

Χρήση οντολογιών για την περιγραφή και τη διαχείριση μαθησιακών στόχων και μαθησιακών αντικειμένων

Μ. Μπαγιαμπού¹, Α. Καμέας²

¹ Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, mpagiampous@gmail.com

² Εργαστήριο Εκπαιδευτικού Υλικού και Εκπαιδευτικής Μεθοδολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, kameas@eap.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναφερόμαστε στις δυνατότητες αξιοποίησης των Οντολογιών στην Εκπαίδευση. Αφού κάνουμε μια επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, προχωρούμε στην περιγραφή της δικής μας δουλειάς, που αφορά την κατασκευή οντολογιών που βοηθούν στην περιγραφή και διαχείριση μαθησιακών στόχων και εκπαιδευτικού υλικού (μαθησιακών αντικειμένων).

Λέξεις κλειδιά: οντολογίες, μαθησιακά αντικείμενα, νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση, μαθησιακοί στόχοι

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια γίνονται πολλές έρευνες οι οποίες δείχνουν πως οι Οντολογίες και οι τεχνολογίες βασισμένες σε οντολογίες, βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στην εκπαίδευση και αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς έρευνας της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Μια οντολογία αποτελεί την τυπική προδιαγραφή κάποιας περιοχής γνώσης (Gruber, 1993). Παρέχει τις βασικές έννοιες του πεδίου γνώσης που περιγράφεται και τις μεταξύ τους σχέσεις, καθώς και την ορολογία με την οποία αναφερόμαστε στις έννοιες και τις σχέσεις αυτές. Δηλαδή, μια οντολογία παρέχει τόσο λεξιλόγια και όσο και σχήματα οργάνωσης της γνώσης, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν ως κοινά πλαίσια επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων, συστημάτων και οργανισμών, διευκολύνοντας το διαμοιρασμό, την διαλειτουργικότητα και την επαναχρησιμοποίηση πόρων (Uschold & Gruninger, 1996). Οι Οντολογίες συνδέονται στενά με το λεγόμενο Σημασιολογικό Ιστό, που αναφέρεται στη σημασιολογική διασύνδεση των πληροφοριών που υπάρχουν στον Παγκόσμιο Ιστό με τρόπο κατανοητό από μηχανές (Berners Lee et al., 2001). Μια τέτοια διασύνδεση θα έδινε πολύ μεγάλες προοπτικές όσον αφορά στο διαμοιρασμό, ανάκληση και επαναχρησιμοποίηση της πληροφορίας τόσο στην εκπαίδευση όσο σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων μας.

Στην εργασία μας διερευνούμε τη δυνατότητα χρήσης οντολογιών για να περιγράψουμε με τυπικό τρόπο τρεις βασικές συνιστώσες της μαθησιακής

διαδικασίας: το **γνωστικό πεδίο**, τα **μαθησιακά αντικείμενα** και τους **μαθησιακούς στόχους**, με σκοπό να γίνει δυνατή η αυτόματη επεξεργασία των παραπάνω συνιστωσών από εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης και να προωθείται η επικοινωνία, η διαλειτουργικότητα και ο διαμοιρασμός πόρων. Αφού κάνουμε μια σύντομη επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση οντολογιών στην Εκπαίδευση αναφερόμαστε στις Οντολογίες που δημιουργήσαμε και στον τρόπο που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθούν οι προαναφερθέντες στόχοι. Σημειώνουμε ότι στην παρούσα εργασία δεν περιλαμβάνεται η εκπαιδευτική αξιολόγηση του συστήματος (μετά από πιλοτική χρήση), αλλά μόνο η επαλήθευση της λειτουργίας του.

2. Οντολογίες και Χρήσεις Οντολογιών στην Εκπαίδευση

Παρακάτω αναφέρουμε παραδείγματα οντολογιών που έχουν δημιουργηθεί για χρήση σε σύγχρονες εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης:

1. **Οντολογίες για την περιγραφή γνωστικού πεδίου** (educational domain knowledge ontologies). Το γνωστικό πεδίο σε μια εφαρμογή ηλεκτρονικής μάθησης ή διαχείρισης γνώσης θα μπορούσε να αναπαρασταθεί με πολλούς τρόπους: λεξικά, θησαυροί, περίληψη, κατάλογος βιβλιοθήκης, ευρετήρια και μεταδεδομένων, γράφους, οντολογίες κλπ. Από όλα τα παραπάνω η οντολογία είναι η πιο κατάλληλη δομή για να περιγράψει το πλούσιο δίκτυο από σχέσεις ανάμεσα στις έννοιες του πεδίου (Davies et al., 2003). Υπάρχει πληθώρα τέτοιων οντολογιών όπως αυτές που αναφέρουν σε εργασίες τους ερευνητές όπως οι Sosnovsky & Gavrilova (2006), οι Bianchi et al. (2009), οι Grandbastien & Huyinh Kim Bang (2008), οι Albano et al. (2007), ο Paquette (2007), ο Van Assche (2007), κ.α. Σε κάποιες εφαρμογές οι οντολογίες έχουν μικρή λεπτομέρεια και σε άλλες περισσότερη, σε άλλες υπάρχει προσανατολισμός στην εκπαιδευτική χρήση και σε άλλες όχι. Τέτοιες οντολογίες συχνά χρησιμοποιούνται για πλοήγηση στο γνωστικό πεδίο, καθώς και για την σημασιολογική επισήμειωση (semantic annotation) μαθησιακών αντικειμένων, εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και γενικότερα ψηφιακών μαθησιακών πόρων και συμβάλουν στο διαμοιρασμό και την επαναχρησιμοποίησή τους.
2. **Οντολογίες για την περιγραφή ικανοτήτων των εκπαιδευομένων και μαθησιακών στόχων**. Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στην έννοια της Ικανότητας κερδίζουν συνεχώς έδαφος στην ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού. Στο πλαίσιο των εφαρμογών ηλεκτρονικής μάθησης η μοντελοποίηση των ικανοτήτων (Competence Modeling) θεωρείται πλέον απαραίτητη για κάθε είδους Παιδαγωγικό Σχεδιασμό (Schmidt & Kunzmann, 2006; Schmidt & Kunzmann, 2007). Διάφοροι ερευνητές όπως οι Sicilia (2005), Paquette (2007), Van Assche (2007), Schmidt & Kunzmann (2007) κ.α. έχουν προτείνει οντολογίες για την μοντελοποίηση ικανοτήτων. Σε αυτές τις οντολογίες επιχειρείται η αναπαράσταση των ικανοτήτων και των

μαθησιακών στόχων σε τυπική γλώσσα, έτσι ώστε να μπορεί να επιτευχθεί η διαχείριση τους σε εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης, πχ είναι δυνατόν να υπολογιστούν τα γνωστικά κενά κάθε εκπαιδευόμενου με βάση τις τρέχουσες ικανότητές του και αυτές που θέλουμε να αποκτήσει (επιθυμητές ικανότητες) και με βάση αυτά να του προτείνεται αντίστοιχο μαθησιακό υλικό (προσωποποίηση εφαρμογής), ή να μπορούν να συγκριθούν στόχοι από διαφορετικά προγράμματα σπουδών για να διαμοιραστεί και να επαναχρησιμοποιηθεί υλικό που σχετίζεται με συγκεκριμένους στόχους (Van Assche, 2007).

3. **Οντολογίες για την περιγραφή μαθησιακών διαδικασιών, δραστηριοτήτων, διδακτικών σεναρίων, διδακτικών ενοτήτων, διδακτικών μονοπατιών κλπ** (όπως αυτές που αναφέρουν οι Rius et al., 2008, Knight et al., 2006, κ.α.). Τέτοιες οντολογίες βασίζονται συνήθως σε κοινά αποδεκτά πρότυπα μαθησιακού σχεδιασμού και χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τις βασικές συνιστώσες κάποιας μαθησιακής διαδικασίας με στόχο την αυτόματη ή ημιαυτόματη παραγωγή κάποιου διδακτικού σεναρίου με βάση τις δεδομένες συνιστώσες.
4. **Οντολογίες για την περιγραφή συστημάτων διαχείρισης μάθησης LMS** (όπως αυτή που αναφέρει ο Shrimathi, 2010). Τέτοιες οντολογίες περιγράφουν τις βασικές συνιστώσες ενός συστήματος διαχείρισης μάθησης με στόχο την ύπαρξη πλαισίου επικοινωνίας, την διαλειτουργικότητα και την επαναχρησιμοποίηση πόρων.
5. **Οντολογίες εκπαιδευτικών μεταδεδομένων** (όπως αυτή που αναφέρει ο Bianchi et al., 2009). Τέτοιες οντολογίες βασίζονται συνήθως σε κοινά αποδεκτά πρότυπα και χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα βασικά εκπαιδευτικά μεταδεδομένα για την περιγραφή μαθησιακού περιεχομένου με στόχο την αποδοτικότερη διαχείριση και ανάκληση του περιεχομένου.

3. Οντοκεντρική εκπαιδευτική εφαρμογή

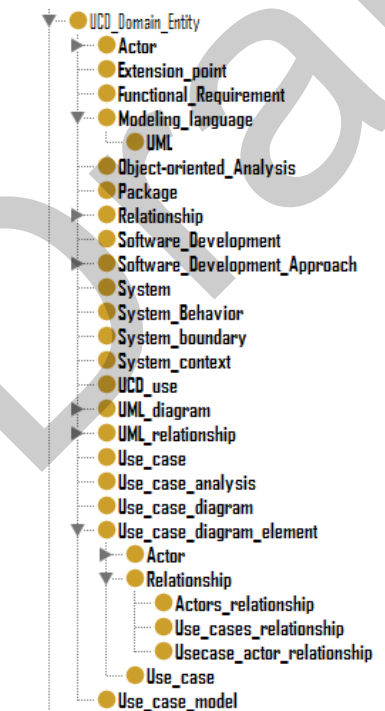
Η εργασία μας αφορά στη δημιουργία μιας οντοκεντρικής εκπαιδευτικής εφαρμογής η οποία στηρίζεται σε τρεις επιμέρους οντολογίες: μια που αφορά την περιγραφή συγκεκριμένου πεδίου γνώσης (Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης), μια οντολογία για τη μοντελοποίηση των μαθησιακών στόχων ως επιθυμητών ικανοτήτων που θέλουμε να αποκτήσουν οι εκπαιδευόμενοι, και μια για την περιγραφή μαθησιακών αντικειμένων. Τις τρεις επιμέρους οντολογίες τις συνδέουμε σε μια τέταρτη συνδυαστική οντολογία. Ζητούμενα της εφαρμογής που δημιουργούμε είναι α) να περιγράψουμε, χρησιμοποιώντας οντολογίες, το γνωστικό πεδίο, τους μαθησιακούς στόχους και τα μαθησιακά αντικείμενα που αφορούν ένα συγκεκριμένο πεδίο γνώσης, με τρόπο που να είναι δυνατή η αυτόματη επεξεργασία από εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης, β) να συνδέσουμε τις παραπάνω συνιστώσες της μαθησιακής διαδικασίας μεταξύ τους σε μια ενιαία εφαρμογή και να χρησιμοποιήσουμε τις

συνδέσεις αυτές για την καλύτερη διαχείριση μαθησιακών πόρων και γ) να μπορούμε να επεκταθούμε και σε άλλα γνωστικά πεδία χωρίς μεγάλο κόστος.

Τόσο η κατασκευή των Οντολογιών μας, όσο και η δοκιμαστική χρήση της εφαρμογής μας γίνεται μέσα από το περιβάλλον του Protégé, που αποτελεί εργαλείο/πλατφόρμα δημιουργίας οντολογιών κι διαχείρισης γνώσης. Παρακάτω περιγράφουμε τις επιμέρους οντολογίες μας και τον τρόπο που τις συνδυάζουμε σε μία τελική οντολογία.

3.1 Οντολογία Γνωστικού αντικειμένου: Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης

Η πρώτη οντολογία αφορά το γνωστικό πεδίο της **Αντικειμενοστρεφούς Ανάλυσης** και συγκεκριμένα αναφέρεται στα **Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης**. Η οντολογία αυτή δημιουργήθηκε εξολοκλήρου από εμάς καθώς δεν βρήκαμε κάποια ήδη υπάρχουσα οντολογία σε σχέση με το συγκεκριμένο πεδίο. Η επιλογή των εννοιών που συμπεριλάβαμε αντανακλά το τι θεωρούμε σημαντικό να μάθουν οι εκπαιδευόμενοι σε σχέση με το σχεδιασμό των Διαγραμμάτων Περιπτώσεων Χρήσης.



Εικόνα 1: Ιεραρχία κλάσεων της οντολογίας Διαγραμμάτων Περιπτώσεων Χρήσης

Στην εικόνα 1 βλέπουμε την ιεραρχία των εννοιών (κλάσεων) της Οντολογίας των Διαγραμμάτων Περιπτώσεων Χρήσης. Οι σχέσεις μεταξύ των εννοιών, πέραν των

ιεραρχικών δεν αναφέρονται γιατί η λεπτομερής περιγραφή της οντολογίας πεδίου ξεφεύγει του σκοπού της παρούσας εργασίας.

3.2 Οντολογία Ικανοτήτων - μαθησιακών στόχων

Η δεύτερη οντολογία που κατασκευάσαμε αφορά την μοντελοποίηση της έννοιας της Ικανότητας, και αποτελεί συνδυασμό των προτάσεων ερευνητών όπως οι Sicilia (2005), Paquette (2007) και Van Assche (2007). Η έννοια της ικανότητας είναι πολύ σημαντική στα πλαίσια κάθε μαθησιακής διαδικασίας, καθώς με βάση τις ικανότητες των εκπαιδευομένων (τις τρέχουσες και τις επιθυμητές) επιλέγονται οι διδακτικές μεθοδολογίες, τα μαθησιακά μονοπάτια, οι μαθησιακές δραστηριότητες και το εκπαιδευτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθούν. Οι μαθησιακοί στόχοι μιας μαθησιακής διαδικασίας ταυτίζονται με τις ικανότητες που θα έχουν αναπτύξει οι εκπαιδευόμενοι μετά το πέρας της εκπαιδευτικής διαδικασίας (επιθυμητές ικανότητες) και έτσι μια οντολογία Ικανοτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ορισμό μαθησιακών στόχων, όπως γίνεται και στην εργασία μας. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή τρεχουσών ή προοπτικώς αναμενόμενων ικανοτήτων.

Στην Οντολογία μας η Ικανότητα (Competence) ορίζεται ως η δυνατότητα εφαρμογής κάποιας γενικής δεξιότητας (generic skill) σε κάποιο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο (Knowledge Entity) υπό κάποια συνθήκη (Condition) (Paquette, 2007). Για παράδειγμα, «Να μπορούν να καταγράφουν (γενική δεξιότητα) τις λειτουργικές απαιτήσεις συγκεκριμένου συστήματος (γνωστικό αντικείμενο) χρησιμοποιώντας Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (συνθήκη)»

Η γενική δεξιότητα αναφέρεται σε κάποια γνώση, δεξιότητα ή στάση και εκφράζεται με τη βοήθεια κάποιου ενεργητικού ρήματος. Στην εργασία μας αναλύσαμε τις γενικές δεξιότητες που αφορούν το πεδίο των γνώσεων και όχι τις δεξιότητες και τις στάσεις. Η ανάλυση έγινε με βάση την ευρέως αποδεκτή και διαδεδομένη ταξινόμια μαθησιακών στόχων του Bloom (Bloom, 1956).

Το γνωστικό αντικείμενο/αντικείμενα στο οποίο εφαρμόζεται η γενική δεξιότητα προέρχεται από κάποια οντολογία γνωστικού πεδίου, στην περίπτωση μας από την οντολογία των Διαγραμμάτων Περιπτώσεων Χρήσης.

Η συνθήκη στην οντολογία μας αναφέρεται στους τυχόν περιορισμούς σε σχέση με την εκδήλωση κάποιας ικανότητας. Συγκεκριμένα μπορεί να αφορά

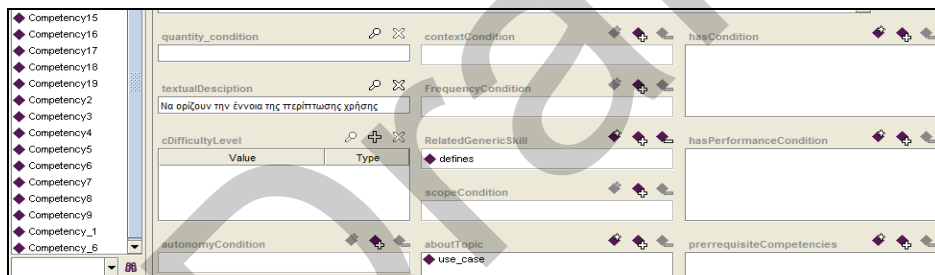
A. αριθμητικούς περιορισμούς σε σχέση με την έννοια που εμπλέκει. Π.χ. *Να αναφέρουν δύο λόγους χρήσης των διαγραμμάτων περιπτώσεων χρήσης*

B. περιορισμούς σε σχέση με την πολυπλοκότητα, συχνότητα, αυτονομία, εύρος και οικειότητα καταστάσεων. Π.χ. *Να καταγράφουν το περιβάλλον λειτουργίας μιας οποιασδήποτε εφαρμογής ως σύνολο από χειριστές (εύρος καθολικό)*

Γ. άλλες ικανότητες. Π.χ. *Να καταγράφουν τις λειτουργικές απαιτήσεις συγκεκριμένου συστήματος χρησιμοποιώντας Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης*

Χρησιμοποιούμε την οντολογία για να παράγουμε ικανότητες-μαθησιακούς στόχους εκφρασμένους σε τυπική γλώσσα, επεξεργάσιμη από υπολογιστικά συστήματα. Οι στόχοι δεν εκφράζονται ως απλό κείμενο αλλά γίνεται ένα περαιτέρω βήμα και αναλύονται σε μικρότερα κομμάτια έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή διαλειτουργικότητα, αφού όσο μικρότερα τα κομμάτια στα οποία αναλύεται μια ικανότητα τόσο πιο εύκολα μπορεί να εντοπιστεί συμφωνία με στόχους από άλλες πηγές, γεγονός που αναμένεται με τη σειρά του να αυξήσει τις δυνατότητες για επαναχρησιμοποίηση των μαθησιακών πόρων (Paquette, 2007; Van Assche, 2007).

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2, για κάθε ικανότητα στην οντολογία μας, μπορούν να ορίζονται προαπαιτούμενες ικανότητες (prerequisite). Επίσης, στην οντολογία μας, κάθε ικανότητα αντιστοιχίζεται σε κάποιο επίπεδο πολυπλοκότητας, ανάλογα με την πολυπλοκότητα της γενικής δεξιότητας που περιλαμβάνει. Για παράδειγμα, σύμφωνα με την ταξινόμια του Bloom η δεξιότητα «αναφέρω» είναι απλούστερη της δεξιότητας «αναλύω» άρα και μια ικανότητα που χρησιμοποιεί το αναλύω είναι πιο πολύπλοκη από άλλη που χρησιμοποιεί το αναφέρω. Αυτό θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για κατάταξη μαθησιακών στόχων και ικανοτήτων ανάλογα με τη δυσκολία τους, αλλά και για την αυτόματη παραγωγή προαπαιτούμενων ικανοτήτων ή στόχων.



Εικόνα 2: Ορισμός της ικανότητας «Να ορίζουν την έννοια της περίπτωσης χρήσης» στο περιβάλλον του Protégé. Πρόκειται για απλή ικανότητα, χωρίς συνθήκη

3.3. Οντολογία μαθησιακών αντικειμένων

Η τρίτη οντολογία μας αφορά τα μαθησιακά αντικείμενα. Με τον όρο μαθησιακό αντικείμενο αναφερόμαστε σε κάθε ανεξάρτητη και αυτόνομη μονάδα μαθησιακού υλικού, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλαπλά εκπαιδευτικά πλαίσια (Polsani, 2003). Για να τη δημιουργήσουμε επιλέξαμε εκπαιδευτικά μεταδεδομένα από το ευρέως διαδεδομένο και αποδεκτό πρότυπο εκπαιδευτικών μεταδεδομένων IEEE LOM που περιλαμβάνεται στο SCORM. Συγκεκριμένα τα εκπαιδευτικά μεταδεδομένα που χρησιμοποιήσαμε είναι τα εξής:

- GENERAL (aggregation level, description, keyword, language, title, creator)
- EDUCATIONAL (context, difficulty, learningResource type, educational_description)
- LIFECYCLE (status)

- TECHNICAL (format, size)

Η περιγραφή των μαθησιακών αντικείμενων με τη βοήθεια μεταδεδομένων βοηθά στην αποτελεσματικότερη διαχείριση τους. Για παράδειγμα είναι δυνατή η ανάκληση μαθησιακών αντικείμενων με συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά (όπως το format ή το μέγεθος), ή με συγκεκριμένα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά (όπως ο τύπος ή ηλικιακή ομάδα-στόχος), μαθησιακών αντικείμενων που αφορούν συγκεκριμένη λέξη-κλειδί κλπ.

3.4. Συνδυαστική οντολογία

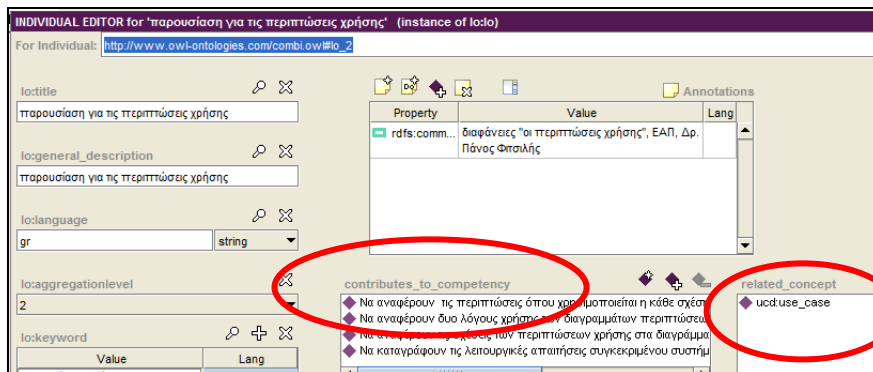
Καθεμία από τις οντολογίες μας (πεδίου, δεξιοτήτων και μαθησιακών αντικείμενων) θα μπορούσε να αξιοποιηθεί μόνη της σε συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης, ωστόσο ο συνδυασμός τους πολλαπλασιάζει τις δυνατότητες προσωποποίησης της εφαρμογής, της διαλειτουργικότητας και της επαναχρησιμοποίησης πόρων. Βασισμένοι σε αρχιτεκτονικές συστημάτων μάθησης βασισμένων σε οντολογίες, όπως αυτές που έχουν προτείνει οι Grandbastien, Paquette και Van Assche, δημιουργήσαμε μια συνδυαστική οντολογία εισάγοντας τις οντολογίες πεδίου, δεξιοτήτων και μαθησιακών αντικείμενων και προσθέτοντας ιδιότητες-σχέσεις μέσω των οποίων συνδέονται οι έννοιες των οντολογιών αυτών. Πιο συγκεκριμένα:

- Κάθε μαθησιακό αντικείμενο μπορεί να συνδέεται με κάποια ικανότητα μέσω της ιδιότητας **Contributes to competence**
- Κάθε μαθησιακό αντικείμενο μπορεί να συνδέεται με κάποια έννοια του γνωστικού πεδίου των Διαγραμμάτων Περιπτώσεων χρήσης μέσω της ιδιότητας **Related concept**
- Κάθε ικανότητα μπορεί να συνδέεται με συγκεκριμένα μαθησιακά αντικείμενα μέσω της ιδιότητας **useful_lo**
- Η σύνδεση ικανοτήτων με έννοιες του γνωστικού πεδίου υπάρχει ήδη (από την οντολογία των Ικανοτήτων) μέσω της ιδιότητας **aboutTopic**

Η μέθοδος κατασκευής της συνδυαστικής οντολογίας επιτρέπει την εφαρμογή της σε οποιοδήποτε γνωστικό πεδίο ή συνδυασμό από γνωστικά πεδία, αρκεί να εισαχθούν οι κατάλληλες επιμέρους οντολογίες.

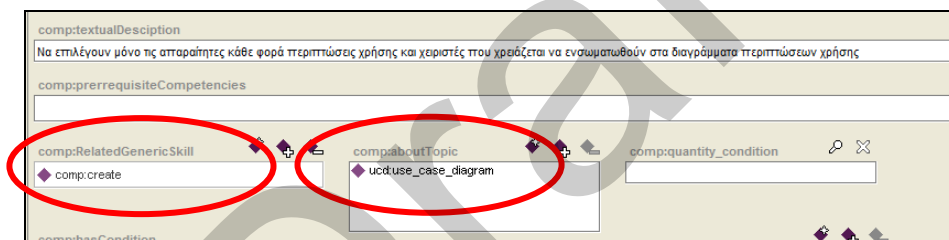
3.5. Δοκιμαστική εφαρμογή

Στα πλαίσια της δοκιμής της εφαρμογής μας στο περιβάλλον του Protégé, και με τη βοήθεια της συνδυαστικής οντολογίας, περιγράψαμε ενδεικτικά μαθησιακά αντικείμενα σχετικά με Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης και τα συσχετίσαμε με έννοιες (από την οντολογία του γνωστικού πεδίου) και με μαθησιακούς στόχους (εικόνα 3).



Εικόνα 3: Παράδειγμα ορισμού Μαθησιακού Αντικείμενου στη συνδυαστική οντολογία

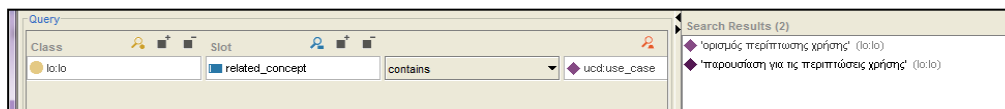
Επίσης ορίσαμε ενδεικτικούς μαθησιακούς στόχους (με τη μορφή επιθυμητής ικανότητας) σχετικούς με τα Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης και τους συσχετίσαμε τόσο με κάποια έννοια (από την οντολογία του γνωστικού πεδίου), όσο και με μαθησιακά αντικείμενα που μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξή του, (εικόνα 4).



Εικόνα 4: Παράδειγμα εισαγωγής μαθησιακού στόχου- ικανότητας στη συνδυαστική οντολογία

Στη συνέχεια, **χρησιμοποιήσαμε την συνδυαστική οντολογία για να ανακτήσουμε**
 α) Μαθησιακά Αντικείμενα που σχετίζονται με κάποια συγκεκριμένη έννοια του γνωστικού πεδίου, β) Έννοιες του γνωστικού πεδίου που σχετίζονται με συγκεκριμένα Μαθησιακά Αντικείμενα, γ) Μαθησιακούς στόχους (επιθυμητές ικανότητες) που σχετίζονται με συγκεκριμένο μαθησιακό αντικείμενο, δ) Μαθησιακά αντικείμενα που συμβάλουν σε συγκεκριμένους στόχους, ε) Μαθησιακούς στόχους που σχετίζονται με κάποια συγκεκριμένη έννοια του γνωστικού πεδίου, στ) Έννοιες του γνωστικού πεδίου που σχετίζονται με συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους και ζ) Μαθησιακά αντικείμενα που αναφέρονται σε έννοιες πιο ειδικές ή πιο γενικές από μια συγκεκριμένη έννοια κλπ.

Στην εικόνα 5 βλέπουμε ένα παράδειγμα υποβολής ερωτημάτων στη συνδυαστική οντολογία. Στο συγκεκριμένο ερώτημα, αναζητούμε τα μαθησιακά αντικείμενα που σχετίζονται με την έννοια «Περίπτωση Χρήσης» και η οντολογία μας επιστρέφει δυο μαθησιακά αντικείμενα (την περιγραφή τους).



Εικόνα 5: Παράδειγμα ερωτήματος για ανάκληση μαθησιακών αντικείμενα που σχετίζονται με συγκεκριμένη έννοια του γνωστικού πεδίου

Αξίζει να σημειωθεί, πως έχουμε επεκτείνει την οντολογία μας με τη βοήθεια κανόνων, έτσι ώστε εκτός από τα παραπάνω, να μπορεί να απαντάει και σε άλλα ερωτήματα.

4. Συμπεράσματα και μελλοντική δουλειά

Η δοκιμή των οντολογιών μας στο περιβάλλον του Protégé έδειξε πως το μοντέλο διαχείρισης μαθησιακών αντικειμένων και μαθησιακών στόχων που δημιουργήσαμε, λειτουργεί αποτελεσματικά σε σχέση με τους στόχους που είχαμε θέσει, αφού μας δίνει τη δυνατότητα να ορίσουμε με τυπικό τρόπο τρεις βασικές συνιστώσες της μαθησιακής διαδικασίας (γνωστικό πεδίο, επιθυμητές ικανότητες εκπαιδευομένων, μαθησιακά αντικείμενα), να τις συνδέσουμε μεταξύ τους και να τις διαχειριστούμε συνδυαστικά (μέσω των ερωτημάτων στη συνδυαστική οντολογία) μέσα από μια πλατφόρμα διαχείρισης γνώσης. Επίσης είναι εύκολο να τροποποιηθεί έτσι ώστε να αφορά διαφορετικά γνωστικά πεδία πέραν αυτού των Διαγραμμάτων Περιπτώσεων Χρήσης. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στα σύγχρονα πρότυπα εκπαιδευτικού σχεδιασμού, όπου έννοιες, ικανότητες και μαθησιακά αντικείμενα διασυνδέονται, δίνοντας δυνατότητες διαχείρισης του ενός συναρτήσει του άλλου.

Στο προσεχές μέλλον, σκοπεύουμε να δοκιμάσουμε τις οντολογίες που δημιουργήσαμε σε πραγματικές συνθήκες, στα πλαίσια κάποιου μαθήματος που παρέχεται από πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης.

Βιβλιογραφία

- Albano G., Gaeta M. & Ritrovato P. (2007), *IWT: an innovative solution for AGS e-learning model*, in *International Journal of Knowledge and Learning*, Vol. 3, Nos. 2/3, 209–224.
- Berners-Lee, T., Hendler, J. & Lassila O. (2001). The Semantic Web. *Scientific American Magazine*, 284, pp. 34–43. (doi:10.1038/scientificamerican0501-34).
- Bianchi, S., Mastrodonato, C., Vercelli, G. & Vivanet, G. (2009). Use of Ontologies to Annotate and Retrieve Educational Contents: the AquaRing Approach”, *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, Vol. 5, n. 1, pp. 211 – 220.
- Bloom, B. (1956) *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I*. David McKay Company Inc., New York.
- Davies, J., Fensel, D. & Van Hermelen, F. (2003). *Towards The Semantic Web: Ontology Driven Knowledge Management*. John Wiley & Sons, NJ.

- Grandbastien, M. & Huyinh Kim Bang, B. (2008) Ontologies for Enabling Learning Objects Retrieval: A Case Study, *Sixth Int'l Workshop on Ontologies and Semantic Web for E-Learning, in conjunction with Int. Conf. on Intelligent Tutoring Systems - ITS'08*, Montreal, Canada, 50-54.
- Gruber, T. R., (1995). Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. *International Journal of Human and Computer Studies*, 43(5/6): 907-928.
- Knight, C., Gašević, D. & Richards, G. (2006). An Ontology-Based Framework for Bridging Learning Design and Learning Content, *Educational Technology & Society*, vol. 9, no. 1, pp. 23–37.
- Paquette, G., (2007). An Ontology and a Software Framework for Competency Modeling and Management. *Educational Technology & Society*, 10 (3), 1-21.
- Rius, A., Sicillia, M. & Gaia-Barriocanal, E. (2008). An ontology to automate learning scenarios? An approach to its knowledge domain. In Whatley, J. (Ed.), *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects, Vol. 4*.
- Schmidt, A. & Kunzmann, C. (2007). Sustainable Competency-Oriented Human Resource Development with Ontology-Based Competency Catalogs. In: Miriam Cunningham and Paul Cunningham (eds.): *Expanding the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies. Proceedings of E-Challenges 2007*, IOS Press.
- SCORM Content Aggregation Model (CAM) Version 1.3.1, 2004 Advanced Distributed Learning, <http://www.adlnet.org/downloads/70.cfm>.
- Sicilia, M. A. (2005). Ontology-Based Competency Management: Infrastructures for the Knowledge-intensive Learning Organization. In: Lytras and Naeve (Eds.), *Intelligent Learning Infrastructures in Knowledge Intensive Organizations: A Semantic Web perspective*, Hershey, PA, USA: Idea Group Publishing 302-324.
- Sosnovsky, S., & Gavrilova, T. (2006). Development of educational ontology for C-programming. *International Journal on Information Theories & Applications* 13(4), 303-308.
- Srimathi, H. (2010). Knowledge Representation of LMS using Ontology. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 6– No.3*.
- Uschold M. & Gruninger M, (1996) Ontologies: Principles methods and applications”, *The Knowledge Engineering Review* 11 (2) 93–155.
- Van Assche, F. (2007). Linking Learning Resources to Curricula by using Competencies *EC-TEL 2007 - Crete, Greece*.