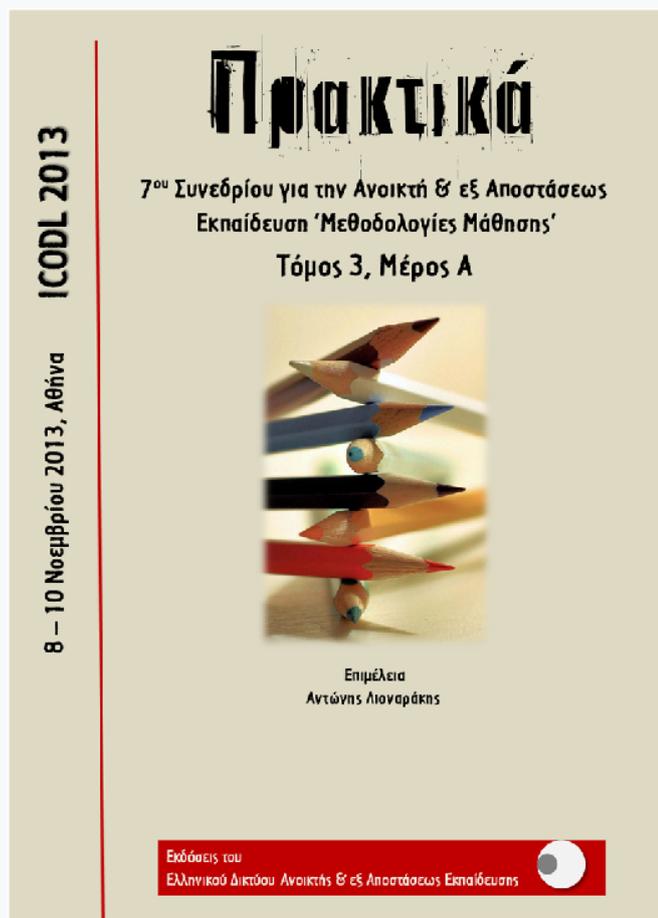


Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Τόμ. 7, Αρ. 3Α (2013)

Μεθοδολογίες Μάθησης



Ηλεκτρονική Συμμετοχή και Αξιολόγηση
Περιεχομένου Γνώσης με επεκτάσεις στον
Σημασιολογικό Ιστό

Eirini Voutsoglou, Christos Georgiadis

doi: [10.12681/icodl.605](https://doi.org/10.12681/icodl.605)

Ηλεκτρονική Συμμετοχή και Αξιολόγηση Περιεχομένου Γνώσης με επεκτάσεις στον Σημασιολογικό Ιστό

Using semantic technology in a process of e-participation and evaluation for knowledge content

Eirini K. Voutsoglou
Hellenic Open University
MSc Student
evoutsoglou@gmail.com

Christos K. Georgiadis
University of Macedonia
Assistant Professor
geor@uom.edu.gr

Abstract

Open Knowledge is one of the most important requests in the modern digital era. Especially in educational environments of distance learning where access in knowledge is often limited by various constraints, Open Educational Knowledge is a crucial need not only as knowledge asset but under a strong demand of a method validating the content to resolve trustworthiness issues.

In this paper we develop a model of publishing knowledge with the content produced by this same community that seeks for precise and trustworthy information in certain context.

The web 2.0 tools along with the semantic web dynamics (i.e. ontologies) can reveal the importance of generating content in the e-learning processes facilitating all the activities in distance learning.

Keywords: *e-learning, distance learning, Open Data, Open Knowledge*

Περίληψη

Η Ανοικτή Γνώση αποτελεί ένα από τα βασικά αιτήματα της σύγχρονης ψηφιακής ζωής. Ειδικά στα περιβάλλοντα μάθησης από απόσταση όπου η πρόσβαση στη γνώση συχνά δέχεται πλείστους περιορισμούς, η Ανοικτή Εκπαιδευτική Γνώση είναι επιτακτικής ανάγκης όχι μόνο ως προσφορά γνώσης αλλά και με την απαίτηση ενεργοποίησης μίας μεθόδου εγκυρότητας ώστε να αρθούν αγκυλώσεις αξιοπιστίας.

Στην εργασία μας αναπτύσσουμε ένα μοντέλο δημοσίευσης περιεχομένου γνώσης το οποίο περιεχόμενο παράγεται από την ίδια την κοινότητα που απαιτεί ακριβή και έγκυρη πληροφορία σε καθορισμένα πλαίσια.

Οι δυνατότητες που μας παρέχουν τα εργαλεία του web 2.0 μαζί με τις δυναμικές του σημασιολογικού ιστού (π.χ. οντολογίες) μπορούν να αναδείξουν την παραγόμενη γνώση ως σημαντικό στοιχείο του e-learning διευκολύνοντας κατά πολύ την δια βίου μάθηση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Λέξεις-κλειδιά: *οντολογίες, αξιοπιστία, σημασιολογικός ιστός, ηλεκτρονική συμμετοχή*

1. Εισαγωγή

Στον χώρο των πληροφοριακών συστημάτων μία οντολογία θεωρείται η σαφής και ρητή προδιαγραφή διαμοιραζόμενων εννοιών. Η τεχνολογία των οντολογιών μπορεί

να επιλύσει ζητήματα που αφορούν αναπαράσταση και διαμοιρασμό γνώσης σε ένα οικοσύστημα e-learning υπηρετώντας εκπαιδευτικά μοντέλα όπου σπουδαστές και εκπαιδευτικοί δημιουργούν συμμετοχικά τις μαθησιακές διαδικασίες (Quanyu et al., 2012).

Οι οντολογίες υπηρετούν την αναπαράσταση γνώσης ενεργοποιώντας εξαγωγή συμπερασμάτων και μπορούν επιπρόσθετα να ενισχύσουν την διαχείριση, τον διαμοιρασμό και την ανάκτηση εκπαιδευτικού υλικού μέσα σε ένα Εκπαιδευτικό Σύστημα Διαχείρισης (Learning Management System (LMS)) (Monachesi et al., 2008).

Η Γνώση σε επίπεδο ακαδημαϊκής πληροφορίας συχνά αναζητά διεξόδους γρήγορης και έγκυρης αναζήτησης. Αποτελεί σημαντική απαίτηση δηλαδή, όταν υπάρχει ανάγκη για εύρεση συγκεκριμένης πληροφορίας, αντί να εξαντλούμαστε σε διαδικτυακές αναζητήσεις, να λαμβάνουμε αυτή την γνώση: α) από ανθρώπους σχετικούς με το αντικείμενο, β) με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εγκυρότητα και αξιοπιστία.

2. Δημιουργία Κοινότητας Ανοικτής Γνώσης

Δημιουργούμε μία Κοινότητα Ανοικτής Γνώσης στην οποία οι Μεταπτυχιακοί Φοιτητές ενός Ακαδημαϊκού Ιδρύματος (π.χ. του ΕΑΠ) μπορούν να δημοσιεύουν με ψηφιακές υπογραφές και δυνατότητα αξιολογήσεων: α) Βοηθητικές Αναρτήσεις Πληροφοριών (tutorials) , β) Έγκυρες Πηγές Πληροφοριών (links) και γ) Ορισμούς (Definitions) ή Ερμηνείες (Translations).

Ως συνέπεια: α) θα παρακάμπτουμε τις εξαντλητικές διαδικτυακές αναζητήσεις, β) θα λαμβάνουμε βοήθεια από μέλη της ίδιας κοινότητας με εμάς, γ) θα έχουμε ακριβέστερη πληροφόρηση σε θέματα μετάφρασης ή ερμηνείας επιστημονικών όρων και δ) θα είμαστε σε θέση τόσο να ελέγξουμε την αξιοπιστία των παραπάνω όσο και να επέμβουμε σε αυτή επιδίδοντας την δική μας εκτίμηση.

2.1. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Για την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής πλατφόρμας δημοσίευσης υλικού χρησιμοποιήσαμε liferay-portal-6.1.0 bundled with tomcat-7.0.21 (Liferay Inc., 2000) και σχεσιακή βάση δεδομένων MySQL Server 5.5 με την παρακολούθηση των δεδομένων να γίνεται μέσα από MySQL Workbench 5.2 CE. Η χαρτογράφηση των δεδομένων της mysql βάσης δεδομένων γίνεται σύμφωνα με την γλώσσα d2rq και τα δεδομένα δημοσιεύονται ως rdf data μέσα από τον D2RQ Server (D2RQ Server, 2004). Η τελική έκδοση της οντολογίας WeKnow που χρησιμοποιείται για την χαρτογράφηση των δεδομένων στον d2rq server, αναπτύσσεται στο περιβάλλον Protégé (Protégé, 2001). Η δημιουργία των OpenPGP Πιστοποιητικών για τις ψηφιακές υπογραφές, γίνεται μέσα στο πρόγραμμα διαχείρισης πιστοποιητικών Kleopatra του GPG4win (Gpg4win, 2006).

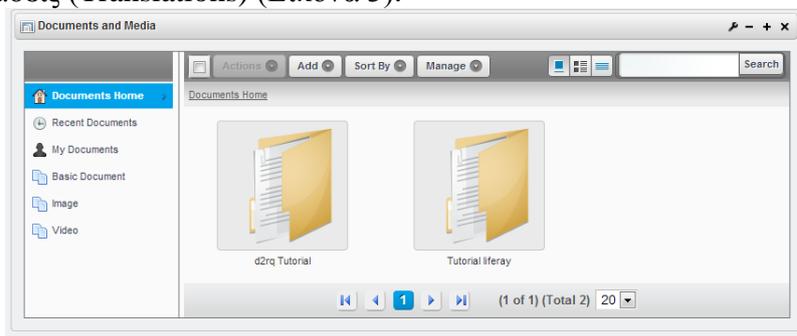
2.2 Η Κοινότητα «We Search We Learn We Teach»

Δημιουργείται Κοινότητα την οποία ονομάζουμε «We Search We Learn We Teach» στην οποία συμμετέχουν οι χρήστες αφού τους επιδοθεί Ρόλος Συντάκτη ή Αξιολογητή.

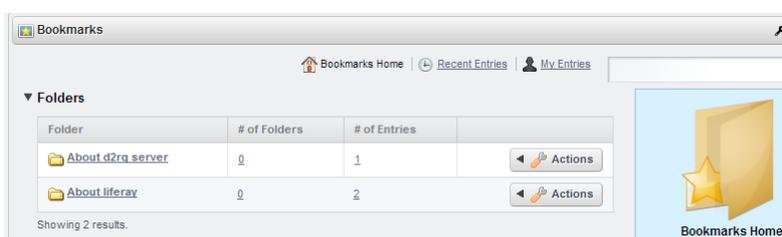
Η Κοινότητα WSWLWT αποτελείται από:

1. Τον χώρο (σελίδα) Tutorials ο οποίος είναι μία βιβλιοθήκη εγγράφων (Εικόνα 1).
2. Τον χώρο Reference Links ο οποίος είναι μία βιβλιοθήκη υπερσυνδέσμων (Εικόνα 2).

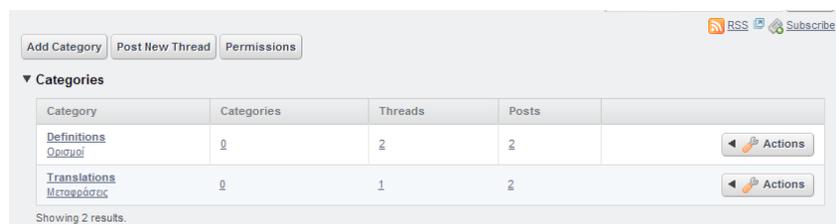
3. Τον χώρο Definitions/Translations ο οποίος είναι ένα Φόρουμ με δύο προκαθορισμένες Κατηγορίες, μία για Ορισμούς (Definitions) και μία για Μεταφράσεις (Translations) (Εικόνα 3).



Εικόνα 1. Χώρος Εγγράφων Tutorial εντός της Κοινότητας WSWLWT



Εικόνα 2. Χώρος Υπερσυνδέσμων εντός της Κοινότητας WSWLWT



Εικόνα 3. Χώρος Ορισμών και Ερμηνειών εντός της Κοινότητας WSWLWT

Επιπρόσθετα διατηρείται χώρος Certificates εκτός της Κοινότητας, ώστε να δημοσιεύονται τα Δημόσια Πιστοποιητικά των μελών που παρέχουν υλικό.

Τα δημόσια ψηφιακά πιστοποιητικά αποδεικνύουν την ταυτότητα του χρήστη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιονδήποτε θέλει να βεβαιωθεί πως ένα ψηφιακά υπογεγραμμένο έγγραφο: α) είναι πράγματι υπογεγραμμένο από συγκεκριμένο χρήστη και β) δεν έχει υποστεί οποιαδήποτε αλλοίωση.

Στην Κοινότητα WSWLWT ορίζονται ταξινομίες. Οι ταξινομίες μας επιτρέπουν να ορίσουμε κατηγορίες και υποκατηγορίες σε συγκεκριμένα θέματα (π.χ. Θέμα: Λεωφορεία. Κατηγορίες: Αστικά – ΚΤΕΛ – Τουριστικά).

1. Ταξινόμια Εμπιστοσύνη (Trusted) με τιμές {Αληθές, Ψευδές} με την οποία δεικνύεται το αληθές ή ψευδές της αξιοπιστίας της δημοσιευμένης γνώσης.
2. Ταξινόμια Ακαδημαϊκά Προγράμματα (Courses) με τιμές όλα τα Μεταπτυχιακά Προγράμματα Σπουδών μαζί με τους κωδικούς των Θεματικών Ενοτήτων κάθε ενός.
3. Ταξινόμια Απόδειξη Γνώσης (Knowledge Proof) με τιμές {Ακαδημαϊκή Γνώση, Διδακτική Εμπειρία, Επαγγελματική Εμπειρία} με την οποία δεικνύεται η βάση γνώσης στην οποία στηρίζεται η αξιολόγηση

4. Ταξινόμια Πεποίθηση (Confidence) με τιμές {Χαμηλή, Μέση, Υψηλή} με την οποία δεικνύεται το ύψος της αυτοπεποίθησης του αξιολογητή κατά την επίδοση εκτίμησης εμπιστοσύνης
5. Ταξινόμια Δομή (Structure) με τιμές {Definitions, Translations, Tutorials/Troubleshootings}

Οι ταξινομίες Εμπιστοσύνη, Απόδειξη Γνώσης, Πεποίθηση υπηρετούν τις αρχές του μοντέλου αξιοπιστίας Veracity (Burel et al., 2009) και έχουν στόχο όχι μόνο να επιδώσουν τιμή αξιοπιστίας αλλά επιπρόσθετα να την δικαιολογήσουν και να την ελέγξουν. Οι συγκεκριμένες ταξινομίες είναι διαθέσιμες προς επιλογή μόνο στους Αξιολογητές.

2.2.1 Αρχές Veracity

Το μοντέλο προτείνει πως για την επίδοση τιμής αξιοπιστίας πρέπει ο αξιολογητής: α) είτε να θεωρείται αξιόπιστη αρχή από το σύστημα, β) είτε να μπορεί να παράσχει απόδειξη γνώσης σύμφωνα με τα κριτήρια του συστήματος, γ) είτε να μπορεί να παραπέμψει σε αναφορά πηγής.

Σε οποιαδήποτε από αυτές τις περιπτώσεις όμως: α) ο αξιολογητής πρέπει να διαθέτει ψηφιακό πιστοποιητικό ώστε να θεωρείται γνήσια και έγκυρη η ταυτότητα του και β) κάθε εκτίμηση του πρέπει να είναι ψηφιακά υπογεγραμμένη ώστε να είμαστε σίγουροι ποιος την έχει επιδώσει αλλά και πως αυτή δεν έχει αλλοιωθεί.

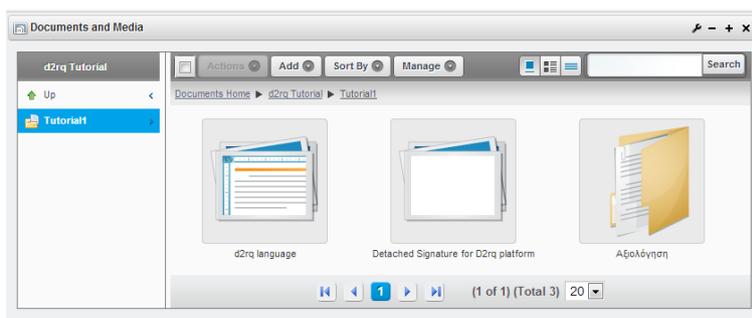
3. Μοντέλο Συμμετοχής

Ο χώρος της Κοινότητας είναι ένα Community Site με την βιβλιοθήκη των Πιστοποιητικών (Certificates) να βρίσκεται εκτός αυτού.

3.1 Χώρος Tutorials

Ο Συντάκτης έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει μέσα στην σελίδα Tutorials νέο Θεματικό Φάκελο, εάν δεν υπάρχει ήδη ο κατάλληλος (Εικόνα 1). Στον Θεματικό Φάκελο, είτε αυτός υπάρχει είτε δημιουργηθεί, μπορεί να δημιουργήσει ξεχωριστό Φάκελο Tutorial για κάθε ανάρτηση περιεχομένου γνώσης που προτίθεται να δημοσιεύσει, ακολουθώντας ευέλικτη πολιτική ονοματοδοσίας. Κάθε Φάκελος Tutorial περιέχει (Εικόνα 4): α) το Έγγραφο Tutorial και β) την αποσπασμένη υπογραφή του Εγγράφου Tutorial, γεγονός που συνεπάγεται την υποχρέωση του Συντάκτη να δημοσιεύσει στον χώρο Certificates το δημόσιο πιστοποιητικό του περιλαμβάνοντας το fingerprint του πιστοποιητικού στον χώρο description οπότε και αυτό θα είναι ορατό σε όλους τους χρήστες.

Το fingerprint είναι ένα σύνολο 40 χαρακτήρων που παράγεται κατά την δημιουργία ψηφιακού πιστοποιητικού και δηλώνει την ταυτότητα του κατόχου του πιστοποιητικού.



Εικόνα 4. Χώρος δημοσίευσης υλικού και αξιολόγησης

Στην περίπτωση που ο Συντάκτης επιθυμεί Αξιολόγηση του Εγγράφου Tutorial που έχει δημοσιεύσει, οφείλει να δημιουργήσει στον ίδιο χώρο με το Έγγραφο Tutorial έναν νέο Φάκελο με ονομασία Αξιολόγηση ακολουθώντας αυστηρή πολιτική ονοματοδοσίας (όπου θα επιδίδει Άδεια (Permission)) δημοσίευσης εγγράφου μέσα σε αυτόν, για τους Αξιολογητές. Όταν ο Αξιολογητής αντιλαμβάνεται την ύπαρξη φακέλου Αξιολόγησης θα γνωρίζει πως μπορεί εντός αυτού να δημοσιεύσει Αξιολόγηση.

3.2 Χώρος Reference Links

Τόσο οι Συντάκτες όσο και οι Αξιολογητές μπορούν να δημιουργήσουν μέσα στον χώρο Reference Links Θεματικό Φάκελο, εάν δεν υπάρχει ήδη ο κατάλληλος, ώστε να δημοσιεύσουν υπερσυνδέσμους.

3.3 Χώρος Definitions/Translations

Μέσα σε ένα φόρουμ, έχουν δημιουργηθεί από τον Διαχειριστή του συστήματος δύο Κατηγορίες: Ορισμοί (Definitions) και Ερμηνείες (Translations).

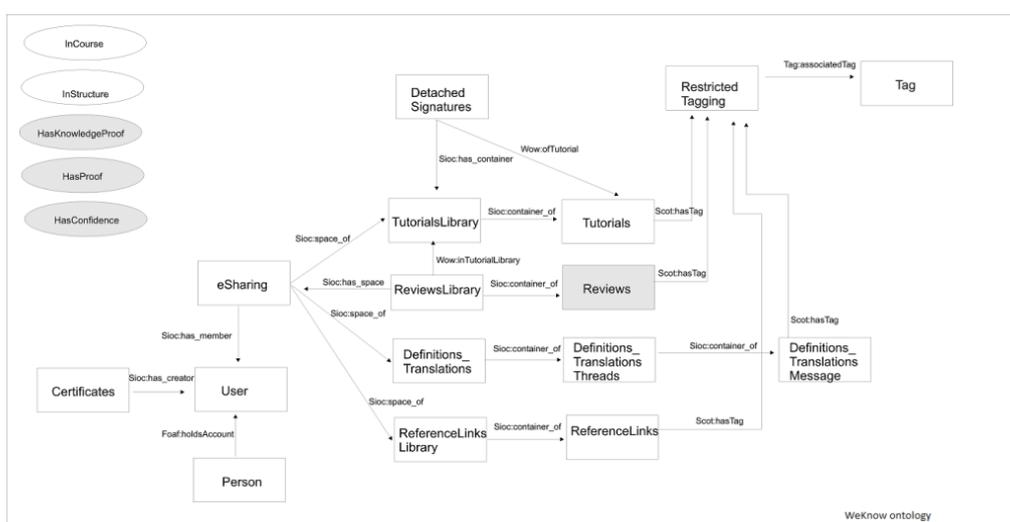
Ο Συντάκτης έχει τη δυνατότητα να δημοσιεύσει μήνυμα ή να απαντήσει σε μήνυμα.

Ο Αξιολογητής έχει τη δυνατότητα μόνο να απαντήσει σε μήνυμα.

4. Η οντολογία WeKnow

Οι εργασίες στα πληροφοριακά συστήματα που σχετίζονται με το θέμα των οντολογιών απαιτούν κάθε στάδιο ενεργειών (π.χ. έγγραφα ή μηνύματα) να απεικονίζεται σε μία ομαδοποίηση η οποία καλείται Κλάση και τα χαρακτηριστικά αυτών των κινήσεων (π.χ. ποιος δημοσίευσε το μήνυμα και πότε) να απεικονίζονται ως άλλες ομαδοποιήσεις που καλούνται Ιδιότητες. Συχνά δε οι οντολογίες επαναχρησιμοποιούν άλλες προϋπάρχουσες ενδυναμώνοντας έτσι την διασύνδεση ανοικτών δεδομένων.

Η οντολογία WeKnow αποκαλύπτει την δομημένη διασύνδεση των οντοτήτων του μοντέλου της Κοινότητας WSWLWT, επαναχρησιμοποιώντας τα ευρέως διαδεδομένα λεξιλόγια Foaf (Brickley and Miller, 2010), SIOC (Berrueta et al., 2010), Scot (Scerri, 2008), Tag (Newman, 2005), Skos (Isaac and Summers, 2009).



Εικόνα 5. Η οντολογία WeKnow

5. Χαρτογράφηση Δεδομένων

Κάθε διαδικτυακή πλατφόρμα συμμετοχής χρηστών στηρίζεται σε μία βάση δεδομένων όπου καταγράφονται όλες οι κινήσεις συμμετοχής. Αυτά τα δεδομένα δεν είναι ορατά στο σύνολο τους αλλά ούτε και είναι εμφανείς οι συσχετίσεις τους.

Μία κατάλληλη χαρτογράφηση (δηλαδή, μεταμόρφωση) των δεδομένων της σχεσιακής βάσης δεδομένων επάνω σε μία κατάλληλα αναπτυγμένη οντολογία βοηθά σε μία εξελιγμένη παροχή πληροφορίας η οποία εκτός από τους σκοπούς της δομημένης γνώσης θα υπηρετεί επιπλέον τον έλεγχο λειτουργίας του μοντέλου μας.

Εμείς χρησιμοποιήσαμε τον D2RQ Server ο οποίος μας επιτρέπει με την γλώσσα D2RQ να επέμβουμε στα αρχικά δεδομένα της βάσης δεδομένων και να κάνουμε τις ομαδοποιήσεις και τις αντιστοιχίσεις που επιθυμούμε δημοσιεύοντας όλα τα δεδομένα, πολλά εκ των οποίων δε θα ήταν ορατά διαφορετικά.

The screenshot shows the D2R Server interface. At the top, it says "D2R Server" and "Running at http://localhost:2020/". Below this is a navigation bar with links: Home | Certificates Definitions_Translations Definitions_TranslationsMessage Definitions_TranslationsThreads DetachedSignatures Person ReferenceLinks ReferenceLinksLibrary RestrictedTagging Reviews ReviewsLibrary Tag Tutorials TutorialsLibrary User eSharing. The main content area is divided into three sections: 1. HTML View, 2. RDF View, and 3. SPARQL Endpoint. Each section provides instructions on how to access the database and includes a URL: http://localhost:2020/all for RDF and http://localhost:2020/sparql for SPARQL.

Εικόνα 6. Χαρτογράφηση κλάσεων στον d2rq server

The screenshot shows the "Review for d2rq tutorial" page. The resource URI is http://localhost:2020/resource/Reviews/12069. Below the navigation bar, there is a table with two columns: Property and Value. The table lists various properties and their corresponding values, such as "is sioc:container_of of", "dc:description", "wow:hasConfidence", etc.

Property	Value
is sioc:container_of of	<http://localhost:2020/resource/ReviewsLibrary/12067>
dc:description	
wow:hasConfidence	Μέση
wow:hasKnowledgeProof	Ακαδημαϊκή Γνώση
wow:hasKnowledgeProof	Διδακτική Εμπειρία
wow:hasMimeType	application/vnd.openxmlformats-officedocument.wordprocessingml.document
wow:hasProof	Αληθές
scot:hasTag	<http://localhost:2020/resource/restricted_tagging/11096/12073>
scot:hasTag	<http://localhost:2020/resource/restricted_tagging/12015/12073>
sioc:has_creator	<http://localhost:2020/resource/user/11252>
wow:inCourse	Μεταπτυχιακή Εξειδίκευση στα Πληροφοριακά Συστήματα MSc
wow:inStructure	Troubleshootings
wow:inStructure	Tutorials
wow:isPartOf	<http://localhost:2020/resource/group/10570>
rdfs:label	Review for d2rq tutorial
sioc:link	<http://localhost:8080/documents/10570/3bf03847-ec2a-41e8-9321-5c421a39184c>
sioc:num_views	0 (xsd:integer)
is tag:taggedResource of	<http://localhost:2020/resource/restricted_tagging/11096/12073>
is tag:taggedResource of	<http://localhost:2020/resource/restricted_tagging/12015/12073>
dc:title	Review for d2rq tutorial
rdfs:type	wow:Reviews

Εικόνα 7. Εμφάνιση τιμών ιδιοτήτων συγκεκριμένου στιγμιότυπου της κλάσης Reviews

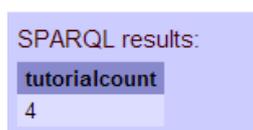
5.1 Sparql Ερωτήματα

Μία από τις πρωταρχικές δυναμικές των ερωτημάτων sparql (Prud'hommeaux and Seaborne, 2008) είναι η επίδειξη της ενδολειτουργικότητας των δεδομένων καθώς και

ο έλεγχος λειτουργίας του μοντέλου βάσει του οποίου δημιουργήθηκαν ή θα έπρεπε να έχουν δημιουργηθεί τα δεδομένα.

1. Με κατάλληλο sparql ερώτημα μπορούμε να βρούμε τον αριθμό αποκλειστικά των εγγράφων που είναι tutorials.

```
SELECT (COUNT(DISTINCT ?tutorial) AS ?tutorialcount)
WHERE {
?tutorial a wow:Tutorials.
?tutorial wow:isPartOf ?agroup.
?agroup a wow:eSharing.
?agroup rdfs:label "We Search We Learn We Teach"@en.
}
```



Εικόνα 8. Πλήθος εγγράφων που είναι tutorials

2. Με κατάλληλο sparql ερώτημα μπορούμε να εντοπίσουμε tutorials που συνοδεύονται από αποσπασμένες υπογραφές χωρίς όμως ο Συντάκτης να έχει δημοσιεύσει το πιστοποιητικό του.

```
SELECT ?detached ?tutorial ?user ?certificate
WHERE {
{?detached a wow:DetachedSignatures.
?detached wow:ofTutorial ?tutorial.
?tutorial a wow:Tutorials.
?tutorial sioc:has_creator ?user.}
OPTIONAL
{?certificate a wow:Certificates.
?certificate sioc:has_creator ?user.}
}
```



Εικόνα 9. Αποσπασμένες υπογραφές, Tutorials, χρήστες και δημόσια πιστοποιητικά

Σχετική εργασία

Η παρούσα εργασία στηρίχτηκε στην ερευνητική μελέτη και τις υλοποιήσεις της διπλωματικής εργασίας στην Μεταπτυχιακή Εξειδίκευση στα Πληροφοριακά Συστήματα του ΕΑΠ με θέμα «Αξιοποίηση της τεχνολογίας του σημασιολογικού ιστού στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση: ζητήματα e-participation και e-trust» η οποία κατατέθηκε τον Σεπτέμβριο του 2013.

Συμπεράσματα

Κατά την διενέργεια ακαδημαϊκών μελετών, οι ερευνητές αναζητούν έγκυρη πληροφορία συναφή με το αντικείμενο μελέτης τους και συχνά παράγουν οι ίδιοι υποστηρικτικό υλικό ώστε να οργανώσουν την πληροφορία που έχουν ανακαλύψει επισυνάπτοντας στοιχεία γνώσης που παράγει η μελέτη.

Το μοντέλο το οποίο αναπτύξαμε ενισχύει την ηλεκτρονική συμμετοχή με σκοπό την δημοσίευση γνώσης εφόσον φέρει τη δυνατότητα αξιολόγησης επιδίδοντας εγκυρότητα στην γνώση που παράγεται από μελέτη. Επιπρόσθετα ενισχύει τη δομή της ανοικτής γνώσης στοιχείο απαραίτητο στις σπουδές ανώτατου επιπέδου και παρέχει ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο αξιοπιστίας για την αναζήτηση βοήθειας.

Η χαρτογράφηση των δεδομένων και η δημοσίευση αυτών ως rdf data ενισχύει τις δυνατότητες αναζήτησης και αποτελεί σημαντικό στοιχείο ελέγχου της διαδικασίας αξιολόγησης.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Berrueta, D., Brickley, D., Decker, S., Fernández, S., Görn, C., Harth, A., Heath, T., Idehen, K., Kjernsmo, K., Miles, A., Passant, A., Polleres, A., Polo, L. (2010). SIOC. Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://rdfs.org/sioc/spec/>
- Brickley, D., Miller, L. (2010). FOAF. Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://xmlns.com/foaf/spec/>
- Burel, G., Cano, A.E., Rowe, M., Sosa, A. (2009). Veracity Model. Retrieved on 10 January, 2013 from: <http://socsem.open.ac.uk/ontologies/veracity/#>
- Chris, B. (2004). D2RQ Server. (Version 0.8.1). [Computer software]. Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://d2rq.org/>
- Gpg4win. (2006). (Version 2.1.1). [Computer software]. Retrieved on 20 December, 2012 from: <http://www.gpg4win.org/>
- Isaac, A., Summers, E. (2009). SKOS. Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://www.w3.org/TR/skos-primer/>
- Liferay Inc. (2000). (Version 6.1.0). Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://www.liferay.com/>
- Monachesi, P., Simov, K., Mossel, E., Osenova, P., Lemnitzer, L. (2008). What ontologies can do for eLearning. *Proceedings of The Third International Conferences on interactive Mobile and Computer Aided Learning (IMCL 2008)*, Amman, Jordan.
- Newman, R. (2005). TAGS. Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://www.holygoat.co.uk/projects/tags/>
- Protégé. (2001). (Version 4.0.1). [Computer software]. Retrieved on 11 November, 2012 from: <http://protege.stanford.edu/>
- Prud'hommeaux, R., Seaborne, A. (2008). SPARQL. Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- Quanyu, W., Xingen, Y., Guilong, L., Guobin, L. (2012). Ontology-based ecological system model of e-learning. *Journal of Information and Education Technology*, 2(6), pp. 595-599
- Scerri, S., Decker, D., Kim, H.G., Yang, S.K. (2008). SCOT. Retrieved on 10 September, 2012 from: <http://scot-project.net/scot/spec/scot.html>.