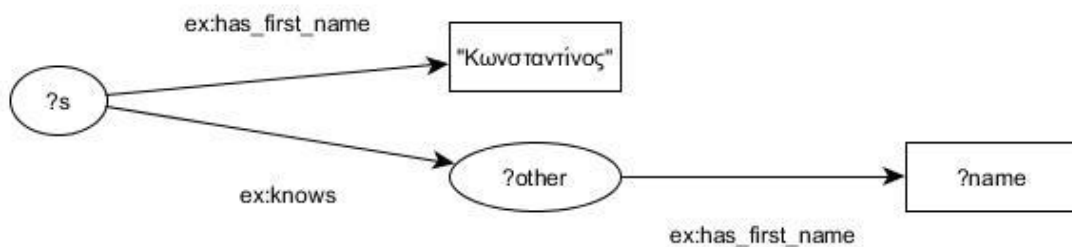
```
PREFIX ex: <http://example.com/>  
SELECT ?s  
WHERE  
{  
  ?s ex:has_first_name "Κωνσταντίνος" .  
  ?s ex:has_last_name "Καλόγερος" .  
}
```

Τα επιστρεφόμενα να αποτελέσματα του παραδείγματος 2 είναι

?s
http://example.com/person1

Παράδειγμα 3

Στο παράδειγμα 3 το ερώτημα επιστρέφει όλες εκείνες τις τιμές των subject των RDF triples που έχουν ως predicate την τιμή http://example.com/has_first_name και ως object την τιμή Κωνσταντίνος αλλά ταυτόχρονα έχουν ως predicate την τιμή http://example.com/knows που συνδέει ένα object, το οποίο με τη σειρά του είναι subject en;ow RDF triple που έχει ως predicate την τιμή http://example.com/has_first_name.



Εικόνα 8: Παράδειγμα 3 - SPARQL

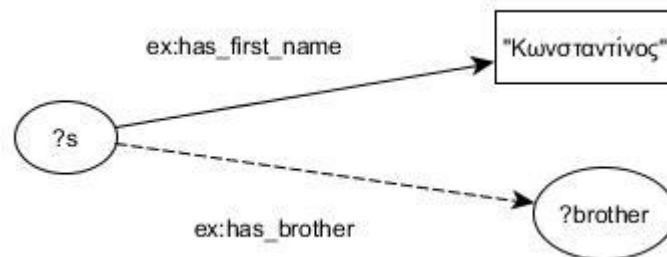
```
PREFIX ex: <http://example.com/>
SELECT ?s ?other ?name
WHERE
{
  ?s ex:has_first_name "Κωνσταντίνος" .
  ?s ex:knows ?other .
  ?other ex:has_first_name ?name .
}
```

Τα επιστρεφόμενα να αποτελέσματα του παραδείγματος 2 είναι:

?s	?other	?name
http://example.com/person1	http://example.com/person2	Στέφανος

Παράδειγμα 4

Στο παράδειγμα 4 το ερώτημα επιστρέφει όλες εκείνες τις τιμές των subject των RDF triples που έχουν ως predicate την τιμή `http://example.com/has_first_name` και ως object την τιμή Κωνσταντίνος. Επιπρόσθετα αν από το ίδιο subject (OPTIONAL) ξεκινάει RDF triple με predicate την τιμή `http://example.com/has_brother` επιστρέφονται και οι τιμές των objects



Εικόνα 9: Παράδειγμα 4 - SPARQL

```
PREFIX ex: <http://example.com/>
SELECT ?s ?brother
WHERE
{
?s ex:has_first_name "Κωνσταντίνος" .
OPTIONAL { ?s ex:has_brother ?brother . }
}
```

Παράδειγμα 5

Το παράδειγμα 5 είναι το ίδιο ερώτημα με το ερώτημα του παραδείγματος 1 με τη διαφορά ότι επιστρέφει το πλήθος των αποτελεσμάτων που στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι δύο (2).

```
PREFIX ex: <http://example.com/>
SELECT COUNT(?s)
WHERE
{
?s ex:has_first_name "Κωνσταντινος" .
}
```

Παράδειγμα 6

Το παράδειγμα 6 ομοίως είναι το ίδιο ερώτημα με το ερώτημα του παραδείγματος 1 με τη διαφορά ότι επιστρέφει Αληθής ή Ψευδής ανάλογα με το αν υπάρχει απάντηση στο ερώτημα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα η απάντηση είναι ΑΛΗΘΗΣ.

```
PREFIX ex: <http://example.com/>
ASK
WHERE
{
?s ex:has_first_name "Κωνσταντινος" .
}
```

Διασυνδεδεμένα Δεδομένα (Linked Data)

Με τον όρο Linked Data (LD) [11] αναφερόμαστε σε ένα σύνολο πρακτικών που πρέπει να ακολουθούνται στη δημοσίευση και διασύνδεση δεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό (ΠΙ). Αυτές οι πρακτικές σύμφωνα με τον Tim Berners-Lee οραματιστή και δημιουργό του ΠΙ είναι:

- Χρήση URIs (Uniform Resource Identifier) ως ονόματα των πόρων.
- Χρήση HTTP URIs ώστε να μπορεί να γίνει αναζήτηση των πόρων.
- Όταν κάποιος κάνει μια αναζήτηση ενός URI, πρέπει να του παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες, κάνοντας χρήση standards όπως RDF, RDFS και SPARQL.
- Χρήση υπερσυνδέσμων προς άλλα URIs ώστε να είναι εφικτή η αναζήτηση και νέων πόρων.

Με βάση τις παραπάνω πρακτικές στα Linked Data αποφεύγεται η χρήση στην RDF ανώνυμων πόρων.

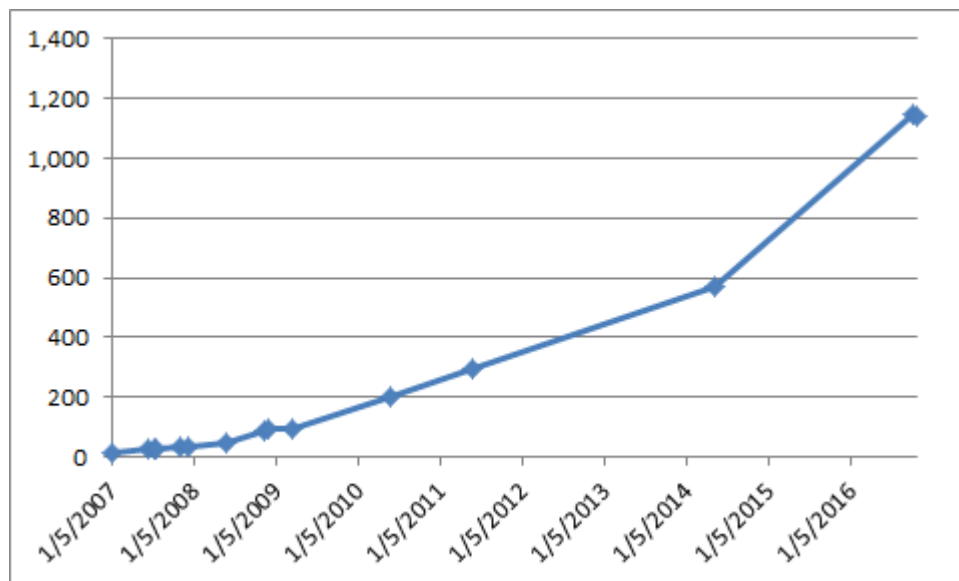
Ανοιχτά Διασυνδεδεμένα Δεδομένα

Στην ανάπτυξη του ΣΙ μέσω των LD και την ολοένα και μεγαλύτερη χρήση τους συνετέλεσε το έργο του World Wide Web Consortium (W3C), Ανοιχτά Διασυνδεδεμένα Δεδομένα (ΑΔΔ) (Linking Open Data (LOD)) που στοχεύει από το 2007 που ξεκίνησε στη δημιουργία ελεύθερων LD συνόλων διασυνδεδεμένων δεδομένων (linked open datasets), καθιστώντας τα διαθέσιμα, στον ΠΙ, κάτω από ανοικτές άδειες χρήσης. Η ανάπτυξη αυτής της προσπάθειας είναι ταχύτερη τα τελευταία δέκα χρόνια (2007-2017), καθώς τόσο το πλήθος των datasets όσο και το πλήθος των RDF δεδομένων που αυτά περιέχουν, αυξάνονται καθημερινά, δημιουργώντας έτσι ένα μεγάλο πλήθος διασυνδεδεμένων δεδομένων, τα οποία είναι διαθέσιμα στον ΠΙ. Τα datasets αυτά, καλύπτουν πολλές διαφορετικές κατηγορίες δεδομένων. Στόχος του έργου δεν αποτελεί μόνο η δημιουργία ανεξάρτητων συνόλων δεδομένων αλλά και η ταυτόχρονη διασύνδεση πόρων διαφορετικών συνόλων δεδομένων μεταξύ τους. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ανάπτυξη των datasets που παρέχονται ελεύθερα μέσω του LOD project κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας.

Ημερομηνία	Πλήθος διαθέσιμων διασυνδεδεμένων συνόλων δεδομένων
2017-02-20	1,139
2017-01-26	1,146
2014-08-30	570
2011-09-19	295
2010-09-22	203
2009-07-14	95
2009-03-27	93

2009-03-05	89
2008-09-18	45
2008-03-31	34
2008-02-28	32
2007-11-10	28
2007-11-07	28
2007-10-08	25
2007-05-01	12

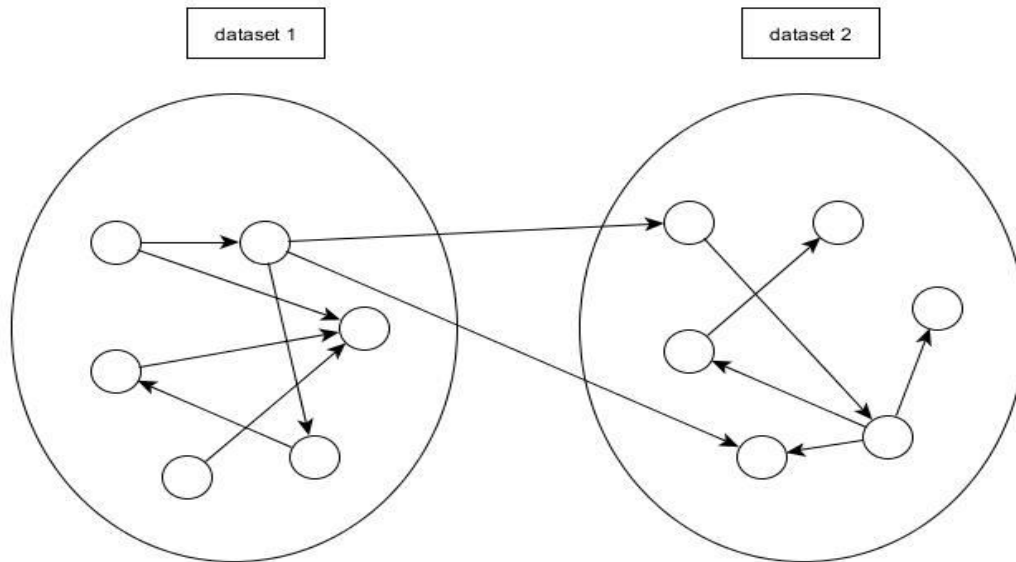
Πλήθος LOD datasets ανά χρονολογία¹



Εικόνα 10: Πλήθος διαθέσιμων διασυνδεδεμένων ανά έτος

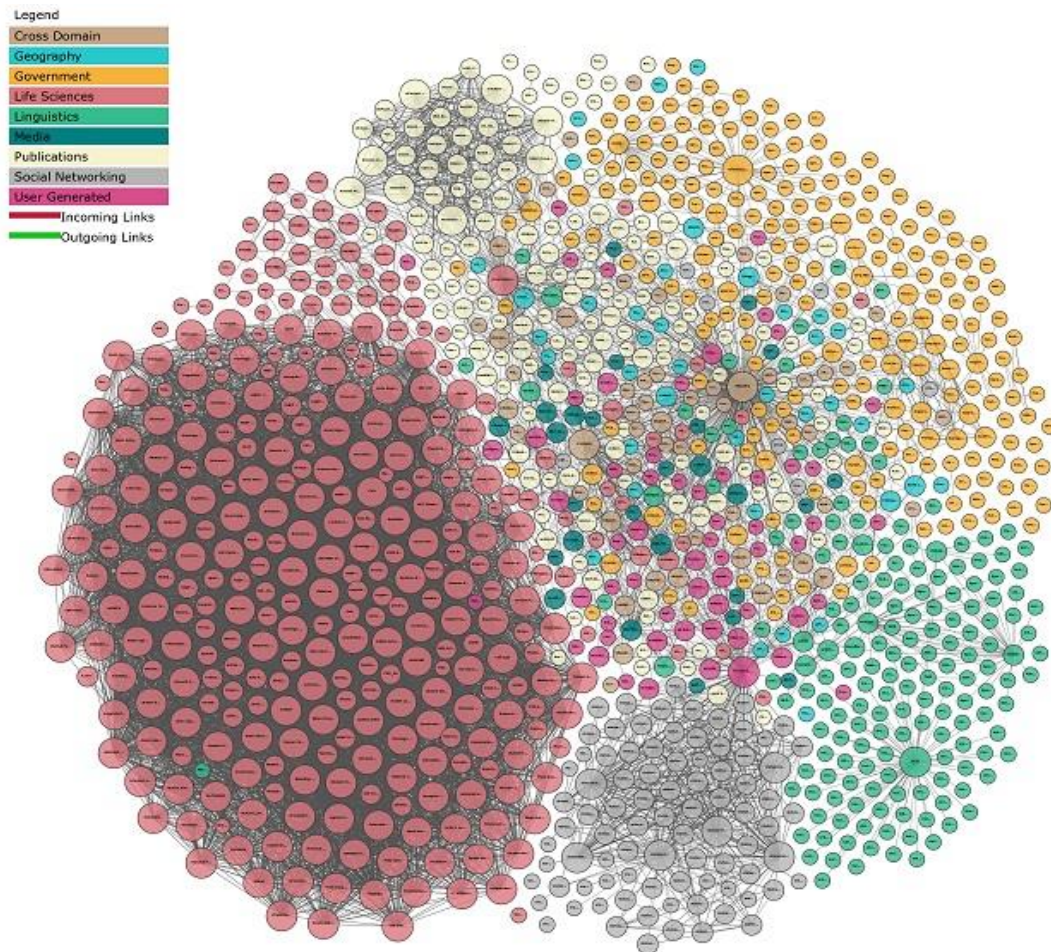
Στην παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται ο τρόπος διασύνδεσης δεδομένων δύο διαφορετικών RDF σύνολο δεδομένων που συνθέτουν το LOD cloud. Κάθε εξωτερικός κύκλος της εικόνας αντιπροσωπεύει και ένα διαφορετικό RDF σύνολο δεδομένων. Στο κάθε RDF σύνολο δεδομένων, οι πόροι είναι διασυνδεδεμένοι μεταξύ τους με βάση το μοντέλο οργάνωσης της RDF. Επιπρόσθετα πόροι μεταξύ διαφορετικών RDF δεδομένων μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους.

¹ Πηγή: <http://lod-cloud.net/> (Ημ. Πρόσβασης 2017-01-17)



Εικόνα 11: Παράδειγμα Διασύνδεσης διαφορετικών RDF συνόλων δεδομένων

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα σύνολα δεδομένων που υπάρχουν αυτή τη περίοδο διαθέσιμα μέσω του LOD project αλλά και οι διασυνδέσεις δεδομένων μεταξύ των διαφορετικών συνόλων δεδομένων.



Εικόνα 12: Linking Open Data cloud diagram 2017²

Οντολογίες

Ο όρος οντολογία (ontology) προέρχεται από τη φιλοσοφία και τα τελευταία χρόνια έχει εισαχθεί ως όρος και στις επιστήμες της πληροφορικής και της πληροφορικής ως ένα μέσο αναπαράστασης της γνώσης. Σύμφωνα με τον Gruber (1993) μια οντολογία είναι μια τυπική (formal), κατηγορηματική (explicit) προδιαγραφή μιας διαμοιρασμένης (shared) εννοιολογικής αναπαράστασης (conceptualization). Ο όρος εννοιολογική αναπαράσταση (conceptualization) αναφέρεται σε ένα αφηρημένο μοντέλο φαινομένων του κόσμου στο οποίο έχουν προσδιοριστεί οι έννοιες που σχετίζονται με τα φαινόμενα αυτά. Ο όρος

² Linking Open Data cloud diagram 2017, by Andrejs Abele, John P. McCrae, Paul Buitelaar, Anja Jentzsch and Richard Cyganiak. <http://lod-cloud.net/>

κατηγορηματική (explicit) σημαίνει ότι το είδος των εννοιών που χρησιμοποιούνται, και οι περιορισμοί που αφορούν την χρήση αυτών των εννοιών είναι προσδιορισμένοι με σαφήνεια. Ο όρος αυστηρή (formal) αναφέρεται στο ότι η οντολογία πρέπει να έχει αυστηρή σύνταξη ώστε να είναι μηχανικά αναγνώσιμη. Τέλος ο όρος δια μοιρασμένη (shared) αναφέρεται στο ότι η οντολογία πρέπει να αποτυπώνει γνώση κοινής αποδοχής στο πλαίσιο μιας κοινότητας.

Για την εννοιολογική αναπαράσταση των εννοιών που η οντολογία περιγράφει χρησιμοποιούνται κλάσεις (classes) και ιδιότητες (properties). Επίσης σε μια οντολογία μπορεί να περιγράφονται και περιορισμοί στα δεδομένα που χρησιμοποιούνται.

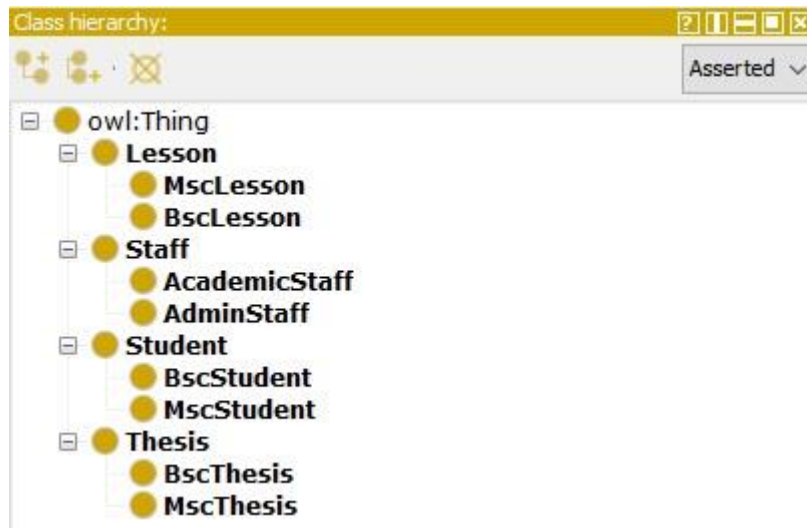
Οι κλάσεις περιγράφουν έννοιες που οργανώνονται ιεραρχικά καθώς μια κλάση μπορεί να περιέχεται σε μια άλλη κλάση. Κάθε κλάση (υποκλάση) μιας ανώτερης ιεραρχικά κλάσης (υπερκλάση) κληρονομεί και όλες τις ιδιότητές της. Τα στιγμιότυπα (instances) μιας κλάσης είναι όλα τα στοιχεία της κλάσης. Για παράδειγμα στην περίπτωση των μαθημάτων που διδάσκονται σε ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα, το μάθημα είναι η κλάση που αποτελεί την έννοια και το κάθε μάθημα ξεχωριστά αποτελεί και ένα ξεχωριστό στιγμιότυπο της κλάσης.

Οι ιδιότητες χρησιμοποιούνται για να δώσουν κάποιο χαρακτηριστικό γνώρισμα σε κάποια κλάση και να προσδώσουν κάποια δεδομένα στο στιγμιότυπο κάποιας κλάσης (π.χ. η ιδιότητα όνομα στην περίπτωση του μαθήματος συνδέει ένα στιγμιότυπο της κλάσης μάθημα με μία αλφαριθμητική τιμή που περιέχει την ονομασία του συγκεκριμένου μαθήματος) ή να συσχετίσει κάποια στιγμιότυπα δύο ή περισσότερων κλάσεων (π.χ. η ιδιότητα διδάσκεται_από χρησιμοποιείται για να συνδέσει ένα στιγμιότυπο της κλάσης μάθημα με ένα στιγμιότυπο της κλάσης Καθηγητής). Στην ενότητα “Παράδειγμα Οντολογίας” που ακολουθεί παρουσιάζεται με λεπτομέρεια ένα παράδειγμα μιας οντολογίας.

Για την σύνταξη των οντολογιών στο ΣΙ έχουν επικρατήσει δύο γλώσσες η RDFS (RDF schema) και η OWL που αποτελεί ένα υπερένολο σε δυνατότητες της RDFS.

Παράδειγμα Οντολογίας

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα μιας οντολογίας που δημιουργήθηκε σε γλώσσα OWL. Θέλοντας να οργανώσουμε τα δεδομένα για τα μαθήματα, τις πτυχιακές και τους εργαζομένους (διοικητικό και διδακτικό προσωπικό) ενός πανεπιστημίου οργανώθηκαν τα δεδομένα με βάση τις παρακάτω έννοιες.



Εικόνα 13: Κλάσεις Παραδείγματος Οντολογίας

Στο παράδειγμα αυτό, που υλοποιήθηκε μέσω του λογισμικού ανάπτυξης οντολογιών protegé³, η έννοια πανεπιστήμιο διασπάται στις κλάσεις (class): Μάθημα (Lesson), Προσωπικό (Staff), Φοιτητές (Student), Εργασίες (Thesis). Στη συνέχεια για την κλάση Lesson δημιουργήθηκαν οι υποκλάσεις (subclass) MscLesson και BscLesson, για την κλάση Staff οι υποκλάσεις AcademicStaff και AdminStaff, για την κλάση Student οι υποκλάσεις BscStudent και MscStudent και τέλος για την κλάση Thesis οι υποκλάσεις BscThesis και MscThesis. Η ιεραρχία των κλάσεων απεικονίζεται στην παραπάνω εικόνα.

Object Property	Domain	Range
bscstudy	BscStudent	BscLesson

³ <https://protege.stanford.edu/>

bscthesissubmitt	BscStudent	BscThesis
mscstudy	MscStudent	MscLesson
mscthesissubmitt	MscStudent	MscThesis
supervices	AcademicStaff	Thesis
teaches	AcademicStaff	Lesson

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται στη στήλη Object Property οι ιδιότητες μέσω των οποίων μπορούν να συνδεθούν τα instances κλάσεων.

Επομένως σύμφωνα με την πρώτη γραμμή του πίνακα ένα ή περισσότερα instances της κλάσης BscStudent μπορεί να συνδεθεί με ένα ή περισσότερα instances της κλάσης BscLesson μέσω της ιδιότητας bscstudy καθώς ένας μεταπτυχιακός φοιτητής μπορεί να διδάσκεται ένα μάθημα του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών. Ομοίως και για τις υπόλοιπες πέντε γραμμές του πίνακα. Επειδή σε μια οντολογία οι ιδιότητες μιας κλάσης κληρονομούνται και στα instances των υποκλάσεων της στην περίπτωση παράδειγμα της ιδιότητας teaches που ενώνει ένα instance της κλάσης AcademicStaff με ένα instance της κλάσης Lesson υποδηλώνεται ότι ένα instance της κλάσης AcademicStaff μπορεί να διδάσκει (teaches) οποιοδήποτε instance της υποκλάσης Lesson δηλαδή BscLesson ή MscLesson.

RDF Schema (RDFS) και OWL

Για τη σύνταξη μιας οντολογίας σε μηχαναγνώσιμη μορφή υπάρχουν διαθέσιμες οι γλώσσες RDFS και OWL [9]. Η OWL είναι ένα υπερσύνολο σε δυνατότητες της RDFS και αποτελεί την πιο διαδεδομένη γλώσσα σύνταξης οντολογιών στο ΣΙ. Η σύνταξη της παραπάνω οντολογίας σε γλώσσα OWL όπως έγινε εξαγωγή από το λογισμικό ανάπτυξης οντολογιών protégé παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α της εργασίας.

Βάσεις Γνώσης στο Σημασιολογικό Ιστό

Στις μέρες μας λόγω της ταχύτατης ανάπτυξης του LOD project το πλήθος των ανοικτών δεδομένων που παρέχονται στο ΣΙ αυξάνεται ραγδαία. Καθημερινά όλο και περισσότερα δεδομένα προσθέτονται στα ήδη υπάρχοντα σύνολα δεδομένων καθώς επίσης και πολλά νέα σύνολα δεδομένων παράγονται και παρέχονται ελεύθερα στους χρήστες του ΣΙ.

Τέτοια σύνολα δεδομένων είναι τα πολυγλωσσικά σύνολα δεδομένων της DBpedia⁴ η ανάλυση των οποίων αποτελεί το βασικό σκοπό της διπλωματικής εργασίας και αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο, καθώς επίσης και τα δεδομένα του DBLP Computer Science Bibliography, τα GeoNames, τα Bio2RD, τα LinkedGeoData, το YAGO κ.α.

DBLP Computer Science Bibliography

Η DBLP αποτελεί μία βάση δεδομένων με επιστημονικά άρθρα που έχουν δημοσιευτεί σε συνέδρια και επιστημονικά περιοδικά, επιστημονικών βιβλίων κ.α. που σχετίζονται με την επιστήμη της Πληροφορικής. Η βάση δεδομένων αυτή προσφέρεται ελεύθερα και ως σύνολο RDF δεδομένων προσφέροντας τη δυνατότητα αναζήτησης της πληροφορίας μέσω του SPARQL Endpoint⁵ που προσφέρει.

GeoNames

Η GeoNames⁶ αποτελεί μία βάση γεωγραφικών δεδομένων που περιλαμβάνει όλες τις χώρες και περιέχει περισσότερα από έντεκα εκατομμύρια ονόματα περιοχών. Τα δεδομένα της παρέχονται και ως σύνολα RDF δεδομένων.

Bio2RD

⁴ <http://wiki.dbpedia.org/>

⁵ <http://dblp.rkbexplorer.com/sparql/>

⁶ <http://www.geonames.org/>

Το Bio2RDF⁷ αποτελεί ένα ανοικτού κώδικα έργο που στοχεύει στην ανάπτυξη του μεγαλύτερου ελεύθερου συνόλου δεδομένων στο ΣΙ που θα σχετίζεται με επιστήμες Υγείας (Life Sciences)

LinkedGeoData

Το LinkedGeoData⁸ αποτελεί μια προσπάθεια να εμπλουτιστούν τα δεδομένα του ΣΙ και με χωρικά σύνολα δεδομένων. Τα δεδομένα που παράγονται από το έργο OpenStreetMap εξάγονται σε μορφή RDF με βάση τις πρακτικές των Linked Data και αποτελούν πλέον ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων του LOD cloud. Επίσης παρέχουν ελεύθερο SPARQL Endpoint⁹ για την αναζήτηση πληροφορίας μέσω SPARQL ερωτημάτων. Το μέγεθος του ξεπερνάει τα 20 εκατομμύρια RDF triples.

YAGO dataset

Το YAGO¹⁰ αποτελεί ένα σύνολο δεδομένων που προκύπτει από παράλληλη επεξεργασία δεδομένων της Wikipedia, του WordNet και των GeoNames. Περιέχει πληροφορίες για περισσότερα από δεκαεπτά εκατομμύρια πόρους.

⁷ <http://bio2rdf.org/>

⁸ <http://linkedgeo.org/>

⁹ <http://linkedgeo.org/sparql>

¹⁰ <http://yago-knowledge.org/>

DBpedia

Βικιπαίδεια (Wikipedia)

Η Βικιπαίδεια (Wikipedia)¹¹ αποτελεί έναν ιστότοπο, που λειτουργεί ως μια πολυγλωσσική διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια στην οποία ο κάθε χρήστης του διαδικτύου κάθε ηλικίας και από οποιοδήποτε πολιτιστικό και κοινωνικό περιβάλλον μπορεί να προσθέσει ελεύθερα περιεχόμενο οποιουδήποτε θέματος. Εκτός από περιεχόμενο ο συντάκτης του κειμένου του κάθε λήμματος μπορεί να εμπλουτίσει το κείμενό του και με τις κατάλληλες παραπομπές από τις οποίες άντλησε το κείμενό του ώστε ο αναγνώστης να μπορεί να ανατρέξει και να εμπλουτίσει με ακόμα περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το θέμα που αναζητά.

Η Βικιπαίδεια αναπτύσσεται από το 2001 καθημερινά από τους ίδιους τους χρήστες της από όλο τον κόσμο. Οποιοσδήποτε χρήστης του διαδικτύου έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί λήμματα. Από τα στατιστικά στοιχεία της Wikipedia όπως παρουσιάζονται σε ειδικό λήμμα¹² υπάρχουν πάνω από 75.000 χρήστες ενεργοί¹³ που εμπλουτίζουν το περιεχόμενό της ενώ τα λήμματα ξεπερνούν τα 30.000.000¹⁴ σε περισσότερες από 250 γλώσσες¹⁵.

Για την αξιοπιστία του περιεχομένου της wikipedia από λανθασμένες ή αμφιλεγόμενες πληροφορίες το περιεχόμενο της υπόκεινται σε αφαίρεση είτε από άλλους χρήστες είτε και από λογισμικά που έχουν φτιαχτεί ειδικά για να ελέγχουν το κείμενο σε περίπτωση λογοκλοπής.

Η περίπτωση επομένως της Wikipedia αποτελεί μια επιτυχή χρήση των τεχνολογιών του Web 2.0 καθώς ο χρήστης δεν είναι απλά αναγνώστης του περιεχομένου μιας ιστοσελίδας αλλά μπορεί να επεξεργαστεί και ο ίδιος το περιεχόμενο χωρίς να διαθέτει απαραίτητα εξειδικευμένες γνώσεις πληροφορικής και δικτύων.

¹¹ <https://www.wikipedia.org/>

¹² <https://el.wikipedia.org/wiki/Βικιπαίδεια:Σχετικά>

¹³ <https://stats.wikimedia.org/EN/TablesWikipediansEditsGt5.htm>

¹⁴ https://meta.wikimedia.org/wiki/List_of_Wikipedias#Grand_Total

¹⁵ <https://el.wikipedia.org/wiki/Ειδικό:ΠίνακαςΤόπων>

Το περιεχόμενο όπως της Wikipedia είναι οργανωμένο σε αρχεία (documents) χωρίς τα δεδομένα να είναι σημασιολογικά οργανωμένα με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να αναζητήσει την πληροφορία που θέλει όχι στοχευμένα αλλά μέσα από λέξεις κλειδιά. Λύση στο μειονέκτημα αυτό της wikipedia, έρχεται να προσφέρει η DBpedia που αναλύεται και παρουσιάζεται παρακάτω.

DBpedia

Η DBpedia¹⁶ [14], αποτελεί στις μέρες μας το μεγαλύτερο σύνολο δεδομένων του ΣΙ αφού το RDF σύνολο δεδομένων της DBpedia είναι το μεγαλύτερο του LOD cloud και ένα από τα σύνολα δεδομένων που δέχονται τις περισσότερες συνδέσεις δεδομένων (hub) από τα υπόλοιπα. Η DBpedia ξεκίνησε το 2007 και καθημερινά εμπλουτίζει τα δεδομένα της από την εξαγωγή δομημένων δεδομένων που περιέχονται στα άρθρα της διαδικτυακής εγκυκλοπαίδειας Wikipedia. Η DBpedia επομένως αποτελεί τη μετατροπή της πληροφορίας που παρέχεται από τη Wikipedia όλων των διαθέσιμων γλωσσών σε ένα σύνολο δεδομένων (RDF dataset) με σημασιολογική οργάνωση.

Το πλαίσιο πληροφορίας (infobox), είναι ένας πίνακας που βρίσκεται συνήθως στο δεξί μέρος των ιστοσελίδων της Wikipedia και παρέχει σύντομες δομημένες πληροφορίες σχετικά με το λήμμα που περιγράφουν. Η ύπαρξη σταθερής δομής σε αυτά τα πλαίσια πληροφορίας (infobox), προσφέρει τη δυνατότητα της αυτοματοποιημένης εξαγωγής με το κατάλληλο λογισμικό της DBpedia του περιεχομένου και την οργάνωσή του σε RDF σύνολα δεδομένων. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει το infobox που υπάρχει στο λήμμα της Wikipedia με τίτλο Κέρκυρα μέσω του οποίου εξάγονται πληροφορίες σχετικά με το συγκεκριμένο λήμμα.

¹⁶ <http://wiki.dbpedia.org/>

Γεωγραφία	
Συντεταγμένες	 39°35′28.60″N 19°51′50.54″E
Αρχιπέλαγος	Ιόνιο Πέλαγος
Νησιωτικό σύμπλεγμα	Επάνησα
Έκταση	592 χλμ ²
Υψόμετρο	914 μ
Υψηλότερη κορυφή	Παντοκράτορας
Χώρα	
	 Ελλάδα
Περιφέρεια	Περιφέρεια Ιονίων Νήσων
Νομός	Κέρκυρας
Πρωτεύουσα	Κέρκυρα (πόλη)
Δημογραφικά	
Πληθυσμός	104.371 (απογραφής 2011)
Πυκνότητα	182 /χλμ ²
Πρόσθετες πληροφορίες	
Ιστοσελίδα	www.corfu.gr 

Εικόνα 14: Wikipedia's Infobox

Η DBpedia, προσφέρει μια οντολογία¹⁷ γενικού περιεχομένου, αφού το περιεχόμενό της δεν περιορίζεται σε κάποιο συγκεκριμένο θέμα, η οποία αποτελείται από 320 κλάσεις και 1.650 ιδιότητες. Σε αντίθεση με την Wikipedia στην οποία επιτρέπονται μόνο αναζητήσεις σε μορφή κειμένου, η DBpedia επιτρέπει αναζητήσεις στο σύνολο των RDF δεδομένων της μέσω του SPARQL Endpoint που προσφέρει. Ο πίνακας που ακολουθεί περιγράφει το πλήθος των στιγμιοτύπων που περιέχονται στις διάφορες κλάσεις της οντολογίας της DBpedia και είναι ενδεικτικός του τεράστιου όγκου δομημένης πληροφορίας που προσφέρει το συγκεκριμένο dataset στο ΣΙ.

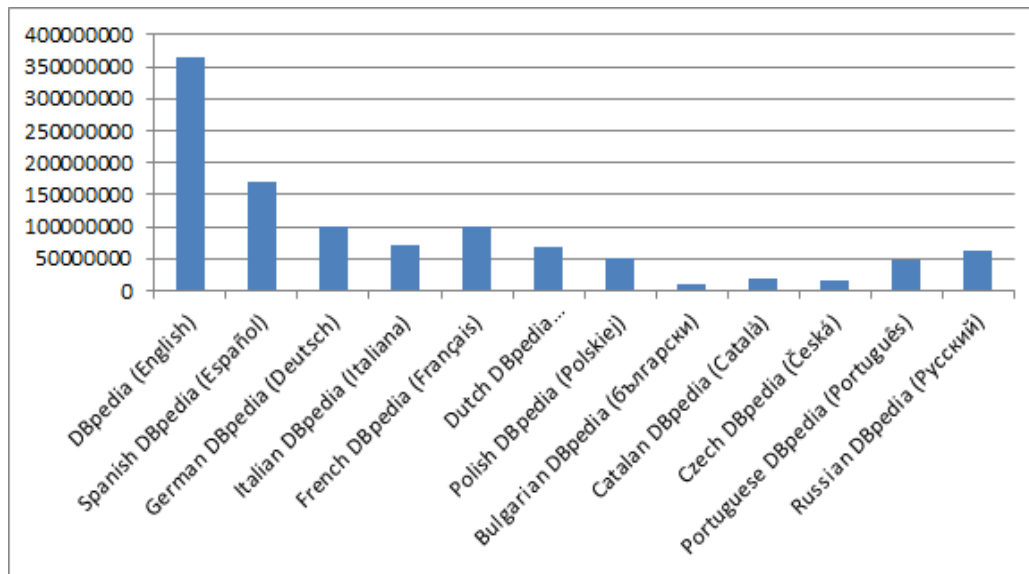
Στις μέρες μας δημιουργούνται εκδόσεις DBpedia για κάθε γλώσσα της Wikipedia. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία σε μερικές διαφορετικές γλωσσικές εκδόσεις της DBpedia

¹⁷ <http://mappings.dbpedia.org/server/ontology/classes/>

Όνομα Dataet	Πλήθος RDF triples	Πλήθος μοναδικών Subjects	Πλήθος Μοναδικών Objects
DBpedia (English)	365101320 triples	30934985 subjects (30934979 IRIs, 6 blank nodes)	154856828 objects (79574961 IRIs, 3 blank nodes, 75281864 literals)
Spanish DBpedia (Español)	169101662 triples	7222829 subjects (7222826 IRIs, 3 blank nodes)	42382516 objects (29344999 IRIs, 3 blank nodes, 13037514 literals)
German DBpedia (Deutsch)	101177185 triples	5984299 subjects (5984293 IRIs, 6 blank nodes)	26176951 objects (9162275 IRIs, 3 blank nodes, 17014673 literals)
Italian DBpedia (Italiana)	70763151 triples	4476085 subjects (4476079 IRIs, 6 blank nodes)	15452328 objects (5698423 IRIs, 3 blank nodes, 9753902 literals)
French DBpedia (Français)	99388930 triples	6727799 subjects (6727793 IRIs, 6 blank nodes)	24192017 objects (9147929 IRIs, 3 blank nodes, 15044085 literals)

Dutch DBpedia (Nederlandstalige)	67954980 triples	3612683 subjects (3612677 IRIs, 6 blank nodes)	16926749 objects (4357118 IRIs, 3 blank nodes, 12569628 literals)
Polish DBpedia (Polskiej)	51170223 triples	3157859 subjects (3157853 IRIs, 6 blank nodes)	11521645 objects (4335812 IRIs, 3 blank nodes, 7185830 literals)
Bulgarian DBpedia (български)	8653244 triples	512399 subjects (512393 IRIs, 6 blank nodes)	2206770 objects (740923 IRIs, 3 blank nodes, 1465844 literals)
Catalan DBpedia (Català)	20261512 triples	1207858 subjects (1207852 IRIs, 6 blank nodes)	5902827 objects (1776259 IRIs, 3 blank nodes, 4126565 literals)
Czech DBpedia (Česká)	16596205 triples	914713 subjects (914707 IRIs, 6 blank nodes)	3964917 objects (1365511 IRIs, 3 blank nodes, 2599403 literals)
Portuguese DBpedia (Português)	48553379 triples	3193179 subjects (3193173 IRIs, 6 blank nodes)	12091242 objects (4534934 IRIs, 3 blank nodes, 7556305 literals)
Russian DBpedia (Русский)	63322515 triples	4820141 subjects (4820135 IRIs, 6 blank nodes)	18255880 objects (7104913 IRIs, 3 blank nodes, 11150964 literals

)
--	--	--	---



Εικόνα 15: Μεγέθη DBpedia ανά χώρα

Ελληνική DBpedia

Σε κάθε γλωσσική έκδοση της DBpedia υπάρχει διαθέσιμο το κατάλληλο SPARQL Endpoint μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να κάνει ελεύθερα SPARQL ερωτήματα και να αναζητήσει την πληροφορία που είναι διαθέσιμη. Στο παρακάτω μέρος της εργασίας γίνεται μελέτη και ανάλυση των κλάσεων, των ιδιοτήτων και του περιεχομένου της Ελληνικής DBpedia [12] μέσω του SPARQL endpoint¹⁸ που παρέχει. Το SPARQL Endpoint της DBpedia είναι το Virtuoso DBMS [8] που το γραφικό του περιβάλλον εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.

¹⁸ <http://el.dbpedia.org/sparql>

Virtuoso SPARQL Query Editor

[About](#) | [Namespace Prefixes](#) | [Inference rules](#) | [SPARQL](#)

Default Data Set Name (Graph IRI)

Query Text

```
select distinct ?Concept where { [] a ?Concept } LIMIT 100
```

(Security restrictions of this server do not allow you to retrieve remote RDF data, see [details](#))

Results Format:

Execution timeout: milliseconds (values less than 1000 are ignored)

Options: Strict checking of void variables

(The result can only be sent back to browser, not saved on the server, see [details](#))

Εικόνα 16: DBpedia's Public SparQL Endpoint Interface

Μελετώντας πληροφορίες σχετικά με το λήμμα Κέρκυρα όπως παρουσιάστηκε στην παραπάνω εικόνα με το αντίστοιχο infobox εκτελώντας το παρακάτω ερώτημα

```
SELECT *
WHERE
{
<http://el.dbpedia.org/resource/Κέρκυρα> ?p ?o .
}
```

λάβαμε ως απάντηση τον παρακάτω πίνακα, που είναι οι τιμές των predicates και των object όλων των RDF triples που το URI <http://el.dbpedia.org/resource/Κέρκυρα> αποτελεί την τιμή του subject.

p	o
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://dbpedia.org/ontology/Island
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#SpatialThing

http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://umbel.org/umbel/rc/PopulatedPlace
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://dbpedia.org/class/yago/LocationsInGreekMythology
http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label	"Κέρκυρα"@el
http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label	"Ποντικονήσι και Κανόνι"@el
http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs	http://dbpedia.org/resource/Corfu
http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs	http://sws.geonames.org/2463678/
http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs	http://data.nytimes.com/N68717314170632021771
http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs	http://wikidata.org/entity/Q121378
http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs	http://wikidata.dbpedia.org/resource/Q121378
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.corfu.gr
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.corfuvisit.net/
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.corfu-kerkyra.eu/
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.corfu.gr/web/guest/home
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.top-wetter.de/klima/griechenland.htm
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.erakerkyras.com
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.corfupress.com
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.corfuwall.gr

http://dbpedia.org/ontology/wikiPageExternalLink	http://www.corfuland.gr
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageID	5659
http://dbpedia.org/ontology/archipelago	http://el.dbpedia.org/resource/Ιόνιο_Πέλαγος
http://dbpedia.org/ontology/archipelago	http://el.dbpedia.org/resource/Επτάνησα
http://dbpedia.org/ontology/country	http://el.dbpedia.org/resource/Ελλάδα
http://dbpedia.org/ontology/thumbnail	http://commons.wikimedia.org/wiki/Special:FilePath/Pontikonisi.jpg?width=300
http://dbpedia.org/ontology/populationTotal	107879
http://dbpedia.org/ontology/elevation	914
http://dbpedia.org/ontology/wikiPageRevisionID	5404075
http://purl.org/dc/terms/subject	http://el.dbpedia.org/resource/Κατηγορία:Νομός_Κέρκυρας
http://purl.org/dc/terms/subject	http://el.dbpedia.org/resource/Κατηγορία:Κέρκυρα
http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#lat	39.59127807617188
http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#long	19.86403846740723
http://www.georss.org/georss/point	"39.591277777777776 19.864038888888889"^^< http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string >
http://xmlns.com/foaf/0.1/homepage	http://www.corfu.gr/web/guest/home
http://xmlns.com/foaf/0.1/depiction	http://commons.wikimedia.org/wiki/Special:FilePath/Pontikonisi.jpg
http://el.dbpedia.org/property/αριθ	8407

θμός	
http://el.dbpedia.org/property/αριθμός	24798
http://el.dbpedia.org/property/τίτλος	"Κέρκυρα"@el
http://el.dbpedia.org/property/τίτλος	"Ταξιδεύοντας στην Ελλάδα: Κέρκυρα-Διαπόντια νησιά"@el
http://el.dbpedia.org/property/όνομα	"Κέρκυρα"@el
http://el.dbpedia.org/property/πληθυσμός	107879
http://el.dbpedia.org/property/έκταση	592
http://el.dbpedia.org/property/λεξάντα	"Ποντικονήσι και Κανόνι"@el
http://el.dbpedia.org/property/πυκνότητα	182
http://el.dbpedia.org/property/υψόμετρο	914
http://el.dbpedia.org/property/ιστότοπος	http://www.corfu.gr/web/guest/home
http://el.dbpedia.org/property/ημ.απογραφής	2001
http://el.dbpedia.org/property/διαίρεση	http://el.dbpedia.org/resource/Περιφέρεια_Ιονίων_Νήσων
http://el.dbpedia.org/property/διαίρεση	http://el.dbpedia.org/resource/Νομός_Κέρκυρας
http://el.dbpedia.org/property/διαίρεση	http://el.dbpedia.org/resource/Κέρκυρα_(πόλη)
http://el.dbpedia.org/property/όνομαδιαίρεσης	"Πρωτεύουσα"@el
http://el.dbpedia.org/property/όνομαδιαίρεσης	"Περιφέρεια"@el

http://el.dbpedia.org/property/όνομαδιαίρεσης	"Νομός"@el
http://el.dbpedia.org/property/υψηλότερηΚορυφή	http://el.dbpedia.org/resource/Όρος_Παντοκράτορας
http://el.dbpedia.org/property/αρχιπέλαγος	http://el.dbpedia.org/resource/Ιόνιο_Πέλαγος
http://el.dbpedia.org/property/σύμπλεγμα	http://el.dbpedia.org/resource/Επτάνησα
http://el.dbpedia.org/property/τηλεφωνικόςΚώδικας	2661
http://xmlns.com/foaf/0.1/name	"Κέρκυρα"@el
http://xmlns.com/foaf/0.1/isPrimaryTopicOf	http://el.wikipedia.org/wiki/Κέρκυρα

Επιπρόσθετα εκτελώντας το παρακάτω ερώτημα αναζητάμε τα URIs (resources) που έχουν ως τόπο γέννησης την Κέρκυρα.

```
SELECT *
WHERE
{
?s <http://dbpedia.org/ontology/birthPlace>
<http://el.dbpedia.org/resource/Κέρκυρα> .
}
```

με επιστρεφόμενα αποτελέσματα

s
http://el.dbpedia.org/resource/Ιωάννης_Καποδίστριας
http://el.dbpedia.org/resource/Ρένα_Βλαχοπούλου

http://el.dbpedia.org/resource/Αυγουστίνος_Καποδίστριας

http://el.dbpedia.org/resource/Βίκυ_Λέανδρος

http://el.dbpedia.org/resource/Νικόλαος_Μάντζαρος

http://el.dbpedia.org/resource/Σάκης_Ρουβάς

http://el.dbpedia.org/resource/Ιωάννης_Κοκονέτισης

http://el.dbpedia.org/resource/Γεώργιος_Θεοτόκης

http://el.dbpedia.org/resource/Σπυρίδων_Λάμπρος

http://el.dbpedia.org/resource/Γιώργος_Κάρτερ

http://el.dbpedia.org/resource/Αλεξία_της_Ελλάδας

http://el.dbpedia.org/resource/Φίλιππος,_Δούκας_του_Εδιμβούργου

http://el.dbpedia.org/resource/Άγγελος_Χρυσομάλης

http://el.dbpedia.org/resource/Σπυρίδων_Σαμάρας

http://el.dbpedia.org/resource/Ξενοφών_Στρατηγός

http://el.dbpedia.org/resource/Σοφία_Αλιμπέρτη

http://el.dbpedia.org/resource/Άγις_Στίνας

http://el.dbpedia.org/resource/Σπυρίδων_Βάσης

http://el.dbpedia.org/resource/Γιώργος_Κατσαρός

http://el.dbpedia.org/resource/Αγλαΐα_Παπά

http://el.dbpedia.org/resource/Άγγελος_Γραμμένος

http://el.dbpedia.org/resource/Μαργαρίτα_Μηνιάτη

http://el.dbpedia.org/resource/Άντζελα_Γκερέκου

http://el.dbpedia.org/resource/Σπυρίδων_Καλογερόπουλος

http://el.dbpedia.org/resource/Ιωάννης_Αντώνιος_Δάνδολος

http://el.dbpedia.org/resource/Γεώργιος_Μεταλληνός

http://el.dbpedia.org/resource/Λέων_Αυδής

http://el.dbpedia.org/resource/Γεράσιμος_Λαβράνος

http://el.dbpedia.org/resource/Νίκος_Δένδιας

http://el.dbpedia.org/resource/Γεώργιος_Ρωμαίος

http://el.dbpedia.org/resource/Τάσος_Κάκος

http://el.dbpedia.org/resource/Άγγελος_Γιαλλινάς__Γιαλλινας_Άγγελος__1

http://el.dbpedia.org/resource/Αντώνιος_Μαρία_Καποδίστριας__Καποδιστριας_Αντωνιος_Μαρια__1

http://el.dbpedia.org/resource/Νικηφόρος_Θεοτόκης__Νικηφόρος_Θεοτόκης__1

http://el.dbpedia.org/resource/Γεώργιος_Καλοσγούρος__Γεώργιος__1

http://el.dbpedia.org/resource/Γάιος_Σκορδίλης

http://el.dbpedia.org/resource/Σαφινιέ_Σουλτάνα

http://el.dbpedia.org/resource/Συλβάνα_Ράππη

http://el.dbpedia.org/resource/Λυκούργος_Κογεβίνας__Κογεβίνας_Λυκουργος__1

Μελέτη των Κλάσεων της Οντολογίας της Ελληνικής DBpedia

Τα ερωτήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση και μελέτη των δεδομένων είναι αυτά που παρουσιάζονται στις ερευνητικές εργασίες¹⁹ [10][16].

Λίστα με τις Κλάσεις της Οντολογίας

```
SELECT DISTINCT ?class
WHERE
{
  ?s a ?class .
}
```

Τα αποτελέσματα του παρακάτω ερωτήματος είναι:

dbpedia-owl:Organisation, dbpedia-owl:Politician, dbpedia-owl:BasketballPlayer, dbpedia-owl:MountainRange, dbpedia-owl:SportsLeague, dbpedia-owl:Person, dbpedia-owl:VideoGame, dbpedia-owl:Software, dbpedia-owl:Single, dbpedia-owl:AdministrativeRegion, dbpedia-owl:PopulatedPlace, dbpedia-owl:Astronaut, dbpedia-owl:Building, dbpedia-owl:ArchitecturalStructure, dbpedia-owl:Royalty, dbpedia-owl:BritishRoyalty, dbpedia-owl:Place, dbpedia-owl:PoloLeague, dbpedia-owl:Cleric, dbpedia-owl:Lake, dbpedia-owl:Weapon, dbpedia-owl:SoccerClub, dbpedia-owl:SportsTeam, dbpedia-owl:Cyclist, dbpedia-owl:TelevisionStation, dbpedia-owl:Instrument, dbpedia-owl:Infrastructure, dbpedia-owl:AnatomicalStructure, dbpedia-owl:FictionalCharacter, dbpedia-owl:River, dbpedia-owl:Station, dbpedia-owl:Aircraft, dbpedia-owl:Event, dbpedia-owl:Criminal, dbpedia-

¹⁹ <http://loupe.linkeddata.es/loupe/methods.html>

owl:Continent, dbpedia-owl:Website, dbpedia-owl:Work, dbpedia-owl:Scientist, dbpedia-owl:Mountain, dbpedia-owl:WorldHeritageSite, dbpedia-owl:ChemicalCompound, dbpedia-owl:Pope, dbpedia-owl:SpaceStation, dbpedia-owl:Artist, dbpedia-owl:Disease, dbpedia-owl:MilitaryUnit, dbpedia-owl:Painting, dbpedia-owl:Convention, dbpedia-owl:City, dbpedia-owl:Settlement, dbpedia-owl:Song, dbpedia-owl:Award, dbpedia-owl:Ship, dbpedia-owl:ChemicalElement, dbpedia-owl:SpaceMission, dbpedia-owl:Architect, dbpedia-owl:ProgrammingLanguage, dbpedia-owl:Currency, dbpedia-owl:Legislature, dbpedia-owl:Game, dbpedia-owl:Activity, dbpedia-owl:Language, dbpedia-owl:Book, dbpedia-owl:WrittenWork, dbpedia-owl:Saint, dbpedia-owl:VolleyballLeague, dbpedia-owl:Airline, dbpedia-owl:Company, dbpedia-owl:Album, dbpedia-owl:Food, dbpedia-owl:Sport, dbpedia-owl:MusicGenre, dbpedia-owl:Canal, dbpedia-owl:Village, dbpedia-owl:Planet, dbpedia-owl:BasketballTeam, dbpedia-owl:PrimeMinister, dbpedia-owl:Film, dbpedia-owl:College, dbpedia-owl:Museum, dbpedia-owl:Stadium, dbpedia-owl:Database, dbpedia-owl:PoliticalParty, dbpedia-owl:MusicalArtist, dbpedia-owl:PersonFunction, dbpedia-owl:SiteOfSpecialScientificInterest, dbpedia-owl:School, dbpedia-owl:Non-ProfitOrganisation, dbpedia-owl:Newspaper, dbpedia-owl:PlayboyPlaymate, dbpedia-owl:Road, dbpedia-owl:RadioStation, dbpedia-owl:Automobile, dbpedia-owl:Writer, dbpedia-owl:Philosopher, dbpedia-owl:Hospital, dbpedia-owl:Muscle, dbpedia-owl:Island, dbpedia-owl:SoccerPlayer, dbpedia-owl:Magazine, dbpedia-owl:Country, dbpedia-owl:Band, dbpedia-owl:President, dbpedia-owl:SoccerLeague, dbpedia-owl:FormulaOneRacer, dbpedia-owl:GovernmentType, dbpedia-owl:SpaceShuttle, dbpedia-owl:FilmFestival, dbpedia-owl:MilitaryConflict, dbpedia-owl:MusicFestival, dbpedia-owl:CyclingLeague, dbpedia-owl:LaunchPad, dbpedia-owl:TelevisionShow, dbpedia-owl:University, dbpedia-owl:MilitaryPerson, dbpedia-owl:BasketballLeague

Πλήθος στιγμιοτύπων μιας κλάσης

Το παρακάτω ερώτημα επιστρέφει το πλήθος με τα στιγμιότυπα (instances) της κλάσης dbpedia-owl:BasketballPlayer

```

SELECT (count (distinct ?s) as ?count)
WHERE
{
    ?s rdf:type dbpedia-owl:BasketballPlayer .
}

```

Το επιστρεφόμενο αποτέλεσμα είναι 366. Αντίστοιχα μπορεί να αντικατασταθεί η κλάση `dbpedia-owl:BasketballPlayer` με κάθε μία από τις κλάσεις της οντολογίας της DBpedia όπως αυτές αναζητήθηκαν από το προηγούμενο ερώτημα.

Αντίστοιχα το ερώτημα που ακολουθεί επιστρέφει το πλήθος με τα `individual` όλων των κλάσεων του `dataset`.

```

SELECT (count (distinct ?s) as ?count), ?class
WHERE
{
    ?s rdf:type ?class .
}
Group By ?class

```

Εμφάνιση των ιδιοτήτων από τα στιγμιότυπα μιας κλάσης

Το παρακάτω ερώτημα επιστρέφει τις ιδιότητες (`properties`) από τα στιγμιότυπα (`instances`) μιας κλάσης. Στο συγκεκριμένο ερώτημα χρησιμοποιήθηκε ως κλάση η `dbpedia-owl:BasketballPlayer`

```

SELECT ?property (count (distinct ?s) as ?count)
WHERE
{
    ?s a ?class;
    ?property ?o .
}
GROUP BY ?property
ORDER BY DESC(?count)

```

Λίστα με τις ιδιότητες των στιγμιοτύπων μιας κλάσης

Το παρακάτω ερώτημα επιστρέφει τις ιδιότητες (properties) των στιγμιοτύπων (instances) της κλάσης `dbpedia-owl:Country`.

```
SELECT ?property (count (distinct ?s) as ?count)
WHERE
{
    ?s rdf:type ?class .
    ?s ?property ?o .
}
GROUP BY ?property
ORDER BY DESC(?count)
```

Αντίστοιχα μπορεί να αντικατασταθεί η κλάση `dbpedia-owl:Country` με κάθε μία από τις κλάσεις της οντολογίας της DBpedia όπως αυτές αναζητήθηκαν από το προηγούμενο ερώτημα.

Κλάσεις με κοινά στιγμιότυπα

Το παρακάτω ερώτημα επιστρέφει τις κλάσεις στις οποίες ανήκουν κοινά στιγμιότυπα (instances) με την κλάση `dbpedia-owl:Country` καθώς και το πλήθος των κοινών instances ανά κλάση. Ως αποτελέσματα εμφανίζονται τα 15 πρώτα (LIMIT 15).

```
SELECT ?anotherClass (count (distinct ?s) as ?count)
WHERE
{
    ?s rdf:type dbpedia-owl:Country .
    ?s rdf:type ?anotherClass .
    FILTER (?anotherClass != dbpedia-owl:Country)
}
GROUP BY ?anotherClass
ORDER BY DESC(?count)
```

LIMIT 15

Κλάση (?anotherClass)	πλήθος (?count)
http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#SpatialThing	269
http://umbel.org/umbel/rc/PopulatedPlace	247
http://dbpedia.org/class/yago/WorldTradeOrganizationMemberEconomies	29
http://dbpedia.org/class/yago/Locations	25
http://dbpedia.org/class/yago/AfricanUnionMemberEconomies	15
http://dbpedia.org/class/yago/YagoGeoEntity	13
http://umbel.org/umbel/rc/Country	11
http://dbpedia.org/class/yago/Economy108366753	11
http://dbpedia.org/class/yago/EuropeanUnionMemberEconomies	5
http://dbpedia.org/class/yago/OECDMemberEconomies	5
http://dbpedia.org/class/yago/LandlockedCountries	4
http://dbpedia.org/class/yago/LeastDevelopedCountries	4
http://dbpedia.org/class/yago/Russian-speakingCountriesAndTerritories	3
http://dbpedia.org/class/yago/English-speakingCountriesAndTerritories	3
http://dbpedia.org/class/yago/DividedRegions	3

Ομοίως με τα παραπάνω μπορεί να αντικατασταθεί η κλάση `dbpedia-owl:Country` με κάθε μία από τις κλάσεις της οντολογίας της DBpedia όπως αυτές αναζητήθηκαν από το προηγούμενο ερώτημα.

Μελέτη των ιδιοτήτων της οντολογίας

Λίστα με τις ιδιότητες (properties)

Το παρακάτω ερώτημα επιστρέφει πλήθος των διαφορετικών properties του συνόλου δεδομένων.

```
SELECT count (distinct ?p)
WHERE
{
    ?s ?p ?o .
}
```

Το ερώτημα επιστρέφει ως αποτέλεσμα την τιμή 6458. Το μέγεθος της τιμής αποδεικνύει ένα από τα μεγάλα προβλήματα του συνόλου δεδομένων της DBpedia, καθώς η ύπαρξη πολλών ιδιοτήτων με την ίδια σημασιολογία καθιστά δύσκολη την αναζήτηση πληροφορίας μέσα στο συγκεκριμένο dataset.

Πλήθος των RDF triples στα οποία βρίσκεται μια ιδιότητα

Το παρακάτω ερώτημα υπολογίζει το πλήθος των RDF triples που περιέχουν μια συγκεκριμένη ιδιότητα. Στο παρακάτω ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας `http://dbpedia.org/ontology/publicationDate`.

Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο dataset.

```
SELECT (count (*) as ?c)
WHERE
{
    ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o .
}
```

Το αποτέλεσμα του παραπάνω ερωτήματος είναι 40.

Πλήθος των URI subjects μιας ιδιότητας

Το παρακάτω ερώτημα υπολογίζει το πλήθος των subjects που είναι URIs και που περιέχουν μια συγκεκριμένη ιδιότητα. Στο παρακάτω ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>.

Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο dataset.

```
SELECT (count (*) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER (isUri(?s))
}
```

Το αποτέλεσμα του παραπάνω ερωτήματος είναι 40.

Πλήθος των blank node subjects μιας ιδιότητας

Το παρακάτω ερώτημα υπολογίζει το πλήθος των subjects που είναι blank nodes και που περιέχουν μια συγκεκριμένη ιδιότητα. Στο παρακάτω ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>.

Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο dataset.

```
SELECT (count (*) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?class
  FILTER (isBlank(?s))
}
```

}

Το αποτέλεσμα του παραπάνω ερωτήματος είναι 0. Το αποτέλεσμα αυτό είναι θετικό για το dataset της DBpedia καθώς μία από τις καλές πρακτικές δημοσίευσης διασυνδεδεμένων δεδομένων στο ΣΙ είναι η μη χρήση κενών κόμβων (blank nodes).

Πλήθος πόρων μιας κλάσης που έχουν μια ιδιότητα

Το παρακάτω ερώτημα αναζητάει τα subjects όλων των RDF triples μιας συγκεκριμένης ιδιότητας και βρίσκει την κλάση στην οποία ανήκουν.

Στο παρακάτω ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>.

Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο dataset.

```
SELECT (count (?s) as ?c) ?class
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o .
  ?s rdf:type ?class .
}
GROUP BY ?class
ORDER BY DESC(?c)
```

Το αποτέλεσμα του παραπάνω ερωτήματος είναι ο παρακάτω πίνακας. Αυτό σημαίνει πως η ιδιότητα <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> βρίσκεται σε 25 triples όπου το subject ανήκει στην κλάση <http://dbpedia.org/ontology/Book> κ.ο.κ..

Πλήθος (?c)	Κλάση (?class)
25	http://dbpedia.org/ontology/Book

15	http://dbpedia.org/ontology/VideoGame
6	http://umbel.org/umbel/rc/Book_CW
2	http://umbel.org/umbel/rc/CartoonCharacter
2	http://dbpedia.org/class/yago/FrenchComics
2	http://dbpedia.org/class/yago/VideoGamesBasedOnFilms
1	http://dbpedia.org/class/yago/1939Novels
1	http://dbpedia.org/class/yago/Roman%20AOClefNovels
1	http://dbpedia.org/class/yago/2005Novels
1	http://dbpedia.org/class/yago/BritishHistoricalNovels
1	http://dbpedia.org/class/yago/AdventureNovels
1	http://dbpedia.org/class/yago/AmericanYoungAdultNovels
1	http://dbpedia.org/class/yago/The39Clues
1	http://umbel.org/umbel/rc/ComputerGameProgram
1	http://dbpedia.org/class/yago/2009VideoGames

Μελέτη του τύπου δεδομένων των τιμών των Objects μιας ιδιότητας

Η τιμή του object ενός RDF triple μπορεί να είναι είτε ένα URI είτε ένας blank node είτε μια τιμή ενός τύπου δεδομένων (αλφαριθμητικό, ημερομηνία, ακέραιος αριθμός κτλ.).

Στο παρακάτω ερώτημα υπολογίζεται το πλήθος των τιμών των objects μιας ιδιότητας property στο σύνολο δεδομένων που είναι τύπου URI. Ως τιμή ιδιότητας έχει γίνει τυχαία η επιλογή <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>. Στο ερώτημα η τιμή της ιδιότητας αυτής μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο σύνολο δεδομένων.

```
SELECT (count (*) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER (isUri(?o))
}
```

Στο παρακάτω ερώτημα υπολογίζεται το πλήθος των τιμών των objects μιας ιδιότητας property στο σύνολο δεδομένων που είναι τύπου blank node. Στο ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>. Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο σύνολο δεδομένων.

```
SELECT (count (*) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER (isBlank(?o))
}
```

Στο παρακάτω ερώτημα υπολογίζεται το πλήθος των τιμών των objects μιας ιδιότητας property στο σύνολο δεδομένων που είναι τύπου κείμενο (Literal). Στο ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>. Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο σύνολο δεδομένων.

```

SELECT (count (*) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER (isLiteral(?o))
}

```

Στο παρακάτω ερώτημα υπολογίζεται το πλήθος των τιμών των objects μιας ιδιότητας property στο σύνολο δεδομένων που περιέχουν αριθμητικά δεδομένα. Στο ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>.

Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο σύνολο δεδομένων.

```

SELECT (count (*) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER (isNumeric(?o))
}

```

Στο παρακάτω ερώτημα υπολογίζεται το πλήθος των τιμών των objects μιας ιδιότητας property στο σύνολο δεδομένων που είναι τύπου ακέραιος αριθμός. Στο ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>. Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο σύνολο δεδομένων

```

PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT (count (?o) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER ( datatype(?o) = xsd:integer )
}

```

```
}
```

Στο παρακάτω ερώτημα υπολογίζεται το πλήθος των τιμών των objects μιας ιδιότητας property στο σύνολο δεδομένων που είναι τύπου πραγματικός αριθμός. Στο ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας `http://dbpedia.org/ontology/publicationDate`. Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο σύνολο δεδομένων.

```
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?o
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER ( datatype(?o) = xsd:double )
}
```

Στο παρακάτω ερώτημα υπολογίζεται το πλήθος των τιμών των objects μιας ιδιότητας property στο σύνολο δεδομένων που είναι τύπου ημερομηνία. Στο ερώτημα έχει γίνει τυχαία επιλογή της ιδιότητας `http://dbpedia.org/ontology/publicationDate`. Στο ερώτημα η ιδιότητα αυτή μπορεί να αντικατασταθεί με οποιαδήποτε άλλη ιδιότητα υπάρχει στο σύνολο δεδομένων.

```
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT (count (?o) as ?c)
WHERE
{
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/publicationDate> ?o
  FILTER ( (datatype(?o)) = xsd:dateTime )
}
```

Όλα τα αποτελέσματα των παραπάνω ερωτημάτων για την ιδιότητα `<http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>` επέστρεψαν τιμή

Ο εκτός από από τον υπολογισμό του πλήθους των τιμών που είναι τύπου κειμένου (literal) που επέστρεψε 40. Από το αποτέλεσμα αυτό συμπεραίνουμε πως σε όλο το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων οι τιμές των objects της ιδιότητας `<http://dbpedia.org/ontology/publicationDate>` είναι κείμενο και όχι τύπου ημερομηνίας.

Έλεγχος ακεραιότητας τιμών των objects ως προς τον τύπο δεδομένων

Με την παρακάτω ομάδα ερωτημάτων μπορούμε να κάνουμε έλεγχο της ακεραιότητας των τιμών ενός dataset ως προς τις τιμές των objects με βάση τον τύπο δεδομένων τους. Με τα παρακάτω ερωτήματα επιστρέφονται οι τιμές των objects που δεν έχουν ορθές τιμές ως προς τον τύπο δεδομένων.

```
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?o
WHERE
{
  ?s ?property ?o
  FILTER ( datatype(?o) = xsd:integer )
  FILTER ( coalesce(xsd:integer(str(?o)), '!') = '!')
}
LIMIT ?limit
```

```
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?o
WHERE
{
  ?s ?property ?o
  FILTER ( datatype(?o) = xsd:double )
  FILTER ( coalesce(xsd:double(str(?o)), '!') = '!')
}
LIMIT ?limit
```

```

PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?o
WHERE
{
  ?s ?property ?o
  FILTER ( datatype(?o) = xsd:dateTime )
  FILTER ( coalesce(xsd:dateTime(str(?o)), '!') = '!')
}
LIMIT ?limit

```

Αναζήτηση του εύρους των αριθμητικών τιμών των objects

Τα παρακάτω ερωτήματα αντίστοιχα επιστρέφουν τη μικρότερη, τη μεγαλύτερη και το μέσο όρο των τιμών των objects μιας ιδιότητας που οι τιμές είναι αριθμητικές. Στα ερωτήματα αυτά η μεταβλητή `?property` πρέπει να αντικατασταθεί κάθε φορά με τη τιμή της ιδιότητας για την οποία θέλουμε να κάνουμε αναζήτηση των τιμών.

```

SELECT DISTINCT ?o
WHERE
{
  ?s ?property ?o
  FILTER (isNumeric(?o))
}
ORDER BY ?o

```

```

SELECT DISTINCT ?o
WHERE
{
  ?s ?property ?o
  FILTER (isNumeric(?o))
}

```

```
ORDER BY DESC(?o)
```

```
SELECT (avg(?o) as ?a)
```

```
WHERE
```

```
{
```

```
?s ?property ?o
```

```
FILTER (isNumeric(?o))
```

```
}s
```

Αναφορές

- [1] L. Masinter, T. Berners-Lee, and R. T. Fielding, “Uniform resource identifier (URI): Generic syntax,” 2005.
- [2] N. Shadbolt, T. Berners-Lee, and W. Hall, “The semantic web revisited,” *IEEE intelligent systems*, vol. 21, no. 3, pp. 96–101, 2006.
- [3] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, “The semantic web,” *Scientific american*, vol. 284, no. 5, pp. 34–43, 2001.
- [4] E. Prud, A. Seaborne, and others, “SPARQL query language for RDF,” 2006.
- [5] G. Karvounarakis, S. Alexaki, V. Christophides, D. Plexousakis, and M. Scholl, “RQL: a declarative query language for RDF,” in *Proceedings of the 11th international conference on World Wide Web*, 2002, pp. 592–603.
- [6] G. Klyne and J. J. Carroll, “Resource description framework (RDF): Concepts and abstract syntax,” 2006.
- [7] D. Beckett and B. McBride, “RDF/XML syntax specification (revised),” *W3C recommendation*, vol. 10, no. 2.3, 2004.
- [8] O. Erling and I. Mikhailov, “RDF Support in the Virtuoso DBMS,” in *Networked Knowledge - Networked Media: Integrating Knowledge Management, New Media Technologies and Semantic Systems*, T. Pellegrini, S. Auer, K. Tochtermann, and S. Schaffert, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, pp. 7–24.
- [9] M. Krötzsch, P. F. Patel-Schneider, S. Rudolph, P. Hitzler, and B. Parsia, “OWL 2 web ontology language primer,” *W3C Recommendation (Oct 2009)*, 2009.
- [10] N. Mihindukulasooriya, M. Poveda-Villalón, R. García-Castro, and A. Gómez-Pérez, “Loupe-An Online Tool for Inspecting Datasets in the Linked Data Cloud.” in *International Semantic Web Conference (Posters & Demos)*, 2015.
- [11] C. Bizer, T. Heath, and T. Berners-Lee, “Linked data-the story so far,” *International journal on semantic web and information systems*, vol. 5, no. 3, pp. 1–22, 2009.

- [12] D. Kontokostas, C. Bratsas, S. Auer, S. Hellmann, I. Antoniou, and G. Metakides, "Internationalization of linked data: The case of the greek dbpedia edition," *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, vol. 15, pp. 51–61, 2012.
- [13] T. Bray, J. Paoli, C. M. Sperberg-McQueen, E. Maler, and F. Yergeau, "Extensible markup language (XML).," *World Wide Web Journal*, vol. 2, no. 4, pp. 27–66, 1997.
- [14] S. Auer, C. Bizer, G. Kobilarov, J. Lehmann, R. Cyganiak, and Z. Ives, "Dbpedia: A nucleus for a web of open data," in *The semantic web*, Springer, 2007, pp. 722–735.
- [15] G. Antoniou and F. Van Harmelen, *A semantic web primer*. MIT press, 2004.
- [16] N. Mihindukulasooriya, M. Rico, R. García-Castro, and A. Gómez-Pérez, "An analysis of the quality issues of the properties available in the Spanish DBpedia," in *Conference of the Spanish Association for Artificial Intelligence*, 2015, pp. 198–209.
- [17] M. Agathos, E. Kalogeros, and S. Kapidakis, "A Case Study of Summarizing and Normalizing the Properties of DBpedia Building Instances," in *International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries*, 2016, pp. 398–404.
- [18] D. Beckett and T. Berners-Lee, *Turtle–Terse RDF Triple Language. W3C Team Submission, January 2008*. .
- [19] A. Seaborne, "Rdql-a query language for rdf, w3c member submission 9 january 2004," *World Wide Web Consortium*, 2004.
- [20] T. Berners-Lee, D. Connolly, and S. Hawke, *Primer: Getting into rdf & semantic web using n3*. 2005.
- [21] W. W. W. Consortium and others, "JSON-LD 1.0: a JSON-based serialization for linked data," 2014.

Παράρτημα Α

Η οντολογία της ενότητας “Παράδειγμα Οντολογίας” σε OWL συνταξη.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
xmlns="http://webprotege.stanford.edu/project/QFYGBZwJITkNeJdiWqvi#"
xml:base="http://webprotege.stanford.edu/project/QFYGBZwJITkNeJdiWqvi" xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
    xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
    xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
    xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
  <owl:Ontology
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/project/QFYGBZwJITkNeJdiWqvi"/>
    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R7W94KUYbSvIe4ftqw3WtVB">
      <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
      <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/Rclmorezm9CAZLPbx0rQvy"/>
      <rdfs:range
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R9oDqd7flnpvmncy8quMZvK"/>
      <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">msc
study</rdfs:label>
```

```
</owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R8M8fRtBwrOcrqEK
zvQdH7a">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectPrope
rty"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RXh5cLs6QLLG6
kH1lowC1va"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RY5coU96re83x
M9K5FwcAK"/>
    <rdfs:label>bscthesissubmitt</rdfs:label>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RBfzRd3K3ExVhWJm
BEBeTAY">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectPrope
rty"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R8cBI9kuTx6b6
rwNW8n2RHE"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/Rpcjzmsbc8UUz
KVWLo03XH"/>
    <rdfs:label>supervises</rdfs:label>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RBlgf8Cw1kWGcSnt
0Tuyo9X">
```

```
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectPrope
rty"/>
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RXh5cLs6QLLG6
kHlowC1va"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RMjTu2gSMn953
q8Oaa6Caw"/>
    <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">bsc
study</rdfs:label>
    </owl:ObjectProperty>
    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RDP0uxhOtDehuQi0
LeMwdcS">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectPrope
rty"/>
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R8cBI9kuTx6b6
rwNW8n2RHE"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R7d2vZRVZbt8T
Fo5v5WlT08"/>
    <rdfs:label>teaches</rdfs:label>
    </owl:ObjectProperty>
    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RDYoQmCVYeLA1uU9
faGhKVO">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectPrope
rty"/>
```

```
<rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/Rclmorezm9CAZ
LPbx0rQvy"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R7xhYGyjSiQyO
tvtxpaxrhu"/>
  <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">msc
thesissubmitt</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
  <owl:DatatypeProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R746aCvsiDsxbq3q
JJe3pX8">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataPropert
y"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R93x4RSo4b1Ow
DiRgJ3IT6t"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RDFfhZTSziJmd
f1DmteRW3G"/>
  <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:label>fname</rdfs:label>
</owl:DatatypeProperty>
  <owl:DatatypeProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RDbmA5FcYohZuQj7
HIJpQJ1">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataPropert
y"/>
```

```
<rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R7d2vZRVZbt8T
Fo5v5WlT08"/>
  <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/Rpcjzmsbc8UUz
KVWLoO3XH"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
      <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">tit
le</rdfs:label>
    </owl:DatatypeProperty>
    <owl:DatatypeProperty
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RDlxl9smevWwG3Lx
waKROop">
      <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topDataPropert
y"/>
        <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R93x4RSo4b1Ow
DiRgJ3IT6t"/>
          <rdfs:domain
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RDFfhZTSziJmd
f1DmteRW3G"/>
            <rdfs:range
rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
              <rdfs:label>lname</rdfs:label>
            </owl:DatatypeProperty>
            <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R7d2vZRVZbt8TFo5
v5WlT08">
              <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
                <rdfs:label>Lesson</rdfs:label>
```

```
</owl:Class>
  <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R7xhYGyjsiQyOtvtxpaxrhu">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/Rpcjzmsbc8UUzKVWLo03XH"/>
  <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Msc
Thesis</rdfs:label>
  </owl:Class>
  <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R8cBI9kuTx6b6rwNW8n2RHE">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R93x4RSo4b1OwDiRgJ3IT6t"/>
  <rdfs:label>AcademicStaff</rdfs:label>
  </owl:Class>
  <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R93x4RSo4b1OwDiRgJ3IT6t">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  <rdfs:label>Staff</rdfs:label>
  </owl:Class>
  <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/R9oDqd7flnpvmncy8quMZvK">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R7d2vZRVZbt8TFo5v5WlT08"/> <rdfs:label>MscLesson</rdfs:label>
  </owl:Class>
```

```
<owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RBYQOLHUWYyigKbs
ajacvTa">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R93x4RSo4b1Ow
DiRgJ3IT6t"/><rdfs:label>AdminStaff</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RDFfhZTSziJmdf1D
mteRW3G">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Stu
dent</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RMjTu2gSMn953q8O
aa6Caw">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/R7d2vZRVZbt8T
Fo5v5WlT08"/>
  <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Bsc
Lesson</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/RXh5cLs6QLLG6kH1
owC1va">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RDFfhZTSziJmd
f1DmteRW3G"/>
```



```
    <rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Bsc
Student</rdfs:label>
    </owl:Class>
    <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/Ry5coU96re83xM9K
5FwcAK">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/Rpcjzmsbc8UUz
KVWLo03XH"/><rdfs:label>BscThesis</rdfs:label>
    </owl:Class>
    <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/Rclmorezm9CAZLPb
x0rQvy">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://webprotege.stanford.edu/RDFfhZTSziJmd
f1DmteRW3G"/><rdfs:label
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Msc
Student</rdfs:label>
    </owl:Class>
    <owl:Class
rdf:about="http://webprotege.stanford.edu/Rpcjzmsbc8UUzKVW
Lo03XH">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
    <rdfs:label>Thesis</rdfs:label>
    </owl:Class>
</rdf:RDF>
```

Παράρτημα Β

Παραδείγματα ερωτημάτων στην Ελληνική DBpedia μέσω του SPARQL Endpoint²⁰ που προσφέρει:

1. Η ημερομηνία και ο τόπος γέννησης του Διονυσίου Σολωμού

```
PREFIX dbpedia: <http://el.dbpedia.org/resource/>
PREFIX ontology: <http://dbpedia.org/ontology/>
SELECT ?birthDate ?birthPlace
WHERE
{
<http://el.dbpedia.org/resource/Διονύσιος_Σολωμός>
ontology:birthDate ?birthDate .
<http://el.dbpedia.org/resource/Διονύσιος_Σολωμός>
ontology:birthPlace ?birthPlace.
}
```

2. Πληροφορίες σχετικά με τον καλλιτέχνη Λεονάρντο Ντα Βίντσι

```
PREFIX dbpedia: <http://el.dbpedia.org/resource/>
PREFIX ontology: <http://dbpedia.org/ontology/>
SELECT ?p ?o
WHERE
{
<http://el.dbpedia.org/resource/Λεονάρντο_ντα_Βίντσι>
rdf:type ontology:Artist .
<http://el.dbpedia.org/resource/Λεονάρντο_ντα_Βίντσι> ?p
?o .
}
```

3. Πληροφορίες σχετικά με τον αρχαίο Έλληνα φιλόσοφο Σπεύσιππο.

²⁰ <http://el.dbpedia.org/sparql>

```

PREFIX dbpedia: <http://el.dbpedia.org/resource/>
PREFIX ontology: <http://dbpedia.org/ontology/>
SELECT ?s ?p ?o
WHERE
{
?s rdf:type ontology:Philosopher .
?s <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label>
    "Σπεύσιππος"@el .
?s ?p ?o .
}

```

4. Τη γλώσσα, τους σκηνοθέτες και τους πρωταγωνιστές όλων των ταινιών για τις οποίες υπάρχουν καταχωρημένα δεδομένα στην Ελληνική DBpedia

```

PREFIX dbpedia: <http://el.dbpedia.org/resource/>
PREFIX ontology: <http://dbpedia.org/ontology/>
SELECT ?s ?lang ?director ?starring
WHERE
{
?s rdf:type ontology:Film .
?s ontology:language ?lang .
?s ontology:director ?director .
?s ontology:starring ?starring .
}

```

5. Πληροφορίες για όλα τα Μουσεία που υπάρχουν καταχωρημένα στην Ελληνική DBpedia

```

PREFIX dbpedia: <http://el.dbpedia.org/resource/>
PREFIX ontology: <http://dbpedia.org/ontology/>
SELECT ?s ?o
WHERE
{
?s rdf:type ontology:Museum .
?s ontology:abstract ?o .
}

```

