

Design and implementation of a semantic application profile repository for primary and secondary education in Greece

Ioannis Poulakakis

Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the
Masters' of Science degree in Computer Science

University of Crete

School of Sciences and Engineering

Computer Science Department

Knossou Av., P.O. Box 2208, Heraklion, GR-71409, Greece

Thesis Advisors: Prof. Christos Nikolaou, Prof. Kostas Vasilakis

UNIVERSITY OF CRETE
COMPUTER SCIENCE DEPARTMENT

**Design and implementation of a semantic application profile repository
for primary and secondary education in Greece**

Thesis submitted by

Ioannis Poulakakis

in partial fulfillment of the requirements for the
Masters' of Science degree in Computer Science

THESIS APPROVAL

Author: _____

Ioannis Poulakakis

Committee approvals: _____

Christos Nikolaou

Professor, Thesis Supervisor

Kostas Vasilakis

Professor, Committee Member

Kalogiannakis Michalis

Lecturer, Committee Member

Departmental approval: _____

Angelos Bilas

Professor, Director of Graduate Studies

Heraklion, August 2014

Abstract

Nowadays it has become a necessity to provide mechanisms that store, manage and discover resources in an efficient way. The obvious premise is to create the appropriate metadata schemata for the complete utilization of this content. In the case of educational resources, a metadata schema used to describe their attributes, should also be able to capture their educational and pedagogical aspects. Therefore, apart from various conventional attributes such as author, title or type – elements that are common in all metadata schemata - an educational metadata schema should also include information regarding the resource's particular learning characteristics.

Furthermore, emerging applications of Semantic Web raise demands for semantic structuring of metadata descriptions. Ontological enrichment of metadata schemata would provide added value from existing learning objects by facilitating further their conceptual searching and harvesting. A lot of recent research on metadata structuring, include ontological approaches and propose new schemata to support enhanced E-learning applications.

What we lack in Greece though, is a semantic application profile for the proper characterization of educational material, and especially for learning objects that are designed to serve the scope of primary and secondary education courses. Existing application profiles, as described in literature, are not adequate enough to express all aspects of primary and secondary education and the necessity for new application profiles arises.

The purpose of this thesis is to set the initiative of making a complete web-based semantic repository of all courses in Greek primary and secondary education by examining other similar educational web services, designing a new ontology and implementing it into existing standards and technologies. The implementation of ICT courses will provide the philosophy and the tools needed for future adaptation and extensibility of this model. This will also give the ability to expand this infrastructure for all courses of primary and secondary education in Greece.

Περίληψη

Σχεδιασμός και υλοποίηση της υπηρεσίας ενός αποθετηρίου σημασιολογικού πλαισίου εφαρμογών για την πρωτοβάθμια και την δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα

Στις μέρες μας έχει γίνει αναγκαίο να παρέχονται μηχανισμοί που αποθηκεύουν, διαχειρίζονται και ανακαλύπτουν πόρους με αποτελεσματικό τρόπο. Η προφανής προϋπόθεση είναι να δημιουργηθούν τα κατάλληλα σχήματα μεταδεδομένων για την πλήρη χρησιμοποίηση αυτού του περιεχομένου. Στην περίπτωση των εκπαιδευτικών πόρων, ένα σχήμα μεταδεδομένων που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα χαρακτηριστικά τους θα πρέπει να έχει επιπρόσθετα τη δυνατότητα κάλυψης των εκπαιδευτικών και παιδαγωγικών τους πτυχών. Επομένως, εκτός από διάφορα συμβατικά χαρακτηριστικά όπως ο συγγραφέας, ο τίτλος ή ο τύπος – στοιχεία που είναι συνήθη σε όλα τα σχήματα μεταδεδομένων – ένα εκπαιδευτικό σχήμα μεταδεδομένων θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα ιδιαίτερα μαθησιακά γνωρίσματα των πόρων.

Επιπλέον, οι αναδυόμενες εφαρμογές του Σημασιολογικού Ιστού εγείρουν απαιτήσεις για τη σημασιολογική δόμηση των περιγραφών των μεταδεδομένων. Ο οντολογικός εμπλουτισμός των σχημάτων μεταδεδομένων θα παρείχε προστιθέμενη αξία από τα υπάρχοντα αντικείμενα μάθησης, με την περαιτέρω διευκόλυνση της εννοιολογικής αναζήτησης και συγκομιδής. Πλήθος πρόσφατων ερευνών στη δομή των μεταδεδομένων περιλαμβάνουν οντολογικές προσεγγίσεις και προτείνουν νέα σχήματα για να υποστηρίξουν προχωρημένες εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης.

Αυτό που λείπει από την Ελλάδα όμως, είναι ένα σημασιολογικό πλαίσιο εφαρμογών για τη σωστή κατηγοριοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού και ειδικότερα για μαθησιακά αντικείμενα που έχουν σχεδιαστεί να υπηρετούν το φάσμα των μαθημάτων της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα υπάρχοντα πλαίσια εφαρμογών, όπως περιγράφονται στη βιβλιογραφία, δεν είναι αρκετά επαρκή να εκφράσουν όλες τις πτυχές της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, επομένως προκύπτει η αναγκαιότητα ενός νέου μοντέλου.

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να αναληφθεί η πρωτοβουλία για ένα πλήρες βασισμένο στον ιστό σημασιολογικό αποθετήριο όλων των μαθημάτων στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της Ελλάδας, μελετώντας άλλες παρόμοιες

εκπαιδευτικές εφαρμογές στον ιστό, σχεδιάζοντας μία νέα οντολογία αλλά και υλοποιώντας την με τα υπάρχοντα πρότυπα και τεχνολογίες. Μια κατ' αρχάς υλοποίηση για τα μαθήματα Πληροφορικής θα μας παρέχει τη φιλοσοφία και τα εργαλεία που χρειάζονται για τη μελλοντική προσαρμογή και την επεκτασιμότητα αυτού του μοντέλου και στα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα. Έτσι, θα δοθεί η δυνατότητα να υιοθετηθεί αυτή η υποδομή για όλα τα μαθήματα της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θέλω να ευχαριστήσω τον επόπτη καθηγητή μου κ. Χρήστο Νικολάου, ο οποίος δέχθηκε να υποστηρίξει την μεταπτυχιακή μου εργασία. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον καθηγητή κ. Κώστα Βασιλάκη, που αφιέρωσε αρκετό χρόνο για το σχεδιασμό και την εκπόνηση της διατριβής μου και ήταν πάντα πρόθυμος να με βοηθήσει και να με καθοδηγήσει. Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω το τρίτο μέλος της επιτροπής εξέτασης, τον λέκτορα κ. Μιχάλη Καλογιαννάκη, ο οποίος προθυμοποιήθηκε να ασχοληθεί με τη δουλειά μου και την εξέλιξή της.

Σε αυτό το σημείο θέλω να ευχαριστήσω τον επίκουρο καθηγητή κ. Νίκο Παπαδάκη για τις πολύτιμες οδηγίες του, καθώς και τον Σχολικό Σύμβουλο Πληροφορικής Ανατολικής Κρήτης κ. Γιώργο Πανσεληνά, οι παρατηρήσεις του οποίου ήταν καίριες και καταλυτικές. Επίσης, οφείλω να απευθύνω ευχαριστίες σε όλους εκείνους τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς, που ενδιαφέρθηκαν για το συγκεκριμένο ερευνητικό αντικείμενο και με τα σχόλιά τους προσέθεσαν άλλο ένα μικρό λιθαράκι στην υλοποίησή του.

Οπωσδήποτε οφείλω ευγνωμοσύνη στην οικογένειά μου, που υπήρξε αρωγός σε όλη μου τη ζωή και στήριξε με θέρμη αυτήν μου την προσπάθεια, ενώ καίρια ήταν η συμβολή του αδελφικού μου φίλου του Σπύρου, με τον οποίο μας ενώνουν ισχυροί δεσμοί και οι ζωές μας πορεύονται σε παράλληλες τροχιές.

Τέλος, θέλω να αφιερώσω αυτόν τον μεταπτυχιακό τίτλο στη μνήμη του πρώτου ακαδημαϊκού μου συμβούλου στο Πανεπιστήμιο Κρήτης, στον αείμνηστο καθηγητή Στέλιο Ορφανουδάκη.

Στην οικογένειά μου

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1.....	6
Εισαγωγή.....	6
1.1 Το γενικό πρόβλημα.....	6
1.2 Η δομή της μεταπτυχιακής εργασίας.....	7
Κεφάλαιο 2.....	9
Υπόβαθρο.....	9
2.1 IEEE LOM.....	9
2.2 Dublin Core.....	13
Κεφάλαιο 3.....	22
Μεθοδολογία και Σχετικές Εργασίες.....	22
3.1 EdNA.....	22
3.2 ARIADNE.....	30
3.3 IMS Learning Resource Meta-data.....	33
3.4 CanCore.....	36
3.5 ANZ_LOM.....	37
3.6 UK_LOM.....	38
3.7 SCORM.....	40
3.8 OBAA.....	41
3.9 MLR.....	46
3.10 LRMI.....	49
Κεφάλαιο 4.....	52
Πλαίσιο Εφαρμογών GrEd.....	52
4.1 Εξειδικευμένα πλαίσια εφαρμογών.....	52
4.2 Επεκτάσεις Dublin Core.....	55
4.3 Το πρότυπο OAI-PMH.....	59
4.4 Το προτεινόμενο πλαίσιο εφαρμογών του GrEd.....	60
Κεφάλαιο 5.....	66
Η οντολογία του GrEd.....	66
5.1 Protégé.....	66
5.2 Η οντολογία.....	66

Κεφάλαιο 6.....	76
Η υλοποίηση του GrEd.....	76
6.1 Open Source Frameworks.....	76
6.2 Κωδικοποίηση.....	80
Κεφάλαιο 7.....	85
Σχεδιασμός Διεπαφής.....	85
7.1 Διεπαφές Οντολογικών Εφαρμογών.....	85
7.2 Διαδικτυακή Διεπαφή GrEd.....	88
Κεφάλαιο 8.....	93
Συμπεράσματα και Κατευθύνσεις για το Μέλλον.....	93
Βιβλιογραφία.....	95
Παράρτημα I.....	99
Η οντολογία του GrEd σε RDF.....	99
Παράρτημα II.....	132
Ο βασικός κώδικας της υπηρεσίας GrEd.....	132

Λίστα Σχημάτων

Σχήμα 1: Το σχήμα μεταδεδομένων του IEEE LOM.....	11
Σχήμα 2: Το DCMI resource model.....	17
Σχήμα 3: Το DCMI description set model.....	17
Σχήμα 4: Το DCMI vocabulary model.....	18
Σχήμα 5: Γραφική αναπαράσταση του Singapore Framework (from Nilsson et al 2008)...	19
Σχήμα 6: Η διασυνδεσιμότητα των παραπάνω υπηρεσιών.....	23
Σχήμα 7: Ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής ESC.....	29
Σχήμα 8: Η αλληλεπίδραση των υπηρεσιών του ARIADNE.....	31
Σχήμα 9: Το μοντέλο του ARIADNE.....	32
Σχήμα 10: Η δένδροειδής δομή του IMS LRM [16].....	34
Σχήμα 11: Το μοντέλο του MLR [44].....	46
Σχήμα 12: Συστατικά των 'data element' ISO/IEC 19788, Annex C, p. 50).....	47
Σχήμα 13: Το διάγραμμα των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών των 'data element' στο ISO/IEC 19788-5 (Appendix C of Part 5).....	48
Σχήμα 14: Η πρώτη έκδοση του μοντέλου του DC-Ed (2006).....	57
Σχήμα 15: Η τελευταία έκδοση του μοντέλου του DC-Ed (2012).....	58
Σχήμα 16: Η κλάση “Science” της οντολογίας του GrEd.....	67
Σχήμα 17: Όλες οι κλάσεις με τις υποκλάσεις τους.....	68
Σχήμα 18: Η κλάση “School” της οντολογίας του GrEd.....	69
Σχήμα 19: Τα data properties της οντολογίας.....	70
Σχήμα 20: Τα object properties της οντολογίας του GrEd.....	71
Σχήμα 21: Τα annotation properties της οντολογίας του GrEd.....	72
Σχήμα 22: Το “Scratch for High School” στην οντολογία του GrEd.....	73
Σχήμα 23: Το “Computer Science Unplugged” στην οντολογία του GrEd.....	74
Σχήμα 24: Η οντολογία του GrEd.....	75
Σχήμα 25: Συστατικά οντολογικής τριπλέτας (RDF 1.1, W3C Recommendation 25 Φεβρουαρίου 2014).....	77
Σχήμα 26: Ο σημασιολογικός ιστός (Σεπτέμβριος 2011).....	80
Σχήμα 27: Αναζήτηση στο DBpedia.....	81
Σχήμα 28: Αποτελέσματα αναζήτησης στο DBpedia.....	81

Σχήμα 29: Αποτελέσματα αναζήτησης 'a elementary' στην οντολογία του GrEd.....	83
Σχήμα 30: Η αρχιτεκτονική του GrEd.....	84
Σχήμα 31: Η διεπαφή του GloServ.....	86
Σχήμα 32: Η διεπαφή του OntoPlay.....	87
Σχήμα 33: Η διεπαφή του GrEd.....	88
Σχήμα 34: Το παράθυρο ενός αποτελέσματος αναζήτησης.....	89
Σχήμα 35: Το παράθυρο ανύπαρκτων μαθησιακών πόρων.....	90
Σχήμα 36: Το παράθυρο έλλειψης αποτελεσμάτων αναζήτησης.....	90
Σχήμα 37: Το παράθυρο προειδοποίησης για μη πλήρη συμπλήρωση των πεδίων.....	90
Σχήμα 38: Το παράθυρο επιτυχούς εισαγωγής.....	91
Σχήμα 39: Πιθανή προσθήκη του GrEd στο σύννεφο των Ελληνικών Ανοικτών Δεδομένων (01/10/2012).....	93

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Τα 15 στοιχεία του Dublin Core Metadata Element Set.....	15
Πίνακας 2: Παράδειγμα κωδικοποίησης των στοιχείων του DC σε xml.....	15
Πίνακας 3: Τα επιπλέον στοιχεία του Qualified Dublin Core.....	16
Πίνακας 4: Αντιστοιχία στοιχείων του Dublin Core με στοιχεία του IEEE LOM.....	20
Πίνακας 5: Περιγραφή των στοιχείων του EdNA.....	28
Πίνακας 6: Περιγραφή των στοιχείων του IMS LRM.....	35
Πίνακας 7: Οι προσθήκες του LRMI στο Schema.org/CreativeWork.....	50
Πίνακα 8: Τα στοιχεία της οντολογίας του GrEd.....	65
Πίνακας 9: Ενδεικτικό SPARQL ερώτημα αναζήτησης.....	78
Πίνακας 10: SPARQL ερώτημα αναζήτησης στην οντολογία του GrEd.....	89
Πίνακας 11: SPARQL ερώτημα αναζήτησης στην οντολογία του GrEd.....	91
Πίνακας 12: Ανοικτό λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε κατά τις φάσεις ανάπτυξης και τεκμηρίωσης.....	92

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Το γενικό πρόβλημα

Ο παγκόσμιος ιστός βρίσκεται από πλήθος δεδομένων και ψηφιακών πόρων. Είναι, συνεπώς, επιτακτική η ανάγκη επαρκούς καταγραφής, αποθήκευσης και διάδοσης αυτών των δεδομένων. Η προσφιλή τακτική που εφαρμόζεται διεθνώς είναι η προσκόλληση μεταδεδομένων σε κάθε είδους ηλεκτρονικό πόρο, τα οποία προσδίδουν επιπλέον πληροφορίες για αυτόν. Τα μεταδεδομένα είναι δομημένη πληροφορία που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα χαρακτηριστικά μιας πηγής. Σύμφωνα με τον ορισμό στο [1] πρόκειται για “πληροφορίες αναγνώσιμες από τις μηχανές σχετικές με ηλεκτρονικές πηγές ή άλλα πράγματα”.

Τα μεταδεδομένα μπορούν να περιέχουν πληροφορίες όπως ο δημιουργός των δεδομένων, ο σκοπός τον οποίο εξυπηρετούν ή ο χρόνος και ο τόπος δημιουργίας τους. Μια συλλογή από μεταδεδομένα σχηματίζουν ένα σχήμα μεταδεδομένων. Αυτά τα σχήματα περιέχουν ένα σύνολο κανόνων για την κατηγοριοποίηση και την κωδικοποίηση των μεταδεδομένων, τα οποία συνήθως εκφράζονται σε μορφή Extensible Markup Language (XML). Το σημαντικό γεγονός σε αυτήν την πρακτική είναι ότι επιτρέπουν στις μηχανές να τα αναλύουν αυτόματα (machine processable), με αποτέλεσμα να γίνεται ευχερέστερη η διασυνδεσιμότητα ανάμεσα σε ασύμβατες κατά τα λοιπά εφαρμογές.

Ειδικότερα για τους εκπαιδευτικούς πόρους είναι επιτακτική η προσθήκη παιδαγωγικών και διδακτικών γνωρισμάτων, πέραν των συνηθισμένων πεδίων που χρησιμοποιούνται κατά κόρον, όπως ο τίτλος του πόρου ή το όνομα του δημιουργού του. Αυτό δεν μπορεί να γίνει εφικτό με την αποδοχή ενός και μόνο σχήματος μεταδεδομένων, καθώς κάθε σχήμα διαθέτει απολύτως ιδιαίτερα χαρακτηριστικά [3]. Για αυτό είναι αναγκαία η δημιουργία πλαισίων εφαρμογών (application profiles) κατά περίπτωση.

Ένα πλαίσιο εφαρμογών είναι μια συρραφή στοιχείων μεταδεδομένων από διαφορετικά σχήματα με γνώμονα τις ανάγκες της υπό ανάπτυξης εφαρμογής. Κάθε τέτοιο πλαίσιο

στοχεύει στην ενοποίηση ξεχωριστών σχημάτων μεταδεδομένων, ενώ παράλληλα προσπαθεί να διατηρήσει την απαραίτητη συμβατότητα με τα αρχικά σχήματα [2]. Ενώ επιτρέπεται η απεριόριστη χρησιμοποίησή υπαρχόντων στοιχείων μεταδεδομένων από τα πρότυπα σχήματα, δεν επιτρέπεται κατά τον ορισμό η δημιουργία νέων στοιχείων [45]. Αυτός ο κανόνας έχει πλέον ξεπεραστεί σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πλαίσια εφαρμογών με επιπρόσθετα στοιχεία για λόγους ευελιξίας.

Εκτός από την κωδικοποίηση και την αυτοματοποίηση της διάδοσης των μεταδεδομένων, είναι αδήριτη η ανάγκη της ασφαλούς και αποτελεσματικής αποθήκευσής τους. Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί αρκετά ψηφιακά αποθετήρια, τα οποία προσφέρουν κατάλληλα σχήματα μεταδεδομένων για την περιγραφή και τον χαρακτηρισμό του περιεχομένου τους [5]. Επίσης, έχουν κατασκευασθεί εξειδικευμένα αποθετήρια για τη συγκομιδή (harvesting) των μαθησιακών αντικειμένων και των μεταδεδομένων τους [4].

Στη σημερινή εποχή, όμως, ο παγκόσμιος ιστός εξελίσσεται με γοργούς ρυθμούς και τείνει να αποκτήσει χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης. Πλέον, ο σημασιολογικός ιστός αποτελεί μονόδρομο για όλες τις διαδικτυακές εφαρμογές, που αποσκοπούν σε διαχρονική χρήση και ανάπτυξη. Ως εκ τούτου, είναι λογικό να αναζητηθούν σχήματα και αποθετήρια με σημασιολογική διαχείριση του ψηφιακού τους υλικού, η οποία εμπεριέχει μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης.

Παγκοσμίως έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για τη δημιουργία εκπαιδευτικών πλαισίων εφαρμογών με σημασιολογική υλοποίηση, ενώ έχουν δημιουργηθεί και σημασιολογικές υποδομές με εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Στην Ελλάδα υπάρχουν ελάχιστες παρόμοιες πρωτοβουλίες για την συγκέντρωση εκπαιδευτικών πόρων που είτε δεν έχουν ικανοποιήσει όλες τις πτυχές του προβλήματος είτε δε μπορούν να υλοποιηθούν στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

1.2 Η δομή της μεταπτυχιακής εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από πέντε κύρια μέρη. Στο πρώτο μέρος εξετάζουμε τα σημαντικότερα διεθνή πρότυπα που αφορούν στην στοιχειοθέτηση των μεταδεδομένων των ψηφιακών πόρων και των μαθησιακών δεδομένων. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζουμε

και αναλύουμε τα σημαντικότερα πλαίσια εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί. Στο τρίτο μέρος σχεδιάζουμε το νέο πλαίσιο εφαρμογών για την Ελληνική πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση και δημιουργούμε την οντολογία που το αποτυπώνει σε σημασιολογική μορφή. Στο τέταρτο μέρος υλοποιούμε την υποδομή που θα φιλοξενήσει την οντολογία μας μαζί με τα μαθησιακά αντικείμενα, ενώ στο πέμπτο μέρος σχεδιάζουμε τη διεπαφή του συστήματος λαμβάνοντας υπόψη ανάλογες προσπάθειες υλοποίησης. Τέλος, αναφερόμαστε στις δυνατότητες εξέλιξης και επέκτασης του προτεινόμενου μοντέλου.

Κεφάλαιο 2

Υπόβαθρο

Τα δύο σημαντικότερα πρότυπα που έχουν μονοπωλήσει το σχεδιασμό και τη δημιουργία εκπαιδευτικών πλαισίων εφαρμογών είναι τα IEEE LOM και το Dublin Core [19]. Αυτά παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες αλλά και μια δομική διαφορά: ενώ το IEEE LOM χρησιμοποιεί πληθώρα στοιχείων για να περιγράψει τις ιδιότητες ενός μαθησιακού αντικειμένου με κύριο χαρακτηριστικό την αυστηρότητα, το Dublin Core υιοθετεί ατομικούς όρους και ευέλικτους κανόνες για την εφαρμογή τους με κύριο χαρακτηριστικό την αφαίρεση.

2.1 IEEE LOM

Το ANSI/IEEE 1484.12.1-2002/Cor1-2011 Standard for Learning Object Metadata (LOM) είναι ένα ανοικτό πρότυπο που στοχεύει στην περιγραφή ψηφιακού περιεχομένου και ειδικότερα μαθησιακών δεδομένων. Σύμφωνα με την ομάδα ανάπτυξης της IEEE μαθησιακά δεδομένα είναι “οποιαδήποτε οντότητα, ψηφιακή ή μη-ψηφιακή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μάθηση, εκπαίδευση ή διδασκαλία” [11]. Το πρότυπο αυτό τυγχάνει διεθνούς αναγνώρισης και έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή πληθώρας πλαισίων εφαρμογών, όπως τα UK LOM Core, CanCore, ANZ-LOM, Vetadata, NORLOM, ISRACore, SWE-LOM, TWLOM, LOM-FR, NL LOM, LOM-CH, LOM-ES, IMS LRM και SCORM.

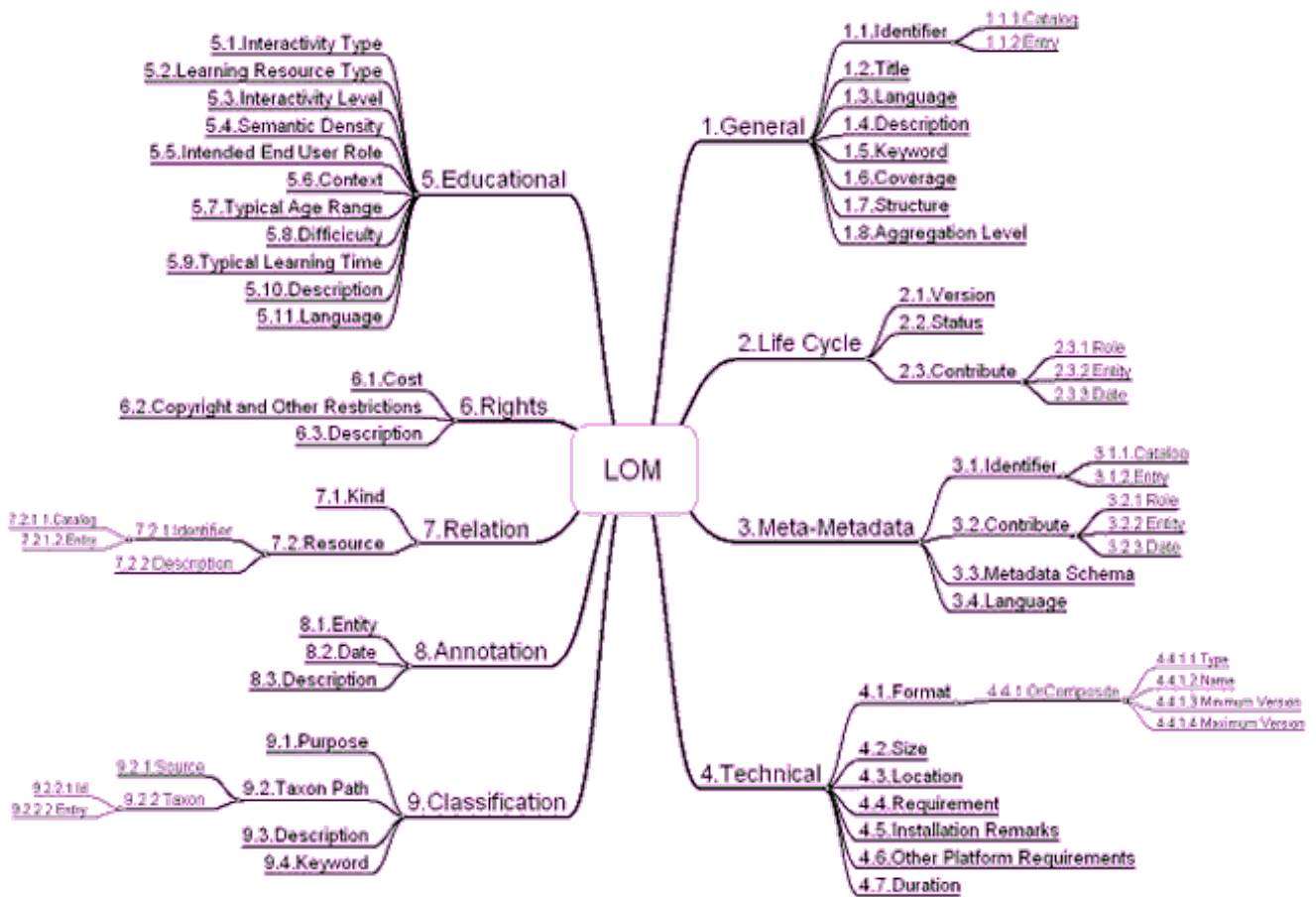
Βασικός στόχος του IEEE LOM είναι να διευκολύνει τις διεργασίες που αφορούν στη χρήση των μαθησιακών αντικειμένων. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι ένας δάσκαλος ή ένας μαθητής θα μπορεί να έχει πλήρη πρόσβαση σε κάποιο μαθησιακό αντικείμενο, ώστε με ιδιαίτερη ευκολία να το αναπαράγει, να το ενσωματώνει στη δουλειά του, να το αξιολογεί και να το διαδίδει. Η ίδια διαδικασία προβλέπεται να γίνεται και με αυτοματοποιημένο τρόπο με τη χρήση μηχανών.

Το όραμα της ομάδας ανάπτυξης ήταν η καθολική χρήση αυτού του συστήματος να επιτρέψει την γρήγορη κατηγοριοποίηση των μαθησιακών αντικειμένων και την

ανεμπόδιστη επαναχρησιμοποίησή τους κι από άλλες υπηρεσίες του σημασιολογικού ιστού. Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ανάπτυξης εφαρμογών παροχής υπηρεσιών αναζήτησης και διαχείρισης εκπαιδευτικών πόρων, καθώς και την ελάττωση του κόστους τους.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν απέβλεπαν στην αξιοποίηση των τεχνικών, των εκπαιδευτικών και των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών των μαθησιακών αντικειμένων. Οι βασικές κατηγορίες [11] είναι:

1. Η “General” κατηγορία καταγράφει γενικές πληροφορίες για ένα μαθησιακό αντικείμενο.
2. Η κατηγορία “ Lifecycle” καταγράφει πληροφορίες σχετικά με τη δημιουργία, την παρούσα κατάσταση και την εξέλιξη του μαθησιακού αντικειμένου.
3. Η “Meta-Metadata” κατηγορία περιγράφει τα ίδια τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου.
4. Η “Technical” κατηγορία αποτυπώνει τα όλα τεχνικά χαρακτηριστικά του μαθησιακού αντικειμένου.
5. Η “Educational” κατηγορία καταγράφει τα παιδαγωγικά και τα εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά του μαθησιακού αντικειμένου.
6. Η κατηγορία “Rights” ασχολείται με τα πνευματικά δικαιώματα του μαθησιακού αντικειμένου.
7. Η κατηγορία “Relation” αποτυπώνει τις σχέσεις του μαθησιακού αντικειμένου με άλλα μαθησιακά αντικείμενα.
8. Η “Annotation” κατηγορία παρέχει τη δυνατότητα για προσθήκη σχολίων σχετικά με την εκπαιδευτική χρήση του μαθησιακού αντικειμένου.
9. Η “Classification” κατηγορία ομαδοποιεί το μαθησιακό αντικείμενο με βάση συστήματα ταξινόμησης.



Σχήμα 1: Το σχήμα μεταδεδομένων του IEEE LOM

Σύμφωνα με αυτόν τον σχεδιασμό μόνο οι υποκατηγορίες που βρίσκονται στα “φύλλα” του δενδροειδούς μοντέλου μπορούν να λάβουν διακριτές τιμές. Οι τύποι και το εύρος των τιμών αυτών [11] είναι:

- name: το όνομα του στοιχείου
- explanation: ο ορισμός του στοιχείου
- size: το πλήθος των επιτρεπόμενων τιμών
- order: η σημασία της σειράς των τιμών
- example: ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα

Για τα απλά στοιχεία δεδομένων, το LOM ορίζει επίσης τα:

- value space: λεξιλόγιο ή άλλο πρότυπο
- datatype: δυνατές τιμές οι LangString, DateTime, Duration, Vocabulary, CharacterString και Undefined

Ο τύπος LangString επιτρέπει την πολυγλωσσική κωδικοποίηση των μεταδεδομένων, επιτρέποντας τη μετάφρασή τους σε διάφορες γλώσσες. Οι τύποι DateTime και Duration περιέχουν την ημερομηνία και τη διάρκεια των μαθησιακών αντικειμένων σε κωδικοποιημένη μορφή και σε ελεύθερο κείμενο. Ο τύπος Vocabulary επιλέγει τιμές από συγκεκριμένα και αυστηρά καθορισμένα λεξιλόγια. Ο τύπος CharacterString δέχεται ελεύθερο κείμενο ως είσοδο, ενώ ο τύπος Undefined επιτρέπει τον μη ορισμό του συγκεκριμένου πεδίου [11].

Ακολουθώντας την παραπάνω κωδικοποίηση, δεν είναι υποχρεωτική η χρήση όλων των στοιχείων του μοντέλου. Είναι, όμως, αυστηρά καθορισμένα τα πεδία των τιμών τους και η αλληλοσυσχέτισή τους. Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά του LOM λαμβάνουν ορισμένες λεξικολογικές τιμές, που προκύπτουν από διεθνώς αποδεκτά λεξιλόγια. Για τα υπόλοιπα στοιχεία ορίζονται συγκεκριμένοι κανόνες για τον τρόπο κωδικοποίησης των τιμών τους. Για παράδειγμα το στοιχείο “Educational.TypicalLearningTime” παίρνει πάντα τιμές της μορφής “PThhHmmMssS”, όπου hh οι ώρες, mm τα λεπτά και ss τα δευτερόλεπτα που χρειάζεται η διδασκαλία ενός μαθησιακού αντικειμένου.

Για την χρήση του ίδιου του μοντέλου ή για την κατασκευή ενός πλαισίου εφαρμογών, ο δημιουργός οφείλει να ακολουθήσει τους αυστηρούς κανόνες. Αυτό, όμως, οδηγεί σε σχεδιασμούς και υλοποιήσεις με πολλαπλούς περιορισμούς, χωρίς περιθώρια ευελιξίας και εποικοδομητικών ελιγμών. Τα χαρακτηριστικά του LOM δεν μπορούν να περιγράψουν επακριβώς την πολυπλοκότητα και την ατομικότητα των αναρίθμητων μαθησιακών αντικειμένων. Επομένως, καθίσταται σαφές ότι η αυτούσια χρήση του συνεπάγεται πιθανές εκπτώσεις στη σημασιολογική αξία των εκπαιδευτικών πόρων. Είναι, όμως, σχεδόν αδύνατον να αγνοηθεί η πληθώρα των στοιχείων του, η οποία θα μας βοηθήσει να συμπληρώσουμε τα κομμάτια που λείπουν από το παζλ του πλαισίου εφαρμογών που καλούμαστε να σχεδιάσουμε.

2.2 Dublin Core

Το Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) είναι μία πρωτοβουλία με στόχο τον καθορισμό συγκεκριμένων κριτηρίων για την καταγραφή και την περιγραφή των μεταδεδομένων διαφόρων ειδών πόρων. Οι πόροι για τους οποίους μπορεί να ισχύσει το νέο πρότυπο είναι "οτιδήποτε μπορεί να αναγνωριστεί" (Powell et al, 2007). Η πρωτοβουλία ξεκίνησε στο Dublin του Ohio και είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του Dublin Core Metadata Element Set (ANSI/NISO Z39.85-2012, ISO Standard 15836-2009, IETF RFC 5013, Αύγουστος 2007).

Το σύνολο των μεταδεδομένων εκφράζεται από 15 στοιχεία, τα οποία είναι ιδιαίτερα ευέλικτα και γενικά [12]. Κάθε στοιχείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερες από μία φορές και οι τιμές του ορίζονται από κάποιο άλλο πρότυπο ή από ελεύθερο κείμενο. Το μοντέλο αυτό ονομάστηκε Simple ή Unqualified Dublin Core.

Όνομα στοιχείου	Περιγραφή
Contributor	Ο συντελεστής στον πόρο. Συνήθως αναφέρεται σε δευτερεύοντες συντελεστές, που δεν περιγράφονται στα υπόλοιπα πεδία (πχ. εικονογράφος, μεταφραστής).
Coverage	Ο τοπικός ή ο χρονικός προσδιορισμός του πόρου ή η δικαιοδοσία του. Ο τοπικός προσδιορισμός αναφέρεται στο όνομα του μέρους ή σε γεωγραφικές συντεταγμένες. Ο χρόνος του πόρου αναφέρεται στην περίοδο ή την ημερομηνία που εφαρμόζεται (όχι δημιουργίας ή διαθεσιμότητας). Η δικαιοδοσία του πόρου αναφέρεται σε μια διαχειριστική οντότητα ή σε ένα γεωγραφικό μέρος όπου δραστηριοποιείται ο πόρος. Συνήθως χρησιμοποιείται κάποιο λεξικό για τις τιμές του.
Creator	Ο δημιουργός του πόρου (πχ. συγγραφέας, σκηνοθέτης).

Όνομα στοιχείου	Περιγραφή
Date	Μία χρονική περίοδος σχετική με τον κύκλο ζωής του πόρου (δημιουργία, διαθεσιμότητα).
Description	Μία περιγραφή του πόρου με ελεύθερο κείμενο ή πίνακα περιεχομένων.
Format	Ο τύπος αρχείων, το φυσικό μέσο ή οι διαστάσεις του πόρου. Όλες οι λεπτομέρειες που χρειάζονται για την αναπαραγωγή του πόρου (λογισμικό, υλικό).
Identifier	Ένας μοναδικός κωδικός για τον πόρο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα URL ή κάποιο σύστημα προτυποποίησης όπως το ISBN.
Language	Η γλώσσα του πόρου. Συνήθως χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση RFC4646 (πχ. en, el, de, it).
Publisher	Ο εκδότης του πόρου. Η αρχή ή το άτομο που εξέδωσε τον πόρο, όπως ένα πανεπιστήμιο ή μία βιβλιοθήκη.
Relation	Η σχέση με άλλους πόρους. Εδώ τοποθετείται ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάποιον άλλο πόρο με τον οποίο συνδέεται.
Rights	Δικαιώματα χρήσης. Πρόκειται για έναν κωδικό, περιγραφή ή διεύθυνση που παραπέμπει στα πνευματικά δικαιώματα του πόρου.
Source	Η πηγή του πόρου. Πληροφορίες για άλλον πόρο από τον οποίο προέρχεται ή αντλεί υλικό.
Subject	Το θέμα του πόρου. Συνήθως αρκούν κάποιες φράσεις ή λέξεις κλειδιά, ενώ προτείνεται η χρήση λεξιλογίου.
Title	Το όνομα του πόρου.
Type	Ο τύπος του πόρου.

Όνομα στοιχείου	Περιγραφή
	Προτείνεται η χρήση του DCMI Type Vocabulary.

Πίνακας 1: Τα 15 στοιχεία του Dublin Core Metadata Element Set

Με τη βοήθεια του παραπάνω μοντέλου ένα μαθησιακό αντικείμενο με τη χρήση XML θα μπορούσε να εκφραστεί ως εξής:

Κώδικας XML
<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <metadata xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"> <dc:title>GrEd learning object</dc:title> <dc:creator>Yannis Poulakakis</dc:creator> <dc:subject>a learning object for GrEd ontology</dc:subject> <dc:description>This is just an example of a learning object for GrEd ontology.</dc:description> <dc:publisher>Christos Nikolaou</dc:publisher> <dc:contributor>Kostas Vasilakis</dc:contributor> <dc:date>27/08/2014</dc:date> <dc:type>text</dc:type> <dc:format>txt</dc:format> <dc:identifier>N/A</dc:identifier> <dc:source>N/A</dc:source> <dc:language>en</dc:language> <dc:relation>N/A</dc:relation> <dc:coverage>N/A</dc:coverage> <dc:rights>N/A</dc:rights> </metadata> </pre>

Πίνακας 2: Παράδειγμα κωδικοποίησης των στοιχείων του DC σε xml

Στην πορεία εξέλιξης του “απλού” μοντέλου έγινε αισθητή η ανάγκη περαιτέρω

εξειδίκευσης και εμπλουτισμού των κριτηρίων. Για παράδειγμα κρίθηκε σημαντικό για κάποιους πόρους να υπάρχει περιγραφή για περισσότερες ημερομηνίες (ημερομηνία συγγραφής, ημερομηνία επικύρωσης, ημερομηνία δημοσίευσης, ημερομηνία αναθεώρησης) [24]. Έτσι, αποφασίστηκε η προσθήκη τριών άλλων στοιχείων αλλά και η δημιουργία επεκτάσεων για τα υπάρχοντα στοιχεία με αποτέλεσμα τη δημιουργία του Qualified Dublin Core.

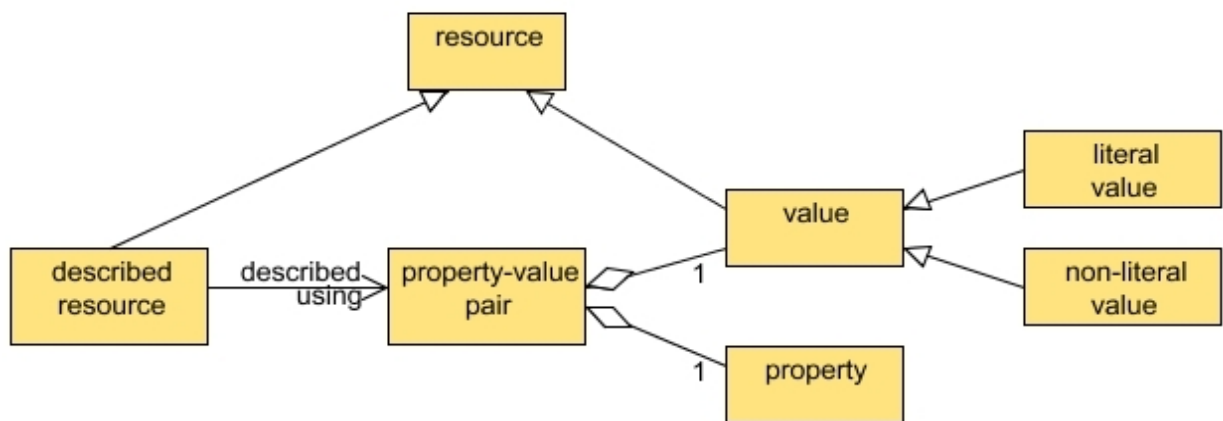
Όνομα στοιχείου	Περιγραφή
Audience	Το όνομα του ακροατηρίου για το οποίο προορίζεται ο πόρος
Provenance	Μια πρόταση για οποιαδήποτε σημαντική αλλαγή στα πνευματικά δικαιώματα του πόρου
RightsHolder	Το όνομα του ατόμου ή του οργανισμού που κατέχει δικαιώματα στον πόρο.

Πίνακας 3: Τα επιπλέον στοιχεία του Qualified Dublin Core

Τελικά προέκυψε το Dublin Core Metadata Initiative Metadata Terms (DCMI, 2008b), που ενσωματώνει και τις δύο εκδόσεις του Dublin Core. Οι όροι πλέον διακρίνονται σε ιδιότητες, λεξικολογικά σχήματα κωδικοποίησης, συντακτικά σχήματα κωδικοποίησης και κλάσεις. Τα στοιχεία του Simple Dublin Core κωδικοποιούνται πλέον με το “dc:” ενώ του Qualified Dublin Core με το “dcterms:”.

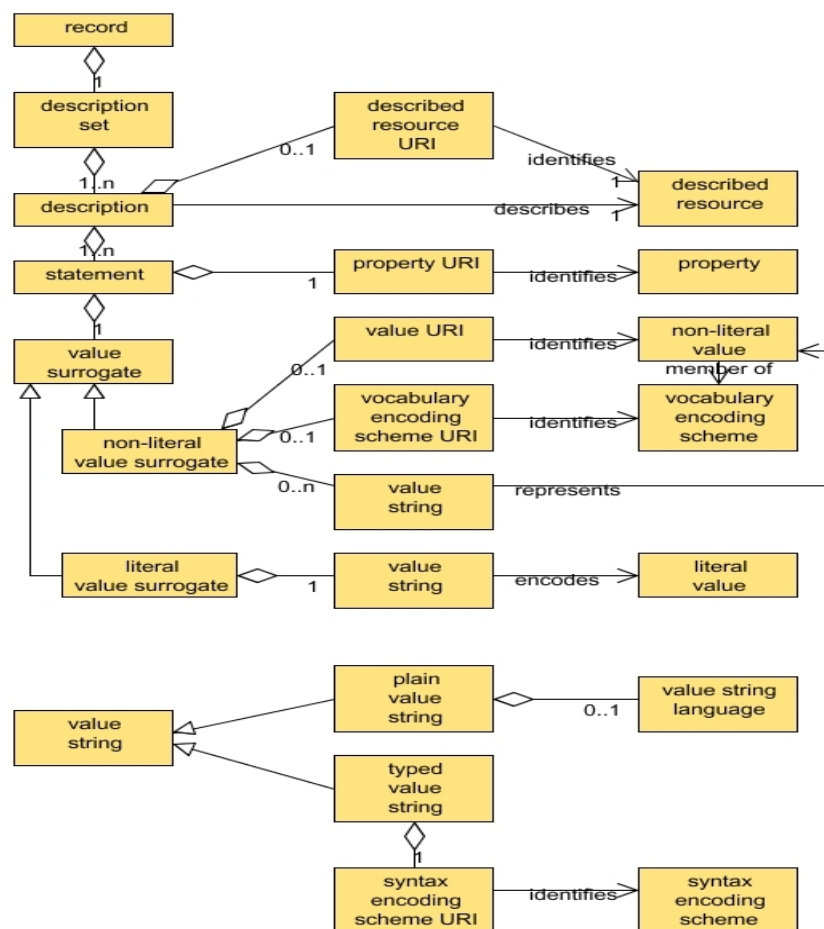
Επιπρόσθετα, η ομάδα ανάπτυξης δημιούργησε το DCMI Abstract Model (Powell et al, 2007) με σκοπό να “ορίζει τη φύση των συστατικών που χρησιμοποιούνται και περιγράφει πώς συνδυάζονται αυτά τα συστατικά για να δημιουργήσουν δομές πληροφορίας”. Το “αφηρημένο” μοντέλο αποτελείται από το “resource model”, το “description set model” και το “vocabulary model”.

Το “resource model” είναι υπεύθυνο για την περιγραφή των σχέσεων ανάμεσα στον πόρο που ανήκει και στους πόρους που συσχετίζονται με οποιονδήποτε τρόπο με αυτόν. Κάθε πόρος λαμβάνει μία ή περισσότερες τιμές που περιγράφουν την κατάστασή του [21].



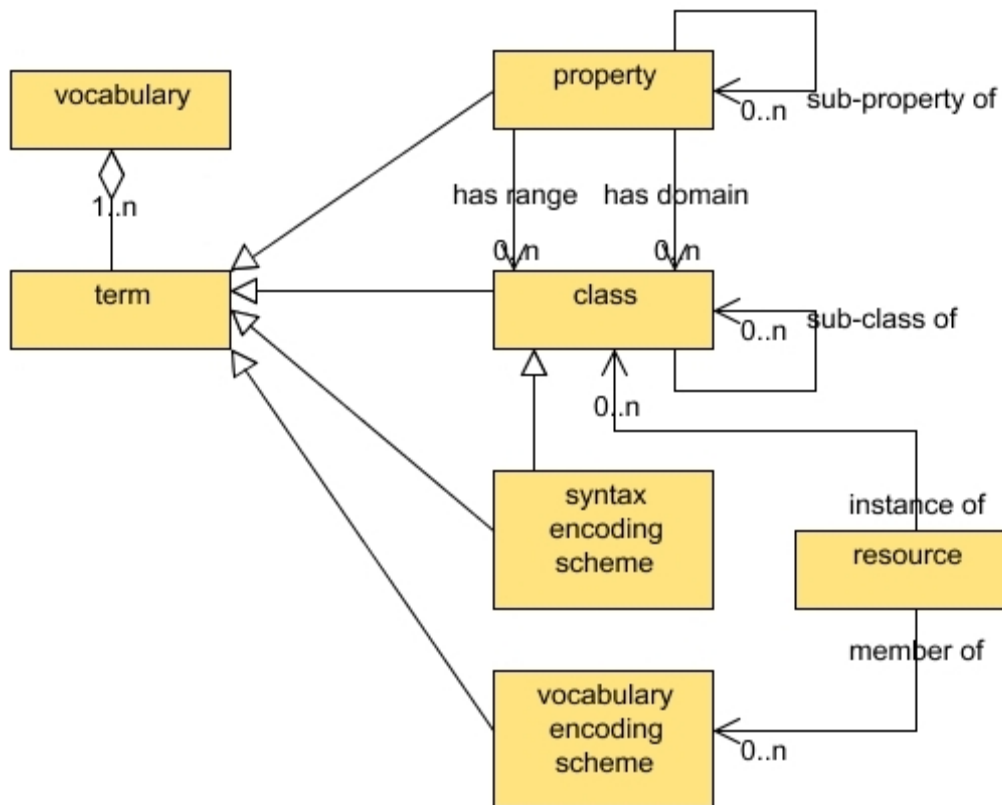
Σχήμα 2: To DCMI resource model

Το “description set model” προσπαθεί να συσχετίσει τις περιγραφές διαφορετικών πόρων. Κάθε περιγραφή περιέχει ένα πλήθος προτάσεων και τιμών που χαρακτηρίζουν τον πόρο [21].



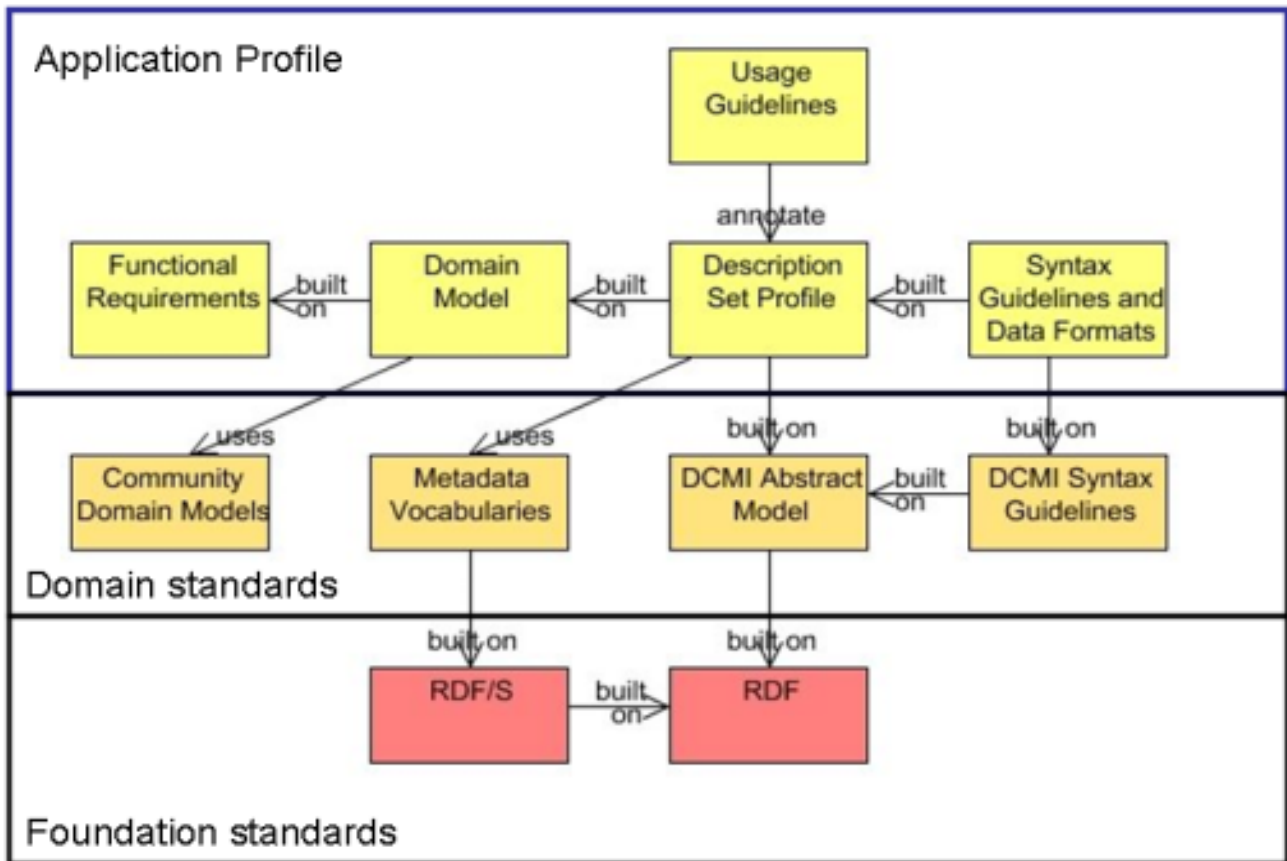
Σχήμα 3: To DCMI description set model

Το “vocabulary model” ορίζει τους τρόπους συμπλήρωσης των τιμών για όλα τα χαρακτηριστικά του Dublin Core. Κάθε όρος χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες, τις τάξεις και το συντακτικό και λεξικολογικό σχήμα κωδικοποίησης που ακολουθεί [21].



Σχήμα 4: Το DCMI vocabulary model

Τέλος, προτάθηκε το Singapore Framework for Dublin Core Application Profiles (Nilsson et al 2008) ως μοντέλο για την κατασκευή πλαισίων εφαρμογών με βάση το Dublin Core.



Σχήμα 5: Γραφική αναπαράσταση του Singapore Framework (from Nilsson et al 2008)

Το μοντέλο αποτελείται από τρία επίπεδα: στο υψηλότερο επίπεδο τοποθετείται το πλαίσιο εφαρμογών που έχουμε δημιουργήσει χρησιμοποιώντας όλα τα εργαλεία που μας προσφέρει το DC. Στο μεσαίο επίπεδο βρίσκονται τα πρότυπα που καθορίζουν τη μορφή των τιμών των μεταδεδομένων και στο χαμηλότερο επίπεδο προκύπτει η υλοποίηση σε μορφή κώδικα, όπως η RDF ή η OWL. Η ιεραρχική αυτή δομή κρίνεται ιδιαίτερα ισχυρή και αποτέλεσε βασικό οδηγό στη δημιουργία του πλαισίου εφαρμογών μας.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι είναι εφικτή η αντιστοίχιση όλων των συστατικών του DC με συστατικά του IEEE LOM, χωρίς σημαντική απώλεια μεταπληροφορίας. Η προσπάθεια αυτή πραγματοποιήθηκε από τη συντακτική ομάδα του IEEE 1484.12.1-2002 [11].

Dublin Core	IEEE LOM
DC.Identifier	1.1.2:General.Identifier.Entry
DC.Title	1.2:General.Title
DC.Language	1.3:General.Language
DC.Description	1.4:General.Description
DC.Subject	1.5:General.Keyword ή 9:Classification με το 9.1:Classification.Purpose να έχει τιμή 'Discipline' ή 'Idea'.
DC.Coverage	1.6:General.Coverage
DC.Type	5.2:Educational.LearningResourceType
DC.Date	2.3.3:LifeCycle.Contribute.Date με το 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role να έχει τιμή 'Publisher'.
DC.Creator	2.3.2:LifeCycle.Contribute.Entity με το 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role να έχει τιμή 'Author'.
DC.OtherContributor	2.3.2:LifeCycle.Contribute.Entity με το είδος συνεισφοράς να ορίζεται στο 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role.
DC.Publisher	2.3.2:LifeCycle.Contribute.Entity με το 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role να έχει τιμή 'Publisher'.
DC.Format	4.1:Technical.Format
DC.Rights	6.3:Rights.Description
DC.Relation	7.2.2:Relation.Resource.Description
DC.Source	7.2:Relation.Resource με το 7.1:Relation.Kind να έχει τιμή 'IsBasedOn'.

Πίνακας 4: Αντιστοιχία στοιχείων του Dublin Core με στοιχεία του IEEE LOM

Συμπερασματικά, είναι ιδιαίτερα επίπονο ένας δημιουργός πλαισίου εφαρμογών να επιλέξει ανάμεσα σε ένα από τα δύο αυτά κυρίαρχα πρότυπα. Το γεγονός αυτό ισχυροποιείται από την έλλειψη δυνατότητας απόλυτης ταύτισης των δύο προτύπων. Επομένως, προτείνεται ως σοφή πρακτική ο συνδυασμός των παραπάνω προτύπων και η υιοθέτηση των πιο αντιπροσωπευτικών χαρακτηριστικών τους. Ένα νέο πρότυπο, όμως, οπωσδήποτε απαιτεί και την προσθήκη κάποιων νέων στοιχείων, όπως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία και Σχετικές Εργασίες

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα κυριότερα πλαίσια εφαρμογών με εκπαιδευτικές προεκτάσεις. Για κάθε ένα από αυτά σημειώνονται τα θετικά του στοιχεία, τα οποία υιοθετήθηκαν από το πλαίσιο εφαρμογών μας, και τα αρνητικά του στοιχεία, που μας απέτρεψαν από την αυτούσια αποδοχή του.

3.1 EdNA

Το EdNA (Education Network Australia) είναι ένα πρότυπο δικτύωσης για την Αυστραλιανή εκπαίδευση, που τυγχάνει ιδιαίτερα υψηλής αποδοχής από τους εκπαιδευτικούς κύκλους της Αυστραλίας αλλά και διεθνώς. Η υπηρεσία EdNa Online φιλοξενεί πληθώρα εκπαιδευτικού υλικού και φέρνει σε επικοινωνία τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές, παρέχοντας τους πλούσιες δυνατότητες αναζήτησης μαθησιακών δεδομένων.

Η προσφορά του EdNA Online, σύμφωνα με την ιδρυτική του ομάδα [18]: “

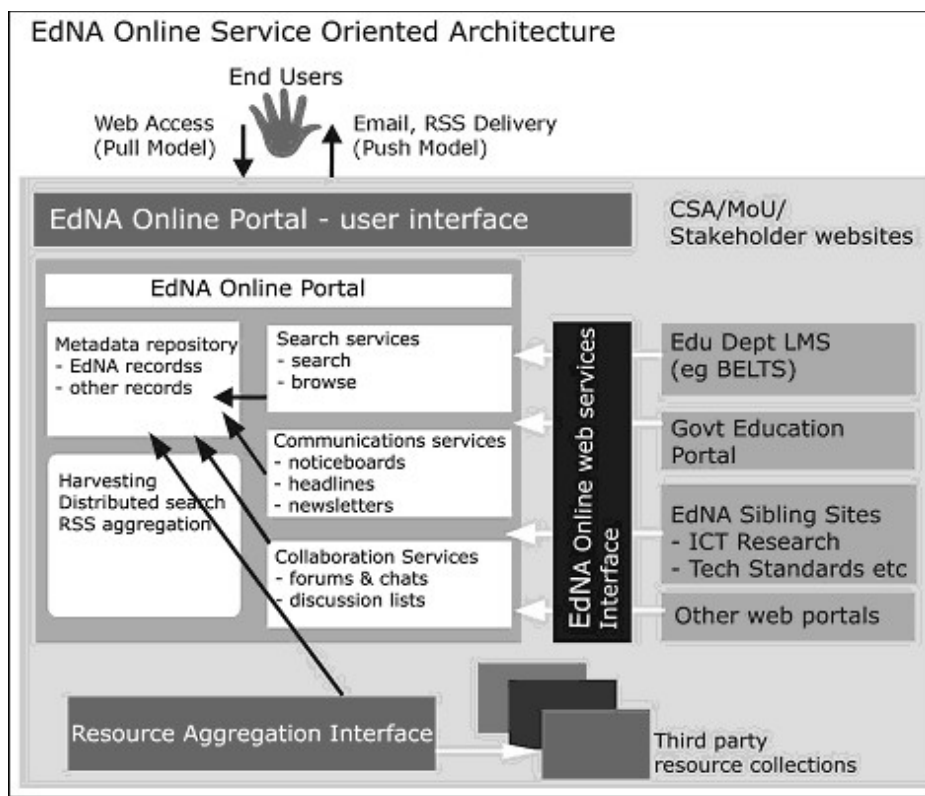
- στοχεύει σε χρήστες από όλους τους τομείς της εκπαίδευσης και της μάθησης,
- είναι δημόσιας ιδιοκτησίας και παρέχεται δωρεάν,
- προσφέρει έναν εθνικό κόμβο γνώσης σε ένα αυξανόμενο περίπλοκο σύστημα γνωσιακών δικτύων μέσα σε ένα ομοσπονδιακό σύστημα,
- παρέχει πληροφορίες σχετικά με την εκπαίδευση και πόρους για τη στήριξη του προγράμματος σπουδών,
- παρέχει συγκεκριμένους πόρους και εργαλεία για την υποστήριξη και την χρήση του Internet στην εκπαιδευτική και την μαθησιακή διαδικασία,
- προωθεί τη συνεργατικότητα και τη δικτύωση διαμέσου των επικοινωνιακών του εργαλείων,
- προσφέρει πρόσβαση σε συλλογές ειδημόνων και online δραστηριότητες,
- έχει τεχνικούς μηχανισμούς για αμφίδρομη μεταφορά δεδομένων, συλλέγοντας

πόρους από απομακρυσμένα μέρη και αποστέλλοντας πόρους σε απομακρυσμένα μέρη,

- παρέχει ένα εύρος εργαλείων για την υποβοήθηση στη διαχείριση και την ανακάλυψη πληροφοριών και πόρων.”

Η τελευταία αρχιτεκτονική του EdNA [18] αποτελείται από τρεις κύριες υπηρεσίες:

1. Την βασική διεπαφή στον ιστό, η οποία απευθύνεται στον απλό χρήστη.
2. Την υπηρεσία συγκομιδής των πόρων, η οποία επικοινωνεί αυτοματοποιημένα και με εξωτερικούς παράγοντες.
3. Την υπηρεσία επαναχρησιμοποίησης, προσφέροντας τη δυνατότητα υιοθέτησης αυτού του μοντέλου από άλλες σελίδες.



Σχήμα 6: Η διασυνδεσιμότητα των παραπάνω υπηρεσιών

Η ομάδα του EdNA έχει δημιουργήσει ένα πρότυπο με σκοπό να διευκολύνει την καταγραφή των μεταδεδομένων των μαθησιακών αντικειμένων και να διευκολύνει την ενοποίηση των υπηρεσιών του. Επίσης, συμμετέχουν στη διαμόρφωση του Dublin Core Education Group (DC-Ed) και σε δραστηριότητες του IMS Global Learning Consortium, το οποίο χρησιμοποιεί το IEEE Learning Object Metadata standard.

Το EdNA Metadata Standard έχει βασιστεί στο Dublin Core Metadata Element Set (DCMES), ενώ διαθέτει πλήρη συμβατότητα και με το Australian Government Locator Service (AGLS). Στην τελευταία του έκδοση 1.1 [42] χρησιμοποίησαν αυτούσια τα 15 στοιχεία του Dublin Core, ενώ πρόσθεσαν άλλα 8 εξειδικευμένα στοιχεία. Έτσι, η συνολική λίστα των στοιχείων διαμορφώθηκε ως εξής:

- DC.Identifier
- DC.Title
- DC.Description
- DC.Subject
- DC.Publisher
- DC.Creator
- DC.Date
- DC.Type
- DC.Format
- DC.Language
- DC.Coverage
- DC.Rights
- DC.Relation
- DC.Contributor
- DC.Source

- EDNA.Audience
- EDNA.Approver
- EDNA.CategoryCode
- EDNA.Entered
- EDNA.Indexing
- EDNA.Review
- EDNA.Reviewer
- EDNA.Version

Τα επιπλέον στοιχεία του προτύπου συνοψίζονται [42] στον πίνακα 5.

Όνομα στοιχείου	Μετεξέλιξη στοιχείου	Ορισμός	Σχήμα κωδικοποίησης
EDNA			
EDNA.Audience		Μια κατηγορία χρηστών για τους οποίους προσφέρεται ο πόρος. Το στοιχείο μπορεί να μεταλλαχθεί ώστε να εμπεριέχει τον εκπαιδευτικό ή διδακτικό τομέα ή επίπεδο στο οποίο είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί ο πόρος. Προτείνεται να επιλέγουμε τιμές από ένα η περισσότερα λεξιλόγια, όπως edna-audience, edna-sector και edna-userlevel.	edna-audience τιμές: student teacher/lecturer parent/carer administrator community member edna-sector τιμές: preschool school VET higher education ACE edna-userlevel τιμές:

			<p>0-13 (αντιπροσωπεύει σχολικά έτη με το '0' να είναι ο προκαταρκτικός χρόνος πριν το χρόνο '1' (νήπιο) και το '13' να είναι επαναληπτικό έτος.</p> <p>Προτείνεται η χρήση εύρους τιμών π.χ. 0-3 ή επίπεδα AQF (Australian Qualifications Framework)</p>
	edna-sector	<p>Τιμές:</p> <p>preschool</p> <p>school</p> <p>VET</p> <p>higher education</p> <p>ACE</p>	
	edna-userlevel	<p>0-13 (αντιπροσωπεύει σχολικά έτη με το '0' να είναι ο προκαταρκτικός χρόνος πριν το χρόνο '1' (νήπιο) και το '13' να είναι επαναληπτικό έτος.</p> <p>Προτείνεται η χρήση εύρους τιμών π.χ. 0-3 ή επίπεδα AQF (Australian Qualifications Framework)</p>	
EDNA.Approver		<p>Το email ενός ατόμου ή οργανισμού που εγκρίνει το αντικείμενο για εισαγωγή στο EdNA</p>	

		Online	
EDNA.Category Code		Ένας αριθμητικός κωδικός από τους πίνακες δεδομένων για την υποστήριξη των κατηγοριών περιήγησης του EdNA Online.	
EDNA.Entered		Το αντικείμενο εισήχθη στην online βάση δεδομένων (για διαχειριστικούς λόγους)	
EDNA.Indexing		Μέχρι σε ποιο επίπεδο πρέπει να διατηρεί ευρετήριο το EdNA Online	
EDNA.Review		Μία αξιολόγηση από τρίτο μέρος. Αυτό το στοιχείο έχει οριστεί ώστε να λαμβάνονται δύο είδη αξιολογικών φορμών: ένα σύντομο σχόλιο (150 λέξεων ή λιγότερων) ή ένας URL δείκτης σε μια πιο εμπειριστατωμένη ανάλυση. Στην πρώτη περίπτωση προτίθεται να συμπληρώνεται και το πεδίο EDNA.Reviewer	
EDNA.Reviewer		Το όνομα του ατόμου και/ή οργανισμού ή η αρχή που εμπλέκεται με την αξιολόγηση.	
EDNA.Version		Η έκδοση του EDNA	

		Metadata Standard που εφαρμόζεται.	
--	--	------------------------------------	--

Πίνακας 5: Περιγραφή των στοιχείων του EdNA

Συνεπώς, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το EdNA είναι μια πλήρης υποδομή για τη φιλοξενία και τη διάδοση των μαθησιακών αντικειμένων, αλλά στερείται των επιπρόσθετων παιδαγωγικών χαρακτηριστικών που διέπουν το εκπαιδευτικό υλικό σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης. Επομένως, η υπηρεσία EdNA Online δεν μπορεί να προσφέρει τη δυνατότητα σε κάποιον εκπαιδευτικό να αναζητήσει μαθησιακά αντικείμενα με βάση τις διάφορες παιδαγωγικές και διδακτικές μεθόδους ή με παρόμοια παιδαγωγικά κριτήρια. Επιπλέον, το EdNA Metadata Standard χρησιμοποιεί κάποια περιττά πεδία μόνο για τεχνικούς λόγους, χωρίς ιδιαίτερη ουσιαστική ή σημασιολογική αξία.

3.1.1 EdNA Semantic Collection (ESC) Project

Το EdNA Semantic Collection (ESC) Project είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε με σκοπό να συλλέγει πληροφορίες και δεδομένα πόρων από ασφαλείς και επιβεβαιωμένες πηγές. Στη συνέχεια με τη χρήση του EdNA μπορεί να εξάγει κάποια μεταδεδομένα με αυτοματοποιημένο τρόπο. Μετά από έλεγχο της εγκυρότητας και της ακρίβειάς τους από τους διαχειριστές του συστήματος τα στοιχεία αυτά αποστέλλονται και αποθηκεύονται σε ένα αποθετήριο [10]. Το ενδιαφέρον σε αυτήν την προσπάθεια είναι ο τρόπος αναζήτησης και παρουσίασης των μεταδεδομένων, καθώς και η δυνατότητα επεξεργασίας και διάδοσής τους.

The screenshot displays the ESC application interface for editing a resource. The title is 'Cross Cultural Twinning - Social Sciences Martini'. The DC.Identifier is 'http://martini.wetpaint.com/page/Cross+Cultural+Twinning'. The DC.Title is 'Cross Cultural Twinning - Social Sciences Martini'. The DC.Subject is 'cross-cultural, learning, twitter, elearning'. The DC.Description is 'This Year 1 LSS are doing some cultural e-twinning with students from countries around the world. As part of our Social Sciences lessons we are going to create a...'. The Collection is 'School Education resources'. The Sector is 'school'. The feeds are 'delicious elearning tag 2'. The RSS link is 'http://martini.wetpaint.com/page/Cross+Cultural+Twinning'. The title is 'Cross Cultural Twinning - Social Sciences Martini'. The published date is '17 Jul 2009 13:58:08'. The creator is 'brockonbass'. The category is 'cross-cultural, learning, twitter, elearning'. The uri is 'http://delicious.com/uri/9a2e9a99e2d69bfc427072775f75c85a#brockonbass'. The Page metadata title is 'Cross Cultural Twinning - Social Sciences Martini'. The description is 'This Year 1 LSS are doing some cultural e-twinning with students from countries around the world. As part of our Social Sciences lessons we are going to create a...'. The Calais industryTerm is 'e-twinning'. The coverage is 'America, Australia'. The interface includes buttons for 'Save to my Items', 'Save & Edit', 'Save & Refer', and 'Cancel'. The user is logged in as 'shayman@educationau.edu.au'.

Σχήμα 7: Ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής ESC

Ο διαχειριστής του συστήματος έχει τη δυνατότητα να παρακολουθήσει με συνοπτικό τρόπο τα μεταδεδομένα ενός μαθησιακού αντικειμένου και να τα επεξεργαστεί στην ίδια οθόνη. Αφού ολοκληρώσει τις μετατροπές του, τα αποθηκεύει με μία εντολή από την ίδια οθόνη σε ένα αποθετήριο DSpace. Συμπερασματικά, ο σχεδιασμός αυτής της διεπαφής είναι αρκετά περιεκτικός και αποτελεσματικός, οπότε μπορεί να λειτουργήσει ως οδηγός για την υλοποίηση του πλαισίου εφαρμογών για την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

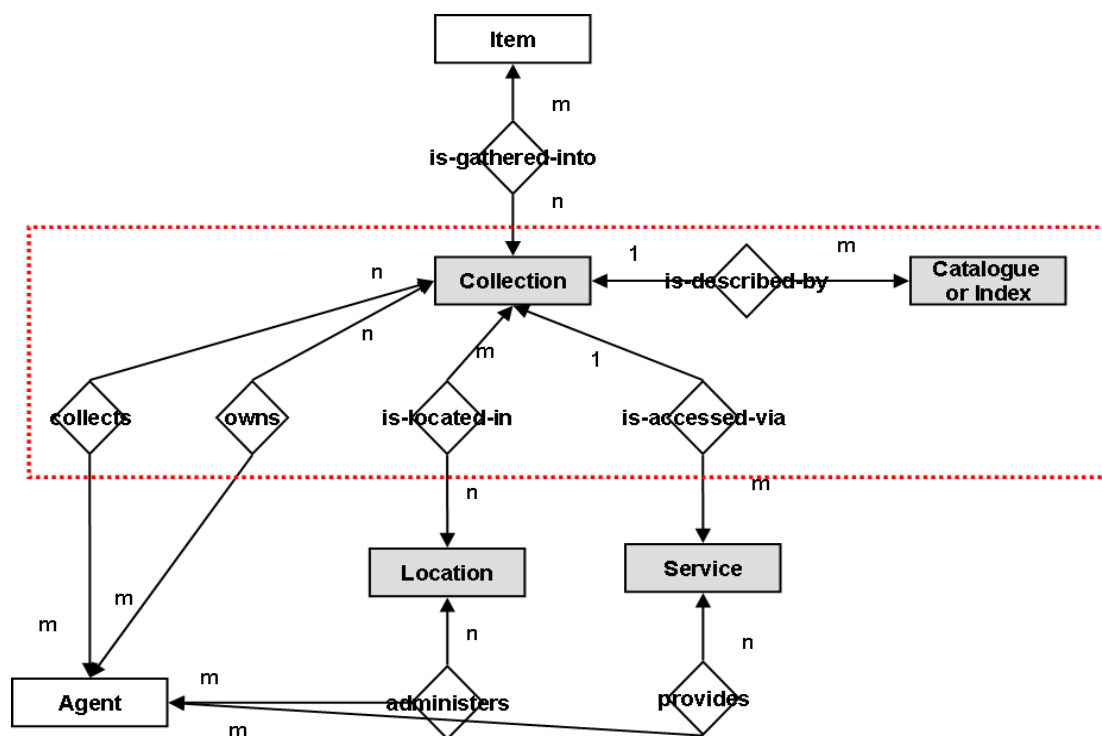
3.2 ARIADNE

Το ίδρυμα ARIADNE [13] είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός με βασικούς στόχους την εφαρμοσμένη έρευνα για τη διάδοση της γνώσης και τη διατήρηση των διαφορετικών γλωσσικών και πολιτισμικών χαρακτηριστικών της με απώτερο σκοπό την εφαρμογή της σε εκπαιδευτικά και ερευνητικά περιβάλλοντα. Συνδυάζοντας πληθώρα τεχνολογιών κατάφερε να το επιτύχει με τη δημιουργία μιας υποδομής για την εύκολη διαχείριση και δημοσίευση μαθησιακών αντικειμένων. Το δίκτυο του ARIADNE σήμερα εκτείνεται σε όλη την Ευρώπη, ενώ η Ελλάδα συμμετέχει με το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ).

Στο πεδίο των μεταδεδομένων έχουν επικεντρωθεί κυρίως στο IEEE LOM, αλλά υποστηρίζουν εξίσου πρότυπα όπως το Dublin Core και το MLR μετατρέποντας τα μεταδεδομένα σε αυτές τις μορφές με αυτοματοποιημένο τρόπο. Η συγκομιδή των μεταδεδομένων είναι εφικτή με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου OAI-PMH. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στα πνευματικά δικαιώματα των μαθησιακών αντικειμένων ώστε να αποφευχθούν πιθανές παραβιάσεις. Για αυτό το σκοπό το ARIADNE, όχι μόνο δεν αποθηκεύει τα αντικείμενα αυτά, αλλά ζητάει από τους παρόχους τους να τα διανέμουν με την άδεια CC (CC-BY-SA-NC).

Η δημοσίευση των μαθησιακών αντικειμένων επιτυγχάνεται με την τήρηση των προδιαγραφών του Simple Publishing Interface (SPI), με παράλληλη χρήση των “Simple Web-service Offering Repository Deposit (SWORD)”, του “Package Exchange Notification Services (PENS)” και των προδιαγραφών του “ProLearn Network of Excellence”. Για την εκτέλεση ερωτημάτων στις υπηρεσίες του ARIADNE χρησιμοποιείται ένα Simple Query Interface (SQI), που δέχεται ερωτήματα σε μορφή PLQL.

Συγκεκριμένα, το ARIADNE παρέχει υπηρεσίες αποθετηρίου, εγγραφών (registry), συγκομιδής, τεκμηρίωσης, μετατροπής και αναγνώρισης. Η υπηρεσία αποθετηρίου αποθηκεύει τα μεταδεδομένα σε μορφή DC, LOM και σε προσαρμοσμένη μορφή. Η υπηρεσία εγγραφών χρησιμοποιεί το Dublin Core Collections Application Profile [41], συμπληρωματικά με τα ISO 2146 (πρότυπο μητρώου για βιβλιοθήκες) και IEEE LOM. Η εν λόγω υπηρεσία φροντίζει για την απρόσκοπτη επικοινωνία πολυάριθμων αποθετηρίων μεταξύ τους.

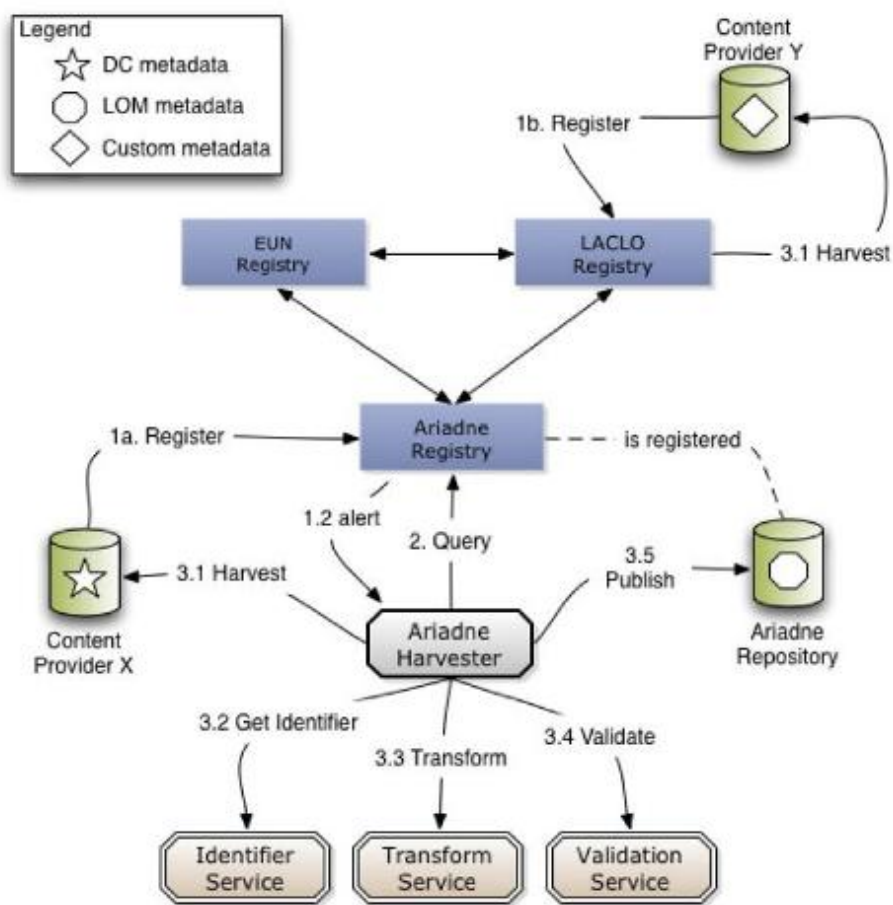


Σχήμα 8: Η αλληλεπίδραση των υπηρεσιών του ARIADNE

Η υπηρεσία συγκομιδής συγκεντρώνει μεταδεδομένα από δεκατρείς διαφορετικές πηγές με χρήση του πρωτοκόλλου OAI-PMH και τα παρουσιάζει στους εκπαιδευτικούς μέσω της διαδικτυακής του πλατφόρμας. Εκεί είναι δυνατή η αναζήτηση μαθησιακών αντικειμένων, ενώ η υπηρεσία συγκομιδής φροντίζει για την ανανέωση του περιεχομένου του αποθετηρίου.

Η υπηρεσία τεκμηρίωσης εξασφαλίζει την εγκυρότητα της δομής των μεταδεδομένων, ώστε αυτή να ταιριάζει με τα πρότυπα που χρησιμοποιεί το ARIADNE. Για τη μετατροπή των μεταδεδομένων ανάμεσα σε IEEE LOM και DC, αλλά και σε μορφές άλλων πλαισίων εφαρμογών ενεργοποιείται η υπηρεσία μετατροπών. Έτσι διασφαλίζεται η ομοιογένεια στον τρόπο αναπαράστασης των μεταδεδομένων.

Η υπηρεσία αναγνώρισης παρέχει ψηφιακά πιστοποιητικά στους μαθησιακούς πόρους, ενώ παρέχονται και οι δευτερεύουσες υπηρεσίες Samgl, Federated Search, Ranking και ALOCOM για περαιτέρω διευκόλυνση της διαδικασίας αναζήτησης περιεχομένου.



Σχήμα 9: Το μοντέλο του ARIADNE

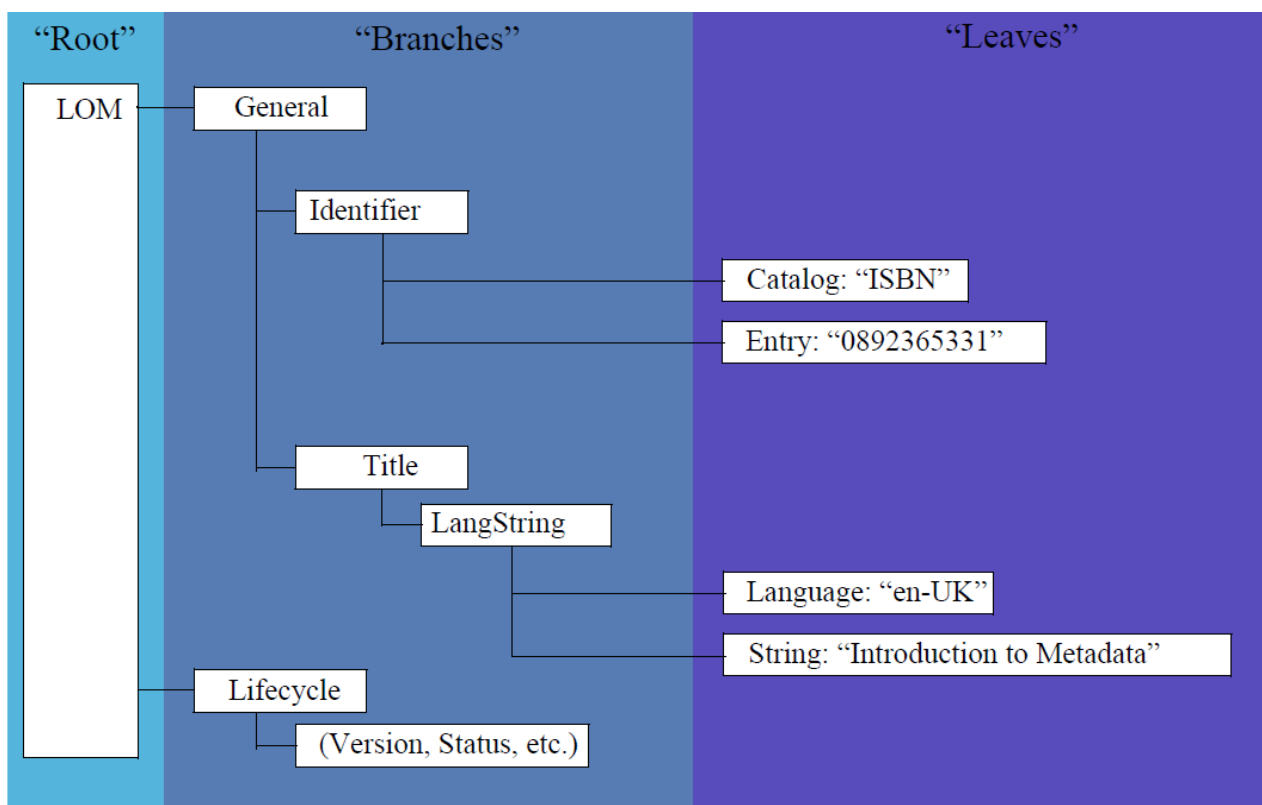
Συνοψίζοντας, η υποδομή του ARIADNE αντιμετωπίζει επαρκώς τη διάθεση των μαθησιακών αντικειμένων, χωρίς, όμως, να παρέχει ούτε το σημασιολογικό υπόβαθρο ούτε τη διακριτή κατηγοριοποίηση στο υλικό της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

3.3 IMS Learning Resource Meta-data

Το IMS Global Learning Consortium είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που αποσκοπεί στη δημιουργία ανοικτών προτύπων με επίκεντρο την εκπαίδευση. Το IMS έχει κάνει μία σύμπραξη με 200 και πλέον οργανισμούς ώστε τα αποτελέσματα των ερευνών του να έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή ανατροφοδότηση και αποδοχή. Η ανοικτή αρχιτεκτονική των προτύπων του τα καθιστά ένα παγκόσμιο αγαθό στο οποίο μπορεί να επέμβει ελεύθερα κάθε συνεργαζόμενος εταίρος.

Το IMS Learning Resource Meta-data [16] (IMS LRM) είναι το αποτέλεσμα της προσπάθειας του οργανισμού να ορίσει ένα ευρέως αποδεκτό πρότυπο για την κατηγοριοποίηση των μεταδεδομένων που αφορούν σε μαθησιακούς πόρους. Στην τελευταία έκδοση 1.3 το πρότυπο ευθυγραμμίστηκε απόλυτα με τα IEEE 1484.12.1-2002 (Standard for Learning Object Metadata [LOMInfo, 02]) και IEEE P1484.12.3 (Standard for Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata [LOMBind, 05]). Ειδικότερα, επισημαίνεται ότι πιθανή αντιστοίχιση με το απλό Dublin Core θα συνεπαγόταν απώλεια πληροφορίας των μεταδεδομένων.

Το IMS LRM ακολουθεί την ιεραρχική και δένδροειδή δομή του IEEE LOM. Συγκεκριμένα, ως ρίζα χρησιμοποιεί το “LOM”, ως κλαδιά τις ιδιότητες των μαθησιακών πόρων και ως φύλλα τις τιμές αυτών των χαρακτηριστικών.



Σχήμα 10: Η δένδροειδής δομή του IMS LRM [16]

Η ομάδα του IMS LRM αποφάσισε να συγκεντρώσει τα σημαντικότερα στοιχεία του IEEE LOM που απαιτούνται για την αναπαράσταση και την κατηγοριοποίηση των μαθησιακών αντικειμένων. Βασικό κριτήριο επιλογής ήταν τα στοιχεία αυτά να λαμβάνουν λεξικολογικές τιμές ή τιμές ταξινόμησης [16].

Στοιχείο	Περιγραφή
general.language	Η ανθρώπινη γλώσσα που χρησιμοποιείται από τον τυπικό χρήστη του πόρου.
classification.purpose [discipline]	Θεματική περιοχή (σημείωση: εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί το general.keywords)
technical.format	Ο τύπος των τεχνικών δεδομένων του πόρου.
educational.learningcontext	Τυπικό είδος μαθητών: η τάξη ή το επίπεδο ικανότητας που απαιτεί συνήθως ένας πόρος (σημείωση: το classification.purpose [Educational Level] μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση του

Στοιχείο	Περιγραφή
	επιπέδου ή την πληροφορία για την τάξη
technical.requirement.Name	Λειτουργικά Συστήματα στα οποία μπορεί να εκτελεστεί ο πόρος (μόνο αν Type='Operating System').
general.aggregationlevel	Το λειτουργικό μέγεθος του πόρου.
classification.purpose[Educational Objectives]	Μαθησιακός στόχος.
educational.learningresourcetype	Το συγκεκριμένο είδος του πόρου (προηγείται το επικρατέστερο)
educational.interactivitytype	Το είδος της διαδραστικότητας που υποστηρίζεται από τον πόρο.
educational.interactivitylevel	Το επίπεδο της διαδραστικότητας ανάμεσα στον τελικό χρήστη και τον πόρο.
educational.intendedenduserrole	Απλός χρήστης του πόρου (προηγείται ο επικρατέστερος)
educational.difficulty	Πόσο δύσκολο είναι να εργαστείς με τον πόρο για το τυπικό ακροατήριο στο οποίο απευθύνεται.
educational.typicallearningtime	Κατά προσέγγιση ή ο τυπικός χρόνος που απαιτεί για να εργαστείς με τον πόρο

Πίνακας 6: Περιγραφή των στοιχείων του IMS LRM

Η λίστα αυτών των στοιχείων είναι αρκετά ικανή να περιγράψει αποτελεσματικά τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειαζόμαστε για έναν μαθησιακό πόρο. Τα στοιχεία αυτά είναι περισσότερο επικεντρωμένα στο τεχνικό μέρος των πόρων, ενώ διαθέτουν ελάχιστη πληροφορία για την παιδαγωγική αξία και χρήση κάθε διακριτού μαθησιακού αντικειμένου. Εν τούτοις, το IMS LRM δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο στην εκπαιδευτική πραγματικότητα της χώρας μας. Όμως, μπορεί να αποτελέσει οδηγό και αρωγό στον σχεδιασμό ενός πλαισίου εφαρμογών που θα αποτυπώνει τις ανάγκες των μαθησιακών αντικειμένων στην Ελληνική εκπαίδευση.

3.4 CanCore

Το Canadian Core (CanCore) Learning Object Metadata Application Profile είναι μια προσπάθεια αρκετών Καναδικών ακαδημαϊκών ιδρυμάτων να δημιουργήσουν ένα πλαίσιο εφαρμογών για τις ανάγκες της Καναδικής εκπαίδευσης με τη φιλοδοξία να τύχει διεθνούς αποδοχής. Οι ιθύνοντες αυτής της προσπάθειας αποφάσισαν να βασιστούν στο ευρέως αποδεκτό IEEE LOM. Κύρια επιδίωξή τους ήταν να απαλλαγούν από την πληθώρα των γνωρισμάτων που χρησιμοποιεί αυτό και να παρακάμψουν την δυσχρηστία και την αμφισημία τους [8].

Από το σύνολο των γνωρισμάτων του LOM διατήρησαν μόλις 48. Στην κατηγορία των εκπαιδευτικών χαρακτηριστικών απέμειναν τα “5.2 Learning Resource Type”, “5.5 Intended End User Role”, “5.6 Context”, “5.7 Typical Range” και “5.11 Language”. Παρατηρούμε ότι αφαιρέθηκαν κρίσιμα στοιχεία όπως τα “5.1 Interactivity Type”, “5.3 Interactivity Level”, “5.4 Semantic Density”, “5.8 Difficulty” και “5.9 Typical Learning Time”.

Αυτή η υπεραπλούστευση του LOM είχε ως κύριο στόχο να προσελκύσει τους κατασκευαστές λογισμικού, προσφέροντας τους μια πιο ευέλικτη και πιο αφαιρετική πλατφόρμα εργασίας. Επίσης, στόχευε στην ενοποίηση δημόσιων και εμπορικών αποθετηρίων υπό την ομπρέλα ενός εκπαιδευτικού υπεραποθετηρίου που θα χρησιμοποιεί το CanCore και θα επιτυγχάνει καθολικότητα σε επίπεδο υλοποίησης με τη χρήση της XML [8].

Η πρωτοβουλία αυτή, όμως, είχε σαν αποτέλεσμα να θυσιαστούν πολύτιμα χαρακτηριστικά των μαθησιακών αντικειμένων, που αναφέρονται κυρίως στην παιδαγωγική και τη διδακτική τους πλευρά. Επομένως, η αξιοποίηση του CanCore για τη δημιουργία ενός ελληνικού εκπαιδευτικού πλαισίου εφαρμογών θα αποτελούσε τροχοπέδη για την πληρότητα της περιγραφής των εκπαιδευτικών πόρων. Αυτό που χρειάζεται να διατηρήσουμε μόνο είναι η λογική της απλότητας, που ακολούθησε η ομάδα ανάπτυξής του.

3.5 ANZ_LOM

Το υπουργείο Παιδείας της Αυστραλίας σε μια αντίστοιχη προσπάθεια με το προαναφερθέν EdNA, δημιούργησε άλλο ένα πλαίσιο εφαρμογών με την επωνυμία ANZ_LOM. Όπως προδίδει η ονομασία του, το ANZ_LOM βασίζεται εξ ολοκλήρου στο IEEE LOM.

Σε πλήρη αντιστοιχία με τον πρόγονό του, έχουν διατηρήσει και τις εννέα κατηγορίες μαζί με όλες τις υποκατηγορίες του IEEE LOM. Η διαφοροποίηση του ANZ_LOM έγκειται στον χαρακτηρισμό κάθε υποκατηγορίας ως υποχρεωτικής, προτεινόμενης, προαιρετικής ή μη προτεινόμενης. Για παράδειγμα το στοιχείο “5.2 Learning resource type” ορίζεται ως υποχρεωτικό, το στοιχείο “5.5 Intended end user role” ως προτεινόμενο, το στοιχείο “5.10 Description” ως προαιρετικό ενώ το στοιχείο “5.3 Interactivity level” ως μη προτεινόμενο [9].

Επομένως, το πρότυπο ANZ_LOM δεν έχει να μας προσφέρει τίποτα περισσότερο από το IEEE LOM, πέρα από την επιπλέον καθοδήγηση για τη χρήση ή μη των συστατικών του σε ό,τι αφορά στις ανάγκες της αυστραλιανής εκπαίδευσης. Για αυτόν τον λόγο δεν κρίθηκε απαραίτητο να το υιοθετήσουμε στο πλαίσιο εφαρμογών που σχεδιάσαμε.

3.6 UK_LOM

Στο Ηνωμένο Βασίλειο υπήρξε μια ανάλογη πρωτοβουλία για τη δημιουργία ενός πλαισίου εφαρμογών που να βασίζεται στο IEEE LOM. Το νέο πλαίσιο εφαρμογών απευθυνόταν σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης από την προσχολική ηλικία μέχρι τη διαβίου μάθηση. Η ιδιαιτερότητά του ήταν η αυξημένη διασυνδεσιμότητα των πλαισίων εφαρμογών και των εκπαιδευτικών αντικειμένων μεταξύ τους. Ως διασυνδεσιμότητα όρισαν “την ικανότητα δύο ή περισσότερων συστημάτων ή συστατικών να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να τις χρησιμοποιούν” (IEEE, 1990).

Σε πρώτο στάδιο προσπάθησαν να ξεχωρίσουν ποια από τα στοιχεία του IEEE LOM είναι απολύτως απαραίτητα για την περιγραφή των μαθησιακών αντικειμένων. Αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία ενός βασικού πυρήνα στοιχείων (UK LOM Core’s Core Element Set). Τα απολύτως απαραίτητα συστατικά του πυρήνα [26] είναι τα:

- 1.1.1 General.Identifier.Catalog
- 1.1.2 General.Identifier.Entry
- 1.2 General.Title
- 1.3 General.Language
- 1.4 General.Description
- 2.3.1 Lifecycle.Contribute.Role
- 2.3.2 Lifecycle.Contribute.Entity
- 2.3.3 Lifecycle.Contribute.Date
- 3.1.1 Metametadata.Identifier.Catalog
- 3.1.2 Metametadata.Identifier.Entry
- 3.2.1 Metametadata.Contribute.Role
- 3.2.2 Metametadata.Contribute.Entity
- 3.2.2 Metametadata.Contribute.Date
- 3.3 Metametadata.Metadata Schema

3.4 Metametadata.Language

4.3 Technical.Location

6.2 Rights.Copyrights and Other Restrictions

6.3 Rights.Description

Οποιοδήποτε αντικείμενο ενταχθεί στο UK LOM υποχρεωτικά πρέπει να διαθέτει τιμή σε όλα τα παραπάνω στοιχεία. Τα υπόλοιπα στοιχεία του IEEE LOM λαμβάνουν τιμή μόνο όταν κρίνεται σκόπιμο. Επίσης, ως καλή πρακτική προτείνεται οι τιμές να λαμβάνονται από κάποια προκαθορισμένα λεξικολογικά πρότυπα ή οδηγίες.

Συμπερασματικά, το UK LOM είναι μια αξιόλογη προσπάθεια στην “ελαστικοποίηση” του IEEE LOM, καθώς επιλέγει ένα περιορισμένο σύνολο στοιχείων του δεύτερου. Δυστυχώς, ο τελικός απολογισμός στερείται των ιδιαίτερων παιδαγωγικών, διδακτικών κι εκπαιδευτικών χαρακτηριστικών που απαιτούν τα μαθησιακά αντικείμενα. Ως εκ τούτου, η χρήση του στη χώρα μας δε θα παρείχε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

3.7 SCORM

Το Sharable Content Object Reference Model (SCORM) δημιουργήθηκε από την πρωτοβουλία Advanced Distributed Learning (ADL) με σκοπό να ενοποιηθούν όλα τα υπάρχοντα πρότυπα για μάθηση από απόσταση και να αποτυπωθούν σε ένα συνολικό [6]. Η τελευταία του έκδοση είναι η SCORM 2004 v4.

Το SCORM μας παρέχει τη δυνατότητα να δημιουργούμε μαθησιακό περιεχόμενο βασισμένο στον ιστό και να το διαμοιράζουμε σε διαφορετικά, αλλά συμβατά με το πρότυπο, συστήματα. Επίσης, φροντίζει για την ανακάλυψη παρόμοιου περιεχομένου και τη διάθεσή του στις οικείες υποδομές. Για την ακρίβεια το SCORM δεν είναι πρότυπο αλλά μια συλλογή από προδιαγραφές βασισμένες σε άλλα βιομηχανικά πρότυπα.

Οι προδιαγραφές του δεν είναι πλήρεις όσον αφορά στις μαθησιακές ιδιαιτερότητες, καθώς στερείται αρκετών παιδαγωγικών και διδακτικών χαρακτηριστικών. Για παράδειγμα δεν διαθέτει αναφορές στα παιδαγωγικά και διδακτικά μοντέλα μάθησης ενός μαθησιακού αντικειμένου.

Το περιεχόμενό του αποτελείται από τα Shareable Content Objects (SCOs) συγκεντρωμένα σε ένα και μόνο πακέτο. Τα SCOs είναι μαθησιακά αντικείμενα με επιπλέον πληροφορίες για τη μετάδοσή τους μέσω οποιουδήποτε συμβατού συστήματος.

Η συνεισφορά του SCORM στην κατασκευή του ελληνικού εκπαιδευτικού πλαισίου εφαρμογών έγκειται στην υιοθέτηση του συγκεντρωτικού του χαρακτήρα. Δηλαδή, η προσπάθεια μας επικεντρώθηκε στη δημιουργία ενός ολοκληρωτικού μοντέλου, που να ενσωματώνει τα κυριότερα χαρακτηριστικά από τα υπάρχοντα πρότυπα. Η έλλειψη αρκετών παιδαγωγικών κι εκπαιδευτικών μεταδεδομένων καθιστά απαγορευτική την αυτούσια χρησιμοποίησή του.

3.8 OBAA

Το έργο Agent Based Learning Objects (OBAA) έχει δημιουργηθεί από τα βραζιλιάνικα πανεπιστήμια Federal University of Rio Grande do Sul και University of Vale dos Sinos. Η βασική τους επιδίωξη ήταν να δημιουργήσουν ένα πρότυπο εφοδιασμένο με τις τεχνικές και λειτουργικές απαιτήσεις για την παραγωγή και διάθεση ψηφιακού περιεχομένου στον ιστό, σε κινητές συσκευές και στην ψηφιακή τηλεόραση με βαρύτητα στις βραζιλιάνικες ιδιαιτερότητες [22].

Το πρότυπο είναι πλήρως συμβατό με το IEEE LOM και πρακτικά αποτελεί μια επέκτασή του. Τα δύο πανεπιστήμια θεώρησαν αναγκαίο να επεκτείνουν δύο από τις εννέα κατηγορίες του LOM αλλά και να προσθέσουν άλλες δύο νέες κατηγορίες. Η λογική πίσω από αυτήν την απόφαση ήταν ότι η χρησιμοποίηση των επεκτάσεων των μεταδεδομένων για τα μαθησιακά αντικείμενα από μόνη της θα απέδιδε μεγάλο βαθμό δυσκολίας στους επίδοξους προγραμματιστές.

Οι κατηγορίες που αποφάσισαν να επεκτείνουν είναι η “4. Technical” και η “5. Educational”. Οι νέες κατηγορίες που προστέθηκαν είναι η “10. Accessibility” και η “11. SegmentInformationTable”.

Τα μαθησιακά αντικείμενα προορίζονται για ένα μεγάλο εύρος διαφορετικών συσκευών, επομένως είναι απαραίτητο όλα να μεταδίδονται και να αναπαράγονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Επειδή αυτό είναι πρακτικά δύσκολο έως αδύνατο να επιτευχθεί, πρόσθεσαν στην κατηγορία “4. Technical” κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά, αντί να τροποποιήσουν τις υπάρχουσες κατηγορίες μεταδεδομένων. Έτσι η λίστα των τεχνικών μεταδεδομένων διαμορφώθηκε όπως παρακάτω, όπου με κόκκινο εμφανίζονται οι νέες προσθήκες:

4.1 Format

4.2 Size

4.3 Location

4.4 Requirement

- 4.4.1 OrComposite
- 4.5 InstallationRemarks
- 4.6 OtherPlatformRequirements
- 4.7 Duration
- 4.8 SupportedPlatform
- 4.9 PlatformSpecificFeatures
 - 4.9.1 PlatformType
 - 4.9.2 SpecificFormat
 - 4.9.3 SpecificSize
 - 4.9.4 SpecificLocation
 - 4.9.5 SpecificRequirement
 - 4.9.6 SpecificInstallationRemarks
 - 4.9.7 SpecificOtherPlatformRequirements
- 4.10 Service
 - 4.10.1 Name
 - 4.10.2 Type
 - 4.10.3 Provides
 - 4.10.4 Essential
 - 4.10.5 Protocol
 - 4.10.6 Ontology
 - 4.10.7 Language
 - 4.10.8 Details

Η εκπαιδευτική κατηγορία, που άπτεται του ιδιαίτερου ενδιαφέροντός μας, δέχτηκε επίσης μερικές επεκτάσεις. Με γνώμονα τον παιδαγωγικό εμπλουτισμό του προτύπου, τα χαρακτηριστικά του διαμορφώθηκαν ως εξής:

- 5.1 InteractivityType
- 5.2 LearningResourceType
- 5.3 InteractivityLevel
- 5.4 SemanticDensity
- 5.5 IntendedEndUserRole
- 5.6 Context
- 5.7 TypicalAgeRange
- 5.8 Difficulty
- 5.9 TypicalLearningTime
- 5.10 Description
- 5.11 Language
- 5.12 LearningContentType
- 5.13 Interaction
- 5.14 DidacticStrategy

Το “LearningContentType” απεικονίζει ακριβώς το παιδαγωγικό περιεχόμενο του μαθησιακού αντικείμενου, λαμβάνοντας μία εκ των τιμών παραγοντικό (factual), ιδεολογικό (concept related), διαδικαστικό (procedural) και συμπεριφορικό (attitudinal). Το “Interaction” αποτυπώνει την αλληλεπίδραση του μαθησιακού αντικείμενου με το χρήστη του περιγράφοντας τους μηχανισμούς που επιτυγχάνεται αυτή. Το “DidacticStrategy” αποτυπώνει όλες εκείνες τις μεθόδους και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να αξιοποιηθεί το μαθησιακό αντικείμενο στη διδασκαλία.

Επειδή το IEEE LOM δεν δίνει έμφαση στην πρόσβαση των ατόμων με ιδιαιτερότητες στα μαθησιακά αντικείμενα, αποφασίσθηκε η προσθήκη της κατηγορίας “10. Accessibility”. Η κατηγορία αυτή αποτελείται από έξι χαρακτηριστικά, τα οποία καταγράφουν πληροφορίες όπως αν το αντικείμενο έχει οπτική ή ακουστική αναπαράσταση, αν έχει υπότιτλους για κωφούς, αν έχει κείμενο ή αν είναι απτικό.

10.1 HasVisual

10.2 HasAuditory

10.3 HasText

10.4 HasTactile

10.5 EarStatement

10.6 EquivalentResource

Τέλος, προστέθηκε η δυνατότητα κατακερματισμού των μαθησιακών αντικειμένων σε περισσότερα μέρη με κριτήρια όπως ο τίτλος του ή η ομάδα στην οποία ανήκει. Έτσι η νέα κατηγορία “11. SegmentInformationTable” διαμορφώθηκε ως εξής:

11. SegmentInformationTable

11.1 SegmentList

11.1.1 SegmentInformation

11.1.1.1 Identifier

11.1.1.2 Title

11.1.1.3 Description

11.1.1.4 Keyword

11.1.1.5 SegmentMediaType

11.1.1.6 Start

11.1.1.7 End

11.2 SegmentGroupList

11.2.1 SegmentGroupInformation

11.2.1.1 Identifier

11.2.1.2 GroupType

11.2.1.3 Title

11.2.1.4 Description

11.2.1.5 Keyword

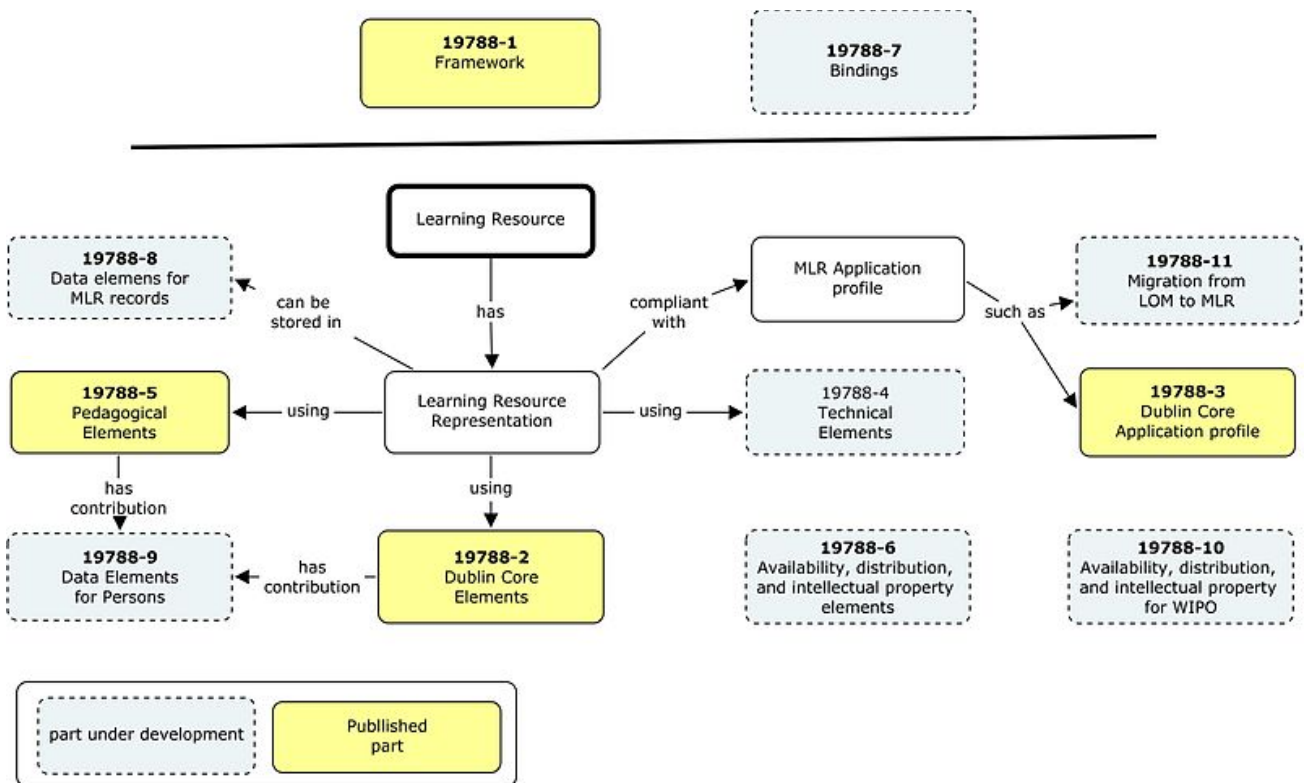
11.2.1.6 Segments

Ακόμα, κάποια από τα μέλη της ομάδας θεώρησαν απαραίτητη τη μεταφορά του προτύπου σε σημασιολογική μορφή για να μπορεί να αναπαραχθεί στον σημασιολογικό ιστό. Έτσι, κατασκεύασαν μια οντολογία σε OWL 2 με τη βοήθεια του Protégé [23], λαμβάνοντας δεδομένα από τα πρότυπα LOM, IMS AccessForAll και OBAA [14].

Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι το OBAA αντιμετωπίζει με μεγαλύτερη προσοχή την εκπαιδευτική, την παιδαγωγική και τη διδακτική πλευρά των μαθησιακών αντικειμένων σε σχέση με το LOM. Αντίθετα, προσδίδει υπερβολική πληροφορία σχετική με τις τεχνικές λεπτομέρειες κάθε αντικειμένου. Συνεπώς, κρίναμε ότι είναι επιτακτικός και ο ακριβέστερος παιδαγωγικός προσδιορισμός των μεταδεδομένων αλλά και η οντολογική προσέγγιση του πλαισίου εφαρμογών μας. Σε σχέση με το OBAA, η συνδυαστική προσέγγιση του Dublin Core με το LOM απέδωσε καλύτερα αποτελέσματα.

3.9 MLR

To “ISO/IEC 19788 Information technology – Learning, education and training – Metadata for Learning Resources” (MLR) δημιουργήθηκε από την ISO/IEC Joint Technical Committee 1. Επιδίωξη του MLR είναι να προσφέρει μεγαλύτερη διασυνδεσιμότητα και συμβατότητα με τα επικρατούντα πρότυπα Dublin Core και IEEE LOM. Ακόμα, επιλύει το σημαντικότερο πρόβλημα της διεθνοποίησης των προτύπων. Το πρότυπο αυτό επιτρέπει σε κάθε χώρα να επιλέξει μόνη της το όνομα για κάθε ένα από τα χαρακτηριστικά που προσφέρει. Οι υπολογιστές θα μπορούν να επικοινωνούν χρησιμοποιώντας τις κωδικοποιημένες ονομασίες των χαρακτηριστικών αυτών [31].



Σχήμα 11: Το μοντέλο του MLR [44]

Τα αποκαλούμενα 'data elements' του MLR κατά τα 'terms' του DCMI είναι της μορφής:

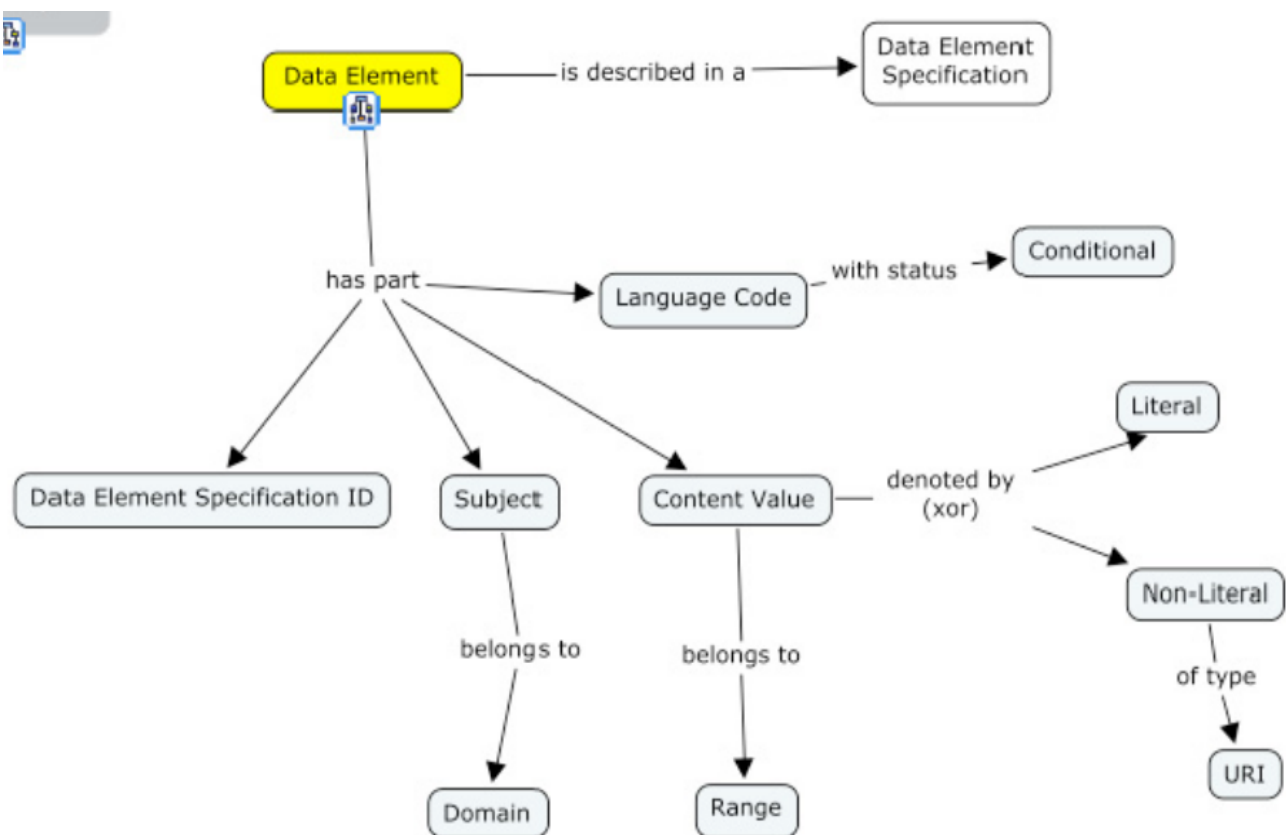
<dataElementSpecificationID, subject, contentValue>

ή

<dataElementSpecificationID, subject, contentValue, languageCode> (Clause 7.1, 19788-1)

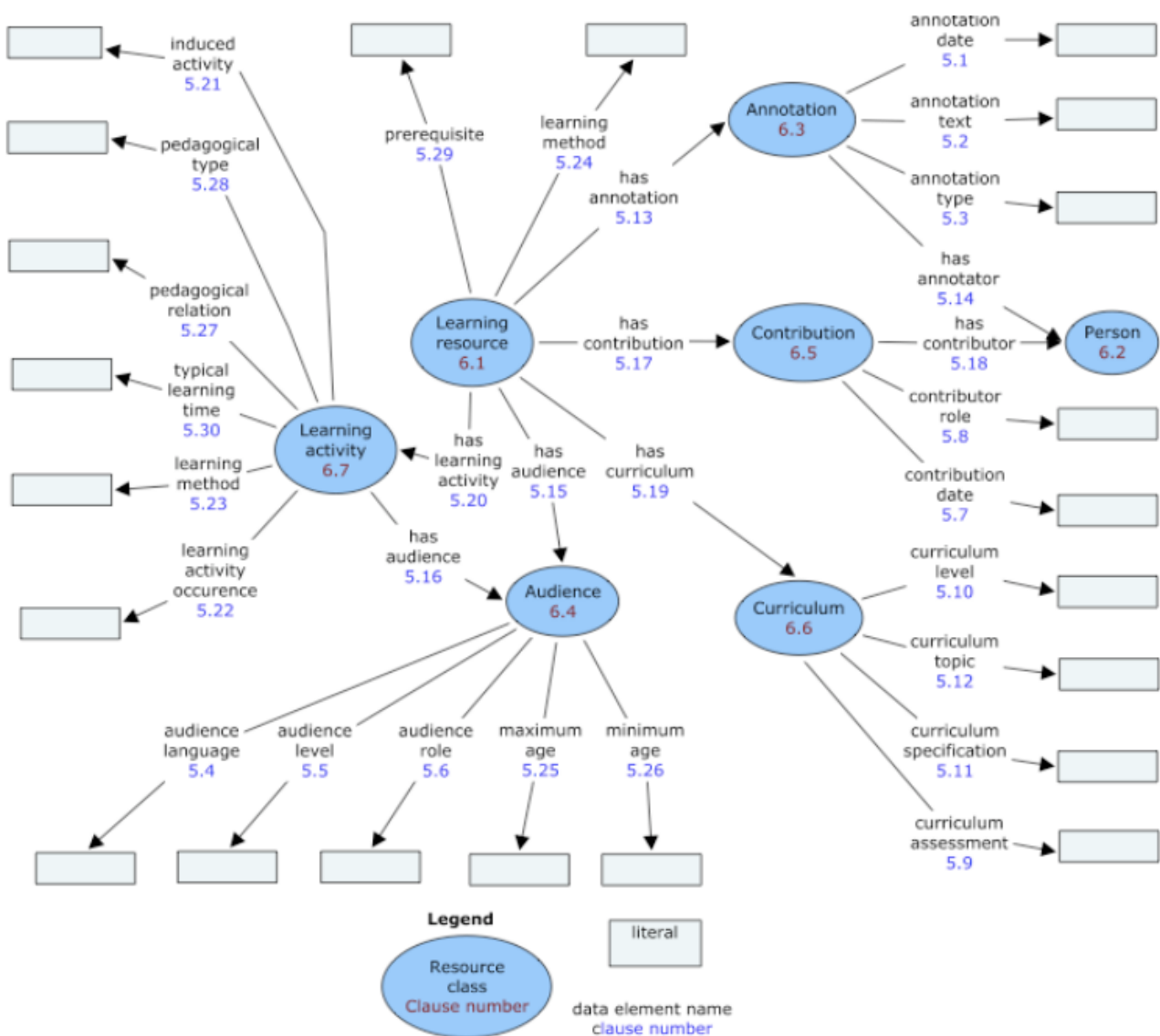
Το MLR εξακολουθεί να χρησιμοποιεί τους ορισμούς του DCMI για τους όρους του. Για να αποφύγει τη σύγχυση με τη χρήση διαφορετικών λεξιλογίων, ακολουθεί την εξής πρακτική:

“όταν μια τιμή από το εκτεταμένο ή το συμπληρωματικό λεξιλόγιο χρησιμοποιείται, τότε χρησιμοποιείται και μία τιμή από το γνήσιο λεξιλόγιο” (19788-1, Clause 12.4, Rule 0050).



Σχήμα 12: Συστατικά των 'data element' ISO/IEC 19788, Annex C, p. 50)

Ειδικά για την παιδαγωγική πλευρά των 'data elements' η ομάδα ISO/IEC JTC1 ανέπτυξε το 19788-5 μέρος. Σε αντίθεση με το DCMI εδώ δεν χρησιμοποιούνται οι ιδιότητες των πόρων, αλλά οι σχέσεις τους με τις τιμές των χαρακτηριστικών. Το γεγονός αυτό προσιδιάζει στη δομή του LOM.



Σχήμα 13: Το διάγραμμα των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών των 'data element' στο ISO/IEC 19788-5 (Appendix C of Part 5)

Η στρατηγική που ακολουθεί το MLR είναι ισοπεδωτική, για να μπορέσει να επιτύχει το συνταίριασμα του DC με το LOM. Αυτό σημαίνει ότι ουσιαστικά συνενώνει τα δύο πρότυπα, διατηρώντας σχεδόν όλα τα στοιχεία τους. Θεωρήσαμε, λοιπόν, ότι η προσπάθεια αυτή, αν και πολλά υποσχόμενη, δεν είναι ακόμα ώριμη για να την υιοθετήσουμε.

3.10 LRMI

Το Learning Resource Metadata Initiative (LRMI) αποτελεί μια ιδιωτική πρωτοβουλία των μηχανών αναζήτησης Google, Bing, Yahoo! και Yandex υπό την σκέπη του Schema.org. Πρόθεσή τους ήταν να δημιουργήσουν μια υποδομή για ευκολότερη και γρηγορότερη πρόσβαση στο πάσης φύσεως εκπαιδευτικό περιεχόμενο και τα μεταδεδομένα του. Την καθοδήγηση αυτού του έργου ανέλαβαν το Association of Educational Publishers και το Creative Commons [43].

Το Schema.org διαθέτει ήδη ένα σχήμα μεταδεδομένων [48] για το ψηφιακό υλικό που κυκλοφορεί στον ιστό. Το LRMI ουσιαστικά αποτελεί μια επέκτασή του προσανατολισμένη στα μαθησιακά αντικείμενα. Η τεχνική του ομάδα κατηγοριοποίησε την απαιτούμενη πληροφορία για την περιγραφή τους στις κατηγορίες “Μαθησιακοί Στόχοι”, “Κοινό” και “Στοχευμένη Χρήση”. Με βάση αυτές πρότεινε την προσθήκη εννέα χαρακτηριστικών στο Schema.org:

Ιδιότητα	Αναμενόμενος Τύπος	Περιγραφή
educationalRole	schema.org/Text	Ο ρόλος που περιγράφει το κοινό στο οποίο απευθύνεται το αντικείμενο (πχ. “μαθητής” ή “καθηγητής”)
educationalAlignment	schema.org/AlignmentObject	Η ταύτιση με κάποιο εδραιωμένο εκπαιδευτικό πρότυπο.
educationalUse	schema.org/Text	Ο εκπαιδευτικός σκοπός χρήσης (πχ. “εργασία για το σπίτι” ή “ομαδική εργασία”)
timeRequired	schema.org/Duration (ISO 8601)	Ο τυπικός χρόνος χρήσης του πόρου για το κοινό στο οποίο προορίζεται (πχ.

		“P1H10M”)
typicalAgeRange	schema.org/Text	Το τυπικό εύρος ηλικιών στο οποίο απευθύνεται ο πόρος (πχ. “16-18”)
interactivityType	schema.org/Text	Ο κυρίαρχος τρόπος μάθησης του πόρου (πχ. “ενεργητική ή μικτή”)
learningResourceType	schema.org/Text	Ο κυρίαρχος τύπος χαρακτηρισμού του πόρου (πχ. “παρουσίαση”)
useRightsUrl	schema.org/URL	Το URL όπου ο ιδιοκτήτης ορίζει τα πνευματικά δικαιώματα και τους όρους χρήσης του πόρου
isBasedOnUrl	schema.org/URL	Ένα URL για κάθε άλλο πόρο πάνω στον οποίο βασίστηκε αυτός ο πόρος

Πίνακας 7: Οι προσθήκες του LRMI στο Schema.org/CreativeWork

Τα μαθησιακά αντικείμενα που εκφράζονται με το LRMI, στη συνέχεια αποθηκεύονται στο Learning Registry. Πρόκειται για μια δικτυακή υποδομή που αναπτύχθηκε από το Αμερικάνικο Υπουργείο Παιδείας και το Αμερικάνο Υπουργείο Άμυνας για την κοινή διάθεση του εκπαιδευτικού περιεχομένου ανάμεσα στις κρατικές υπηρεσίες και τους οργανισμούς.

Έτσι οι εκπαιδευτικοί θα μπορέσουν να έχουν άμεση και γρήγορη πρόσβαση σε χιλιάδες πόρους με την ίδια κωδικοποίηση και με τα ίδια εργαλεία που χρησιμοποιούσαν μέχρι τώρα. Για παράδειγμα ένας δάσκαλος θέλει να εντοπίσει υλικό σχετικά με την “πρόσθεση κλασμάτων”. Κάνοντας τη σχετική αναζήτηση στη μηχανή αναζήτησης Google επιστρέφονται περίπου 20.000 αποτελέσματα. Με τη χρήση του LRMI αυτός ο αριθμός θα περιοριστεί σε μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες αποτελέσματα.

Αντικειμενικά αυτή η πρωτοβουλία των μεγαλύτερων μηχανών αναζήτησης του διαδικτύου αποτελεί μια ισχυρή εναλλακτική στα κυρίαρχα πρότυπα IEEE LOM και Dublin Core. Μειονέκτημά της είναι, όμως, ότι προϋποθέτει εξειδικευμένο τεχνολογικό υπόβαθρο και υποδομές και δεν υπάρχει πρόβλεψη για τη σημασιολογική εξέλιξή του. Ακόμη, το σχήμα μεταδεδομένων του είναι αρκετά αφαιρετικό και μπορεί να υποστεί κάποιες ουσιώδεις προσθήκες σχετικά με το παιδαγωγικό και το διδακτικό τους περιεχόμενο, όπως το επίπεδο δυσκολίας των πόρων που περιγράφουν.

Κεφάλαιο 4

Πλαίσιο Εφαρμογών GrEd

4.1 Εξειδικευμένα πλαίσια εφαρμογών

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να εξετάσουμε ορισμένα απόλυτα στοχευμένα πλαίσια εφαρμογών, καθώς και την πρακτική που ακολουθήθηκε για τον σχεδιασμό τους. Αυτό θα μας βοηθήσει να καταλήξουμε στον τελικό σχεδιασμό του δικού μας πλαισίου εφαρμογών, παρατηρώντας τα προβλήματα σε παραπλήσιες εξειδικευμένες περιπτώσεις.

Η σημαντικότερη προσπάθεια για τη δημιουργία ενός πλαισίου εφαρμογών για την Ελληνική Εκπαίδευση είναι το Φωτόδεντρο [50] από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων (ITYE - Διόφαντος). Πρόκειται για ένα αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων, που χρησιμοποιεί ένα σχήμα μεταδεδομένων βασισμένο αποκλειστικά στο IEEE LOM. Τα μαθησιακά αντικείμενα αποθηκεύονται σε ένα τροποποιημένο ψηφιακό αποθετήριο DSpace [49]. Επομένως, το μοντέλο αυτό δεν χρησιμοποιεί την ευελιξία του Dublin Core και δεν διαθέτει σημασιολογική υλοποίηση.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε δύο πλαίσια εφαρμογών με αγροτικές προεκτάσεις, το FAO's Agricultural Learning Resources Application Profile (FAO Ag-LR AP) και το Rural e-Gov IEEE LOM Application Profile (ReGov LOM) [17]. Τέλος, θα εξετάσουμε ένα Ελληνικό πλαίσιο εφαρμογών για εκπαίδευση από απόσταση.

4.1.1 FAO Ag-LR AP

Το FAO Ag-LR AP αναπτύχθηκε από τον οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της ηλεκτρονικής του πύλης. Στόχος τους ήταν να δημιουργήσουν ένα εύχρηστο πλαίσιο εφαρμογών, ώστε να το αποδεχθούν όλες οι χώρες μέλη του οργανισμού.

Επειδή, οι περισσότεροι μαθησιακοί πόροι του FAO ήταν ήδη κωδικοποιημένοι στο DC και στο Agricultural Metadata Element Set (AgMES), αποφάσισαν να τα αξιοποιήσουν περαιτέρω. Ακόμα, δεν απέκλεισαν το IEEE LOM, λόγω της ευρείας χρήσης του. Έκριναν,

όμως, ότι ήταν αδύνατη η χρησιμοποίηση και των 76 στοιχείων.

Τελικά, επέλεξαν 12 στοιχεία από το DC Metadata Element Set (DCMI-EMS), 7 από το IEEE LOM και τα υπόλοιπα από το AgMES [17]. Επιπλέον, χρειάστηκε να προσθέσουν επιπρόσθετες επεξηγήσεις σε ορισμένα από αυτά τα στοιχεία και ενεργοποίησαν ένα εξειδικευμένο λεξιλόγιο. Για παράδειγμα το πεδίο “Intended End User Role” το περιόρισαν σε συγκεκριμένες επιθυμητές τιμές.

Χωρίς να απαιτείται να υπεισέλθουμε σε περισσότερες λεπτομέρειες, το πνεύμα της πρακτικής αυτής ήταν ο σχεδιασμός ενός πλαισίου εφαρμογών με πολλά επιμέρους κομμάτια από τα δύο επικρατέστερα πρότυπα και αρκετά ακόμα σχεδιασμένα εκ του μηδενός.

4.1.2 ReGov LOM

Ομοίως, το ReGov LOM αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Πληροφορικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και περιγράφει διδακτικούς πόρους για την αγροτική ανάπτυξη στα πλαίσια του προγράμματος Rural-eGov [17].

Χρησιμοποίησαν ως βάση το LOM και χρειάστηκε να εξειδικεύσουν ορισμένα από τα στοιχεία του. Για παράδειγμα, στο στοιχείο “Coverage” όρισαν ως τιμές συγκεκριμένες περιοχές της Ευρώπης που συμμετείχαν στο πρόγραμμα. Μία δεύτερη αλλαγή ήταν να προσθέσουν στο λεξιλόγιο του “Intended End User Role” την τιμή “μαθητής επαγγελματικής εκπαίδευσης” και την τιμή “επαγγελματική εκπαίδευση” στο λεξιλόγιο του “Context”.

Το συμπέρασμα από αυτήν την προσπάθεια είναι ότι και οι δημιουργοί αυτού του πλαισίου εφαρμογών αποφάσισαν να μετατρέψουν ένα ισχυρό πρότυπο, όπως το LOM, σύμφωνα με τις ανάγκες της εφαρμογής τους.

4.1.3 Πλαίσιο εφαρμογών τηλεκπαίδευσης ΕΑΠ

Το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ) κατόπιν σχετικής μελέτης [35] έκρινε ότι τα υπάρχοντα πρότυπα κατηγοριοποίησης των μεταδεδομένων και τα πλαίσια εφαρμογών που προέκυψαν, δεν κάλυπταν τις ανάγκες της εκπαίδευσης και ειδικότερα της εκπαίδευσης από απόσταση. Για να ξεπεράσουν αυτό το εμπόδιο δημιούργησαν ένα νέο

πλαίσιο εφαρμογών βασισμένο ως επί το πλείστον στο IEEE LOM.

Το προτεινόμενο Educational Metadata Schema (EMS) διαθέτει τρεις τροποποιήσεις και τρεις νέες προσθήκες σε χαρακτηριστικά του LOM. Συγκεκριμένα, για το πεδίο “3.1 Format” ορίστηκε νέο λεξιλόγιο εξειδικευμένο στις ανάγκες της τηλεκπαίδευσης, όπως οι τιμές “audio recording, animation, self-running presentation, webcast, video” για τον τύπο “Streaming Media”. Από το πεδίο “4.1 Learning Resource Type” αφαιρέθηκαν οι λεξικολογικές τιμές με τεχνικό περιεχόμενο (πχ. Graph) και προστέθηκαν τιμές όπως “Project”. Στο πεδίο “6.1 Kind” προστέθηκαν δύο νέες σχέσεις, το “supports” και το αντίστροφό του “is supported by”, που εκφράζουν επιπρόσθετους πόρους και το “is alternative type” που εκφράζουν τους όμοιους σε περιεχόμενο αλλά διαφορετικούς σε τεχνική μορφή πόρους.

Επίσης, προστέθηκαν τα νέα στοιχεία “2.1.2.1 Affiliation”, “4.3 Educational Context” και το “4.7 Learning Outcome” με τις υποκατηγορίες “4.7.1 Identifier” και “4.7.2 Description”. Το “2.1.2.1 Affiliation” αποτυπώνει το όνομα του ατόμου που δημιούργησε και ανέπτυξε τον πόρο. Το “4.3 Educational Context” καλύπτει το πραγματικό περιεχόμενο της μαθησιακής διαδικασίας και μπορεί να λάβει τιμές όπως “distance education”. Τέλος το “4.7 Learning Outcome” εκφράζει το μαθησιακό αποτέλεσμα ενός πόρου, ενώ παράλληλα απαιτεί μια ακριβή περιγραφή του περιεχομένου στη φυσική του γλώσσα κι έναν μοναδικό κωδικό βάσει συγκεκριμένου συστήματος κωδικοποίησης.

Επιπλέον, η ομάδα ανάπτυξης στο ΕΑΠ συνειδητοποίησε ότι είναι απαραίτητη η αποτύπωση αυτού του σχήματος σε οντολογική μορφή, για να προλάβουν τις εξελίξεις στον σημασιολογικό ιστό. Αξιοποίησαν το Protégé και την OWL 2 και δημιούργησαν την ιεραρχία των ισότιμων κλάσεων “Contributor, FileFormat, LearningObject, LearningResourceType” με υποκλάσεις τις νέες τους λεξικολογικές τιμές. Οι νέες σχέσεις ανάμεσα στις κλάσεις ορίστηκαν ως data και object properties κατά αντιστοιχία με την οντολογική αναπαράσταση του IEEE LOM [35].

Χωρίς να χρειάζεται να αναφερθούμε σε περισσότερες λεπτομέρειες, η προσέγγιση του ΕΑΠ είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα, γιατί όχι μόνο τροποποίησαν ένα ισχυρό πρότυπο όπως το LOM, αλλά το αποτύπωσαν και οντολογικά. Η μοναδικές μας ενστάσεις είναι ότι δεν αξιοποίησαν τις δυνατότητες και την ευελιξία του Dublin Core και δεν υλοποίησαν κάποια διεπαφή αναζήτησης στην οντολογία.

4.2 Επεκτάσεις Dublin Core

4.2.1 Ενοποίηση Dublin Core με IEEE LOM

Σημαντικές προσπάθειες γίνονται στις μέρες μας για την ενοποίηση των δύο επικρατέστερων προτύπων για την καταγραφή και τη διάδοση των μαθησιακών αντικειμένων, του Dublin Core και του IEEE LOM. Σε μία από αυτές στο Nanyang Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Σιγκαπούρης προσπάθησαν να επεκτείνουν το Dublin Core Metadata Initiative Education Metadata Set (DCMI-EMS) με κάποια από τα στοιχεία του LOM [46].

Τα στοιχεία που επέλεξαν από το DCMI-EMS είναι τα:

- Title
- Creator
- Publisher
- Subject
- Description
- Date
- Type
- Format
- Identifier
- Language
- Relation
- Source
- Coverage
- Rights
- Audience
- Audience.Mediator

- Education Level

Αντίστοιχα τα στοιχεία που επέλεξαν από το LOM είναι τα:

- InteractivityType
- InteractivityLevel
- TypicalLearningTime

Τα Audience και Audience.Mediator έχουν πλέον προστεθεί επίσημα στο DCMI-EMS από την ομάδα του DC-Ed [7].

Επιπρόσθετα, αποφάσισαν να προσθέσουν άλλα δύο στοιχεία, τα “Granularity” και “Reusability”. Το πρώτο αναφέρεται στη δυνατότητα ενός μαθησιακού αντικειμένου να συσχετιστεί με άλλα αντικείμενα σχηματίζοντας πιο σύνθετα και πιο περίπλοκα μαθησιακά αντικείμενα. Το δεύτερο αποτελείται από τα πεδία “Used In”, “Used For” και “Used By” και στοχεύει στην κωδικοποίηση κάθε ψηφιακού περιεχομένου ως μαθησιακού αντικειμένου [46].

Η προσπάθεια αυτή δεν επικεντρώνεται μόνο στην εκπαιδευτική και διδακτική προσέγγιση των μαθησιακών αντικειμένων και σε συνδυασμό με το DC-Ed αποτέλεσαν το καλούπι του σχεδιασμού του πλαισίου εφαρμογών μας.

4.2.2 Το πλαίσιο εφαρμογών DC-Ed

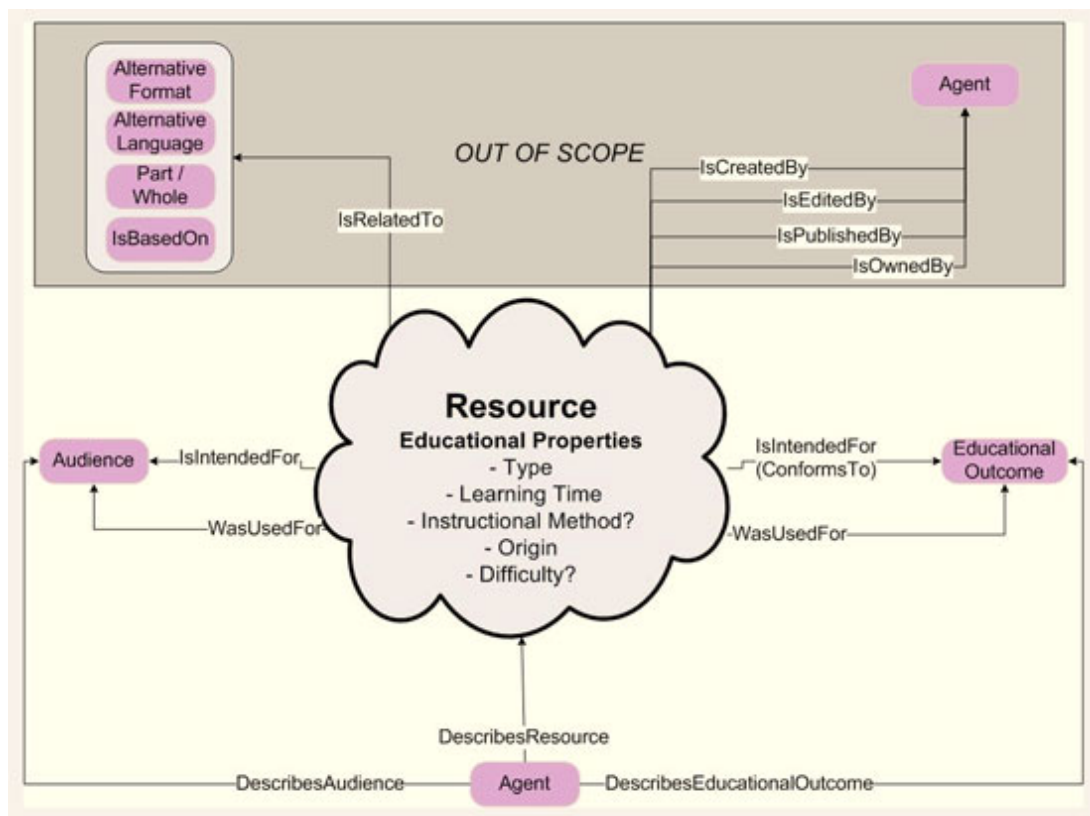
Το Dublin Core Education Application Profile (DC-Ed) είναι μια προσπάθεια της εκπαιδευτικής κοινότητας του Dublin Core να συνδυάσει σχήματα μεταδεδομένων με απώτερο σκοπό τη δημιουργία ενός πλαισίου εφαρμογών προσανατολισμένου στις εκπαιδευτικές ιδιαιτερότητες των μαθησιακών αντικειμένων. Ξεκίνησε το 2004 στη Σανγκάη και σήμερα βρίσκεται στο προσχέδιο της έκδοσης 0,4 [7].

Το πλαίσιο εφαρμογών του DC-Ed ασχολείται με την περιγραφή των διδακτικών και μαθησιακών γνωρισμάτων των διαφόρων πόρων. Ως παραδείγματα εφαρμογής εξετάστηκε η περιγραφή ενός εκπαιδευτικού πόρου, η μετατροπή ενός γενικού πόρου σε εκπαιδευτικό και η ποιότητα των μεταδεδομένων ενός εκπαιδευτικού πόρου.

Επίσης, οφείλει να μεριμνά ώστε η αναζήτηση και η εκπαιδευτική χρήση των πόρων να γίνεται γρήγορα και ανεμπόδιστα. Η επεκτασιμότητα του μοντέλου είναι ακόμα μια

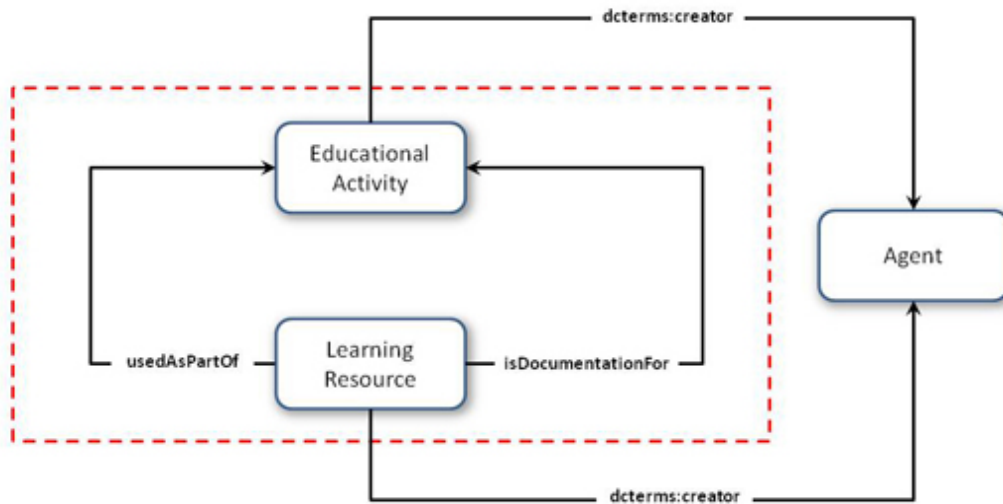
σημαντική παράμετρος, καθώς αυτό προσδίδει ευελιξία σε εκπαιδευτικές κοινότητες με ξεχωριστά χαρακτηριστικά. Κυρίως, όμως, έχει τη δυνατότητα να ενοποιεί τα διαφορετικά σχήματα μορφοποίησης των πόρων, που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές περιοχές ανά τον κόσμο.

Η λογική του μοντέλου έχει απλοποιηθεί σημαντικά σε σχέση με την πρώτη του έκδοση.



Σχήμα 14: Η πρώτη έκδοση του μοντέλου του DC-Ed (2006)

Η παρούσα έκδοση 3c διαθέτει δύο κυρίαρχες οντότητες: την “εκπαιδευτική δραστηριότητα” και τον “μαθησιακό πόρο”. Η εκπαιδευτική δραστηριότητα αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη διδακτική πρακτική που λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένο σχολείο, με συγκεκριμένο εκπαιδευτικό και συγκεκριμένη ώρα (για παράδειγμα η διδασκαλία του δυαδικού συστήματος χρησιμοποιώντας χάρτινες κάρτες σε μορφή παζλ σε μια τάξη του δημοτικού σχολείου). Ο μαθησιακός πόρος αναφέρεται, προφανώς, σε κάθε υλικό που μπορεί να συσχετιστεί με μια εκπαιδευτική δραστηριότητα (για παράδειγμα ένα βιβλίο, μια παρουσίαση ή ένα βίντεο). Όλα αυτά αλληλοσυσχετίζονται μέσω του δημιουργού τους.



Σχήμα 15: Η τελευταία έκδοση του μοντέλου του DC-Ed (2012)

Το DC-Ed διατήρησε τα εξής στοιχεία από το DCMI:

- subject
- relation
 - conformsTo
- type
- audience
 - educationLevel
 - mediator
- instructionalMethod

Επιπλέον, πρόσθεσε τα παρακάτω στοιχεία από το LOM:

- 2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role
- 5.1 Educational.InteractivityType
- 5.3 Educational.InteractivityLevel

- 5.4 Educational.SemanticDensity
- 5.8 Educational.Difficulty
- 5.9 Educational.TypicalLearningTime
- 5.11 Educational.Language

Η ομάδα του DC-Ed σχεδίασε ένα ενοποιημένο λεξιλόγιο για την κωδικοποίηση των στοιχείων του. Αυτό το μοντέλο αποτέλεσε τον κορμό του σχεδιασμού του πλαισίου εφαρμογών μας, καθώς μας παρέχει την απαραίτητη πληρότητα και ευελιξία, ώστε να το διαμορφώσουμε σύμφωνα με τις ανάγκες της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη χώρα μας. Παράλληλα το αποτυπώσαμε με σημασιολογικό περιεχόμενο για να συμβαδίζουμε με τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στον παγκόσμιο ιστό.

4.3 Το πρότυπο OAI-PMH

Το Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH) είναι ένα ανεξάρτητο πρωτόκολλο για τη συγκομιδή μεταδεδομένων [15]. Το πρωτόκολλο αυτό αποτελείται από τους “Πάροχους Δεδομένων” και τους “Πάροχους Υπηρεσιών”. Ένας πάροχος δεδομένων διαχειρίζεται τα μεταδεδομένα, που έχουν μορφοποιηθεί με το OAI-PMH, ενώ ένας πάροχος υπηρεσιών χρησιμοποιεί τα μεταδεδομένα για την προσφορά επιπρόσθετων υπηρεσιών.

Το OAI-PMH χρησιμοποιείται ευρύτατα για την μετάδοση και τη μεταφορά των μεταδεδομένων. Ουσιαστικά ένας πελάτης συγκομιδής (harvester) αποστέλλει αιτήματα στην κωδικοποίηση του πρωτοκόλλου κι ένα αποθετήριο (repository) αναλαμβάνει να τα εξυπηρετήσει. Το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι στερείται σημασιολογικού περιεχομένου και τα μεταδεδομένα είναι αποκλεισμένα από τον σημασιολογικό ιστό.

4.4 Το προτεινόμενο πλαίσιο εφαρμογών του GrEd

Πρωταρχικός μας στόχος ήταν να δημιουργήσουμε ένα πλαίσιο εφαρμογών βασισμένο σε ευρέως αποδεκτά και διεθνή πρότυπα. Όπως προαναφέρθηκε, ασχοληθήκαμε κυρίως με την πρωτοβουλία του DC-Ed συνεπικουρούμενης από το IEEE LOM πρότυπο. Επιπλέον, για την πληρέστερη περιγραφή της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας βαθμίδας της εκπαίδευσης στην Ελλάδα προσθέσαμε εκείνες τις σχέσεις, που δεν υπήρχαν, είτε αυτούσιες είτε κατόπιν τροποποίησης στα παραπάνω πρότυπα. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του πλαισίου ήταν επιλογή μας να περιοριστεί σε μια κατηγορία μαθημάτων που να αφορά μια συγκεκριμένη επιστήμη κι εν προκειμένω την Επιστήμη των Υπολογιστών, έτσι ώστε στο μέλλον να μπορέσει να εμπλουτιστεί με όλα τα μαθήματα των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών. Για την κατηγοριοποίηση των υποενοτήτων της Πληροφορικής καταλήξαμε και χρησιμοποιήσαμε την IEEE ACM taxonomy [36].

Εν συνεχεία απευθυνθήκαμε σε καθηγητές Πληροφορικής σε δημοτικά σχολεία, γυμνάσια και λύκεια με την τακτική της αδόμητης συνέντευξης. Σε αυτήν την δραστηριότητα αποδείχθηκε καθοριστική η παράλληλη εργασία μου σε σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης, πήραμε συνέντευξη από το σύμβουλο Πληροφορικής Ανατολικής Κρήτης Δρ. Πανσεληνά Γεώργιο, η συμβολή του οποίου ήταν καίρια στον τελικό σχεδιασμό του πλαισίου εφαρμογών.

Η συντριπτική πλειοψηφία των καθηγητών καθώς και ο σχολικός σύμβουλος μας επεσήμαναν ότι η σχεδιαζόμενη υποδομή θα πρέπει να είναι λιτή και να απευθύνεται σε αρχάριους χρήστες υπολογιστών και νέων τεχνολογιών (μαθητές, δάσκαλους, καθηγητές). Επιπλέον, θα πρέπει να είναι επικεντρωμένη στο παιδαγωγικό κομμάτι των διδασκόμενων μαθημάτων και να παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να έχει άμεση πρόσβαση στα μαθησιακά αντικείμενα.

Η βασική λειτουργικότητα της εν λόγω υποδομής θα πρέπει να περιορίζεται στη διαδικασία αναζήτησης από όλους τους χρήστες με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Επιπρόσθετα εξαιρετικά χρήσιμη θα ήταν η δυνατότητα εισαγωγής μεταδεδομένων εκπαιδευτικών πόρων από όλους ή μόνο από πιστοποιημένους χρήστες. Ως μελέτη περίπτωσης αναφέρθηκε η αναζήτηση αντικειμένων όχι με βάση το όνομα ή τον δημιουργό

τους, αλλά με βάση παιδαγωγικά και διδακτικά κριτήρια.

Για έναν καθηγητή Πληροφορικής, για παράδειγμα, θα ήταν ενδιαφέρον να μπορεί να αναζητήσει υλικό που να σχετίζεται με τα “Δίκτυα” σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Είτε να μπορέσει να συγκεντρώσει όλες τις παρουσιάσεις που είναι διαθέσιμες για τη Γ' Λυκείου. Ή ακόμα να προσθέσει ένα βίντεο που δημιούργησε για ένα μάθημα της Β' Γυμνασίου. Είτε να αναζητήσει όλα τα μαθησιακά αντικείμενα, που μπορούν να διδαχθούν σε μισή ώρα.

Για έναν μαθητή θα ήταν χρήσιμο να μπορεί να αναζητά όλο το υλικό για μια συγκεκριμένη παράδοση μαθήματος. Ή να μπορεί να βρίσκει μια σύντομη ανακεφαλαίωση της περσινής ύλης. Είτε, ακόμη, να μελετήσει όλο το υλικό για την τάξη στην οποία φοιτά.

Ακολουθώντας αυτές τις οδηγίες, λοιπόν, αποφασίσαμε να αξιοποιήσουμε το μεγαλύτερο ποσοστό των χαρακτηριστικών του DC-Ed [7] της ομάδας του Dublin Core. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήσαμε το στοιχείο “subject” για να ορίσουμε το θέμα του μαθησιακού αντικειμένου. Χρησιμοποιήσαμε το στοιχείο “type” για να περιγράψουμε τη φύση ή το είδος του αντικειμένου, επιλέγοντας μια τιμή από τις collection, dataset, event, image, interactive resource, moving image, physical object, service, software, sound, still image και text.

Επίσης, το στοιχείο “audience” μας βοήθησε να ορίσουμε την οντότητα για την οποία προορίζεται ή είναι χρήσιμο το μαθησιακό αντικείμενο, επιλέγοντας μία από τις τιμές teacher, author, learner και manager. Με το στοιχείο “educationLevel” περιγράψαμε το επίπεδο των μαθητών στους οποίους απευθύνεται το αντικείμενο αυτό με τη χρήση ελεύθερου κειμένου και αντίστοιχα διατηρήσαμε το “mediator” για πιθανή επέκταση του μοντέλου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, καθώς περιγράφει την οντότητα που μεσολαβεί για την παροχή κάποιου μαθησιακού αντικειμένου και δεν βρίσκει άμεση εφαρμογή στην Ελληνική πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ακόμα, χρησιμοποιήσαμε το στοιχείο “instructionalMethod” για την περιγραφή της διδακτικής μεθόδου των μαθησιακών αντικειμένων με τη βοήθεια ελεύθερου κειμένου.

Σε αντίθεση με το DC-Ed παραλείψαμε το στοιχείο “conformsTo”, ώστε να μην περιορίσουμε τα αντικείμενα σε συγκεκριμένα αυστηρά πρότυπα. Ακόμα διατηρήσαμε τα στοιχεία “Creator” , “Contributor” και “Publisher” για τους ιδιαίτερους εκπαιδευτικούς ρόλους των ατόμων που συνεισφέρουν στα μαθησιακά αντικείμενα καθώς και το

“Language” για την επίσημη γλώσσα του αντικειμένου. Τέλος, προσθέσαμε το στοιχείο “Identifier” για την παροχή της φυσικής διεύθυνσης του μαθησιακού αντικειμένου. Σε όλα τα στοιχεία του DCMI δεν υπάρξει λεξικολογικός περιορισμός, αλλά προτείνεται η χρήση του αντίστοιχου λεξιλογίου στο LOM, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά.

Το IEEE LOM έχει αυστηρές προδιαγραφές και απαράβατους κανόνες. Οι τιμές των σχέσεων του καλύπτονται αυστηρά και αποκλειστικά από συγκεκριμένο λεξιλόγιο. Σε μερική ταύτιση με το DC-Ed αποφασίσαμε να διατηρήσουμε εκείνα τα στοιχεία του LOM για τα οποία δεν υπάρχουν ισοδύναμα στο DCMI. Έτσι διατηρήσαμε το “Educational.InteractivityType” που λαμβάνει μία εκ των τιμών active, expositive και mixed και περιγράφει τον τύπο διαδραστικότητας του μαθησιακού αντικειμένου. Το “Educational.InteractivityLevel” που λαμβάνει μία από τις τιμές very low, low, medium, high, very high περιγράφει το επίπεδο διαδραστικότητας. Το “Educational.SemanticDensity”, που παίρνει μία τιμή από τις very low, low, medium, high, very high, περιγράφει τη σημασιολογική πυκνότητα του αντικειμένου. Το “Educational.Difficulty”, που παίρνει τιμές από τις very easy, easy, medium, difficult, very difficult, σηματοδοτεί τη δυσκολία κατανόησης του μαθησιακού αντικειμένου. Τέλος το “Educational.TypicalLearningTime” λαμβάνει τιμές σύμφωνα με την κωδικοποίηση “PT22H20M30S”, που σημαίνει ότι η διάρκεια διδασκαλίας του μαθησιακού πόρου είναι 22 ώρες, 20 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα.

Ο τελικός πίνακας των στοιχείων του πλαισίου εφαρμογών μας και η μεταξύ τους αντιστοιχία [7] παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Στοιχείο DCMI	Στοιχείο IEEE LOM	Ορισμός DCMI
subject	1.5:General:Keyword ή 9:Classification με 9.1:Classification.Purpose = 'Discipline' ή 'Idea'.	Το θέμα του πόρου
type	5.2:Educational.LearningResourceType	Η φύση ή το είδος του πόρου
λεξιλόγιο (ενδεικτικά): collection, dataset, event, image, interactive	λεξιλόγιο: exercise, simulation, questionnaire, diagram, figure, graph, index, slide,	

Στοιχείο DCMI	Στοιχείο IEEE LOM	Ορισμός DCMI
resource, moving image, physical object, service, software, sound, still image, text	table, narrative text, exam, experiment, problem statement, self assessment, lecture	
audience	<i>5.5: Educational.IntendedEndUserRole</i> λεξιλόγιο: Teacher; Author; Learner; Manager	Μια οντότητα για την οποία προορίζεται ή είναι χρήσιμος ο πόρος
audience <i>μετεξέλιξη:</i> educationLevel	<i>5.6: Educational.Context</i> λεξιλόγιο: school, higher education, training, other	Μια γενική πρόταση που περιγράφει το εκπαιδευτικό ή διδακτικό περιεχόμενο. Εναλλακτικά, μια λεπτομερέστερη πρόταση της κατάστασης του ακροατηρίου με όρους την πρόοδό τους σε σχέση με κάποιο εκπαιδευτικό ή διδακτικό περιεχόμενο.
audience <i>μετεξέλιξη:</i> mediator	<i>5.5: Educational.IntendedEndUserRole</i> λεξιλόγιο: Teacher; Author; Learner; Manager	Μια οντότητα που μεσολαβεί στην πρόσβαση στον πόρο και για την οποία ο πόρος προορίζεται ή είναι χρήσιμος.
instructionalMethod	Δεν υπάρχει ισοδύναμο αλλά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τα: <i>5.10: Educational.Description:</i> Σχόλια στον τρόπο χρήσης του εκπαιδευτικού αντικειμένου ή <i>9: Classification</i> με ένα λεξικογραφικό όρο περιορισμένης χρήσης για το <i>9.1: ClassificationPurpose</i> .	Αυτό το στοιχείο περιλαμβάνει τρόπους παρουσίασης του διδακτικού υλικού ή εκπόνησης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, σχέδια μαθητή – μαθητή και μαθητή – δασκάλου αλληλεπιδράσεων και μηχανισμούς μέτρησης ατομικών και ομαδικών επιπέδων μάθησης. Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν όλες τις

Στοιχείο DCMI	Στοιχείο IEEE LOM	Ορισμός DCMI
		πτυχές των διδακτικών και μαθησιακών διαδικασιών από το σχεδιασμό και την υλοποίηση μέχρι την αξιολόγηση και την ανατροφοδότηση.
Creator	2.3.1 LifeCycle.Contribute.Role	Ο δημιουργός, ο εκδότης και οι συνεισφέροντες σε ένα εκπαιδευτικό αντικείμενο.
Publisher	<i>λεξιλόγιο:</i> author, publisher, unknown, initiator, terminator, validator, editor, graphical designer, technical implementer, content provider, technical validator, educational validator, script writer, instructional designer, subject matter expert.	
OtherContributor		
	5.1:Educational.InteractivityType	
	<i>λεξιλόγιο:</i> active, expositive, mixed.	
	5.3:Educational.InteractivityLevel	
	<i>λεξιλόγιο:</i> very low, low, medium, high, very high.	
	5.4:Educational.SemanticDensity	
	<i>λεξιλόγιο:</i> very low, low, medium, high, very high.	
	5.8:Educational.Difficulty	
	<i>λεξιλόγιο:</i> very easy, easy, medium, difficult, very difficult.	

Στοιχείο DCMI	Στοιχείο IEEE LOM	Ορισμός DCMI
Format μετεξέλιξη: Extent	5.9:Educational.TypicalLearningTime τιμές της μορφής PT22H20M30S	Υπερσύνολο της διάρκειας διδασκαλίας
Language λεξιλόγιο (ενδεικτικά): (el, en, ...)	5.11:Educational.Language λεξιλόγιο: el, en,...	Η γλώσσα του πόρου
identifier	1.1:General.Identifier ή 3.1:Meta-Metadata.Identifier ή 7.2.1:Relation.Resource.Identifier [40]	Δηλώνει τη διεύθυνση (URL) όπου βρίσκεται ο πόρος
relation	7.1 Relation.Kind με τιμή "isPartOf"	Περιγραφεί διάφορα είδη σχέσεων με άλλα αντικείμενα, όπως "requires", "references" και "isFormatOf"
Δεν χρησιμοποιήθηκαν		

Πίνακα 8: Τα στοιχεία της οντολογίας του GrEd

Επειδή τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι "ταξοκεντρικά", δηλαδή δηλώνονται με βάση την τάξη στην οποία φοιτά ο μαθητής, κρίθηκε αναγκαίο να προστεθεί ένα επιπλέον χαρακτηριστικό που να δηλώνει ευθέως τη συγκεκριμένη τάξη στην οποία μπορεί να διδαχθεί κάποιο μαθησιακό αντικείμενο. Το στοιχείο αυτό το ονομάσαμε "isTaughtAt" και καλύπτει το κενό των IEEE-LOM και Dublin Core στην άμεση δήλωση της σχολικής τάξης, αντί για προσδιορισμό της μέσω της ηλικίας του μαθητή και του τύπου του σχολείου. Επιπρόσθετα, χρειάστηκε να ενεργοποιήσουμε το στοιχείο "isPartOf" του LOM, για να αποτυπώσουμε καλύτερα τη σύνδεση κάθε μαθησιακού αντικειμένου με τα επιστημονικά πεδία με τα οποία συσχετίζεται.

Κεφάλαιο 5

Η οντολογία του GrEd

Για το σχεδιασμό της οντολογία μας βασιστήκαμε στην ανατροφοδότηση από το διδακτικό προσωπικό των σχολείων. Χρησιμοποιήσαμε το Protégé ως το κορυφαίο πρόγραμμα σχεδιασμού οντολογιών σε μορφή OWL-DL, το οποίο ενσωματώνει αρκετά εργαλεία συλλογιστικής οντολογιών (reasoning) όπως το FaCT++.

5.1 Protégé

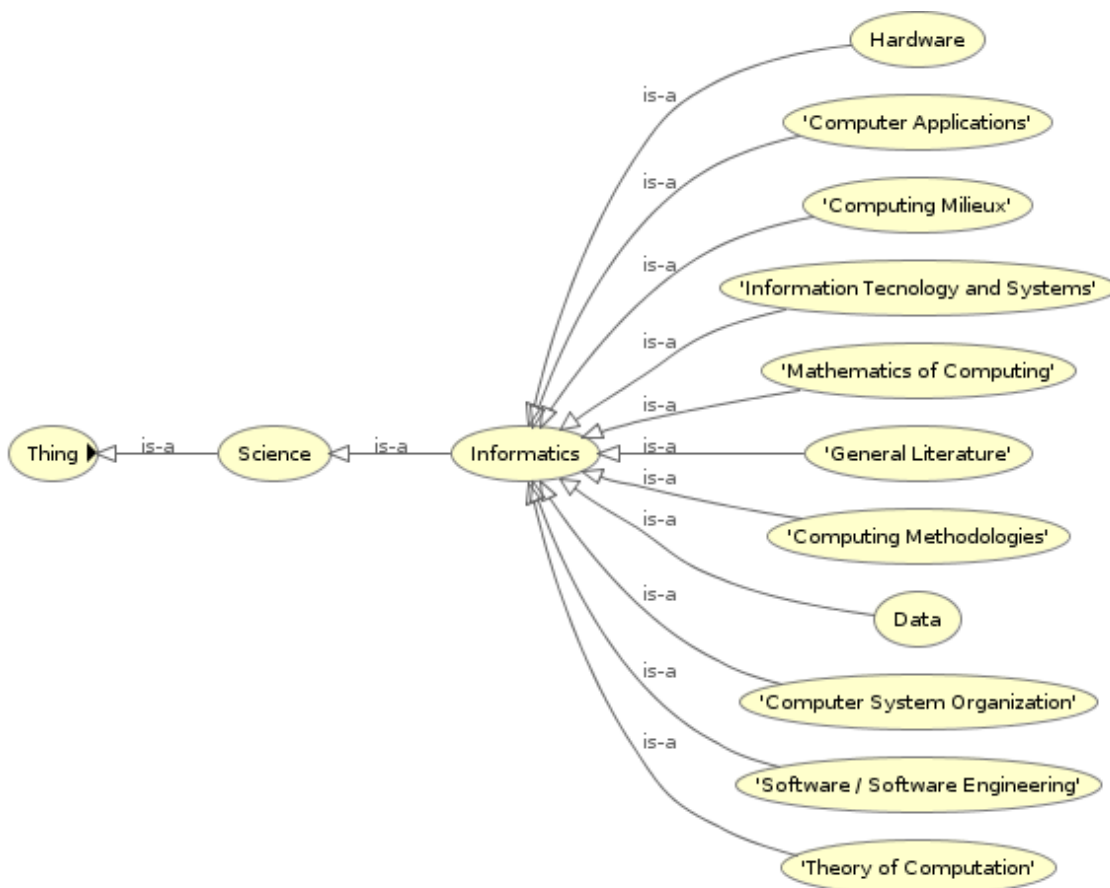
Το Protégé είναι ένα εργαλείο επεξεργασίας οντολογιών, που αναπτύχθηκε από το πανεπιστήμιο του Stanford [23]. Πρόκειται για το κορυφαίο περιβάλλον σχεδιασμού και ανάπτυξης οντολογιών και βρίσκεται υπό συνεχή εξέλιξη (έκδοση beta 5.0 στις 27 Αυγούστου 2014). Είναι ανοικτό κι ελεύθερο λογισμικό, που δημιουργήθηκε με την πανίσχυρη γλώσσα προγραμματισμού Java.

Υποστηρίζει όλες τις προδιαγραφές της OWL 2 και της RDF σύμφωνα με το World Wide Web συμπόσιο με συμβατότητα προς τα πίσω. Η διαφορά του σε σχέση με τα υπόλοιπα εργαλεία επεξεργασίας γνωσιακών βάσεων είναι κυρίως η απλότητα της διεπαφής του. Επίσης, επιδέχεται την προσθήκη πολλών επεκτάσεων, όπως το πρόσθετο συλλογιστικής οντολογιών (reasoner) FaCT++. Τέλος, διακρίνεται για την ιδιαίτερα αποτελεσματική διαχείριση της μνήμης, καθώς φορτώνει μόνο τις απαραίτητες δομές (frames) κατά το δοκούν.

5.2 Η οντολογία

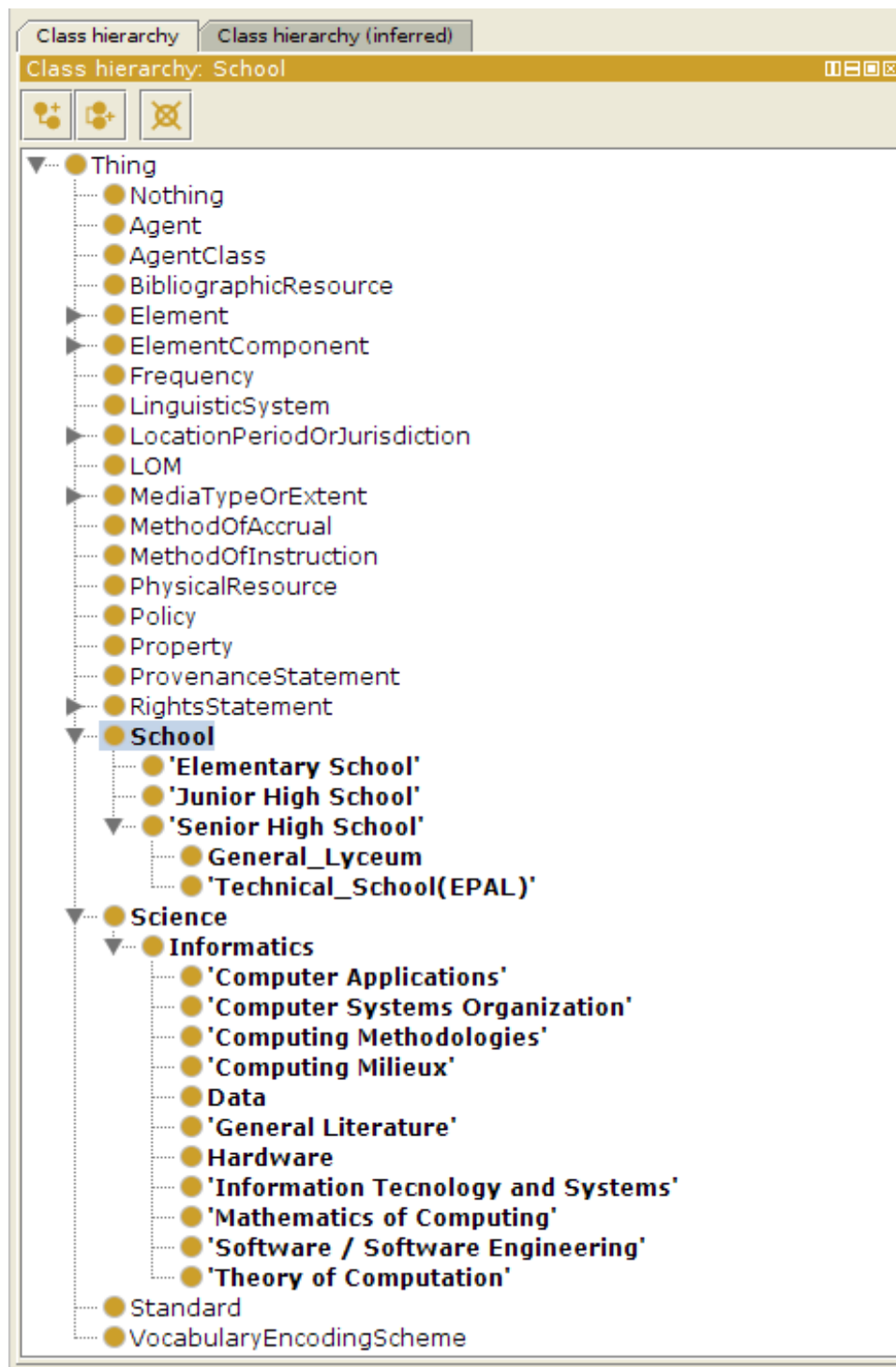
Το αρχικό και το σημαντικότερο βήμα για τη δημιουργία της οντολογίας ήταν να δηλώσουμε στο Protégé την κλάση που εμπεριέχει το πεδίο των μαθημάτων, για τα οποία υλοποιήσαμε το πλαίσιο εφαρμογών. Έτσι, προσθέσαμε την κλάση “Science” και ορίσαμε μία υποκλάση με όνομα “Informatics”. Κάτω από την υποκλάση αυτή τοποθετήσαμε όλες τις άλλες υποκλάσεις της Πληροφορικής με βάση την IEEE ACM taxonomy, δηλαδή τις

“Computer Applications”, “Computer Systems Organization”, “Computing Methodologies”, “Computing Milieux”, “Data”, “General Literature”, “Hardware”, “Information Technology and Systems”, “Mathematics of Computing”, “Software/Software Engineering” και “Theory of Computation”.



Σχήμα 16: Η κλάση “Science” της οντολογίας του GrEd

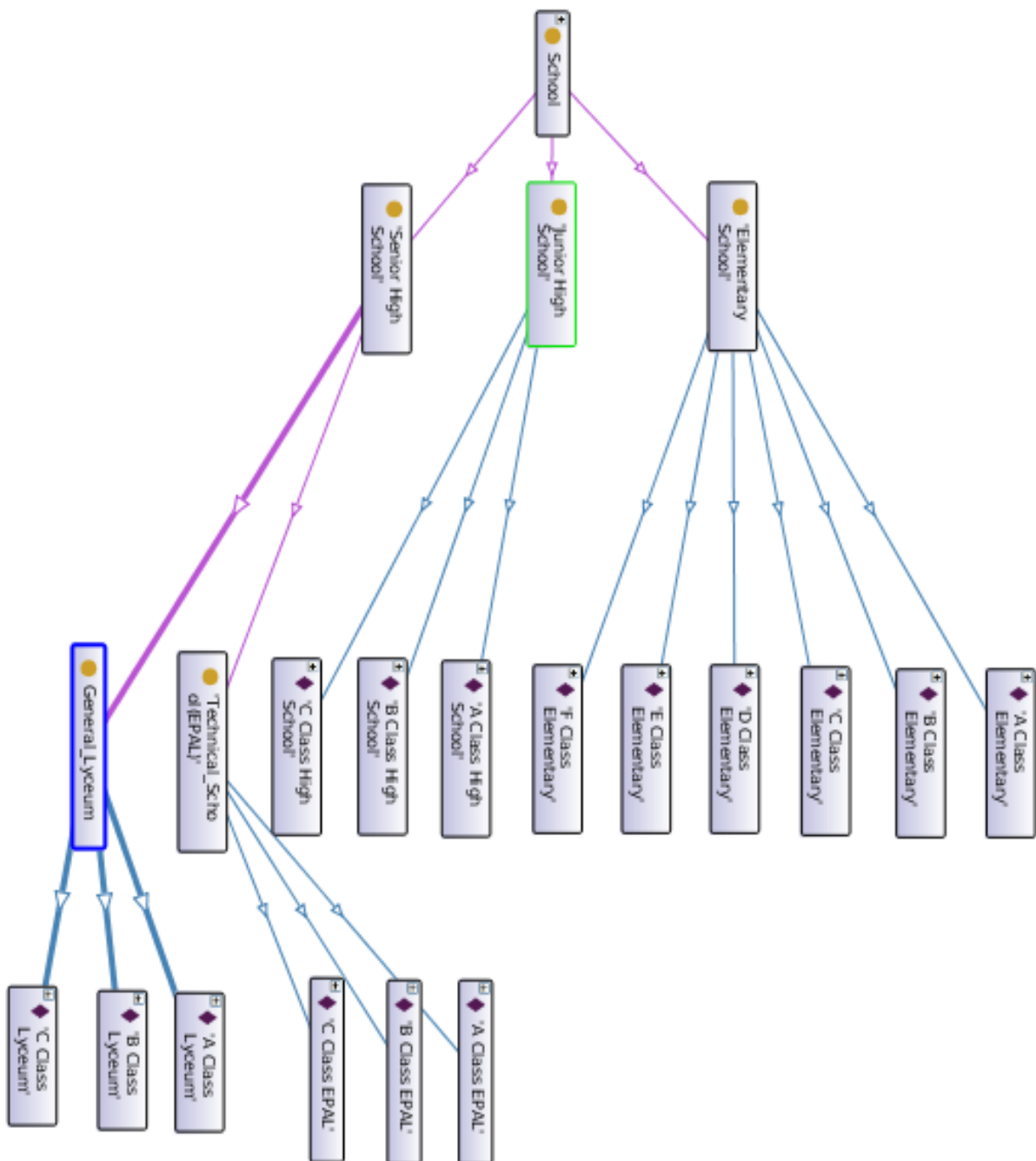
Επιπλέον, για να μπορέσουμε να συσχετίσουμε τα μαθήματα με τις τάξεις στις οποίες διδάσκονται, ορίσαμε την κλάση “School” και κάτω από αυτήν τις υποκλάσεις “Elementary School”, “Junior High School” και “Senior High School”. Η τελευταία κλάση έχει ακόμα μια κατηγοριοποίηση με τις δύο υποκλάσεις “Technical_School” (ΕΠΑΛ) και “General_Lyceum”.



Σχήμα 17: Όλες οι κλάσεις με τις υποκλάσεις τους

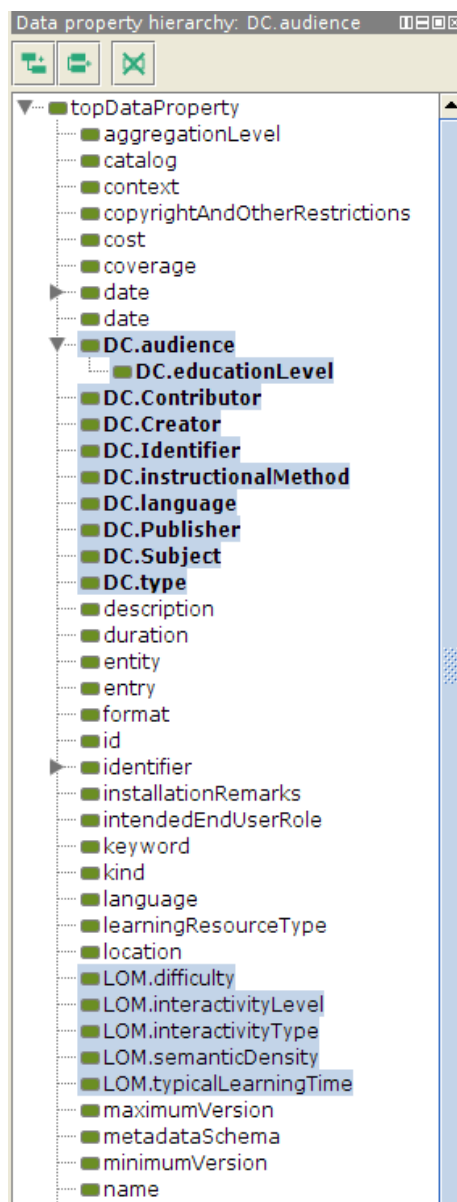
Οι τάξεις σε κάθε τύπο σχολείου έγιναν εισαγωγή με την μορφή των individuals για να τοποθετηθούν στο χαμηλότερο επίπεδο της οντολογίας και για να μπορέσουν να

συσχετιστούν μεταξύ τους και με άλλα στιγμιότυπα με τη βοήθεια των object και data properties της οντολογίας.



Σχήμα 18: Η κλάση “School” της οντολογίας του GrEd

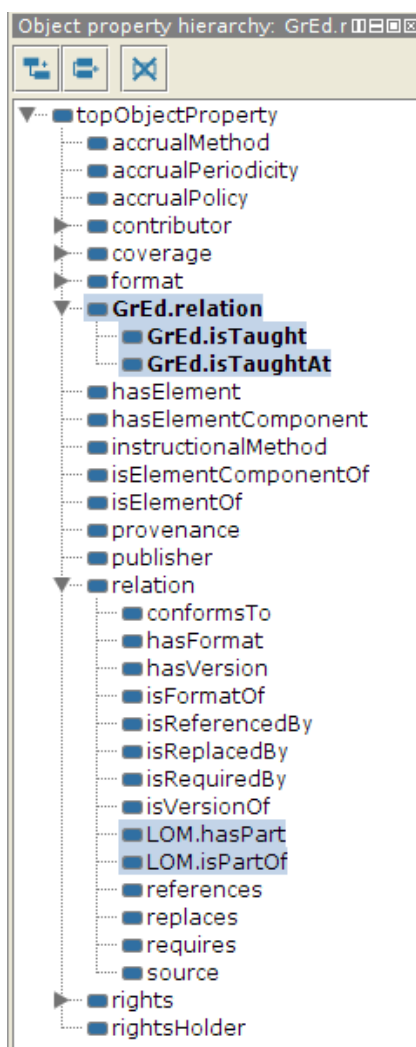
Το Dublin Core παρουσιάζει ιδιαίτερη ευελιξία στα χαρακτηριστικά του και για αυτόν τον λόγο οι δημιουργοί του προτείνουν αυτά να εισάγονται στο Protégé με την μορφή των annotation properties. Με αυτόν τον τρόπο όμως δε συμμετέχουν ενεργά στην οντολογία, αλλά παρέχουν απλά επιπλέον πληροφόρηση για τις οντότητες με τη μορφή σχολίων. Συνεπώς, προτιμήσαμε να εισάγουμε τα χαρακτηριστικά του DC, τα οποία αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε στην οντολογία μας, με τη μορφή των data properties. Τα data properties αναφέρονται στις “literal” τιμές που μπορούν να πάρουν οι οντότητες μιας οντολογίας. Για να διακρίνουμε τις σχέσεις που προέκυψαν από το DC, τις ονοματίσαμε με το αρκτικόλεξο “DC”.



Σχήμα 19: Τα data properties της οντολογίας

Το IEEE LOM έχει αυστηρότερους κανόνες και δεν αφήνει περιθώρια ελιγμών. Έτσι, κάποια από τα στοιχεία του μπορούν να εισαχθούν ως object properties, ενώ τα υπόλοιπα ως data properties. Τα object properties αναφέρονται στις αλληλοσυσχετίσεις ανάμεσα στις οντότητες μιας οντολογίας. Σε αυτήν την κατηγορία συνεχίσαμε το ίδιο σύστημα ονοματοδοσίας με τα αρχικά “LOM” για αυτό το πρότυπο, ενώ προσθέσαμε και δύο επιπλέον σχέσεις με αρκτικόλεξο το “GrEd” από το όνομα του πλαισίου εφαρμογών μας.

Η σχέση “GrEd.isTaughtAt” χαρακτηρίζει τα μαθησιακά αντικείμενα με βάση τις τάξεις στις οποίες μπορούν να διδαχθούν, ενώ η σχέση “GrEd.isTaught” είναι η αντιστροφή της και χρησιμοποιείται για την επίτευξη συμμετρίας στην οντολογία. Όπως προαναφέρθηκε, διατηρήσαμε τη σχέση “LOM.isPartOf” και την αντίστροφή της “LOM.hasPart” για να κατατάξουμε το αντικείμενο στον αντίστοιχο επιστημονικό τομέα. Τις σχέσεις αυτές το LOM τις ορίζει ως object properties.



Σχήμα 20: Τα object properties της οντολογίας του GrEd

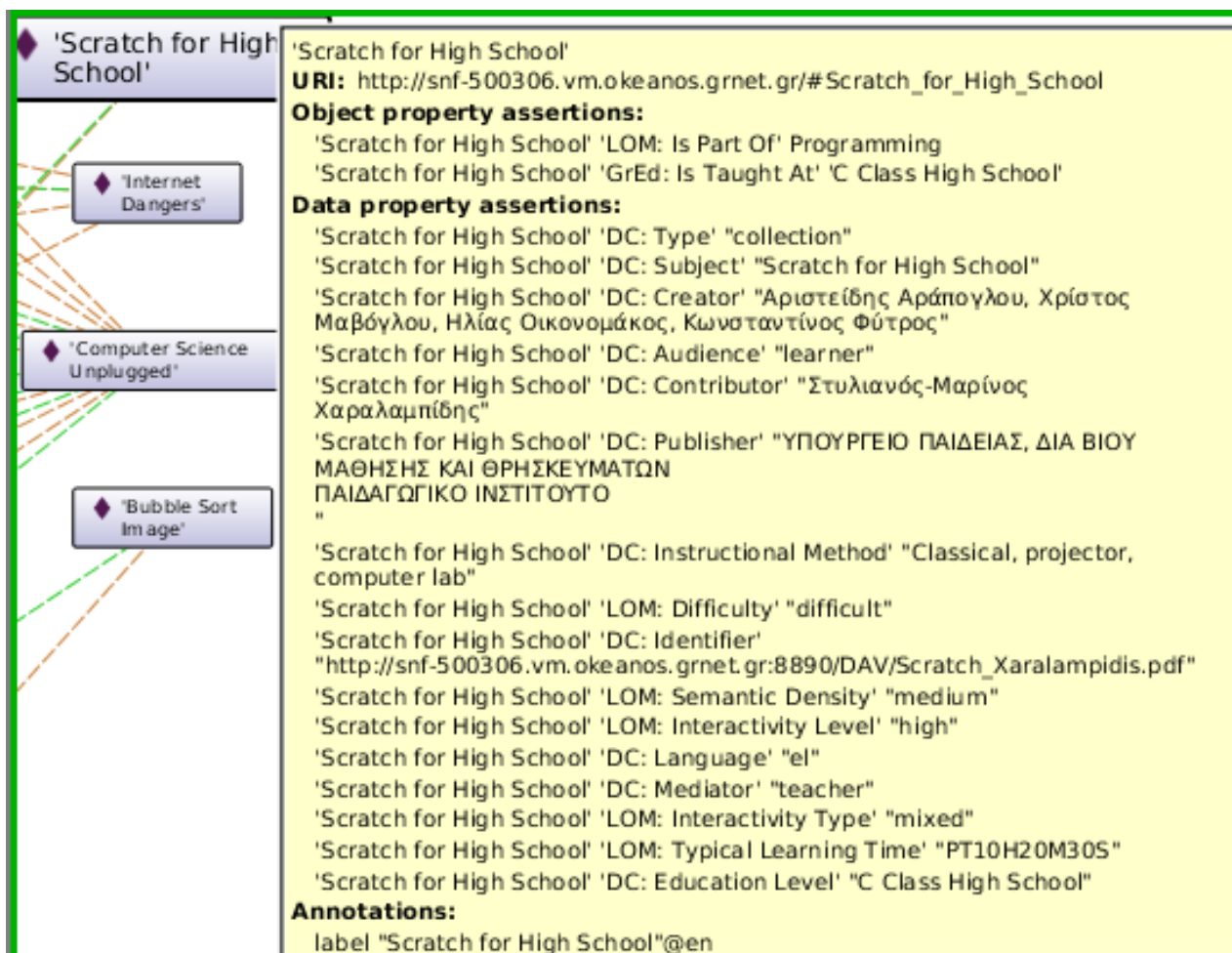
Τελικά, από τα annotation properties των παραπάνω προτύπων δεν κρίθηκε απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί κάποιο, επειδή η παρουσία τους είναι περισσότερο υποβοηθητική παρά ουσιαστική.



Σχήμα 21: Τα annotation properties της οντολογίας του GrEd

Τελευταίο στάδιο στο σχεδιασμό και την υλοποίηση της οντολογίας ήταν να εισάγουμε ορισμένα υπάρχοντα και αντιπροσωπευτικά μαθησιακά αντικείμενα ως στιγμιότυπα (instances), τα οποία συνδέονται απευθείας με τους αποθηκευμένους πόρους στο αποθετήριο μας. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα παρουσιάζεται στη συνέχεια με όλα τα πεδία και όλες τις σχέσεις του προσυμπληρωμένες.

Συγκεκριμένα, πρόκειται για το “Scratch for High School” [25], που είναι μια προσπάθεια τροποποίησης του κεφαλαίου του βιβλίου Πληροφορικής του Γυμνασίου, το οποίο αναφέρεται στον Προγραμματισμό. Σε αυτό το κομμάτι έχει αντικατασταθεί το μαθητικό περιβάλλον προγραμματισμού Microworlds Pro με το πιο σύγχρονο περιβάλλον προγραμματισμού Scratch από το πανεπιστήμιο του MIT.



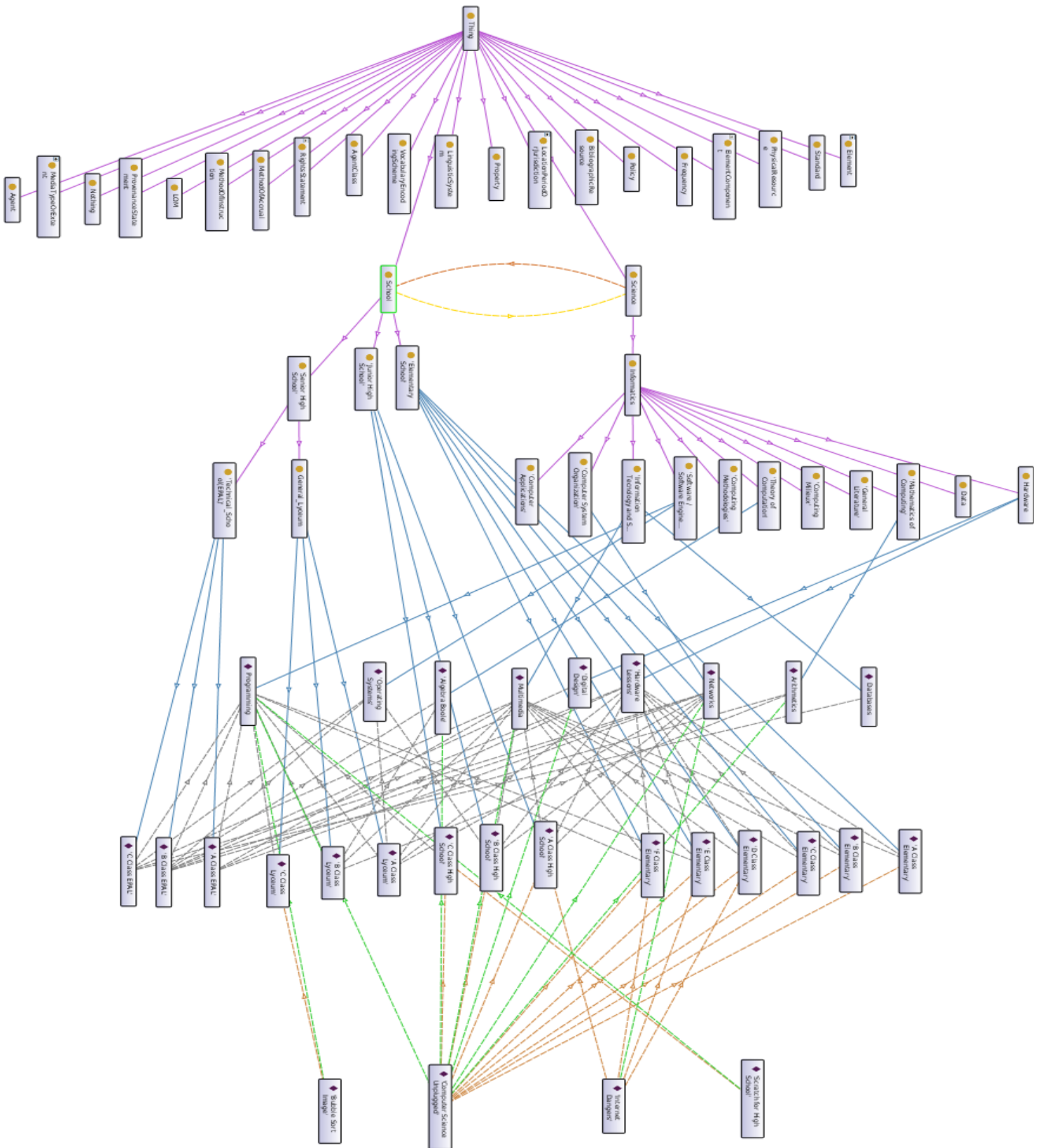
Σχήμα 22: Το “Scratch for High School” στην οντολογία του GrEd

Ένα πιο σύνθετο μαθησιακό αντικείμενο είναι το “Computer Science Unplugged”, που είναι μια πρωτοβουλία με χορηγούς την εταιρεία Google και τα πανεπιστήμια Canterbury και CarnegieMellon [47]. Το βιβλίο αυτό απευθύνεται κυρίως σε μαθητές Δημοτικού και πρόκειται για μια προσπάθεια διδασκαλίας των βασικών αρχών της Πληροφορικής με τη βοήθεια κλασικών παιχνιδιών χωρίς τη χρήση υπολογιστή. Οι ασκήσεις, που εμπεριέχονται, μπορούν να χωριστούν σε επιμέρους μαθησιακά αντικείμενα και να εισαχθούν εκ νέου ως στιγμιότυπα στην οντολογία. Κάποια από τα παιχνίδια αυτά μπορούν να εκτελεστούν και στην πρώτη τάξη του Γυμνασίου.



Σχήμα 23: Το “Computer Science Unplugged” στην οντολογία του GrEd.

Η τελική εικόνα της οντολογίας μας με όλες τις κλάσεις, τις σχέσεις και τέσσερα στιγμιότυπα από μαθησιακά αντικείμενα, παρουσιάζεται στο σχήμα 25. Η απεικόνισή της σε γλώσσα XML εμφανίζεται στο Παράρτημα Ι.



Σχήμα 24: Η οντολογία του GrEd

Κεφάλαιο 6

Η υλοποίηση του GrEd

Ο σχεδιασμός του πλαισίου εφαρμογών μας αποδείχθηκε μια ιδιαίτερα επίπονη διαδικασία, καθώς προηγήθηκε εντατική και λεπτομερής ανάλυση των υπαρχόντων προτύπων και των πολυάριθμων πλαισίων εφαρμογών, που έχουν υλοποιηθεί μέχρι σήμερα. Η μεταφορά του σε σημασιολογική μορφή ήταν, επίσης, μια απαιτητική εργασία, αφού απαίτησε την απόκτηση συγκεκριμένης τεχνογνωσίας σχετικής με σχήματα οντολογιών και σημασιολογικές τεχνικές.

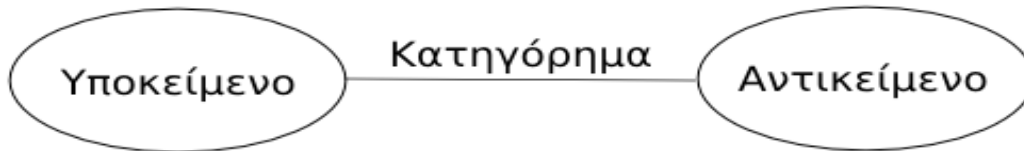
Το δυσκολότερο, όμως, κομμάτι αυτής της εργασίας ήταν η υλοποίηση του κατάλληλου λογισμικού για τον ουσιαστικό έλεγχο της οντολογίας μας σε πραγματικές συνθήκες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο σημασιολογικός ιστός και οι τεχνολογίες που τον συνοδεύουν βρίσκονται, ακόμα, σε ανώριμο στάδιο κι εμφανίζουν πολλές εγγενείς αδυναμίες. Επιπλέον, είναι μικρός ο αριθμός των διαδικτυακών εφαρμογών που έχουν υλοποιηθεί για την αναζήτηση στοιχείων σε οντολογίες και ελάχιστος ή και μηδενικός ο αριθμός των διαδικτυακών εφαρμογών, που επιτρέπουν την εισαγωγή στοιχείων σε μια οντολογία. Ως εκ τούτου αναγκαστήκαμε να βαδίσουμε σε άγνωστα μονοπάτια.

6.1 Open Source Frameworks

Στις μέρες έχει αυξηθεί το πλήθος των επιστημονικών ομάδων που ασχολούνται με τον σημασιολογικό ιστό, καθώς έχει πλέον γίνει ολοφάνερο ότι αυτός αποτελεί το αδιαμφισβήτητο μέλλον του διαδικτύου. Πολλά πανεπιστήμια έχουν αναπτύξει υποδομές για την υποστήριξη των οντολογικών τους μεταδεδομένων. Το μεγαλύτερο μέλος του σχετικού λογισμικού προσφέρεται ως ανοικτό και ελεύθερο, προωθώντας παράλληλα και την ιδέα των ανοικτών δεδομένων.

Τα σημασιολογικά μεταδεδομένα αποθηκεύονται και μεταδίδονται με τη μορφή τριπλετών. Κάθε τριπλέτα αποτελείται από το υποκείμενο, το κατηγορημα και το αντικείμενο. Το υποκείμενο υποδηλώνει τον κόμβο από τον οποίο ξεκινάει μια σύνδεση. Το κατηγορημα (predicate) περιγράφει τη σχέση αυτής της σύνδεσης και το αντικείμενο αποτυπώνει τον καταληκτικό κόμβο της σύνδεσης [20]. Οι τριπλέτες συνήθως

κωδικοποιούνται σε γλώσσα RDF ή OWL.



Σχήμα 25: Συστατικά οντολογικής τριπλέτας (RDF 1.1, W3C Recommendation 25 Φεβρουαρίου 2014)

Το σύνολο των τριπλετών μιας οντολογίας αποθηκεύονται σε σημασιολογικά αποθετήρια τριπλετών (triple stores). Ορισμένα από αυτά είναι τα Apache Jena, Mulgara, Apache Marmotta, OpenLink Virtuoso, OWLIM, Sesame, Soprano και Stardog. Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με τα σημαντικότερα από αυτά.

6.1.1 Apache Jena

Το Apache Jena είναι μια υποδομή ανοικτού κώδικα για τη δημιουργία εφαρμογών στον σημασιολογικό ιστό και εφαρμογών με συνδεδεμένα δεδομένα. Το Jena έχει δημιουργηθεί με τη γλώσσα προγραμματισμού Java και προσφέρει μια βιβλιοθήκη (API) για τη δημιουργία γράφων σε RDF και μια μηχανή συμβατή με την SPARQL 1.1 (ARQ). Για την αποθήκευση των τριπλετών διαθέτει το TDB αποθετήριο, ενώ για τη διάθεσή τους στον ιστό το Fuseki. Επίσης υποστηρίζει την σημασιολογική γλώσσα OWL για επιπρόσθετες σημασιολογικές προσθήκες [29].

Στην υλοποίησή μας χρησιμοποιήσαμε το API της Jena στο μέρος που αφορά στην επικοινωνία του πελάτη (client) με το σημασιολογικό μας αποθετήριο.

6.1.2 RDF, OWL και SPARQL

Η RDF είναι μια τυποποίηση για την αναπαράσταση πληροφορίας στον σημασιολογικό ιστό με τη βοήθεια γράφων δεδομένων. Η OWL είναι σημασιολογική γλώσσα με μεγαλύτερες δυνατότητες από την RDF, όμως κι αυτή κωδικοποιείται σε μορφή RDF. Η SPARQL είναι μια γλώσσα επερωτήσεων σχεδιασμένη για να καλύπτει τις ανάγκες της

RDF [30]. Και οι δύο χρησιμοποιούνται ευρέως στον σημασιολογικό ιστό σε εφαρμογές όπως τα κοινωνικά δίκτυα, σε ψηφιακές βιβλιοθήκες, σε πανεπιστήμια και σε δημόσιους οργανισμούς.

Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να αναζητήσουμε στον σημασιολογικό ιστό όλα τα βιβλία με θέμα την Πληροφορική, εκτελώντας την παρακάτω εντολή της SPARQL σε κάποιον αντίστοιχο γράφο εκφρασμένο σε RDF:

SPARQL ερώτημα αναζήτησης
<pre>PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> SELECT ?name (COUNT(?informatics) AS ?count) WHERE { ?book foaf:name ?name . ?book foaf:topic ?informatics . } GROUP BY ?person ?name</pre>

Πίνακας 9: Ενδεικτικό SPARQL ερώτημα αναζήτησης

Η οντολογία μας κωδικοποιήθηκε σε μορφή OWL με τη χρήση, όμως, της απλής RDF, ενώ για τις επερωτήσεις χρησιμοποιήθηκε η SPARQL.

6.1.3 OpenRDF Sesame

Το Sesame είναι μια υποδομή ανοικτού κώδικα για την αποθήκευση και την αναζήτηση δεδομένων εκφρασμένων σε RDF μορφή. Έχει δημιουργηθεί με τη γλώσσα προγραμματισμού Java και προσφέρει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την ανάκτηση και την απόθεση δεδομένων σε μια οντολογία. Επίσης, διαθέτει μια διαδικτυακή διεπαφή για τη διαχείριση των σημασιολογικών αποθετηρίων της [27].

Το εργαλείο αυτό είναι δομημένο σε τέσσερα επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο βρίσκεται το πρότυπο της RDF. Στο τρίτο επίπεδο βρίσκονται οι βιβλιοθήκες (API) του αποθετηρίου των δεδομένων σε RDF, ενώ στο ενδιάμεσο το Storage And Inference Layer (SAIL) API αναλαμβάνει την αφαιρετική επικοινωνία των άλλων δύο. Τέλος, στην κορυφή βρίσκεται ο HTTP Server ή η αντίστοιχη εφαρμογή για αλληλεπίδραση με τον χρήστη του συστήματος.

Το Sesame, αν και διαθέτει μεγάλες δυνατότητες, δεν αποτελεί την καλύτερη εναλλακτική λύση. Στις δοκιμές μας αντιμετωπίσαμε αρκετά προβλήματα με αποτέλεσμα να καταλήξουμε στην λύση που παρουσιάζεται στην επόμενη παράγραφο.

6.1.4 OpenLink Virtuoso

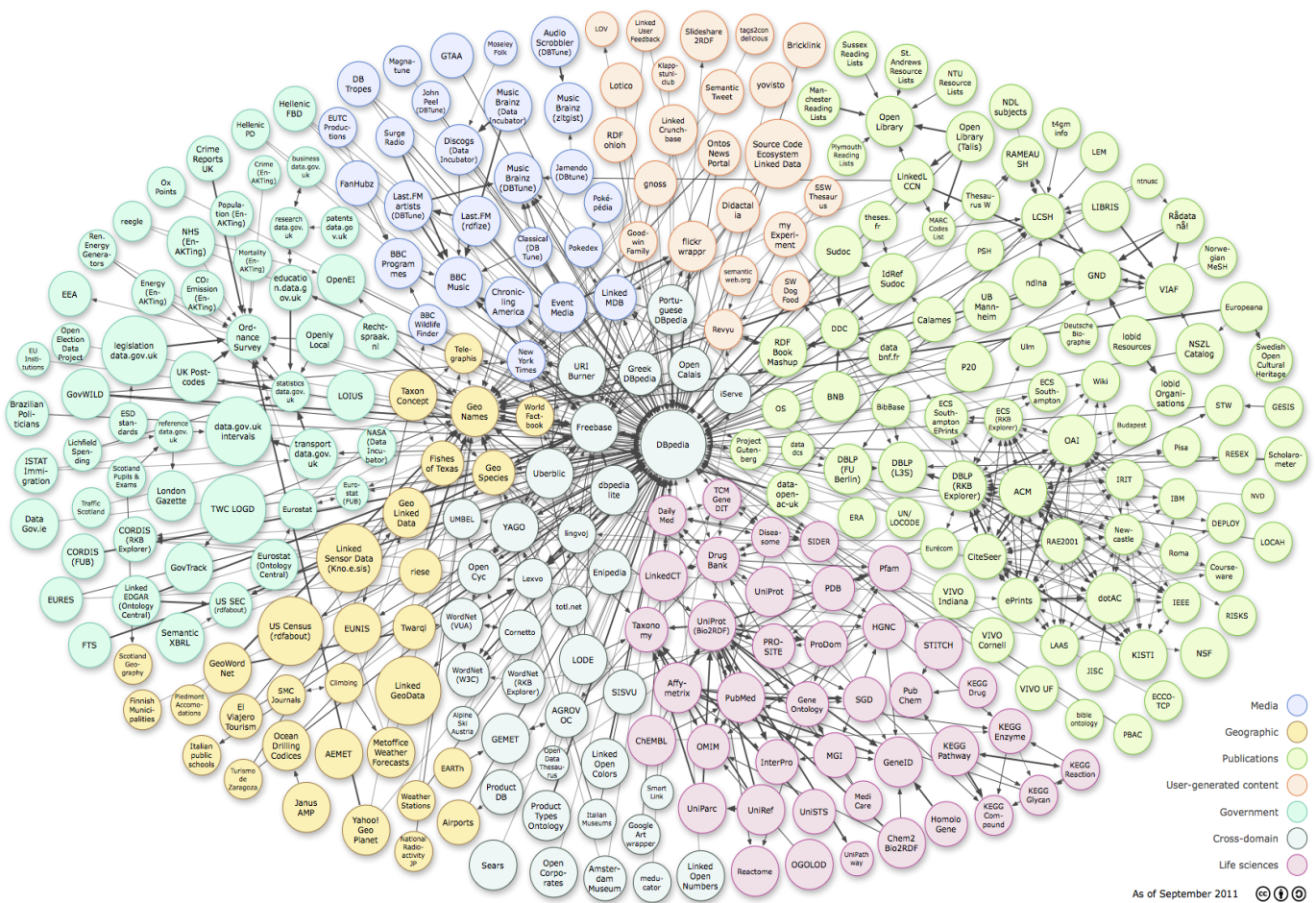
Το OpenLink Virtuoso είναι ο πρώτος καθολικός εξυπηρετητής που εγκαθίσταται σε όλα τα υπάρχοντα περιβάλλοντα και προσφέρει ταυτόχρονα εξυπηρετητές ιστού, αρχείων και βάσεων δεδομένων (σημασιολογικών και μη). Πρόκειται για μια ολοκληρωμένη λύση που έρχεται να διευκολύνει το δύσκολο έργο των απανταχού προγραμματιστών, γιατί ενοποιεί πλήθος διαφορετικών τεχνολογιών σε μια και μόνο πλατφόρμα [28].

Το Virtuoso προσφέρεται σε δύο εκδόσεις, μια ανοικτού κώδικα και μια κλειστού κώδικα. Η έκδοση του ανοικτού κώδικα έχει πλήρη λειτουργικότητα και απευθύνεται σε μεσαίες επιχειρήσεις και οργανισμούς. Για πιο εντατική χρήση, όμως, είναι υποχρεωτική η αγορά κάποιων πακέτων. Στην περίπτωση μας δεν εντοπίσαμε απολύτως κανέναν περιορισμό για την ανάπτυξη του οντολογικού μας αποθετηρίου με την έκδοση του ανοικτού κώδικα.

Επιπλέον, το Virtuoso μπορεί να δεχθεί ένα μεγάλο αριθμό προσθηκών για τον εμπλουτισμό της λειτουργικότητάς του. Πέραν από τις βασικές του λειτουργίες, αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμο και το πρόσθετο “faceted browser”, το οποίο μας επέτρεψε να εκτελούμε εύκολα επερωτήσεις στο αποθετήριό μας.

6.2 Κωδικοποίηση

Ύστερα από ενδελεχή μελέτη των παρεχόμενων εργαλείων υποστήριξης σημασιολογικών αποθετηρίων συνειδητοποιήσαμε ότι στο σημασιολογικό ιστό απομένουν αρκετά στάδια ώστε να θεωρηθεί ώριμος για μαζική χρήση. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των ελλείψεων, που παρατηρήσαμε, εντοπίζεται στην DBpedia, η οποία τοποθετείται στο κέντρο του σημασιολογικού ιστού [38].



Σχήμα 26: Ο σημασιολογικός ιστός (Σεπτέμβριος 2011)

Ο μοναδικός τρόπος αναζήτησης αλλά και εισαγωγής δεδομένων στην DBpedia είναι μέσω SPARQL ερωτήσεων στον Virtuoso server, ο οποίος την φιλοξενεί [32]. Το σύστημα

αυτό απευθύνεται μόνο σε εξειδικευμένους χρήστες.

Copyright © 2014 [OpenLink Software](#)
Virtuoso version 07.10.3207 on Linux (x86_64-unknown-linux-gnu), Single Server Edition

Σχήμα 27: Αναζήτηση στο DBpedia

Τα αποτελέσματα των αναζητήσεων εμφανίζονται σε μορφή λίστας τριπλετών. Επομένως, ακόμα κι αν παρέχόταν σε έναν απλό χρήστη το κατάλληλο SPARQL ερώτημα για αυτό που αναζητεί, πολύ δύσκολα θα μπορούσε αυτός να αποκρυπτογραφήσει την πληροφορία που θα παρουσιαστεί στην οθόνη του.

s	p	o
http://dbpedia.org/property/totalRaised	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/catchphrase	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/twinTowns	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/ir	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/hamlets	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/otherEngineer	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/endCoord	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/origNumLocks	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/presentOwner	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property
http://dbpedia.org/property/modernName	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property

Σχήμα 28: Αποτελέσματα αναζήτησης στο DBpedia

Για την υλοποίηση της υποδομής παροχής υπηρεσιών αναζήτησης και εισαγωγής μαθησιακών αντικειμένων μέσω του παγκόσμιου ιστού, αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τις βιβλιοθήκες του OpenLink Virtuoso, καθώς κρίναμε ότι είναι το πληρέστερο και παρέχει τις περισσότερες δυνατότητες συνδεσιμότητας με άλλες τεχνολογίες. Ως προγραμματιστικό περιβάλλον εργασίας για OWL και SPARQL αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε το Jena, επειδή διαθέτει το πληρέστερο σύνολο εντολών (API) για την επικοινωνία με το σημασιολογικό αποθετήριο. Επιπλέον, είναι γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού Java, που προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες επεκτασιμότητας και ευελιξίας. Τέλος, η ανάπτυξη έγινε στο περιβάλλον του Eclipse IDE [39], που μπορεί να ενσωματώσει με ιδιαίτερη ευκολία πολλαπλά προγραμματιστικά εργαλεία.

Η εγκατάσταση του Virtuoso server έγινε σε εικονική μηχανή που μας παρείχε η υπηρεσία του okeanos και σε λειτουργικό σύστημα Linux για μεγαλύτερη ασφάλεια και ταχύτητα. Το Virtuoso διαθέτει ένα σύνθετο περιβάλλον διαχείρισης σημασιολογικών δεδομένων και παρέχει αρκετές δυνατότητες στο χρήστη. Μία από αυτές είναι η επιπρόσθετη υπηρεσία “Faceted Search & Find”, η οποία αναζητά “literal” τιμές σε όλες τις οντολογίες που έχουμε εισάγει στον server και είναι διαθέσιμη στη διεύθυνση <http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr:8890/fct/>.

Η υπηρεσία αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για γρήγορες κι ενδεδειγμένες αναζητήσεις δεδομένων, αλλά απευθύνεται μόνο σε πεπειραμένους χρήστες, καθώς τα αποτελέσματα που επιστρέφει δεν παρουσιάζονται με απλό και εύληπτο τρόπο. Για παράδειγμα, όταν αναζητήσουμε όλα τα στοιχεία στην οντολογία μας για την Ά Δημοτικού, τα αποτελέσματα εμφανίζονται με τη μορφή λίστας οντοτήτων. Ακολουθώντας το σύνδεσμο μίας οντότητας μεταβαίνουμε στην απαρίθμηση όλων των στοιχείων της, όπως αυτά έχουν οριστεί στην οντολογία μας.

The screenshot shows the OpenLink Virtuoso web interface. At the top, the URL is `snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr:8890/fct/facet.vsp?cmd=text&sid=103`. The page title is "Displaying Ranked Entity Names and Text summaries where:". Below this, a query summary states: "Entity1 has any Relation with Value 'a elementary' Drop." There are links for "View query as SPARQL" and "Facet permalink".

The main content area displays a table of results with the following columns: Entity, Title, Named Graph, and a summary column. The results are as follows:

Entity	Title	Named Graph	
http://snf-500306.vm.../#Elementary_School	Elementary School	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	Elementary School.
http://snf-500306.vm...r_Science_Unplugged	Computer Science Unplugged	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	elementary and high school.
http://snf-500306.vm...r/#Internet_dangers	Internet Dangers	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	Elementary School.
http://snf-500306.vm...#E_Class_Elementary	E Class Elementary	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	E Class Elementary .
http://snf-500306.vm...#F_Class_Elementary	F Class Elementary	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	F Class Elementary .
http://snf-500306.vm...#C_Class_Elementary	C Class Elementary	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	C Class Elementary .
http://snf-500306.vm...#B_Class_Elementary	B Class Elementary	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	B Class Elementary .
http://snf-500306.vm...#D_Class_Elementary	D Class Elementary	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	D Class Elementary .
http://snf-500306.vm...#A_Class_Elementary	A Class Elementary	http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/	A Class Elementary .

At the bottom of the table, there is a status bar: "Complete result - 9 processed in 22 msec. Resource utilization: 640R rmd 52R seq 0P disk 0B / 0 messages".

Faceted Search & Find service v1.13.54
 POWERED BY VIRTUOSO LINKINGOPENDATA
 OpenLink Virtuoso version 06.01.3127, on Linux (x86_64-pc-linux-gnu), Standard Edition
 Data on this page is owned by its respective rights holders.
 Virtuoso Faceted Browser Copyright © 2009-2013 OpenLink Software

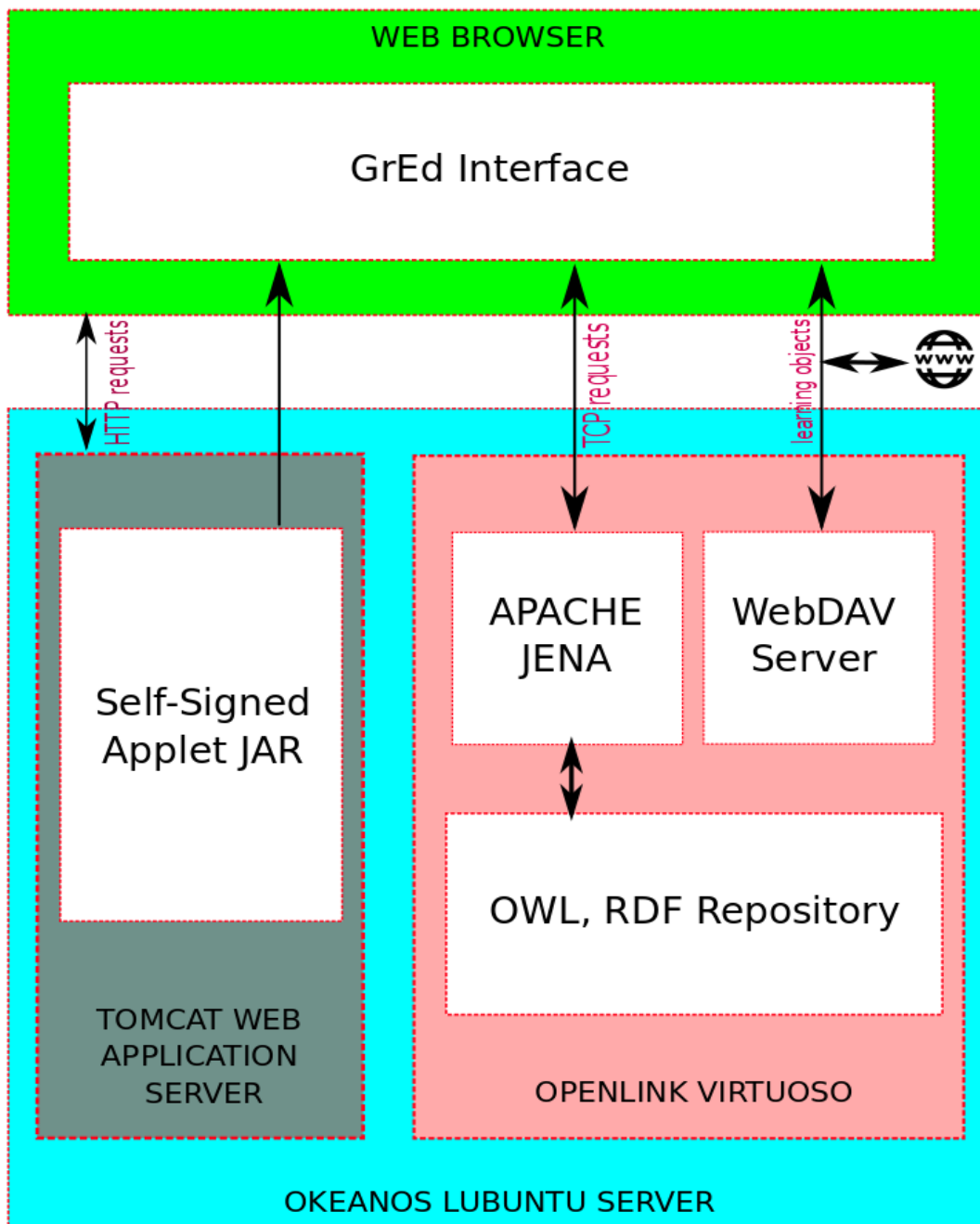
Σχήμα 29: Αποτελέσματα αναζήτησης 'a elementary' στην οντολογία του GrEd

Επιπλέον, το σημαντικότερο πρόβλημα που συναντήσαμε κατά την ανάπτυξη του λογισμικού της υπηρεσίας μας, ήταν η αδυναμία του Virtuoso API να εκτελέσει απροβλημάτιστα (bug-free) μια SPARQL ερώτηση με εντολές INSERT μέσω http requests στον server μας. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ατελείς προγραμματιστικές βιβλιοθήκες ή να διατηρήθηκε για λόγους ασφαλείας. Αναζητώντας στη βιβλιογραφία δε βρήκαμε κάποια προτεινόμενη λύση, αλλά ούτε κάποια υλοποιημένη διαδικτυακή εφαρμογή, που να παρέχει αυτή τη δυνατότητα.

Πρωτοτυπώντας, λοιπόν, αποφασίσαμε να δημιουργήσουμε τη διαδικτυακή διεπαφή σε μορφή Java applet. Η τεχνολογία αυτή μας επέτρεψε να εκτελέσουμε τα ίδια ερωτήματα, αλλά σε μορφή tcp requests προς τον server. Η ολοκλήρωση της ανάπτυξης της εφαρμογής σε εύλογο χρονικό διάστημα απαίτησε ιδιαίτερη προγραμματιστική εμπειρία επαγγελματικού επιπέδου για τον συνδυασμό πολλών διαφορετικών τεχνολογιών μεταξύ τους αλλά και για την σύντομη αποσφαλμάτωση του κώδικα.

Η αρχιτεκτονική του GrEd αποτελείται από τρία επίπεδα. Στο επίπεδο του αποθετηρίου

βρίσκονται αποθηκευμένα η οντολογία και ορισμένα μαθησιακά αντικείμενα. Το επίπεδο του διαδικτυακού εξυπηρετητή τροφοδοτεί το επίπεδο του διαδικτυακού περιηγητή με την διεπαφή και την υποδομή του συστήματος. Τα μαθησιακά αντικείμενα μπορούν να είναι αποθηκευμένα σε οποιαδήποτε σημείο του παγκόσμιου ιστού.



Σχήμα 30: Η αρχιτεκτονική του GrEd

Κεφάλαιο 7

Σχεδιασμός Διεπαφής

Η διεπαφή μιας εφαρμογής που επικοινωνεί με σημασιολογικά αποθετήρια και αναζητά μεταδεδομένα μέσα από οντολογίες, έχει γίνει αντικείμενο έρευνας από αρκετές επιστημονικές ομάδες διεθνώς. Στόχος μας ήταν να εντοπίσουμε τις βέλτιστες πρακτικές και να σχεδιάσουμε ένα σύστημα στον σημασιολογικό ιστό, που να έχει τη δυνατότητα όχι μόνο της αναζήτησης αλλά και της εισαγωγής πληροφοριών στην οντολογία με ασφαλή τρόπο, χωρίς τον κίνδυνο της αλλοίωσής της.

7.1 Διεπαφές Οντολογικών Εφαρμογών

7.1.1 GloServ

Το GloServ είναι μια υπηρεσία εντοπισμού γεωγραφικών σημείων βασισμένη σε οντολογία. Έχει δημιουργηθεί από το πανεπιστήμιο της Columbia στη Νέα Υόρκη με την βοήθεια της Web Ontology Language Description Logic (OWL DL). Η ομάδα ανάπτυξης προσπάθησε να κατασκευάσει μια διαδικτυακή διεπαφή για να προσφέρει τη δυνατότητα αναζήτησης στα στιγμιότυπα της οντολογίας [33].

Η διεπαφή δημιουργήθηκε σε PHP, η οποία παράγεται από ένα εξυπηρετητή Apache. Για κάθε κλάση της οντολογίας αφιερώνεται ένα μικρό παράθυρο, στο οποίο εμφανίζονται οι ιδιότητές της. Για κάθε ιδιότητα υπάρχει ξεχωριστό πεδίο, το οποίο συμπληρώνεται είτε με ελεύθερο κείμενο, είτε με προσυμπληρωμένα στοιχεία.

GloServ Query Form		hide
Restaurant [?]		
Neighborhood	<input type="text" value="any"/>	<input type="button" value="v"/>
Name	<input type="text"/>	
Open 24h?	<input checked="" type="radio"/> any <input type="radio"/> yes <input type="radio"/> no	
Free seats	<input type="text" value="any"/>	<input type="text"/>
Has Delivery?	<input checked="" type="radio"/> any <input type="radio"/> yes <input type="radio"/> no	
Price	<input type="text" value="any"/>	<input type="button" value="v"/>
Cuisine	<input type="text" value="any"/>	<input type="button" value="v"/>
Theatre [?]		<input type="button" value="remove"/>
DressCode	<input type="text" value="any"/>	<input type="button" value="v"/>
Name	<input type="text"/>	
Genre	<input type="text" value="any"/>	<input type="button" value="v"/>
Director	<input type="text"/>	
Year	<input type="text" value="any"/>	<input type="button" value="v"/>
Country	<input type="text" value="any"/>	<input type="button" value="v"/>
Title	<input type="text"/>	
Imdb ID	<input type="text"/>	
<input type="button" value="Search GloServ"/>		

Σχήμα 31: Η διεπαφή του GloServ

Η διαδικασία αναζήτησης λαμβάνει υπόψιν της όλα τα πεδία που συμπληρώνει ο χρήστης. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε διαφορετική οθόνη σε μορφή λίστας μαζί με τα σημεία ενδιαφέροντος από την Google Map. Για κάθε στιγμιότυπο παρουσιάζονται δίπλα του όλες οι ιδιότητές του.

Η προσέγγιση αυτή είναι αρκετά συγκεντρωτική και αποδοτική. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τα στοιχεία που τον ενδιαφέρουν από μια λίστα που εμφανίζεται στην οθόνη του. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά σε άλλο παράθυρο. Δυστυχώς, η εφαρμογή δεν επιτρέπει στον χρήστη να προσθέσει κάποιο καινούριο σημείο ενδιαφέροντος.

7.1.2 OntoPlay

Το OntoPlay είναι μια εφαρμογή που προσφέρει τη δυνατότητα σε απλούς χρήστες να αλληλεπιδράσουν με οντολογικά συστήματα. Σχεδιάστηκε από το “Systems Research Institute Polish Academy of Science” στην Πολωνία [34]. Στόχος τους ήταν να

δημιουργήσουν μια διεπαφή που να εμφανίζει δυναμικά τα μεταλλασσόμενα στοιχεία κάποιας οντολογίας.

Η διεπαφή προκύπτει από εντολές Javascript, που εκτελούνται στον εξυπηρετητή, και επιστρέφουν μια σελίδα σε μορφή HTML. Για κάθε κλάση της οντολογίας μπορούμε να επιλέξουμε προσυμπληρωμένες ιδιότητες. Για κάθε ιδιότητα επιλέγουμε μία από τις προσυμπληρωμένες τιμές. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει επιπλέον κλάσεις για αναζήτηση στοιχείων.

Describe the pizza you wish to order:

Logged in as . [Log out](#)

Pizza

<http://www.co-ode.org/ontologies/pizza/pizza.owl#Pizza>

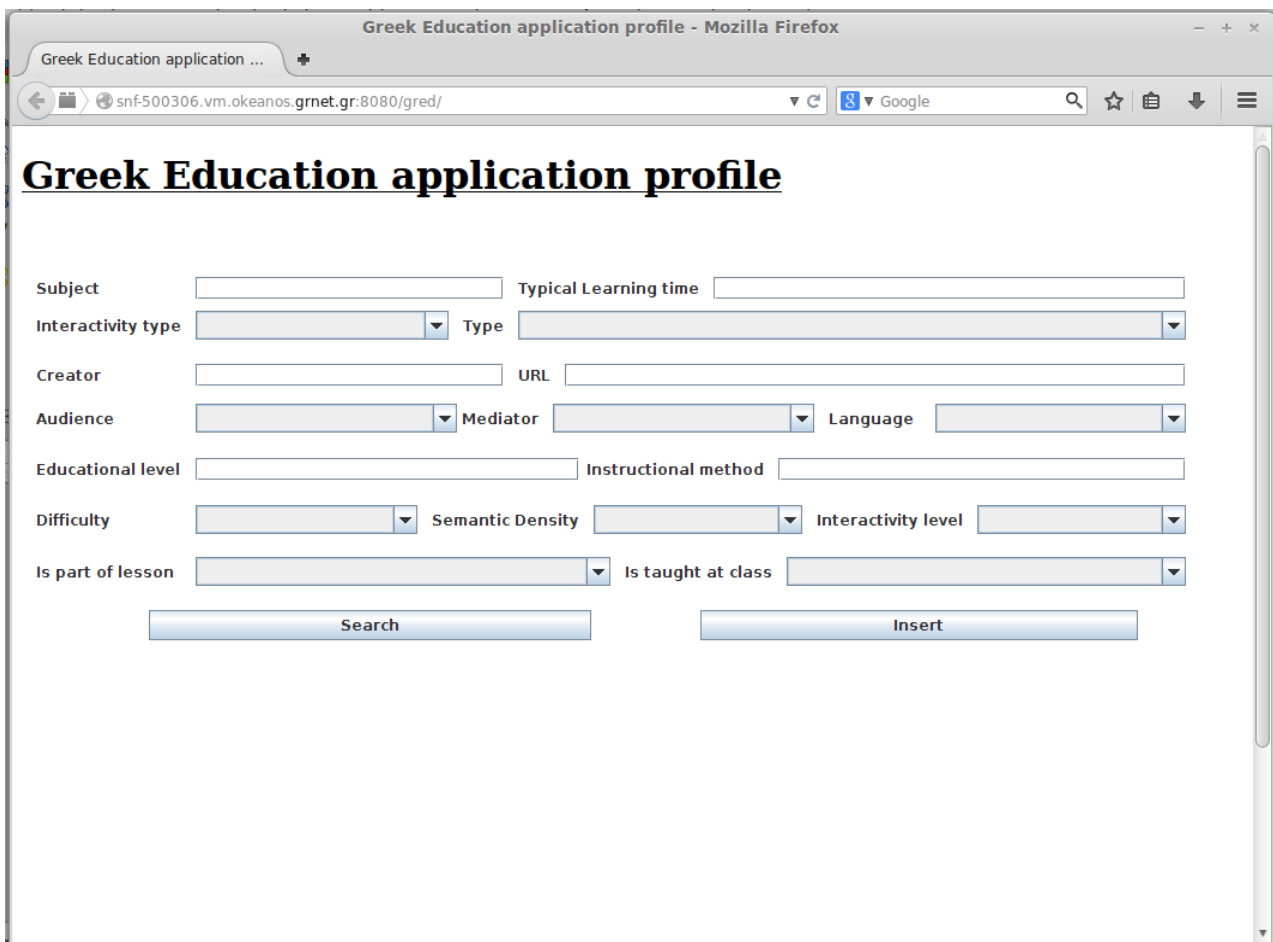
<input type="text" value="hasBase"/> <input type="text" value="is described with"/>	<input type="button" value="remove"/>
<input type="text" value="ThinAndCrispyBase"/>	
<input type="text" value="Select a property"/>	
<input type="button" value="and"/>	
<input type="text" value="hasTopping"/> <input type="text" value="is described with"/>	<input type="button" value="remove"/>
<input type="text" value="MozzarellaTopping"/>	
<input type="text" value="Select a property"/>	
<input type="button" value="and"/>	
<input type="text" value="hasTopping"/> <input type="text" value="is described with"/>	
<input type="text" value="PrawnsTopping"/>	
<input type="text" value="Select a property"/>	
<input type="button" value="and"/>	
<input type="button" value="Update"/>	<input type="button" value="and"/>

Σχήμα 32: Η διεπαφή του OntoPlay

Ο σχεδιασμός αυτός προσφέρει την ευελιξία να εμφανίζονται δυναμικά οι κλάσεις μιας οντολογίας. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του συστήματος σε διαφορετικές περιπτώσεις και σε μεταλλασσόμενες οντολογίες. Παρόλα αυτά είναι πιθανή η δημιουργία ανακόλουθων επερωτήσεων χωρίς σημασιολογικό αντίκρισμα στην οντολογία. Επίσης, ούτε αυτό το σύστημα δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να προσθέσει νέα στιγμιότυπα στην οντολογία.

7.2 Διαδικτυακή Διεπαφή GrEd

Έγινε προσπάθεια ώστε η διεπαφή της υπηρεσίας μας να είναι όσο το δυνατόν απλούστερη και περιεκτικότερη. Ο μινιμαλιστικός τρόπος σχεδίασης μας επέβαλε να έχουμε μόνο μία οθόνη, που να εμπεριέχει ταυτόχρονα τις δυνατότητες της αναζήτησης και της εισαγωγής.



The screenshot shows a web browser window with the title "Greek Education application profile - Mozilla Firefox". The address bar shows the URL "snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr:8080/gred/". The main content area has the heading "Greek Education application profile" in bold. Below the heading is a form with the following fields:

- Subject:
- Typical Learning time:
- Interactivity type:
- Type:
- Creator:
- URL:
- Audience:
- Mediator:
- Language:
- Educational level:
- Instructional method:
- Difficulty:
- Semantic Density:
- Interactivity level:
- Is part of lesson:
- Is taught at class:

At the bottom of the form, there are two buttons: "Search" and "Insert".

Σχήμα 33: Η διεπαφή του GrEd

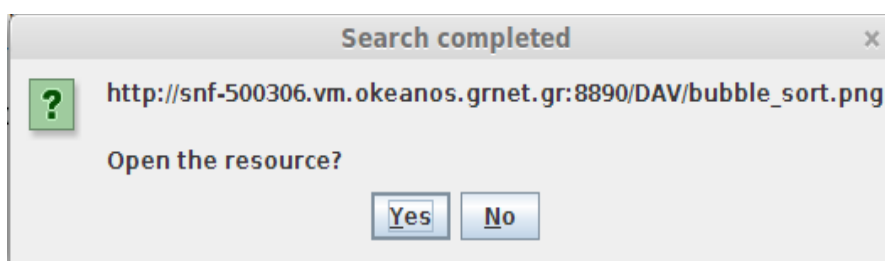
Φροντίσαμε ώστε όλα τα πεδία του πλαισίου εφαρμογών μας, που λαμβάνουν λεξικολογικές τιμές, να περιορίζονται μόνο σε αυτές, ενώ τα υπόλοιπα να δέχονται ως είσοδο ελεύθερο κείμενο. Σε όλα τα στοιχεία της διεπαφής υπάρχει επεξήγηση (tooltip) κατά τη διέλευση του ποντικιού, ώστε ακόμα και ο απλός χρήστης να μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες για τη σημασία κάθε πεδίου.

Κατά τη διαδικασία αναζήτησης ο χρήστης μπορεί να συμπληρώσει ένα ή περισσότερα πεδία κατά το δοκούν, υλοποιώντας με αυτόν τον τρόπο το λογικό OR. Για κάθε πεδίο γίνεται το αντίστοιχο SPARQL ερώτημα στον server. Στη συνέχεια, λαμβάνουμε από κάθε απάντηση και εμφανίζουμε τη διεύθυνση (URL) του αντίστοιχου εκπαιδευτικού πόρου, αποκλείοντας τα διπλότυπα.

SPARQL ερώτημα αναζήτησης
PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX dc: <http://purl.org/dc/terms/>
SELECT * WHERE { GRAPH ?graph {gred:class (dc:/lom:/gred:)property object } }

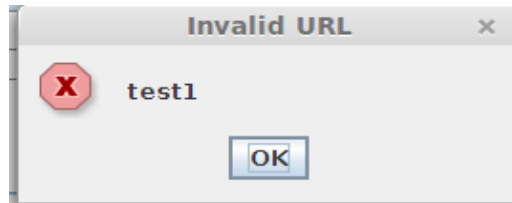
Πίνακας 10: SPARQL ερώτημα αναζήτησης στην οντολογία του GrEd

Τα αποτελέσματα της αναζήτησης εμφανίζονται στην ίδια οθόνη σε σειρά αύξουσας προτεραιότητας. Για παράδειγμα, αν αναζητήσουμε όλα τα εκπαιδευτικά αντικείμενα που διδάσκονται στην Γ' Λυκείου, θα μας επιστραφούν ένα – ένα σε διαφορετικό παράθυρο, δίνοντάς μας την επιλογή να έχουμε άμεση πρόσβαση στο ίδιο το αντικείμενο. Σε περίπτωση καταφατικής απάντησης μεταφερόμαστε στο εν λόγω αντικείμενο μέσω του αντίστοιχου προγράμματος που έχει οριστεί να διαχειρίζεται το συγκεκριμένο τύπο αρχείων. Τα μαθησιακά αντικείμενα βρίσκονται αποθηκευμένα στον WebDAV εξυπηρετητή του Virtuoso.



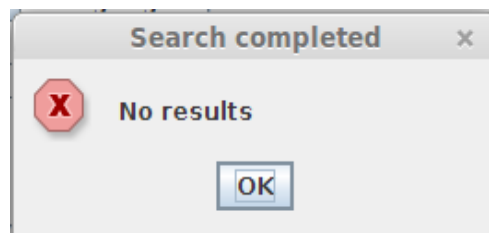
Σχήμα 34: Το παράθυρο ενός αποτελέσματος αναζήτησης

Αν ο σύνδεσμος του πόρου δε λειτουργεί για οποιονδήποτε λόγο, η εφαρμογή μας ενημερώνει σχετικά.



Σχήμα 35: Το παράθυρο ανύπαρκτων μαθησιακών πόρων

Σε περίπτωση μη εύρεσης αποτελεσμάτων, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα.



Σχήμα 36: Το παράθυρο έλλειψης αποτελεσμάτων αναζήτησης

Κατά τη διαδικασία εισαγωγής στιγμιοτύπων στην οντολογία μας είναι υποχρεωτική η συμπλήρωση όλων των πεδίων για τη διατήρηση της συνοχής της οντολογίας, όπως μας υπενθυμίζει σχετικό μήνυμα.



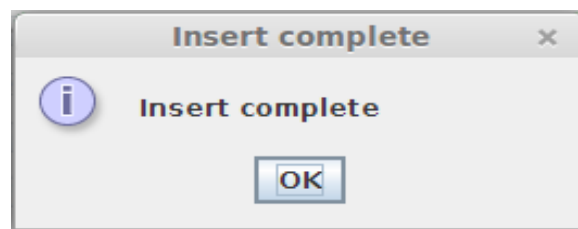
Σχήμα 37: Το παράθυρο προειδοποίησης για μη πλήρη συμπλήρωση των πεδίων

Κάθε πάτημα του πλήκτρου “Insert” εκτελεί εντολές SPARQL στον server της παρακάτω μορφής.

SPARQL εντολή εισαγωγής
<pre>PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX dc: <http://purl.org/dc/terms/> INSERT INTO <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/> {gred:class (dc:/lom:/gred:)property object }</pre>

Πίνακας 11: SPARQL ερώτημα αναζήτησης στην οντολογία του GrEd

Στη συνέχεια εισάγει μία προς μία τις αντίστοιχες τριπλέτες στην οντολογία μας. Μόλις ολοκληρωθεί η εισαγωγή, η εφαρμογή μας ενημερώνει για την επιτυχία της ή μη.



Σχήμα 38: Το παράθυρο επιτυχούς εισαγωγής

Η υπηρεσία είναι προσβάσιμη στη διεύθυνση <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr:8080/gred/> ως self-signed applet (27/08/2014). Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήσαμε σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης του συστήματος.

Κατηγορία	Ανοικτό Λογισμικό
Λειτουργικό σύστημα server	Lubuntu Linux
Web server	Apache
Web Application Server	Tomcat
Σχεδιασμός οντολογίας	Protégé
Κωδικοποίηση οντολογίας	OWL, RDF, XML
Αποθετήριο οντολογίας	OpenLink Virtuoso
Υποδομή σημασιολογικού ιστού	Apache Jena
Γλώσσα Προγραμματισμού	Java, OpenJDK
Σουίτα γραφείου	LibreOffice
Επεξεργασία εικόνων	Gimp, Inkscape

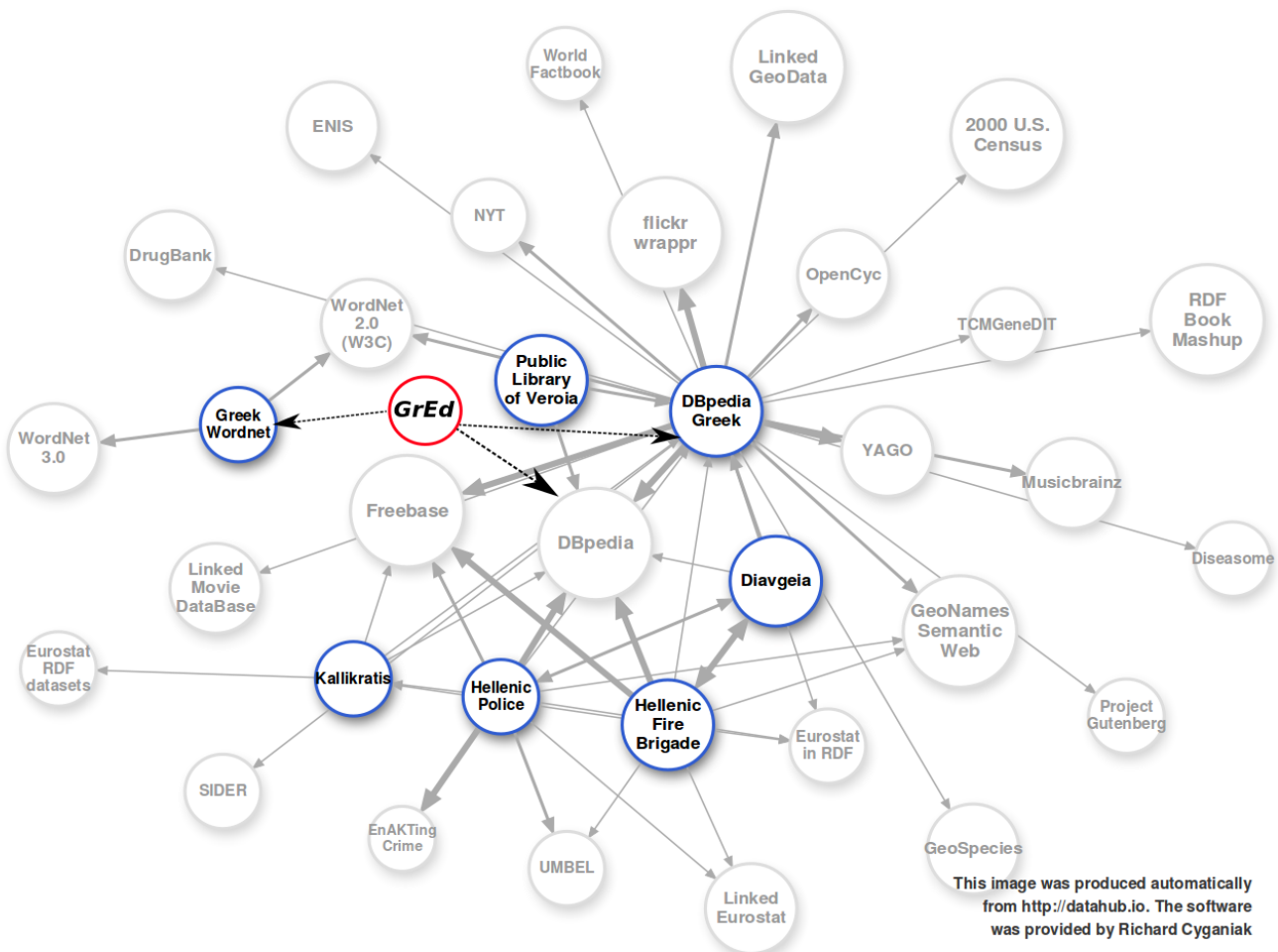
Πίνακας 12: Ανοικτό λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε κατά τις φάσεις ανάπτυξης και τεκμηρίωσης

Όπως αποδεικνύεται, υποστηρίζουμε έμπρακτα την αποκλειστική χρήση και την διάδοση του ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού. Για αυτόν τον λόγο αποφασίσαμε να διαθέσουμε ελεύθερα τον κώδικα της οντολογίας και της εφαρμογής. Ο κώδικας της οντολογίας παρουσιάζεται στο Παράρτημα I, ενώ ο βασικός κώδικας της εφαρμογής παρουσιάζεται στο Παράρτημα II.

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα και Κατευθύνσεις για το Μέλλον

Με την εργασία αυτή καταφέραμε να ξεκινήσουμε τη διαδικασία μεταφοράς των μαθησιακών αντικειμένων της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στον σημασιολογικό ιστό με τη χρήση συγκεκριμένων κανόνων προσαρμοσμένων στην Ελληνική πραγματικότητα. Αν υιοθετηθεί αυτή η προσέγγιση από το Υπουργείο Παιδείας & Θρησκευμάτων, τότε το σημασιολογικό μας αποθετήριο θα αποτελέσει σημαντικό κόμβο στο σύννεφο των Ελληνικών Ανοικτών Δεδομένων [37]. Παράλληλα θα μπορούσε να συμπληρώσει και να επεκτείνει σημασιολογικά το Φωτόδεντρο [50].



Σχήμα 39: Πιθανή προσθήκη του GrEd στο σύννεφο των Ελληνικών Ανοικτών Δεδομένων (01/10/2012)

Μετά από τόσα χρόνια σχεδιασμού και ανάπτυξης προτύπων για την αποθήκευση και τη συγκομιδή των μαθησιακών αντικειμένων, είναι επιτακτική η ανάγκη ενοποίησης των προτύπων και δημιουργίας ενός ενιαίου. Αυτή η προσπάθεια αποδεικνύεται δύσκολη, καθώς οι διάφορες εφαρμογές παρουσιάζουν ξεχωριστές ανάγκες, με αποτέλεσμα είτε να καταλήγουμε σε υπερμεγέθη πρότυπα, τα οποία καλύπτουν σχεδόν όλες τις περιπτώσεις, είτε σε μικρά κι ευέλικτα πρότυπα, τα οποία δεν μπορούν να καλύψουν όλες τις ανάγκες.

Τα πλαίσια εφαρμογών είναι μια ενδιάμεση λύση, αλλά ουσιαστικά απαιτούν εκ νέου σχεδιασμό για κάθε περίπτωση. Το πλαίσιο εφαρμογών της υποδομής μας αποτελεί τη σύζευξη των δύο βασικότερων προτύπων στον χώρο και την προσαρμογή τους στην Ελληνική εκπαίδευση. Η σχεδίαση του είναι λιτή και απέρριπτη, διατηρώντας μόνο τα απολύτως απαραίτητα στοιχεία. Αυτό, ενδεχομένως, να αποδειχθεί ως το ισχυρότερο πλεονέκτημά του και αποτελεί μια πρόταση για την προτυποποίηση των εκπαιδευτικών πλαισίων εφαρμογών.

Η οντολογία που δημιουργήσαμε αποτυπώνει πλήρως το πλαίσιο εφαρμογών μας και φιλοδοξεί να αποτελέσει τον οδηγό για την επέκτασή της και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπου οι ανάγκες και οι ιδιαιτερότητες είναι παραπλήσιες. Το πρώτο και σημαντικότερο στάδιο, όμως, θα πρέπει να είναι ο εμπλουτισμός της οντολογίας με όλες τις επιστήμες που διδάσκονται στα σχολεία, ακολουθώντας τα διεθνή πρότυπα και πρακτικές.

Η υλοποίηση του συστήματος συνάντησε κάποιες προγραμματιστικές δυσκολίες, αλλά έδωσε τις κατευθυντήριες γραμμές για τη συνέχιση του εγχειρήματος. Η διεπαφή του είναι αφαιρετική κι επιτρέπει και στον πιο αδαή χρήστη να αναζητήσει οποιοδήποτε μαθησιακό αντικείμενο επιθυμεί, χωρίς τη μεσολάβηση τεχνικών οδηγιών και βημάτων. Η πρόσβασή του στους εκπαιδευτικούς πόρους είναι άμεση και γρήγορη. Προσφέρεται, ακόμα, η δυνατότητα εισαγωγής μαθησιακών αντικειμένων, ένα πρωτοποριακό βήμα στις εκπαιδευτικές εφαρμογές του σημασιολογικού ιστού.

Για το μέλλον θα προτείναμε το σημασιολογικό μας αποθετήριο να εμπλουτιστεί με όλους τους εκπαιδευτικούς πόρους της Επιστήμης των Υπολογιστών και των υπόλοιπων επιστημονικών περιοχών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ώστε να μπορέσουν να δοκιμαστούν οι αντοχές και η αποτελεσματικότητα του συστήματος. Τέλος, χρήζει διερεύνησης η δυνατότητα επέκτασης του μοντέλου και σε άλλες ηλεκτρονικές δραστηριότητες και υπηρεσίες.

Βιβλιογραφία

- [1] Berners-Lee, T. Web architecture: Metadata. Retrieved from World Wide Web Consortium (W3C): <http://www.w3.org>, (1997)
- [2] Duval E, Hodgins W, Sutton S, Weibel SL, Metadata Principles and Practicalities. D-Lib Magazine, 8 (2002). <http://www.dlib.org/dlib/april02/weibel/04weibel.html>. Accessed 27 August 2014.
- [3] Kraan W, No one standard will suit all. The Centre for Educational Technology Interoperability Standards (2003). <http://zope.cetis.ac.uk/content/20030513175232/index.html>. Accessed 27 August 2014.
- [4] Tzikopoulos A, Manouselis N, Vuorikari R, An Overview of Learning Object Repositories. In: Northrup P (ed) Learning Objects for Instruction: Design and Evaluation, Hershey, PA: Idea Group Publishing, 29-55 (2007).
- [5] Dimitrios A. Koutsomitropoulos, Andreas D. Alexopoulos, Georgia D. Solomou, Theodore S. Papatheodorou, The Use of Metadata for Educational Resources in Digital Repositories: Practices and Perspectives (2010). <http://www.dlib.org/dlib/january10/kout/01kout.html>. Accessed 27 August 2014.
- [6] SCORM, <http://www.adlnet.gov/scorm/>. Accessed 27 August 2014.
- [7] DC-Ed, http://dublincore.org/moinmoin-wiki-archive/educationwiki/pages/DC_2dEducation_20Application_20Profile.html. Accessed 27 August 2014.
- [8] CanCore, <http://cjlt.csj.ualberta.ca/index.php/cjlt/article/view/109/102>. Accessed 27 August 2014.
- [9] ANZ–LOM Metadata Application Profile, version 1.11, April 2014
- [10] Sarah Hayman, Nick Lothian, Towards Linked Education Data: Metadata Extraction Projects for Education Network Australia (edna), Proc. Int'l Conf. on Dublin Core and Metadata Applications 2009
- [11] Learning Technology Standards Committee of the IEEE, Draft Standard for Learning Object Metadata, 15 July 2002

- [12] ANSI/NISO Z39.85-2012, ISSN: 1041-5635, The Dublin Core Metadata Element Set
- [13] Ariadne, <http://www.ariadne-eu.org/> . Accessed 27 August 2014.
- [14] Andre Behr, Tiago Primo , Rosa Viccari, An Ontology for the OBAA Metadata Standard (2012).
- [15] OAI-PMH, <http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm> . Accessed 27 August 2014.
- [16] IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata, Version 1.3 Final Specification (31 August 2006).
- [17] Nikos Manouselis, Gauri Salokhe, Johannes Keizer, Comparing Different Metadata Application Profiles for Agricultural Learning Repositories, in Sicilia, M.-A., Lytras, M. (Eds.), Metadata and Semantics, Springer (2009).
- [18] <http://ausweb.scu.edu.au/aw03/papers/ivanova/paper.html>. Accessed 27 August 2014.
- [19] Devshri Roy, Sudeshna Sarkar, Sujoy Ghose A Comparative Study of Learning Object Metadata, Learning Material Repositories, Metadata Annotation & an Automatic Metadata Annotation Tool, in Advances in Semantic Computing (Eds. Joshi, Boley & Akerkar), Vol. 2, pp 103 – 126 (2010).
- [20] RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax, W3C Recommendation 25 February 2014, <http://www.w3.org/TR/2014/REC-rdf11-concepts-20140225/>. Accessed 27 August 2014.
- [21] <http://dublincore.org/documents/2007/06/04/abstract-model/>. Accessed 27 August 2014.
- [22] Rosa Maria Vicari, Alexandre Ribeiro, Júlia Marques Carvalho da Silva, Elder Rizzon Santos, Tiago Primo, Marta Bez, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010
- [23] <http://protege.stanford.edu/>. Accessed 27 August 2014.
- [24] Baker P, Campell L. M., Metadata for learning materials: An overview of existing standards and current developments, Technology, Instruction, Cognition and Learning vol 7 (3-4), pp 225-243 (2010).
- [25] Στυλιανός-Μαρίνος Χαραλαμπίδης, Προσαρμογή του σχολικού βιβλίου στο περιβάλλον προγραμματισμού Scratch

- [26] Lorna Campbell, CETIS Assistant Director Centre for Academic Practice and Learning Enhancement, Strathclyde University, Instalment on “Learning Object Metadata”
- [27] <http://openrdf.callimachus.net/sesame/2.7/docs/users.docbook?view>. Accessed 27 August 2014.
- [28] <http://docs.openlinksw.com/virtuoso/overview.html>. Accessed 27 August 2014.
- [29] <https://jena.apache.org/>. Accessed 27 August 2014.
- [30] <http://www.w3.org/TR/sparql11-overview/>. Accessed 27 August 2014.
- [31] Liddy Nevile, DC Metadata is Alive and Well (and has Influenced a New Standard for Education)
- [32] <http://live.dbpedia.org/sparql>. Accessed 27 August 2014.
- [33] Knarig Arabshian, Christian Dickmann, and Henning Schulzrinne, Alcatel-Lucent Bell Labs, VMWare, Dept of Computer Science, Columbia University, Ontology-Based Service Discovery Front-End Interface for GloServ
- [34] Michał Drozdowicz, Maria Ganzha, Marcin Paprzycki, Paweł Szmeja, Katarzyna Wasielewska, Systems Research Institute Polish Academy of Science, Warsaw, Poland, OntoPlay – a flexible user-interface for ontology-based systems
- [35] George Nikolopoulos, Aikaterini Kalou, Christos Pierrakeas, and Achilles Kameas, Creating a LO Metadata Profile for Distance Learning: An Ontological Approach
- [36] <http://www.computer.org/portal/web/publications/acmtaxonomy>. Accessed 27 August 2014.
- [37] <http://open-data.okfn.gr/linked-data>. Accessed 27 August 2014.
- [38] https://en.wikipedia.org/wiki/Linked_data. Accessed 27 August 2014.
- [39] <https://www.eclipse.org/>. Accessed 27 August 2014.
- [40] <http://www.ukoln.ac.uk/metadata/dcmi-ieee/identifiers/>. Accessed 27 August 2014.
- [41] <http://dublincore.org/groups/collections/collection-application-profile/>. Accessed 27 August 2014.
- [42] http://courses.unt.edu/SLIS5223Resources/Spring2006/MERIC/WorkAreaD_Metadata/edna_metadata_Sep2002.doc Accessed 27 August 2014.

- [43] The Association of Educational Publishers, The Content Developer's Guide to the Learning Resource Metadata Initiative and Learning Registry, March 2013
- [44] (ISO/IEC 19788-5:2012, Information technology — Learning, education and training — Metadata for learning resources, Edition: 2013-07-15
- [45] Thomas Baker, DCMI Usage Board Review of Application Profiles
- [46] Abdul Halim Abdul Karim, Abdus Sattar Chaudhry, Christopher S.G. Khoo , University of Singapore, Learning objects application profile for granularity and reusability: Integrating Dublin Core with IEEE-LOM, 2007 Proc. Int'l Conf. on Dublin Core and Metadata Applications
- [47] Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows, Computer Science Unplugged
- [48] <http://schema.org/docs/full.html> Accessed 27 August 2014.
- [49] DuraSpace Organisation, DSpace, <http://www.dspace.org/> Accessed 27 August 2014.
- [50] Elina Megalou, Christos Kaklamanis, Computer Technology Institute & Press - Diophantus (CTI), Photodentro Lor, The Greek National Learning Object Repository

Παράρτημα I

Η οντολογία του GrEd σε RDF

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY terms "http://purl.org/dc/terms/" >
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY skos "http://www.w3.org/2004/02/skos/core#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY lom "http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#" >
  <!ENTITY gred "http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
]>
<rdf:RDF xmlns="http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/"
  xml:base="http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
```

```
xmlns:lom="http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#"
xmlns:terms="http://purl.org/dc/terms/"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#"
xmlns:gred="http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#">
<owl:Ontology rdf:about="http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/">
  <owl:imports rdf:resource="http://purl.org/NET/dc_owl2dl/terms_od"/>
  <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/lom.owl"/>
</owl:Ontology>

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

<!-- http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#GrEd.isTaught -->
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="&gred;GrEd.isTaught">
  <owl:inverseOf rdf:resource="&gred;GrEd.isTaughtAt"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&gred;GrEd.relation"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&gred;School"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&gred;Science"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#GrEd.isTaughtAt -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&gred;GrEd.isTaughtAt">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&gred;GrEd.relation"/>
  <rdfs:range rdf:resource="&gred;School"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="&gred;Science"/>
</owl:ObjectProperty>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#GrEd.relation -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="&gred;GrEd.relation"/>

<!--
```

```
//*****Data properties*****//
```

```
-->
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#DC.Contributor -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.Contributor"/>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#DC.Creator -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.Creator"/>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#DC.Identifier -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.Identifier">
```

```
  <skos:definition xml:lang="en">An unambiguous reference to the resource within a given context.</skos:definition>
```

```
  <skos:definition xml:lang="en">Recommended best practice is to identify the resource by means of a string conforming to a formal identification system.</skos:definition>
```

```
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#DC.Publisher -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.Publisher"/>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#DC.Subject -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.Subject">
```

```
  <skos:definition xml:lang="en">The topic of the resource.</skos:definition>
```

```
  <rdfs:comment xml:lang="en">Typically, the subject will be represented using keywords, key phrases, or classification codes. Recommended best practice is to use a controlled vocabulary. To describe the spatial or temporal topic of the resource, use the Coverage element.</rdfs:comment>
```

```
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#DC.audience -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.audience">
```

```
  <skos:definition xml:lang="en-us">A class of entity for whom the resource is intended or useful.</skos:definition>
```

```
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#DC.educationLevel -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.educationLevel">
```

```
<skos:definition xml:lang="en-us">A class of entity, defined in terms of progression through an educational or training context, for which the described resource is intended.</skos:definition>
```

```
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&gred;DC.audience"/>
```

```
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#DC.instructionalMethod -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.instructionalMethod">
```

```
<skos:definition xml:lang="en-us">A process, used to engender knowledge, attitudes and skills, that the described resource is designed to support.</skos:definition>
```

```
<rdfs:comment xml:lang="en-us">Instructional Method will typically include ways of presenting instructional materials or conducting instructional activities, patterns of learner-to-learner and learner-to-instructor interactions, and mechanisms by which group and individual levels of learning are measured. Instructional methods include all aspects of the instruction and learning processes from planning and implementation through evaluation and feedback.</rdfs:comment>
```

```
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#DC.language -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.language">
```

```
<skos:definition xml:lang="en-us">A language of the resource.</skos:definition>
```

```
<rdfs:comment xml:lang="en-us">Recommended best practice is to use a controlled vocabulary such as RFC 4646 [RFC4646].</rdfs:comment>
```

```
<rdfs:seeAlso rdf:resource="http://www.ietf.org/rfc/rfc4646.txt"/>
```

```
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#DC.type -->
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="&gred;DC.type">
```

```
<rdfs:comment xml:lang="en">Recommended best practice is to use a controlled vocabulary such as the DCMI Type Vocabulary [DCMITYPE]. To describe the file format, physical medium, or dimensions of the resource, use the Format element.</rdfs:comment>
```

```
<skos:definition xml:lang="en">Type</skos:definition>
```

```
<rdfs:seeAlso rdf:resource="http://dublincore.org/documents/dcmi-type-vocabulary/">
```

```
</owl:DatatypeProperty>
```

```
<!-- http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#LOM.difficulty -->
```

```
<rdf:Description rdf:about="&lom;LOM.difficulty">
```

```
<rdfs:comment xml:lang="en">LOM.Educational at DC-Ed draft v0.4</rdfs:comment>
```

```
</rdf:Description>
```

```
<!-- http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#LOM.interactivityLevel -->
<rdf:Description rdf:about="&lom;LOM.interactivityLevel">
  <rdfs:comment xml:lang="en">LOM.Educational at DC-Ed draft v0.4</rdfs:comment>
</rdf:Description>
```

```
<!-- http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#LOM.interactivityType -->
<rdf:Description rdf:about="&lom;LOM.interactivityType">
  <rdfs:comment xml:lang="en">LOM.Educational at DC-Ed draft v0.4</rdfs:comment>
</rdf:Description>
```

```
<!-- http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#LOM.semanticDensity -->
<rdf:Description rdf:about="&lom;LOM.semanticDensity">
  <rdfs:comment xml:lang="en">LOM.Educational at DC-Ed draft v0.4</rdfs:comment>
</rdf:Description>
```

```
<!-- http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#LOM.typicalLearningTime -->
```



```
<rdf:Description rdf:about="&lom;LOM.typicalLearningTime">
  <rdfs:comment xml:lang="en">LOM.Educational at DC-Ed draft v0.4</rdfs:comment>
</rdf:Description>
```

```
<!--
```

```
/*******Classes*****//
```

```
-->
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Computer_Applications -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Computer_Applications">
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Computer Applications</rdfs:label>
```

```
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
```

```
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Computer_Systems_Organization -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Computer_Systems_Organization">
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Computer System Organization</rdfs:label>
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Computing_Methodologies -->
<owl:Class rdf:about="&gred;Computing_Methodologies">
  <rdfs:label xml:lang="en">Computing Methodologies</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Computing_Milieux -->
<owl:Class rdf:about="&gred;Computing_Milieux">
  <rdfs:label xml:lang="en">Computing Milieux</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Data -->
<owl:Class rdf:about="&gred;Data">
```

```
<rdfs:label xml:lang="en">Data</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Elementary_School -->
<owl:Class rdf:about="&gred;Elementary_School">
  <rdfs:label xml:lang="en">Elementary School</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;School"/>
</owl:Class>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#General_Literature -->
<owl:Class rdf:about="&gred;General_Literature">
  <rdfs:label xml:lang="en">General Literature</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#General_Lyceum -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;General_Lyceum">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Senior_High_School"/>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Hardware -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Hardware">
  <rdfs:label xml:lang="en">Hardware</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Informatics -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Informatics">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Science"/>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Information_Technology_and_Systems -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Information_Technology_and_Systems">
```

```
<rdfs:label xml:lang="en">Information Tecnology and Systems</rdfs:label>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Junior_High_School -->
<owl:Class rdf:about="&gred;Junior_High_School">
  <rdfs:label xml:lang="en">Junior High School</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;School"/>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Mathematics_of_Computing -->
<owl:Class rdf:about="&gred;Mathematics_of_Computing">
  <rdfs:label xml:lang="en">Mathematics of Computing</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#School -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;School"/>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Science -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Science"/>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Senior_High_School -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Senior_High_School">
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Senior High School</rdfs:label>
```

```
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;School"/>
```

```
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Software/Software_Engineering -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Software/Software_Engineering">
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Software / Software Engineering</rdfs:label>
```

```
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
```

```
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Technical_School(EPAL) -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Technical_School(EPAL)">
```

```
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Senior_High_School"/>
```

```
</owl:Class>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Theory_of_Computation -->
```

```
<owl:Class rdf:about="&gred;Theory_of_Computation">
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Theory of Computation</rdfs:label>
```

```
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&gred;Informatics"/>
```

```
</owl:Class>
```

```
<!--
```

```
  //*****Individuals*****//
```

```
-->
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#A_Class_EPAL -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;A_Class_EPAL">
```

```

<rdf:type rdf:resource="&gred;Technical_School(EPAL)"/>
<rdfs:label xml:lang="en">A Class EPAL</rdfs:label>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Networks"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#A_Class_Elementary -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;A_Class_Elementary">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Elementary_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">A Class Elementary</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#A_Class_High_School -->

```



```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;A_Class_High_School">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Junior_High_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">A Class High School</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Networks"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#A_Class_Lyceum -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;A_Class_Lyceum">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;General_Lyceum"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">A Class Lyceum</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Networks"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Operating_Systems"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
```

```
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Algebra_Boole -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Algebra_Boole">
```

```
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Theory_of_Computation"/>
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Algebra Boole</rdfs:label>
```

```
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Arithmetics -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Arithmetics">
```

```
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Mathematics_of_Computing"/>
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Arithmetics</rdfs:label>
```

```
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#B_Class_EPAL -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;B_Class_EPAL">
```

```
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Technical_School(EPAL)"/>
```

```
<rdfs:label xml:lang="en">B Class EPAL</rdfs:label>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Algebra_Boole"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Arithmetics"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Digital_Design"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Networks"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Operating_Systems"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#B_Class_Elementary -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;B_Class_Elementary">
  <rdfs:type rdf:resource="&gred;Elementary_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">B Class Elementary</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#B_Class_High_School -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;B_Class_High_School">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Junior_High_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">B Class High School</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Networks"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Operating_Systems"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#B_Class_Lyceum -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;B_Class_Lyceum">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;General_Lyceum"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">B Class Lyceum</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Algebra_Boole"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Arithmetics"/>
```

```
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
<gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Bubble_Sort_image -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Bubble_Sort_image">
  <rdfs:label xml:lang="en">Bubble Sort Image</rdfs:label>
  <gred:DC.Subject>A bubble sort example</gred:DC.Subject>
  <lom:LOM.interactivityLevel>very high</lom:LOM.interactivityLevel>
  <gred:DC.instructionalMethod>Ask the students to continue the example</gred:DC.instructionalMethod>
  <gred:DC.type>image</gred:DC.type>
  <gred:DC.language>el</gred:DC.language>
  <gred:DC.Creator>poulakakis</gred:DC.Creator>
  <lom:LOM.typicalLearningTime>PT40M30S</lom:LOM.typicalLearningTime>
  <lom:LOM.semanticDensity>very high</lom:LOM.semanticDensity>
  <lom:LOM.difficulty>very difficult</lom:LOM.difficulty>
  <gred:DC.educationLevel>C Class Lyceum</gred:DC.educationLevel>
```

```
<gred:DC.audience>learner</gred:DC.audience>  
<gred:DC.Identifier>http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr:8890/DAV/bubble_sort.png</gred:DC.Identifier>  
<lom:LOM.interactivityType>expositive</lom:LOM.interactivityType>  
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;C_Class_Lyceum"/>  
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Programming"/>  
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#C_Class_EPAL -->  
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;C_Class_EPAL">  
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Technical_School(EPAL)"/>  
  <rdfs:label xml:lang="en">C Class EPAL</rdfs:label>  
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Databases"/>  
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>  
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Networks"/>  
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Operating_Systems"/>  
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>  
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#C_Class_Elementary -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;C_Class_Elementary">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Elementary_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">C Class Elementary</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#C_Class_High_School -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;C_Class_High_School">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Junior_High_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">C Class High School</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#C_Class_Lyceum -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;C_Class_Lyceum">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;General_Lyceum"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">C Class Lyceum</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Computer_Science_Unplugged -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Computer_Science_Unplugged">
  <rdfs:label xml:lang="en">Computer Science Unplugged</rdfs:label>
  <lom:LOM.semanticDensity>very low</lom:LOM.semanticDensity>
  <gred:DC.audience>learner</gred:DC.audience>
  <gred:DC.Contributor>Προσαρμόσθηκε για τη χρήση μέσα στη τάξη από τους:
```

Robyn Adams και Jane McKenzie

```
</gred:DC.Contributor>
  <lom:LOM.interactivityLevel>very high</lom:LOM.interactivityLevel>
  <gred:DC.audience>teacher</gred:DC.audience>
```


<gred:DC.type>collection</gred:DC.type>

<gred:DC.educationLevel>elementary and high school</gred:DC.educationLevel>

<gred:DC.Identifier><http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr:8890/DAV/csunplugged.pdf></gred:DC.Identifier>

<gred:DC.Contributor>Ελληνική μετάφραση: Κωστής Μουσαφείρης

</gred:DC.Contributor>

<gred:DC.Contributor>Εικονογραφήσεις από τον Matt Powell

</gred:DC.Contributor>

<gred:DC.Subject>Computer Science Unplugged</gred:DC.Subject>

<gred:DC.language>el</gred:DC.language>

<gred:DC.Publisher>Google, Inc.

</gred:DC.Publisher>

<lom:LOM.difficulty>easy</lom:LOM.difficulty>

<gred:DC.Creator>Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows

</gred:DC.Creator>

<gred:DC.instructionalMethod>Various activities in class using physical objects</gred:DC.instructionalMethod>

<lom:LOM.interactivityType>active</lom:LOM.interactivityType>

```
<lom:LOM.typicalLearningTime>PT22H20M30S</lom:LOM.typicalLearningTime>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;A_Class_Elementary"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;A_Class_High_School"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Algebra_Boole"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Arithmetics"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;B_Class_Elementary"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;B_Class_High_School"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;C_Class_Elementary"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;C_Class_High_School"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;D_Class_Elementary"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Digital_Design"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;E_Class_Elementary"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;F_Class_Elementary"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Networks"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#D_Class_Elementary -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;D_Class_Elementary">
```

```
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Elementary_School"/>
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">D Class Elementary</rdfs:label>
```

```
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
```

```
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
```

```
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Databases -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Databases">
```

```
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Information_Technology_and_Systems"/>
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Databases</rdfs:label>
```

```
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Digital_Design -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Digital_Design">
```

```

<rdf:type rdf:resource="&gred;Hardware"/>
<rdfs:label xml:lang="en">Digital Design</rdfs:label>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#E_Class_Elementary -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;E_Class_Elementary">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Elementary_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">E Class Elementary</rdfs:label>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
  <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#F_Class_Elementary -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;F_Class_Elementary">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Elementary_School"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">F Class Elementary</rdfs:label>

```

```

    <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Hardware_lessons"/>
    <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Multimedia"/>
    <gred:GrEd.isTaught rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Hardware_lessons -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Hardware_lessons">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Hardware"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">Hardware Lessons</rdfs:label>
</owl:NamedIndividual>

<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Internet_dangers -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Internet_dangers">
  <rdfs:label xml:lang="en">Internet Dangers</rdfs:label>
  <gred:DC.Subject>A crossword for the dangers of the internet</gred:DC.Subject>
  <gred:DC.language>el</gred:DC.language>
  <lom:LOM.interactivityType>active</lom:LOM.interactivityType>

```

```
<gred:DC.Creator>poulakakis</gred:DC.Creator>
<gred:DC.instructionalMethod>Through lab LAN or on paper</gred:DC.instructionalMethod>
<gred:DC.Identifier>http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr:8890/DAV/internet_dangers.html</gred:DC.Identifier>
<lom:LOM.interactivityLevel>very high</lom:LOM.interactivityLevel>
<lom:LOM.semanticDensity>medium</lom:LOM.semanticDensity>
<gred:DC.type>interactive resource</gred:DC.type>
<lom:LOM.typicalLearningTime>PT35M30S</lom:LOM.typicalLearningTime>
<gred:DC.audience>learner</gred:DC.audience>
<lom:LOM.difficulty>medium</lom:LOM.difficulty>
<gred:DC.educationLevel>Elementary School</gred:DC.educationLevel>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;A_Class_High_School"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;D_Class_Elementary"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;E_Class_Elementary"/>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;F_Class_Elementary"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Networks"/>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Multimedia -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Multimedia">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Information_Technology_and_Systems"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">Multimedia</rdfs:label>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Networks -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Networks">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Computer_Systems_Organization"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">Networks</rdfs:label>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Operating_Systems -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Operating_Systems">
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Software/Software_Engineering"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">Operating Systems</rdfs:label>
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Programming -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Programming">
```

```
  <rdf:type rdf:resource="&gred;Software/Software_Engineering"/>
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Programming</rdfs:label>
```

```
</owl:NamedIndividual>
```

```
<!-- http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr/#Scratch_for_High_School -->
```

```
<owl:NamedIndividual rdf:about="&gred;Scratch_for_High_School">
```

```
  <rdfs:label xml:lang="en">Scratch for High School</rdfs:label>
```

```
  <lom:LOM.typicalLearningTime>PT10H20M30S</lom:LOM.typicalLearningTime>
```

```
  <gred:DC.educationLevel>C Class High School</gred:DC.educationLevel>
```

```
  <gred:DC.Creator>Αριστείδης Αράπογλου, Χρίστος Μαβόγλου, Ηλίας Οικονομάκος, Κωνσταντίνος Φύτρος</gred:DC.Creator>
```

```
  <lom:LOM.semanticDensity>medium</lom:LOM.semanticDensity>
```

```
  <gred:DC.Contributor>Στυλιανός-Μαρίνος Χαραλαμπίδης</gred:DC.Contributor>
```

```
  <gred:DC.Subject>Scratch for High School</gred:DC.Subject>
```

```
  <gred:DC.instructionalMethod>Classical, projector, computer lab</gred:DC.instructionalMethod>
```



```
<gred:DC.Identifier>http://snf-500306.vm.okeanos.grnet.gr:8890/DAV/Scratch_Xaralampidis.pdf</gred:DC.Identifier>
<lom:LOM.difficulty>difficult</lom:LOM.difficulty>
<gred:DC.type>collection</gred:DC.type>
<lom:LOM.interactivityLevel>high</lom:LOM.interactivityLevel>
<gred:DC.language>el</gred:DC.language>
<gred:DC.Publisher>ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
</gred:DC.Publisher>
<gred:DC.audience>learner</gred:DC.audience>
<lom:LOM.interactivityType>mixed</lom:LOM.interactivityType>
<gred:GrEd.isTaughtAt rdf:resource="&gred;C_Class_High_School"/>
<terms:LOM.isPartOf rdf:resource="&gred;Programming"/>
</owl:NamedIndividual>
```

Παράρτημα II

Ο βασικός κώδικας της υπηρεσίας GrEd

```
import com.hp.hpl.jena.query.*;
import com.hp.hpl.jena.rdf.model.RDFNode;
import virtuoso.jena.driver.*;
import javax.swing.*;
import javax.swing.GroupLayout.Alignment;
import javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement;
import java.awt.*;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.net.URL;
import java.util.ArrayList;

public class GrEd_client extends JApplet{
```

```
private static final long serialVersionUID = 6317412997504918532L;
```

```
public static void main(String[] args) {  
}
```

```
ArrayList<String> input = new ArrayList<String>();
```

```
/******TCP connection to the ontology repository******/
```

```
VirtGraph set = new VirtGraph ("jdbc:virtuoso://charset=UTF-8/log_enable=2", "dba", "dba");
```

```
@SuppressWarnings({ "rawtypes", "unchecked" })
```

```
public void init() {
```

```
/******GUI construction******/
```

```
    final JTextField DC_subject;
```

```
    final JTextField DC_instructionalMethod;
```

```
final JTextField DC_educationLevel;  
final JTextField LOM_typicalLearningTime;  
final JTextField DC_creator;  
final JTextField DC_identifier;  
  
getContentPane().setBackground(Color.WHITE);
```

```
DC_subject = new JTextField();  
DC_subject.setToolTipText("subject");  
DC_subject.setColumns(10);
```

```
final JComboBox LOM_interactivityLevel = new JComboBox();  
LOM_interactivityLevel.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "very low", "low", "medium", "high", "very  
high"}));  
LOM_interactivityLevel.setToolTipText("interactivity level");
```

```
final JComboBox GrEd_isTaughtAt = new JComboBox();
```

```
GrEd_isTaughtAt.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "A_Class_Elementary", "B_Class_Elementary",  
"C_Class_Elementary", "D_Class_Elementary", "E_Class_Elementary", "F_Class_Elementary", "A_Class_High_School",  
"B_Class_High_School", "C_Class_High_School", "A_Class_Lyceum", "B_Class_Lyceum", "C_Class_Lyceum", "A_Class_EPAL",  
"B_Class_EPAL", "C_Class_EPAL"}));
```

```
GrEd_isTaughtAt.setToolTipText("The class this learning object is taught at");
```

```
final JComboBox DC_type = new JComboBox();
```

```
DC_type.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "collection", "dataset", "event", "image", "interactive  
resource", "moving image", "physical object", "service", "software", "sound", "still image", "text"}));
```

```
DC_type.setToolTipText("The nature or genre of the resource");
```

```
LOM_typicalLearningTime = new JTextField();
```

```
LOM_typicalLearningTime.setToolTipText("typical learning time eg PT40M30S");
```

```
LOM_typicalLearningTime.setColumns(10);
```

```
final JComboBox LOM_semanticDensity = new JComboBox();
```

```
LOM_semanticDensity.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "very low", "low", "medium", "high", "very  
high"}));
```

```
LOM_semanticDensity.setToolTipText("semantic density");
```

```
DC_instructionalMethod = new JTextField();
```

```
DC_instructionalMethod.setToolTipText("Ways of presenting instructional materials (instructional method)");
```

```
DC_instructionalMethod.setColumns(10);
```

```
DC_creator = new JTextField();
```

```
DC_creator.setToolTipText("creator (no vocabulary)");
```

```
DC_creator.setColumns(10);
```

```
final JComboBox LOM_interactivityType = new JComboBox();
```

```
LOM_interactivityType.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "active", "expositive", "mixed" }));
```

```
LOM_interactivityType.setToolTipText("interactivity type");
```

```
final JComboBox DC_isPartOf = new JComboBox();
```

```
DC_isPartOf.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "Algebra_Boole", "Arithmetics", "Databases",  
"Digital_Design", "Hardware_lessons", "Multimedia", "Networks", "Operating_systems", "Programming" }));
```

```
DC_isPartOf.setToolTipText("the ACM taxonomy subclass this learning object belongs to");
```

```
final JComboBox DC_audience = new JComboBox();
```

```
DC_audience.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "teacher", "author", "learner", "manager"}));
```

```
DC_audience.setToolTipText("For whom the resource is intended or useful");
```

```
final JComboBox DC_mediator = new JComboBox();
```

```
DC_mediator.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "teacher", "author", "learner", "manager"}));
```

```
DC_mediator.setToolTipText("mediates access to the resource");
```

```
final JComboBox DC_language = new JComboBox();
```

```
DC_language.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "en", "el"}));
```

```
DC_language.setToolTipText("Language of the resource");
```

```
DC_educationLevel = new JTextField();
```

```
DC_educationLevel.setToolTipText("A general statement describing the education or training context (educational level)");
```

```
DC_educationLevel.setColumns(10);
```

```
final JComboBox LOM_difficulty = new JComboBox();
LOM_difficulty.setModel(new DefaultComboBoxModel(new String[] { "", "very easy", "easy", "medium", "difficult", "very
difficult"}));
LOM_difficulty.setToolTipText("difficulty");

JButton btnSearch = new JButton("Search");
JButton btnInsert = new JButton("Insert");

DC_identifier = new JTextField();
DC_identifier.setToolTipText("Enter a valid URL");
DC_identifier.setColumns(10);

JLabel lblGredApplicationProfile = new JLabel("GrEd application profile client");
lblGredApplicationProfile.setFont(new Font("Dialog", Font.BOLD | Font.ITALIC, 18));
lblGredApplicationProfile.setText("");
```



```
JLabel lblNewLabel = new JLabel("Audience");  
JLabel lblNewLabel_1 = new JLabel("Mediator");  
JLabel lblNewLabel_2 = new JLabel("Language");  
JLabel lblNewLabel_3 = new JLabel("Interactivity type");  
JLabel lblNewLabel_4 = new JLabel("Type");  
JLabel lblNewLabel_5 = new JLabel("Subject");  
JLabel lblNewLabel_6 = new JLabel("Typical Learning time");  
JLabel lblNewLabel_7 = new JLabel("Creator");  
JLabel lblNewLabel_8 = new JLabel("URL");  
JLabel lblNewLabel_9 = new JLabel("Educational level");  
JLabel lblNewLabel_10 = new JLabel("Instructional method");  
JLabel lblNewLabel_11 = new JLabel("Difficulty");  
JLabel lblNewLabel_12 = new JLabel("Semantic Density");  
JLabel lblNewLabel_13 = new JLabel("Interactivity level");  
JLabel lblNewLabel_14 = new JLabel("Is part of lesson");  
JLabel lblNewLabel_15 = new JLabel("Is taught at class");  
GroupLayout groupLayout = new GroupLayout(getContentPane());
```

```
groupLayout.setHorizontalGroup(  
    groupLayout.createParallelGroup(Alignment.TRAILING)  
        .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()  
            .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.LEADING)  
                .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()  
                    .addGap(106)  
                    .addComponent(btnSearch, GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 159, Short.MAX_VALUE)  
                    .addGap(91)  
                    .addComponent(btnInsert, GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 154, Short.MAX_VALUE)  
                    .addGap(61))  
                .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()  
                    .addContainerGap()  
                    .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.LEADING)  
                        .addComponent(lblNewLabel_5)  
                        .addComponent(lblNewLabel_3)  
                        .addComponent(lblNewLabel)  
                        .addComponent(lblNewLabel_9)
```

```
.addComponent(lblNewLabel_11)
.addComponent(lblNewLabel_14)
.addComponent(lblNewLabel_7))
.addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
.addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.LEADING)
    .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()
        .addComponent(DC_isPartOf, 0, 136, Short.MAX_VALUE)
        .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(lblNewLabel_15)
        .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(GrEd_isTaughtAt, 0, 122, Short.MAX_VALUE))
    .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()
        .addComponent(DC_educationLevel, GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 109,
Short.MAX_VALUE)
        .addGroup(6)
        .addComponent(lblNewLabel_10)
        .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED))
```

130, Short.MAX_VALUE))

```
.addComponent(DC_instructionalMethod, GroupLayout.DEFAULT_SIZE,  
.addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()  
.addComponent(LOM_difficulty, 0, 45, Short.MAX_VALUE)  
.addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)  
.addComponent(lblNewLabel_12)  
.addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)  
.addComponent(LOM_semanticDensity, 0, 33, Short.MAX_VALUE)  
.addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)  
.addComponent(lblNewLabel_13)  
.addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)  
.addComponent(LOM_interactivityLevel, 0, 34, Short.MAX_VALUE))  
.addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()  
.addComponent(DC_audience, 0, 78, Short.MAX_VALUE)  
.addGap(4)  
.addComponent(lblNewLabel_1)  
.addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
```

```

        .addComponent(DC_mediator, 0, 78, Short.MAX_VALUE)
        .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
        .addComponent(lblNewLabel_2)
        .addPreferredGap(ComponentPlacement.UNRELATED)
        .addComponent(DC_language, 0, 68, Short.MAX_VALUE))
    .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup())
        .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.LEADING)
            .addComponent(DC_creator, GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 46,
Short.MAX_VALUE)
            .addComponent(DC_subject, GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 46,
Short.MAX_VALUE)
            .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()
                .addComponent(LOM_interactivityType, 0, 0,
Short.MAX_VALUE)
                .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
                .addComponent(lblNewLabel_4)))
        .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
    .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.TRAILING)

```

```

        308, Short.MAX_VALUE))
        .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()
            .addComponent(lblNewLabel_8)
            .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
            .addComponent(DC_identifier, GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
Short.MAX_VALUE))
        .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()
            .addComponent(lblNewLabel_6)
            .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
            .addComponent(LOM_typicalLearningTime, 184, 184,
Short.MAX_VALUE))
        .addComponent(DC_type, 0, 347, Short.MAX_VALUE))))
        .addGap(21)))
        .addGap(32))
        .addGroup(Alignment.LEADING, GroupLayout.createSequentialGroup()
            .addGap(122)
            .addComponent(lblGredApplicationProfile, GroupLayout.DEFAULT_SIZE, 481, Short.MAX_VALUE))
        );
        groupLayout.setVerticalGroup(

```

```

        groupLayout.createParallelGroup(Alignment.LEADING)
            .addGroup(groupLayout.createSequentialGroup()
                .addComponent(lblGredApplicationProfile,
                    GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 34,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
                .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE)
                    .addComponent(DC_subject, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(LOM_typicalLearningTime,
                        GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
GroupLayout.DEFAULT_SIZE, GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(lblNewLabel_5,
                        GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 25,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
                    .addComponent(lblNewLabel_6,
                        GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 20,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
                .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
                .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE)
                    .addComponent(LOM_interactivityType,
                        GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
GroupLayout.DEFAULT_SIZE, GroupLayout.PREFERRED_SIZE)

```

```

        .addComponent(DC_type, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(lblNewLabel_3, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 25,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(lblNewLabel_4, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 20,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(12)
        .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE)
        .addComponent(DC_creator, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 19,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(DC_identifer, GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
GroupLayout.DEFAULT_SIZE, GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(lblNewLabel_7, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 33,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(lblNewLabel_8, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 24,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addPreferredGap(ComponentPlacement.RELATED)
        .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE)
        .addComponent(DC_audience, GroupLayout.PREFERRED_SIZE,

```



```

GridLayout.DEFAULT_SIZE, GridLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(DC_language,
GridLayout.DEFAULT_SIZE, GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        .addComponent(DC_mediator,
GridLayout.DEFAULT_SIZE, GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        .addComponent(lblNewLabel,
GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE, 25,
        .addComponent(lblNewLabel_1,
GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE, 26,
        .addComponent(lblNewLabel_2,
GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE, 26,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(18)
        .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE)
        .addComponent(DC_educationLevel,
GridLayout.DEFAULT_SIZE, GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        .addComponent(DC_instructionalMethod,
GridLayout.DEFAULT_SIZE, GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        .addComponent(lblNewLabel_9,
GridLayout.PREFERRED_SIZE,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE, 23,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE)

```

```

        .addComponent(lblNewLabel_10, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 19,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(18)
        .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE)
            .addComponent(LOM_difficulty, GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
GroupLayout.DEFAULT_SIZE, GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(LOM_interactivityLevel, GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
GroupLayout.DEFAULT_SIZE, GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(LOM_semanticDensity, GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
GroupLayout.DEFAULT_SIZE, GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(lblNewLabel_11, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 19,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(lblNewLabel_12, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 19,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
            .addComponent(lblNewLabel_13, GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 19,
GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(18)
        .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE)
            .addComponent(DC_isPartOf, GroupLayout.PREFERRED_SIZE,

```

```

GridLayout.DEFAULT_SIZE, GridLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(GrEd_isTaughtAt,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE,
GridLayout.DEFAULT_SIZE, GridLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(lblNewLabel_14,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE, 27,
GridLayout.PREFERRED_SIZE)
        .addComponent(lblNewLabel_15,
        GridLayout.PREFERRED_SIZE, 21,
GridLayout.PREFERRED_SIZE))
        .addGap(18)
        .addGroup(groupLayout.createParallelGroup(Alignment.BASELINE, false)
        .addComponent(btnSearch)
        .addComponent(btnInsert))
        .addGap(0))
);
getContentPane().setLayout(groupLayout);

/*****Search process*****/

btnSearch.addActionListener(new ActionListener() {

```

```
public void actionPerformed(ActionEvent e) {  
  
    ArrayList<String> resources = new ArrayList<String>();  
  
    if (!DC_subject.getText().isEmpty()) {  
        input = select("DC.Subject",DC_subject.getText(), "DC");  
  
        while (!input.isEmpty()) {  
            if (!resources.contains(input.get(0))){  
                resources.add(input.get(0));  
            }  
            input.remove(0);  
        }  
  
        DC_subject.setText("");  
    }  
    if (!DC_instructionalMethod.getText().isEmpty()) {
```

```
input = select("DC.instructionalMethod",DC_instructionalMethod.getText(), "DC");

while (!input.isEmpty()) {
    if (!resources.contains(input.get(0))){
        resources.add(input.get(0));
    }
    input.remove(0);
}

DC_instructionalMethod.setText("");
}

if (!DC_educationLevel.getText().isEmpty()) {
    input = select("DC.educationLevel",DC_educationLevel.getText(), "DC");

    while (!input.isEmpty()) {
        if (!resources.contains(input.get(0))){
            resources.add(input.get(0));
        }
    }
}
```

```

        }
        input.remove(0);
    }

    DC_educationLevel.setText("");
}
if (!LOM_typicalLearningTime.getText().isEmpty()) {
    input = select("lom:typicalLearningTime",LOM_typicalLearningTime.getText(), "LOM");

    while (!input.isEmpty()) {
        if (!resources.contains(input.get(0))){
            resources.add(input.get(0));
        }
        input.remove(0);
    }

    LOM_typicalLearningTime.setText("");
}

```

```
}  
  
if (!DC_creator.getText().isEmpty()) {  
    input = select("DC.Creator",DC_creator.getText(), "DC");  
  
    while (!input.isEmpty()) {  
        if (!resources.contains(input.get(0))){  
            resources.add(input.get(0));  
        }  
        input.remove(0);  
    }  
  
    DC_creator.setText("");  
}  
  
if (!DC_identifier.getText().isEmpty()) {  
    input = select("DC.Identifier",DC_identifier.getText(), "DC");  
  
    while (!input.isEmpty()) {
```

```

        if (!resources.contains(input.get(0))) {
            resources.add(input.get(0));
        }
        input.remove(0);
    }

    DC_identifier.setText("");
}

if (!LOM_difficulty.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
    input = select("lom:difficulty", LOM_difficulty.getSelectedItem().toString(), "LOM");

    while (!input.isEmpty()) {
        if (!resources.contains(input.get(0))) {
            resources.add(input.get(0));
        }
        input.remove(0);
    }
}

```



```
        LOM_difficulty.setSelectedIndex(0);
    }
    if (!DC_language.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
        input = select("DC.language",DC_language.getSelectedItem().toString(), "DC");

        while (!input.isEmpty()) {
            if (!resources.contains(input.get(0))){
                resources.add(input.get(0));
            }
            input.remove(0);
        }

        DC_language.setSelectedIndex(0);
    }
    if (!DC_mediator.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
        input = select("DC.mediator",DC_mediator.getSelectedItem().toString(), "DC");
```

```

while (!input.isEmpty()) {
    if (!resources.contains(input.get(0))){
        resources.add(input.get(0));
    }
    input.remove(0);
}

DC_mediator.setSelectedIndex(0);
}
if (!DC_audience.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
    input = select("DC.audience",DC_audience.getSelectedItem().toString(), "DC");

while (!input.isEmpty()) {
    if (!resources.contains(input.get(0))){
        resources.add(input.get(0));
    }
}

```

```
        input.remove(0);
    }

    DC_audience.setSelectedIndex(0);
}
if (!DC_isPartOf.getSelectedItems().toString().isEmpty()) {
    input = select("terms:DC.isPartOf",DC_isPartOf.getSelectedItems().toString(), "DC.isPartOf");

    while (!input.isEmpty()) {
        if (!resources.contains(input.get(0))){
            resources.add(input.get(0));
        }
        input.remove(0);
    }

    DC_isPartOf.setSelectedIndex(0);
}
```

```

if (!LOM_interactivityType.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
    input = select("lom:interactivityType",LOM_interactivityType.getSelectedItem().toString(), "LOM");

    while (!input.isEmpty()) {
        if (!resources.contains(input.get(0))){
            resources.add(input.get(0));
        }
        input.remove(0);
    }

    LOM_interactivityType.setSelectedIndex(0);
}

if (!LOM_semanticDensity.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
    input = select("lom:semanticDensity",LOM_semanticDensity.getSelectedItem().toString(), "LOM");

    while (!input.isEmpty()) {
        if (!resources.contains(input.get(0))){

```

```
        resources.add(input.get(0));
    }
    input.remove(0);
}

LOM_semanticDensity.setSelectedIndex(0);
}
if (!DC_type.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
    input = select("DC.type",DC_type.getSelectedItem().toString(), "DC");

    while (!input.isEmpty()) {
        if (!resources.contains(input.get(0))){
            resources.add(input.get(0));
        }
        input.remove(0);
    }
}
```

```

        DC_type.setSelectedIndex(0);
    }
    if (!GrEd_isTaughtAt.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
        input = select("GrEd.isTaughtAt",GrEd_isTaughtAt.getSelectedItem().toString(), "GrEd.isTaughtAt") ;

        while (!input.isEmpty()) {
            if (!resources.contains(input.get(0))){
                resources.add(input.get(0));
            }
            input.remove(0);
        }

        GrEd_isTaughtAt.setSelectedIndex(0);
    }
    if (!LOM_interactivityLevel.getSelectedItem().toString().isEmpty()) {
        input = select("lom:interactivityLevel",LOM_interactivityLevel.getSelectedItem().toString(), "LOM");
    }

```

```

while (!input.isEmpty()) {
    if (!resources.contains(input.get(0))){
        resources.add(input.get(0));
    }
    input.remove(0);
}

LOM_interactivityLevel.setSelectedIndex(0);
}

/*****Show Learning Objects*****/
if (resources.isEmpty()){
    JOptionPane.showMessageDialog(null, "No results", "Search completed", JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
}

while (!resources.isEmpty()) {
    if (JOptionPane.showConfirmDialog(null, resources.get(0) + "\n\nOpen the resource?", "Search completed",
JOptionPane.YES_NO_OPTION) == JOptionPane.YES_OPTION){

```

```
        try
        {
            Desktop.getDesktop().browse(new URL(resources.get(0)).toURI());
        }
        catch (Exception ex) {
            JOptionPane.showMessageDialog(null, resources.get(0), "Invalid URL", JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
        }
    }
    resources.remove(0);
}
});
```

```
/******Insert method******/
```

```
btnInsert.addActionListener(new ActionListener() {
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
```


if (

```
!LOM_interactivityLevel.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!GrEd_isTaughtAt.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!DC_type.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!LOM_semanticDensity.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!LOM_interactivityType.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!DC_isPartOf.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!DC_audience.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!DC_mediator.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!DC_language.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!LOM_difficulty.getSelectedItem().toString().isEmpty() &&  
!DC_identifier.getText().isEmpty() &&  
!DC_creator.getText().isEmpty() &&  
!LOM_typicalLearningTime.getText().isEmpty() &&  
!DC_educationLevel.getText().isEmpty() &&  
!DC_instructionalMethod.getText().isEmpty() &&  
!DC_subject.getText().isEmpty()
```

}

```
String name = DC_subject.getText().replace(" ", "_");
```

```
insert(name, "lom:interactivityLevel",LOM_interactivityLevel.getSelectedItem().toString(), "LOM");
```

```
insert(name, "GrEd.isTaughtAt",GrEd_isTaughtAt.getSelectedItem().toString(), "GrEd.isTaughtAt") ;
```

```
insert(name, "DC.type",DC_type.getSelectedItem().toString(), "DC");
```

```
insert(name, "lom:semanticDensity",LOM_semanticDensity.getSelectedItem().toString(), "LOM");
```

```
insert(name, "lom:interactivityType",LOM_interactivityType.getSelectedItem().toString(), "LOM");
```

```
insert(name, "terms:DC.isPartOf",DC_isPartOf.getSelectedItem().toString(), "DC.isPartOf");
```

```
insert(name, "DC.audience",DC_audience.getSelectedItem().toString(), "DC");
```

```
insert(name, "DC.mediator",DC_mediator.getSelectedItem().toString(), "DC");
```

```
insert(name, "DC.language",DC_language.getSelectedItem().toString(), "DC");
```

```
insert(name, "lom:difficulty",LOM_difficulty.getSelectedItem().toString(), "LOM");
```

```
insert(name, "DC.Identifier",DC_identifier.getText(), "DC");
```

```
insert(name, "DC.Creator",DC_creator.getText(), "DC");
```

```
insert(name, "lom:typicalLearningTime",LOM_typicalLearningTime.getText(), "LOM");
```

```
insert(name, "DC.educationLevel",DC_educationLevel.getText(), "DC");
```

```
insert(name, "DC.instructionalMethod",DC_instructionalMethod.getText(), "DC");
```

```
insert(name, "DC.Subject",DC_subject.getText(), "DC");
```

```
JOptionPane.showMessageDialog(null, "Insert complete", "Insert complete", JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);
```

```
LOM_interactivityLevel.setSelectedIndex(0);
```

```
GrEd_isTaughtAt.setSelectedIndex(0);
```

```
DC_type.setSelectedIndex(0);
```

```
LOM_semanticDensity.setSelectedIndex(0);
```

```
LOM_interactivityType.setSelectedIndex(0);
```

```
DC_isPartOf.setSelectedIndex(0);
```

```
DC_audience.setSelectedIndex(0);
```

```
DC_mediator.setSelectedIndex(0);
```

```
DC_language.setSelectedIndex(0);
```

```
LOM_difficulty.setSelectedIndex(0);
```

```
DC_identifier.setText("");
```

```
DC_creator.setText("");
LOM_typicalLearningTime.setText("");
DC_educationLevel.setText("");
DC_instructionalMethod.setText("");
DC_subject.setText("");
}
else {
    JOptionPane.showMessageDialog(null, "All fields are required", "Warning", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
}
}
});
}
```

```
/******Select function******/
```

```
public ArrayList<String> select (String property, String object, String type) {
```

```
String myQuery = "";
```

```
ArrayList<String> nodes = new ArrayList<String>();
```

```
if (type.equalsIgnoreCase("DC"))
```

```
    myQuery = "PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX terms: <http://purl.org/dc/terms/> SELECT * WHERE { GRAPH ?graph {?a gred:" + property + " \\" + object + "\"} }";
```

```
else if (type.equalsIgnoreCase("LOM"))
```

```
    myQuery = "PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX terms: <http://purl.org/dc/terms/> SELECT * WHERE { GRAPH ?graph {?a " + property + " \\" + object + "\"} }";
```

```
else if (type.equalsIgnoreCase("GrEd"))
```

```
    myQuery = "PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX terms: <http://purl.org/dc/terms/> SELECT * WHERE { GRAPH ?graph {?a
```

```
gred:GrEd.isTaughtAt gred:" + object + " } }";
```

```
Query sparql = QueryFactory.create(myQuery);
```

```
VirtuosoQueryExecution vqe = VirtuosoQueryExecutionFactory.create (sparql, set);
```

```
ResultSet results = vqe.execSelect();
```

```
while (results.hasNext()) {
```

```
    QuerySolution result = results.nextSolution();
```

```
    RDFNode a = result.get("a");
```

```
    myQuery = "PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> SELECT * WHERE { GRAPH ?graph {gred:" +  
a.toString().substring(39) + " gred:DC.Identifier ?c} }";
```

```
    sparql = QueryFactory.create(myQuery);
```

```
    vqe = VirtuosoQueryExecutionFactory.create (sparql, set);
```

```
    ResultSet newresults = vqe.execSelect();
```

```
    while (newresults.hasNext()) {
```

```

        QuerySolution newresult = newresults.nextSolution();
        nodes.add(newresult.get("c").toString());
    }
}
return nodes;
}

```

*/******Insert function******/*

```

public void insert (String subject, String property, String object, String type) {

```

```

    String myQuery = "";

```

```

    if (type.equalsIgnoreCase("DC"))

```

```

        myQuery = "PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX terms: <http://purl.org/dc/terms/> INSERT INTO <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/> {gred:" + subject + " gred:" + property + " \'" + object + "\'"}";

```

```
else if (type.equalsIgnoreCase("LOM"))
```

```
    myQuery = "PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX terms: <http://purl.org/dc/terms/> INSERT INTO <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/> {gred:" + subject + " " + property + " \"\" + object + "\"}";
```

```
else if (type.equalsIgnoreCase("GrEd"))
```

```
    myQuery = "PREFIX lom: <http://www.owl-ontologies.com/lom.owl#> PREFIX gred: <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/#> PREFIX terms: <http://purl.org/dc/terms/> INSERT INTO <http://snf-500306.vm.oceanos.grnet.gr/> {gred:" + subject + " gred:GrEd.isTaughtAt gred:" + object + "}";
```

```
VirtuosoUpdateRequest vur = VirtuosoUpdateFactory.create(myQuery, set);
```

```
vur.exec();
```

```
}
```

```
public void start() {
```

```
}
```



```
public void stop() {  
    }  
public void destroy() {  
    }  
}
```