ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2011)

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο: «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Προσαρμοστικότητα ως αναδυόμενη ιδιότητα σύνθεσης υπηρεσιών μάθησης στο Σημασιολογικό Ιστό

Μ. Τσιακμάκη, Ε. Γκανά, Χρ. Χαρτώνας

Βιβλιογραφική αναφορά:

Τσιακμάκη Μ., Γκανά Ε., & Χαρτώνας Χ. (2023). Προσαρμοστικότητα ως αναδυόμενη ιδιότητα σύνθεσης υπηρεσιών μάθησης στο Σημασιολογικό Ιστό. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 0889–0898. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4838

Προσαρμοστικότητα ως αναδυόμενη ιδιότητα σύνθεσης υπηρεσιών μάθησης στο Σημασιολογικό Ιστό

Μ. Τσιακμάκη[1], Ε. Γκανά[2], Χρ. Χαρτώνας[3]

[1] Τμήμα Πληροφορικής & Τηλ/ών, ΤΕΙ Λάρισας, tsiakmaki@teilar.gr
[2] Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, egana@uth.gr
[3] Τμήμα Πληροφορικής & Τηλ/ών, ΤΕΙ Λάρισας, hartonas@teilar.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή μοντελοποιούμε το πρόβλημα παροχής υπηρεσιών μάθησης ώστε να διασφαλίζεται η προσαρμοστική απόκριση του συστήματος σε διαπιστούμενες ανάγκες του χρήστη. Η πρότασή μας επεκτείνει και βασίζεται στο πρότυπο της Αρχιτεκτονικής CROP (Concept-Resource-Order-Product) Μαθησιακών Αντικειμένων που αναπτύχθηκε από τον τρίτο συγγραφέα. Στην προτεινόμενη αντίληψη, Υπηρεσίες Μάθησης, νοούμενες ως Δικτυακές Υπηρεσίες (Web Services) με αντικείμενο την παροχή Μαθησιακών Αντικειμένων, οργανώνονται σε Μαθησιακούς Χώρους (Learning Domains) και συνεργάζονται με στόχο τη δυναμική (run-time) σύνθεση ή τροποποίηση Μαθησιακών Αντικειμένων CROP που να ανταποκρίνονται τόσο (α) σε χαρακτηριστικά του Χρήστη (γνωσιακά, στυλ, προτίμησης κλπ, γνωστά από το μοντέλο του χρήστη), όσο και (β) σε δυναμικά διαπιστούμενες ανάγκες ή προβλήματα (π.χ. χαμηλή απόδοση σε τεστ, αιτούμενο από το χρήστη πρόσθετο επεξηγηματικό υλικό κλπ) κατά τη διάρκεια χρήσης.

Λέξεις κλειδιά: *μαθησιακός χώρος, σημασιολογικές υπηρεσίες μάθησης, αρχιτεκτονική crop μαθησιακών αντικειμένων.*

1. Εισαγωγή

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση των Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης (Learning Management Systems - LMS) για τη διάθεση εκπαιδευτικού περιεχομένου (μαθησιακά αντικείμενα) αυξάνει και την ανάγκη της αυτόματης σύνθεσης και προσαρμογής του περιεχομένου αυτού για την εξυπηρέτηση των εκάστοτε αναγκών των χρηστών.

Μια σημαντική προσφορά στην κατεύθυνση αυτή είναι η οργάνωση του περιεχομένου σε μικρότερα, επαναχρησιμοποιούμενα (reusable) και διαλειτουργικά (interoperable) αντικείμενα μέσα από την υιοθέτηση κοινών προτύπων όπως το SCORM (ADL, 2004) και το IEEE LOM (IEEE LTSC, 2002), καθώς και η χρήση τεχνικών σχεδιασμού ενεργειών (planning techniques), όπως για παράδειγμα το σύστημα PASER (Vrakas et. al., 2006).

Στην παρούσα εργασία προτείνεται η υιοθέτηση των αρχών της τεχνολογίας των υπηρεσιών διαδικτύου (web services), όπου οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι

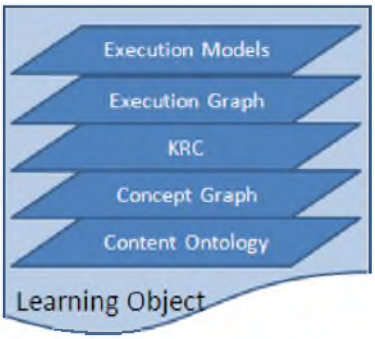
Μαθησιακά Αντικείμενα. Οι Υπηρεσίες αποτελούν μέρος ενός δικτύου (Μαθησιακού Χώρου) στο οποίο αναπτύσσονται και συνεργάζονται. Η συνεργασία των Υπηρεσιών για την κατασκευή και προσαρμογή Μαθησιακών Αντικειμένων προϋποθέτει την ύπαρξη μιας αρχιτεκτονικής αναφοράς του Χώρου Μάθησης. Η αρχιτεκτονική αυτή, την οποία παρουσιάζουμε στην παρούσα εργασία, θα πρέπει να μοντελοποιεί (α) τα Μαθησιακά Αντικείμενα, (β) τον χρήστη (Μοντέλο Μαθητή), (γ) τις Υπηρεσίες Μάθησης και (δ) τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις και εσωτερικές λειτουργίες.

Το παρόν άρθρο οργανώνεται σε τρεις ενότητες. Στην ενότητα 2 περιγράφεται η αρχιτεκτονική Αντικειμένων CROP. Στην Ενότητα 3 περιγράφεται η προτεινόμενη αρχιτεκτονική των Μαθησιακών Χώρων. Τέλος η ενότητα 4 περιέχει τα συμπεράσματα.

2. Η Αρχιτεκτονική CROP

Η αρχιτεκτονική αναφοράς CROP (Hartonas Chr. & Gana E., 2008α), (Hartonas, Chr, 2010) προτάθηκε ως ένα design pattern και μοντελοποιεί τα Μαθησιακά Αντικείμενα με τρόπο που να επιτρέπει τόσο την τυπική περιγραφή των Αντικειμένων, όσο και τη σύνθεση (δυναμική κατασκευή) νέων για την εξυπηρέτηση των αναγκών του εκάστοτε Μαθητή. Βασίζεται σε τέσσερις έννοιες: ***C****oncept,* ***R****esource,* ***O****rder*, και ***P****roduct*. Ένα Μαθησιακό Αντικείμενο CROP έχει αναδρομική δομή και μπορεί να είναι είτε ένα ατομικό αντικείμενο, ένα *Resource* (π.χ. ένα κείμενο, μια εικόνα), είτε ένα σύνθετο αντικείμενο, ένα *Product*, δηλαδή μπορεί να περιέχει άλλα Μαθησιακά Αντικείμενα CROP ως συστατικά (components).

Κάθε Αντικείμενο CROP (Εικόνα 1) έχει μία έννοια-στόχο (target *Concept*) και προαπαιτούμενες έννοιες (prerequisite *Concepts*), έννοιες δηλαδή που πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης για την επιτυχή αξιοποίηση του αντικειμένου. Στόχος και προαπαιτούμενες έννοιες ορίζονται στην *Οντολογία Περιεχομένου* (Content Ontology) του αντικειμένου, η οποία και αποτελεί υπο-οντολογία της γενικής *Οντολογίας Αναφοράς* του Μαθησιακού Χώρου στον οποίο διατίθεται το αντικείμενο, από κάποια Υπηρεσία Μάθησης. Στιγμιότυπα (instances) των εννοιών της οντολογίας περιεχομένου εισάγονται ως στιγμιότυπα μιας κλάσης ‘ Έννοια’ (KConcept), στην



Εικόνα 1*: Επίπεδα Ορισμού ενός Μαθησιακού Αντικειμένου CROP*

οποία ορίζεται μια διμελής σχέση προαπαιτούμενου. Η προκύπτουσα νέα οντολογία συνιστά το λεγόμενο Γράφημα Εννοιών (Concept Graph) του Μαθησιακού Αντικειμένου (το οποίο αποτελεί επίσης υπο-οντολογία του καθολικού Γραφήματος Εννοιών του Μαθησιακού Χώρου). Στιγμιότυπα της σχέσης προαπαιτούμενου νοούνται ως ατομικοί sequencing rules. Κάθε κόμβος στο Concept Graph αποτελεί ένα διδακτικό στόχο. Η κατασκευή του Μαθησιακού Αντικειμένου προϋποθέτει την οικοδόμηση του επονομαζόμενου KRC (Knowledge Requirements Chart), το οποίο βασίζεται στο Concept Graph και προκύπτει από αυτό με προσθήκη σε κάθε κόμβο μιας λίστας υπαρχόντων Μαθησιακών Αντικειμένων με (α) έννοια-στόχο την έννοια του κόμβου και (β) με προαπαιτούμενες έννοιες οι οποίες είναι είτε προαπαιτούμενες του υπό κατασκευή αντικειμένου, είτε αποτελούν κόμβους του Concept Graph (διδασκόμενους στόχους) συνδεόμενους με τη διδασκόμενη έννοια στον τρέχοντα κόμβο. Η διαδοχική εκτέλεση των Αντικειμένων σε κάθε κόμβο οδηγεί στην κατάκτηση της έννοιας-στόχου του Αντικειμένου. Το Γράφημα Εκτέλεσης (Execution Graph) κατασκευάζεται με βάση το KRC και προσθέτει νέους κόμβους Ελέγχου και Διαλόγων.

Τον τρόπο διάσχισης του γράφου καθορίζει το επιλεγόμενο Μοντέλο Εκτέλεσης (Execution Model). Ο Διαχειριστής Εκτέλεσης (Execution Manager) είναι κάτοχος προκαθορισμένων μοντέλων εκτέλεσης, αλλά έχει επίσης τη δυνατότητα να αναδρομολογήσει την εκτέλεση με βάση επιλογές του χρήστη.

Στην αντίληψη των (Hartonas Chr. & Gana E., 2008α), (Hartonas Chr., 2010), τα Μαθησιακά Αντικείμενα CROP δεν έχουν ικανότητα προσαρμογής (πέρα από τη στοιχειώδη μέσω των Διαλόγων).

Την αλληλεπίδραση Μαθησιακού Αντικειμένου και Μαθητή παρακολουθεί το επονομαζόμενο *Order* αντικείμενο. Το Order είναι ένας Observer (monitor) προγραμματισμένος να αντιδρά σε καθορισμένου τύπου συμβάντα (αιτήματα που διατυπώνονται μέσω των Dialogues, αποτυχία συγκέντρωσης του απαιτούμενου βαθμού επίδοσης μετά την εκτέλεση όλων των τεστ, κλπ), αποστέλλοντας σχετικά μηνύματα προς την Υπηρεσία Μάθησης της οποίας ιδιοκτησία είναι το συγκεκριμένο Αντικείμενο. Η τελευταία μπορεί να τροποποιεί δυναμικά το Αντικείμενο, πχ. να προσφέρει επιπλέον υλικό για μελέτη, ή άσκηση. Το υλικό αυτό μπορεί να διαθέτει η ίδια Υπηρεσία Μάθησης, ή να το αποκτά μετά από επικοινωνία και συνεργασία με άλλες Υπηρεσίες του Μαθησιακού Χώρου.

Τα Μαθησιακά Αντικείμενα CROP περιγράφονται με ένα σύνολο στοιχείων Μεταδεδομένων, κατά το IEEE LOM πρότυπο. Επιπρόσθετα, θεωρείται στην αντίληψη CROP ότι κάθε Μαθησιακό Αντικείμενο χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο από προσδιοριστές Μαθησιακού Στυλ (Learning Style Designators) (Hartonas Chr. & Gana E., 2008b), οι οποίοι υποδηλώνουν γνωσιακά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά στυλ μάθησης του Μαθητή για τον οποίο αυτό το Αντικείμενο είναι (πιο) κατάλληλο.

Σημειώνουμε ιδιαίτερα ότι (α) ένα CROP αντικείμενο προσδιορίζεται αφαιρετικά ως

ένα ζευγάρι (prerequisite-concepts, target concept), που μας επιτρέπει να το αντιληφθούμε ως έναν planning operator και (β) η Αρχιτεκτονική CROP επιτρέπει τη σύνθεση αντικειμένων CROP όχι μόνον με τη δημιουργία μιας γραμμικής αλληλουχίας αντικειμένων, αλλά και με την ενσωμάτωση ενός αντικειμένου στη λίστα μαθησιακών αντικειμένων ενός κόμβου του KRC.

3. Μαθησιακοί Χώροι

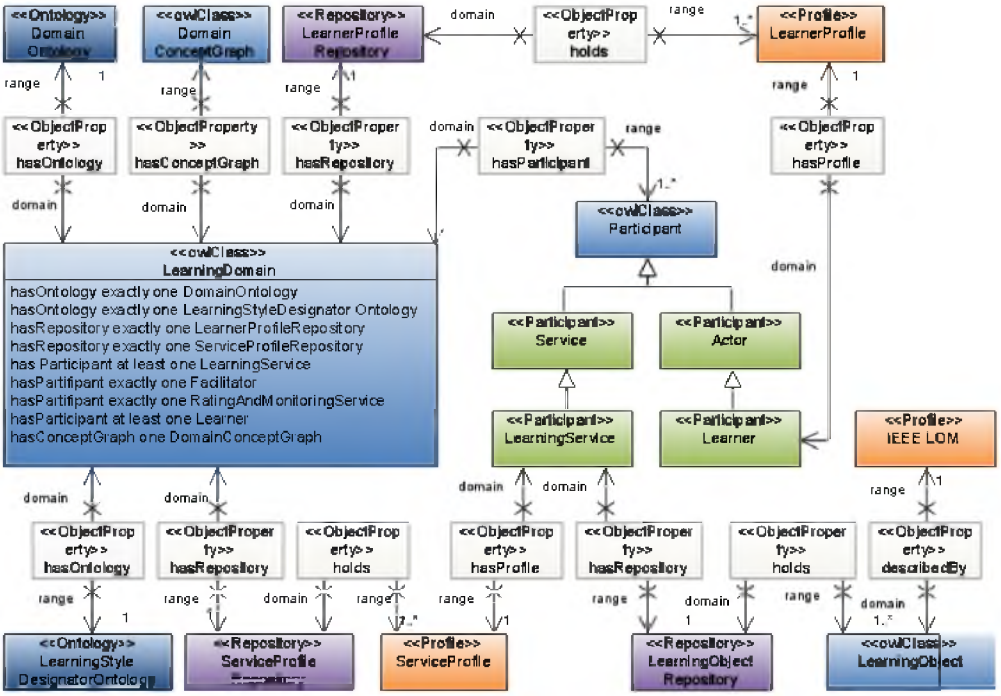
Οι προδιαγραφές της δομής και λειτουργίας Μαθησιακών Χώρων στα πλαίσια της παρούσας έρευνας έγιναν με την ανάπτυξη ενός Μοντέλου Ρόλων (Role Model), το χαρακτηρισμό ζευγών ρόλων ως συσχετιζόμενων (peer roles) και τον καθορισμό ρόλων ως υποκειμένων ή συνόλων συμπεριφορών (behaviors, processes), τόσο τοπικών (εσωτερικών, local), όσο και διαδραστικών (interactive). Η διαδραστική συμπεριφορά, κατά το πρότυπο των Υπηρεσιών Διαδικτύου, συνίσταται σε ανταλλαγές μηνυμάτων (message exchanges), το περιεχόμενο των οποίων είναι γεγονότα (facts) που συντάσσονται σε κατάλληλη γλώσσα. Οι Συμμετέχοντες σε ένα Μαθησιακό Χώρο μοντελοποιούνται ως σύνολα ρόλων.

Χαρακτηριστικές οντότητες ενός Μαθησιακού Χώρου (Εικόνα 2) είναι οι *Συμμετέχοντες* (Participants), νοούμενοι ως σύνολα ρόλων, το καθολικό (global) *Γράφημα Εννοιών*, οι *Οντολογίες*, και οι *Αποθήκες* (Repositories).

Υπάρχουν δύο ειδών Αποθήκες: η Αποθήκη με τα προφίλ των Υπηρεσιών Μάθησης (Service Profile Repository) και η Αποθήκη με τα προφίλ των Μαθητών (Learner Profile Repository). Στη πρώτη, οι Υπηρεσίες καταθέτουν τις διδακτικές ικανότητές τους (capabilities), ώστε να μπορούν να είναι ανιχνεύσιμες από τους Μαθητές και από άλλες Υπηρεσίες. Στη δεύτερη καταχωρούνται τα χαρακτηριστικά (μοντέλο) των Μαθητών.

Οι καθολικές *Οντολογίες* αποσαφηνίζουν έννοιες που είναι κοινές στα πλαίσια του Μαθησιακού Χώρου και είναι (α) η Οντολογία Περιεχομένου του Χώρου (Domain Ontology), περιέχει την ένωση (merge) όλων των Οντολογιών Περιεχομένου των Μαθησιακών Αντικειμένων του Χώρου), και (β) η Οντολογία των προσδιοριστών μαθησιακών στυλ (Learning Style Designator Ontology), όπως περιγράφεται στο (Hartonas Chr. & Gana E., 2008β). Όμοια (γ) το καθολικό *Γράφημα Εννοιών* (Global Concept Graph) περιέχει ως υπογραφήματα όλα τα Γραφήματα Εννοιών των Μαθησιακών Αντικειμένων του Χώρου.

Συμμετέχοντες στο Μαθησιακό Χώρο είναι οι Υπηρεσίες και οι Χαρακτήρες (Actors). Διακρίνουμε τις *Υπηρεσίες Μάθησης* (Learning Services), τον Διαμεσολαβητή (Facilitator), την Υπηρεσία Αξιολόγησης και Παρακολούθησης (Rating & Monitoring), τους Μαθητές (Learners) και τους Συγγραφείς (Authors). (Περισσότερα στην Ενότητα 3.4)



Εικόνα 2: Μαθησιακός Χώρος

3.1 Οι κύριες λειτουργίες

Οι κύριες λειτουργίες σε ένα Μαθησιακό Χώρο είναι η *αναζήτηση, σύνθεση ή προσαρμογή* και *χρήση (εκτέλεση)* Μαθησιακών Αντικειμένων. Αναζήτηση εκτελούν τόσο οι Μαθητές όσο και οι Υπηρεσίες Μάθησης. Οι πρώτοι υποβάλλουν αίτημα αναζήτησης για ένα Αντικείμενο που εξυπηρετεί έναν επιθυμητό εκπαιδευτικό στόχο (target concept). Οι Υπηρεσίες ξεκινούν ένα νέο αίτημα αναζήτησης είτε για να ανταποκριθούν σε αίτημα αναζήτησης ενός Μαθητή, ή μιας άλλης Υπηρεσίας, το οποίο αρχικά δεν πληρούν, είτε για να προσαρμόσουν ένα Αντικείμενο που διαθέτουν, πριν ή και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής του από έναν Μαθητή (έπειτα από αναφορά του Order). Για παράδειγμα, έστω ότι ο εκπαιδευτικός στόχος ενός Μαθητή είναι η έννοια «Μιγαδικοί Αριθμοί». Μια Υπηρεσία διαθέτει Αντικείμενο με την επιθυμητή έννοια-στόχο, αλλά έστω ότι έχει προαπαιτούμενη γνώση τις «Τριγωνομετρικές Συναρτήσεις». Σύμφωνα με το Μοντέλο του, ο Μαθητής δε καλύπτει το προαπαιτούμενο. Η Υπηρεσία μπορεί να επιλέξει να κατασκευάσει ένα νέο Αντικείμενο προσθέτοντας στο υπάρχον Αντικείμενα για τις προαπαιτούμενες έννοιες που δε γνωρίζει ο Μαθητής. Σε περίπτωση που η ίδια δεν διαθέτει τα προαπαιτούμενα Αντικείμενα, ξεκινά μια νέα *αναζήτηση* στο Μαθησιακό Χώρο, προκειμένου να βρει μια Υπηρεσία που θα της τα διαθέσει (συνεργασία μεταξύ Υπηρεσιών Μάθησης).

Το πρόβλημα *σύνθεσης* ενός Μαθησιακού Αντικειμένου το αντιμετωπίζουμε ως ένα

πρόβλημα σχεδιασμού ενεργειών (planning problem) υπό περιορισμούς (constraints). Οι ενέργειες υποδηλώνονται από planning operators που δεν είναι παρά η αφαιρετική περιγραφή των Μαθησιακών Αντικειμένων ως ζευγών precondition – target concepts, $P_1,\ldots,P_n \Rightarrow T$. Οι περιορισμοί είναι ποικίλων ειδών. Μία κατηγορία περιορισμών προκύπτει από το στόχο μάθησης (target concept), τις διαπιστούμενες (από το Learner Model) σχετικές γνώσεις του Μαθητή και τη σχέση προαπαιτούμενων στο καθολικό Γράφημα Εννοιών του Χώρου Μάθησης. Από τα στοιχεία αυτά εξάγεται ένα υπογράφημα του καθολικού Γραφήματος Εννοιών που αποτελεί το γράφημα εννοιών του προς σύνθεση Αντικειμένου. Τα preconditions και το target concept αυτού του γραφήματος αποτελούν τη διατύπωση του planning problem. Μόνον planning operators που είναι συνεκτικοί προς αυτό το Γράφημα Εννοιών θα θεωρηθούν στην αναζήτηση πλάνου.

Η σύνθεση ή προσαρμογή ενός Αντικειμένου μπορεί να λάβει χώρα και κατά τη διάρκεια της *χρήσης* Μαθησιακών Αντικειμένων, αν π.χ. ο Μαθητής αποτυγχάνει να συγκεντρώσει τον προκαθορισμένο βαθμό επίδοσης κατά τη μελέτη μιας ενδιάμεσης έννοιας. Η Υπηρεσία ενημερώνεται για αυτή την εξέλιξη από το Order, που παρακολουθεί τη διαδικασία μάθησης, και προσπαθεί να ανα-προσαρμόσει το Αντικείμενο τροποποιώντας το σχετιζόμενο κόμβο του KRC. Μπορεί για παράδειγμα να προσφέρει ένα επιπλέον Αντικείμενο για μελέτη και μία νέα άσκηση. Τα νέα αυτά αντικείμενα μπορεί να τα διαθέτει η ίδια, ή αλλιώς ξεκινά μια νέα *αναζήτηση* στο Μαθησιακό Χώρο, προκειμένου να βρει μια Υπηρεσία που θα της τα διαθέσει.

Η συνεργασία των Υπηρεσιών για την κατασκευή Μαθησιακών Αντικειμένων απαιτεί την ύπαρξη μιας αρχιτεκτονικής αναφοράς του Χώρου Μάθησης, στην οποία να ρυθμίζονται οι τρόποι αλληλεπίδρασης μεταξύ των ρόλων που υλοποιούνται από συμμετέχοντες στο Μαθησιακό χώρο.

3.2 Η αρχιτεκτονική αναφοράς

Τα Μοντέλα Ρόλων (Role Models) είναι μια μέθοδος μοντελοποίησης ενός συστήματος. Έχει εφαρμοστεί τόσο στην Αντικειμενοστραφή Τεχνολογία Λογισμικού (Kendall E., 2001), (Andersen E.,1997), όσο και στη Τεχνολογία Πρακτόρων Λογισμικού (Agent Oriented Software Engineering) (Collis J. & Ndumu D., 1999). Στην αντίληψη αυτή ένας ρόλος είναι ένα σύνολο συμπεριφορών (τοπικών και διαδραστικών) και υλοποιείται από κάποιον συμμετέχοντα (Participant), Υπηρεσία (Service), Χαρακτήρα (Actor).

Στο (Kritsimalis A., 2010) αναπτύσσεται μια Upper Role Modeling Ontology στην οποία καθορίζονται οι έννοιες που υπεισέρχονται στον καθορισμό ενός μοντέλου ρόλων. Κάθε διαδραστική αλληλεπίδραση μεταξύ ρόλων είναι μια ανταλλαγή (exchange), η οποία καθορίζεται από τα preconditions (προϋποθέσεις) και effects (αποτελέσματα). Χρησιμοποιεί ένα κανάλι επικοινωνίας για να μεταδώσει ένα μήνυμα (message). Κάθε μήνυμα έχει ένα τύπο (communicative act) και περιεχόμενο (content fact) γραμμένο σε μια γλώσσα Λογικής.

Στο προτεινόμενο Μοντέλο Ρόλων ενός Μαθησιακού Χώρου διακρίνονται οι ρόλοι

που παρατίθενται στον Πίνακα 1. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται ένα τμήμα των Ρόλων του Χώρου και οι μεταξύ τους συσχετίσεις.

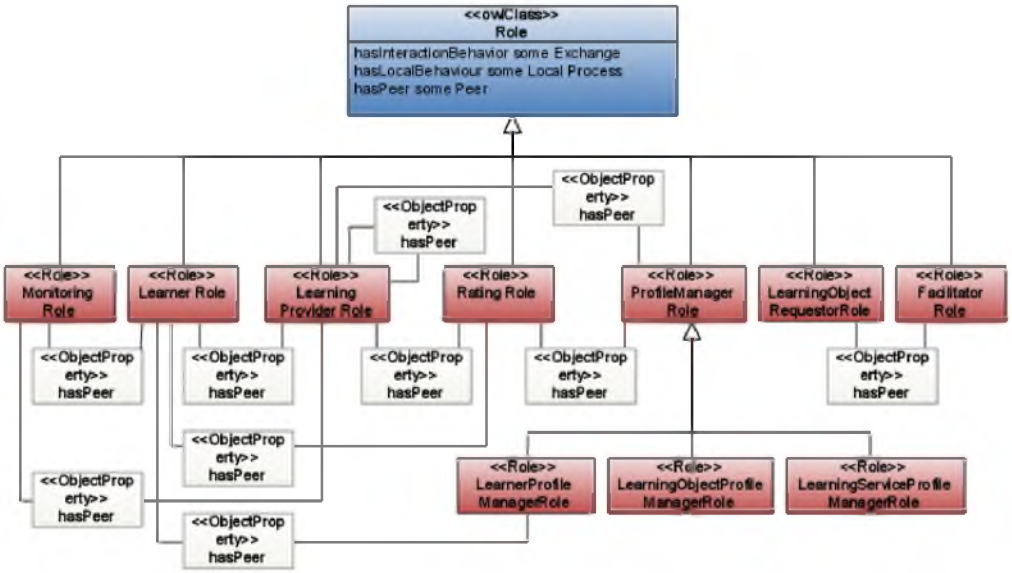
Πίνακας 1: *Οι Ρόλοι και οι Συμμετέχοντες που τους υλοποιούν*

Ρόλος	**Συμμετέχοντες που τον υλοποιούν**
Ρόλος Αιτούντος Μαθησιακού Αντικειμένου (Learning Object Requestor Role)	Μαθητής, Υπηρεσία Μάθησης
Ρόλος Μαθητή (Learner Role)	Μαθητής
Ρόλος Διαμεσολαβητή (Facilitator Role)	Διαμεσολαβητής
Ρόλος Συγγραφέα (Author Role)	Συγγραφές
Ρόλος Πάροχου Υπηρεσιών Μάθησης (Learning Provider Role)	Υπηρεσία Μάθησης
Ρόλος Αξιολογητή (Rating Role)	Υπηρεσία Παρακολούθησης & Αξιολόγησης
Ρόλος Επόπτη (Monitor Role)	Υπηρεσία Παρακολούθησης & Αξιολόγησης
Ρόλος Διαχειριστή Προφίλ (Profile Manager Role)	
(υπο)Ρόλος Διαχειριστή Προφίλ Μαθησιακών Αντικειμένων (Learning Object Profile Manager Role)	Υπηρεσία Μάθησης
(υπο)Ρόλος Διαχειριστή Προφίλ Μαθητών (Learner Profile Manager Role)	Μαθητής, Υπηρεσία Μάθησης
(υπο)Ρόλος Διαχειριστή Προφίλ Παρόχων Υπηρεσιών Μάθησης (Service Profile Manager Role)	Υπηρεσία Μάθησης

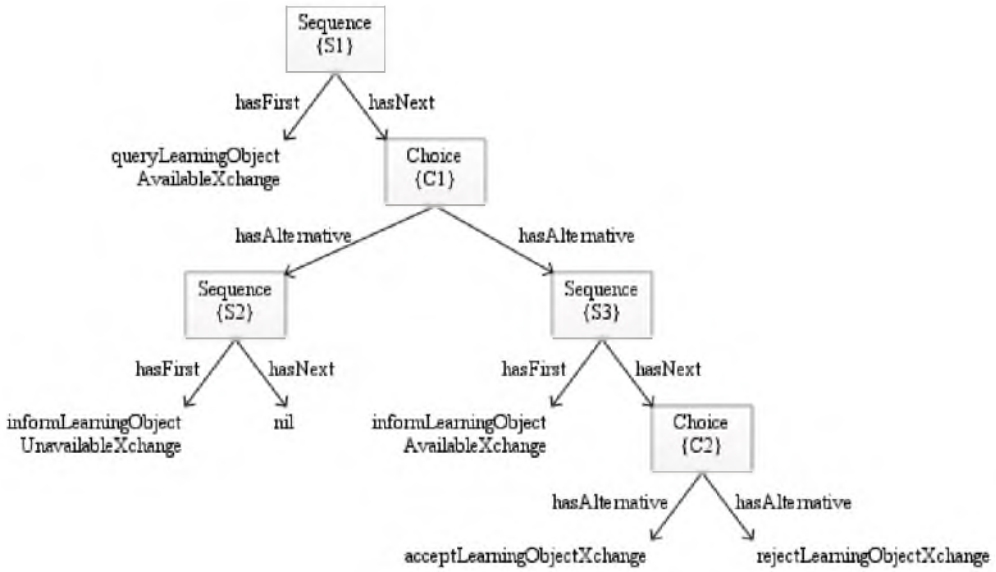
Για διευκόλυνση του αναγνώστη, παραθέτουμε ένα στοιχειώδες σενάριο αλληλεπίδρασης μεταξύ ρόλων σε ένα Μαθησιακό Χώρο, των Ρόλων Αιτούντος και Παρόχου Υπηρεσιών Μάθησης.

Έστω ότι ο πρώτος ρόλος υλοποιείται από μια Υπηρεσία Μάθησης η οποία αναζητά ένα Μαθησιακό Αντικείμενο με σκοπό να το συμπεριλάβει στο Αντικείμενο που συνθέτει. Η διαδικασία της αναζήτησης είναι μια σύνθετη συμπεριφορά. (Εικόνα 4). Αρχικά ο Αιτών εκτελεί την queryLearningObjectAvailableXchange διεργασία (ρωτά αν υπάρχουν διαθέσιμα Αντικείμενα με την υποβαλλόμενη έννοια ως στόχο και τα επιθυμητά προαπαιτούμενα, και με λοιπά χαρακτηριστικά, όπως ίσως η διάρκεια και πυκνότητα). Ο Πάροχος που λαμβάνει το αίτημα εκτελεί εσωτερική διεργασία (δεν απεικονίζεται στην Εικόνα 4) ώστε να αποφασίσει αν μπορεί να διαθέσει ένα τέτοιο Αντικείμενο. Στη διεργασία αυτή, έστω για παράδειγμα ότι υπάρχει Αντικείμενο με την επιθυμητή έννοια στόχο αλλά που δεν καλύπτει τα προαπαιτούμενα. Εξάγεται τότε το υπογράφημα του καθολικού Γράφου Εννοιών του Μαθησιακού Χώρου που καθορίζεται από την έννοια στόχο και τις προαπαιτούμενες έννοιες. Η Υπηρεσία

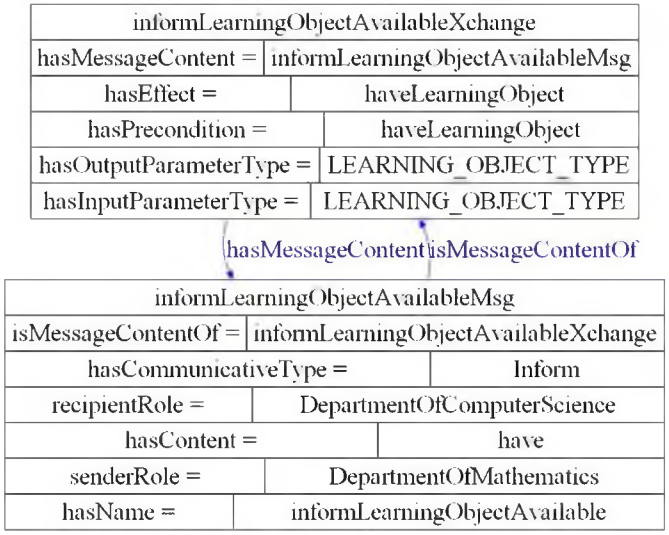
Πάροχος μπορεί να μετατραπεί πλέον σε Αιτούντα (με αλλαγή ρόλου), με στόχο την ολοκλήρωση ενός κατάλληλου Αντικειμένου. Σε θετική έκβαση απαντά θετικά εκτελώντας την informLearningObjectAvailableXchange διεργασία, Εικόνα 5 (το διάγραμμα δημιουργήθηκε με τη χρήση των Protégé και ontoViz plugin, GraphViz).



***Εικόνα 3**: Οι Ρόλοι σε ένα Μαθησιακό Χώρο και οι μεταξύ τους συσχετίσεις*



***Εικόνα 4**: Παράδειγμα Σύνθετης Διεργασίας*



***Εικόνα 5**: Παράδειγμα Ανταλλαγής και Μηνύματος*

4. Συμπεράσματα και μελλοντική δουλειά

Περιγράψαμε με συντομία μια αρχιτεκτονική ενός Χώρου Μάθησης (Learning Domain) στον οποίο λειτουργούν Διαδικτυακές Υπηρεσίες Μάθησης (Learning Services) που αναπτύσσουν εξατομικευμένα Μαθησιακά Αντικείμενα (Learning Objects) και που μπορούν να τα προσαρμόζουν περαιτέρω σε εκάστοτε ανάγκες, είτε μέσα από εσωτερικές διεργασίες, είτε μέσα από τη συνεργασία τους με άλλες Υπηρεσίες Μάθησης.

Η παρούσα έρευνα είναι σε εξέλιξη. Μένουν ανοιχτά θέματα υλοποίησης, αλλά και σχεδιασμού (όπως η μοντελοποίηση του Μαθητή, πρότυπα/ μοτίβα καταγραφής των αλληλεπιδράσεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων προσαρμογής).

Βιβλιογραφία

ADL. (2004). *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 4th Edition Documentation*.

Andersen, E. (1997). *Conceptual Modeling of Objects*.Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Department of Informatics, University of Oslo. Ανακτήθηκε 10/2010, από τη διεύθυνση http://folk.uio.no/trygver/1997/EgilAndersen/Conceptual ModelingOO.pdf.

Collis, J., & Ndumu, D. (1999). *The Zeus Agent Building Toolkit: The Role Modelling Guide*. BT Labs.

Hartonas, Chr., & Gana, E. (2008α). *Adaptivity for knowledge content in the Semantic Web*. KGCM. Citeseer.

Hartonas, Chr., & Gana, E. (2008β). *Learning objects and Learning Services in the Semantic Web*. ICALT, 584-586.

Hartonas, Chr., (2010). *The CROP Reference Architecture for Learning Objects in the Semantic Web*. Technical Report, TEI Larissa, Dept Computer Science (http://teilar.academia.edu/TakisHartonas/Papers).

IEEE LTSC. (2001). *Public and Private Information (PAPI) specification, version 6.0*.

IEEE LTSC. (2002). *Draft standard for Learning Object Metadata (LOM).*

IMS LIP. (2005). *IMS Learner Information Package specification*.

Kendall, E. (2001). *Agent Software Engineering with Role Modelling*. Agent-Oriented Software Engineering, 163-169.

Kritsimalis, A. (2010). *Role modeling for CDL Specifications of Web Services*. Αδημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Λάρισας, Ελλάδα, Staffordshire University.

(edited by) McGreal, R. (2004). *Online education using learning objects*. RoutledgeFalmer.

Vrakas, D. a. (2006). *Towards Automatic Synthesis of Educational Resources Through Automated Planning*. Advances in Artificial Intelligence, 421-431.