

Εργαλεία και τεχνικές ανοικτής αρχιτεκτονικής για τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού προσομοιώσεων

Τρανώρης Χρήστος, Κόμης Βασίλης, Θραμπουλίδης Κλεάνθης, Φείδας Χρήστος, Αβούρης Νίκος

Τρανώρης Χρήστος*, tranoris@ee.upatras.gr

Κόμης Βασίλης¹, komis@upatras.gr

Θραμπουλίδης Κλεάνθης*, thrambo@ee.upatras.gr

Φείδας Χρήστος*, fidas@ee.upatras.gr

Αβούρης Νίκος*, N.Avouris@ee.upatras.gr

* Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Πατρών

1. Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη: Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η προβληματική σχετικά με την ανάπτυξη τεχνικών και τη δημιουργία εργαλείων λογισμικού που απευθύνονται σε μη προγραμματιστές για την παραγωγή σύνθετου εκπαιδευτικού υλικού (εκπαιδευτικές οντότητες) προσομοιώσεων το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ανοικτά περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού και να διαμοιραστεί μέσω Διαδικτύου. Περιγράφεται, επίσης, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός τέτοιου εργαλείου λογισμικού, του «Δημιουργού Οντοτήτων», το οποίο παράγει εκπαιδευτικό υλικό προσομοιώσεων και συνεργάζεται με το εκπαιδευτικό λογισμικό «Δημιουργός Μοντέλων». Το εν λόγω εκπαιδευτικό υλικό περιγράφεται μέσω της γλώσσας XML και μπορεί να διαμοιραστεί και να προσπελαστεί μέσω Διαδικτύου. Στο πλαίσιο αυτό γίνεται χρήση τεχνικών ανοικτής αρχιτεκτονικής για την περιγραφή των εκπαιδευτικών οντοτήτων. Ο «Δημιουργός Οντοτήτων» επιτρέπει την παραγωγή εκπαιδευτικών οντοτήτων που διαθέτουν ιδιότητες (ποσοτικού ή ποιοτικού τύπου) και προσομοιώνουν συμπεριφορές αντικειμένων ή εννοιών του πραγματικού κόσμου. Οι εκπαιδευτικές αυτές οντότητες μπορούν να συνδεθούν με σχέσεις (ποσοτικού ή λογικού τύπου) στο πλαίσιο δημιουργίας μοντέλων για την αναπαράσταση πτυχών του πραγματικού κόσμου.

Λέξεις Κλειδιά: εκπαιδευτική οντότητα, ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό, ανοικτή αρχιτεκτονική εκπαιδευτικού λογισμικού, μεταδεδομένα.

Abstract: This work discusses the development of techniques and the evolution of software tools addressed to non-programmers for the production of complex educational material (educational entities) for simulations which can be used from open environment educational software and can be distributed via Internet. Also, it describes the design and the implementation of "EntitiesCreator", a software tool which produces simulations particularly of educational interest and works together with the educational software "ModelsCreator". The produced simulations are described in XML and can be distributed and accessed via Internet. In this frame, techniques of open architecture are used for the description of educational entities. The "EntitiesCreator" allows the production of educational entities that hold attributes (of quantitative or qualitative type) and simulates behaviours of objects or concepts of real world. These educational entities can be connected with relations (quantitative or logic) for creating models representing aspects of the real world.

Keywords: educational entity, digital educational material, open architecture of educational software, metadata.

1. Εισαγωγή

Η πρόοδος στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και ειδικότερα στις τεχνολογίες των πολυμέσων, των δικτύων και της τεχνολογίας λογισμικού υπόσχεται μια νέα γενιά εφαρμογών στη διδασκαλία και τη μάθηση που υποστηρίζεται από τους υπολογιστές. Παράλληλα, η ανάγκη δημιουργίας παιδαγωγικού υλικού το οποίο μπορεί να δημιουργηθεί, περιγραφεί, διαμοιραστεί μέσω δικτύων υπολογιστών και επαναχρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο εκπαιδευτικού λογισμικού συνιστά μια σημαντική πρόκληση στο χώρο των εφαρμογών των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. Η δημιουργία κατάλληλου παιδαγωγικού υλικού από τους τελικούς χρήστες (σχεδιαστές σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών, εκπαιδευτικούς και ενδεχόμενα μαθητές) χωρίς την χρήση προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ευρεία χρήση ανοικτών περιβαλλόντων μάθησης που στηρίζονται στην υπολογιστική τεχνολογία. Οι ανάγκες της σύγχρονης εκπαιδευτικής διαδικασίας δεν καλύπτονται πλέον από τις παραδοσιακές μορφές (όπως για παράδειγμα τα κείμενα και οι εικόνες) ή τις λιγότερο παραδοσιακές μορφές (όπως τα υπερκείμενα και τα υπερμέσα) αναπαράστασης των πληροφοριών και των γνώσεων, οι οποίες, σε μεγάλο βαθμό, υποστηρίζουν ή και υποβάλλουν παρωχημένες, από τη σκοπιά της σύγχρονης γνωστικής επιστήμης, διδακτικές και μαθησιακές προσεγγίσεις. Αντίθετα, πρέπει να εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες που παρέχει η υπολογιστική τεχνολογία για ποιοτικά διαφορετικές μορφές αναπαράστασης και διαχείρισης της πληροφορίας, ενισχύοντας ενεργητικούς τρόπους έκφρασης και διερεύνησης των γνώσεων και προσφέροντας πλούσιους και εναλλακτικούς δρόμους προσέγγισης των επιστημονικών εννοιών, οικοδόμησης της γνώσης και ενίσχυσης της μάθησης.

¹ Πρόσωπο επικοινωνίας, komis@upatras.gr

Το παιδαγωγικό υλικό, σύμφωνα με την ακολουθούμενη στο πλαίσιο αυτής της εργασίας προσέγγιση, οφείλει να είναι

- αλληλεπιδραστικό: να υπακούει σε ενέργειες άμεσου χειρισμού από τους χρήστες του αλλά και να αλληλεπιδρά δυναμικά με αντίστοιχο υλικό όταν συντρέχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις,
- διαισθητικό: να περιγράφει με απλό και εποπτικό τρόπο τις βασικές πτυχές του αντικειμένου ή της έννοιας που αναπαριστά ώστε να επιτρέπει τη μετατροπή του *αφηρημένου* σε *συγκεκριμένο*,
- συνεπές οπτικά: να χρησιμοποιεί κατάλληλες εξωτερικές αναπαραστάσεις μέσα από ένα σύνολο κοινωνικά αποδεκτών συμβόλων για την έκφραση των ιδεών με έμφαση στις αναλογικές και όχι στις συμβολικές μορφές αναπαραστάσεις,
- κατάλληλο μαθησιακά: να προκύπτει από τις γνώσεις που έχουμε για τα νοητικά μοντέλα των μαθητών στους οποίους απευθύνεται και ταυτόχρονα να ανταποκρίνεται στη δομή του γνωστικού τομέα που αφορά,
- σύνθετο: να αναπαριστά, εάν αυτό είναι γνωστικά απαραίτητο, τις αλληλεπιδράσεις των επιμέρους ιδιοτήτων του αντικειμένου ή της έννοιας που αντιπροσωπεύει,
- επεξεργάσιμο και εξελίξιμο: να υπόκειται, εάν αυτό κρίνεται διδακτικά αναγκαίο, σε επεξεργασία της δομής και του περιεχομένου του από τον τελικό χρήστη (εκπαιδευτικό ή ακόμα και μαθητή),
- συνεργάσιμο: να έρχεται σε συνέργια με εκπαιδευτικό υλικό ανάλογης μορφής στο πλαίσιο δημιουργίας πιο σύνθετων εκπαιδευτικών αντικειμένων,
- ανοικτό και επαναχρησιμοποιήσιμο: να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικά ανοικτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, αρκεί αυτά να υποστηρίζουν τον τρόπο περιγραφής του.

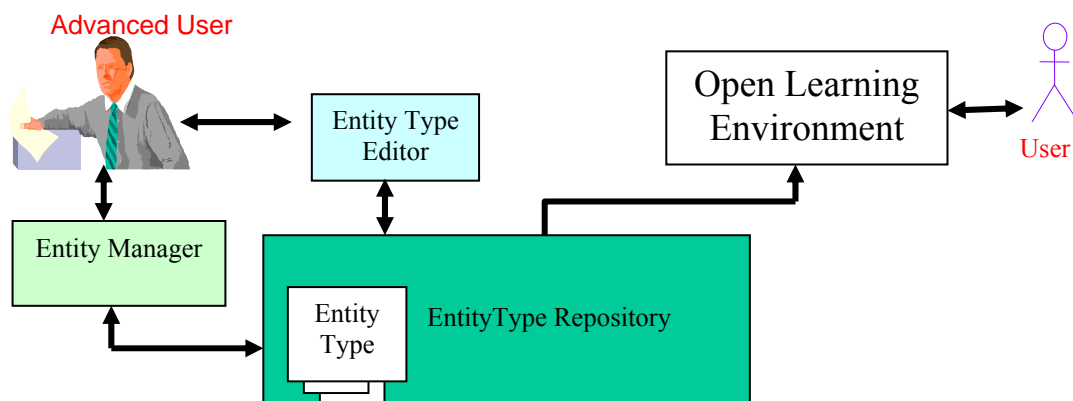
Τα υπάρχοντα εργαλεία λογισμικού (κυρίως περιβάλλοντα συγγραφής πολυμέσων και υπερμέσων) για την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού δεν καλύπτουν παρά μέρος των παραπάνω απαιτήσεων, ενώ στην περίπτωση που τείνουν να ικανοποιήσουν κάποιες πρόσθετες απαιτήσεις είναι αναγκαία η προσφυγή στη χρήση προγραμματισμού, όπως σε script languages που τα εργαλεία αυτά διαθέτουν ή απευθείας σε κλασικές γλώσσες προγραμματισμού. Το γεγονός αυτό καθιστά απαγορευτική τη χρήση τους, σε ευρεία κλίμακα, από εκπαιδευτικούς και μαθητές.

Στο πλαίσιο αυτό, περιγράφεται η δημιουργία ενός εργαλείου λογισμικού που απευθύνεται σε μη προγραμματιστές για την παραγωγή σύνθετου εκπαιδευτικού υλικού προσομοιώσεων το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ανοικτά περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού και να διαμοιρασθεί μέσω Διαδικτύου.

2. Δημιουργός Οντοτήτων: εργαλείο δημιουργίας εκπαιδευτικών οντοτήτων

2.1 Βασικές έννοιες του συστήματος

Για τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού που να αφορά σε ενότητες διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων χρησιμοποιούμε τον όρο «εκπαιδευτική οντότητα» (learning object) (Downes, 2001). Μια εκπαιδευτική οντότητα συνιστά σύνθετο, κατά κανόνα, μαθησιακό υλικό, το οποίο προσομοιώνει επιμέρους πτυχές του πραγματικού κόσμου (αντικείμενα ή έννοιες), δημιουργείται χωρίς τη χρήση προγραμματισμού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από περιβάλλοντα ανοικτού εκπαιδευτικού λογισμικού και είναι δημοσιεύσιμο στο Διαδίκτυο. Μια αρχιτεκτονική για τη δημιουργία εκπαιδευτικών οντοτήτων προτείνεται στο (σχήμα 1).



Σχήμα 1: Αρχιτεκτονική ανάπτυξης «εκπαιδευτικής οντότητας»

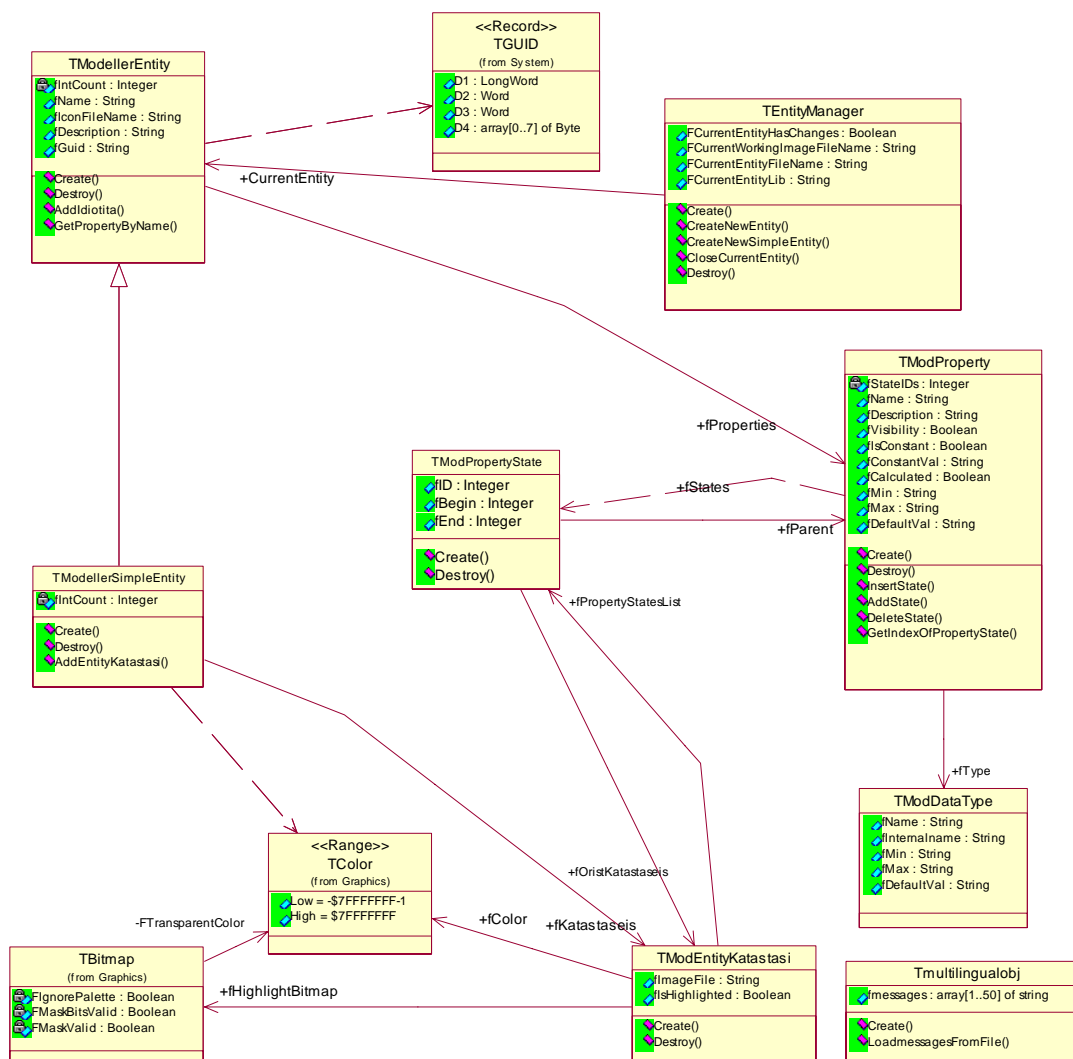
Στη βάση αυτής της αρχιτεκτονικής αναπτύχθηκε ο «Δημιουργός Οντοτήτων» (Entity Editor). Στην παρούσα του έκδοση συνεργάζεται με το εκπαιδευτικό λογισμικό «Δημιουργός Μοντέλων» (Dimitracopoulou et al., 1999), παράγει εκπαιδευτικό υλικό το οποίο περιγράφεται μέσω της γλώσσας XML, κάνοντας συνεπώς χρήση

τεχνικών ανοικτής αρχιτεκτονικής για τη δόμηση των εκπαιδευτικών οντοτήτων και μπορεί εύκολα να διαμοιραστεί και να προσπελαστεί μέσω Διαδικτύου.

Ο «Δημιουργός Οντοτήτων» επιτρέπει την παραγωγή εκπαιδευτικών οντοτήτων που διαθέτουν ιδιότητες (ποσοτικού ή ποιοτικού τύπου) και προσομοιώνουν συμπεριφορές αντικειμένων ή εννοιών του πραγματικού κόσμου. Οι εκπαιδευτικές αυτές οντότητες μπορούν να συνδεθούν με σχέσεις (ποσοτικού ή λογικού τύπου) στο πλαίσιο δημιουργίας μοντέλων για την αναπαράσταση πτυχών του πραγματικού κόσμου.

Μια εκπαιδευτική οντότητα είναι μια κατασκευή που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση μιας αφαιρετικής έννοιας ή ενός αντικειμένου και περιγράφει το σύνολο των κοινών χαρακτηριστικών μιας ομάδας ομοειδών οντοτήτων.

Το UML διάγραμμα που αναπαριστά τη συνολική λειτουργία του «Δημιουργού Οντοτήτων» δίνεται στο σχήμα 2 όπου φαίνονται οι κλάσεις από τις οποίες αποτελείται το σύστημα.



Σχήμα 2:Το UML διάγραμμα του «Δημιουργού Οντοτήτων»

Με το «Δημιουργό Οντοτήτων» παράγονται οι ακόλουθοι τύποι οντοτήτων: στατικός ή δυναμικός και απλός ή σύνθετος. Η στατική οντότητα δεν έχει ιδιότητες. Έχει απλώς μια εικονική αναπαράσταση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευτικά λογισμικά χαρτών εννοιών ενώ αντίθετα η δυναμική οντότητα έχει «συμπεριφορά». Η απλή οντότητα έχει ιδιότητες που αναπαριστούν ένα χαρακτηριστικό της. Όπως για παράδειγμα: Οντότητα(Ρολόι) με Ιδιότητα(Χρόνος), Οντότητα(Ανθρωπος) με Ιδιότητα1(Φύλο), Ιδιότητα2(Ηλικία). Η σύνθετη οντότητα είναι μια συνάθροιση οντοτήτων συνδεδεμένων με σχέσεις, είναι δηλαδή ένα μοντέλο με την έννοια που έχει στο πλαίσιο του λογισμικού «Δημιουργός Μοντέλων» (Dimitracopoulou et al., 1999). Μία ιδιότητα είναι μια κατασκευή η οποία περιγράφει ένα μεταβαλλόμενο χαρακτηριστικό του αντικειμένου ή της έννοιας που μια οντότητα αναπαριστά.

Οι ιδιότητες μιας οντότητας ή διαφορετικών οντοτήτων μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους με σχέσεις. Η λειτουργία των σχέσεων είναι ανεξάρτητη του περιβάλλοντος του «Δημιουργού Οντοτήτων». Μια *σχέση* είναι μια συσχέτιση μεταξύ ιδιοτήτων (ποσοτικού τύπου με μορφή $\Phi(x)=\psi$ ή λογικού τύπου της μορφής *Εάν ... Τότε ... Διαφορετικά*). Η ιδιότητα, της οποίας η τιμή προσδιορίζεται από τη σχέση, παίζει το ρόλο της εξαρτημένης μεταβλητής, ενώ η ιδιότητα της οποίας η τιμή δεν επηρεάζεται από τη σχέση παίζει το ρόλο της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Κάτω από αυτό το πρίσμα, ο εκπαιδευτικός ή ο σχεδιαστής εκπαιδευτικού υλικού μπορεί να δημιουργήσει εκπαιδευτικές οντότητες με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά (ιδιότητες) που αντιπροσωπεύουν απλές ή και σύνθετες έννοιες του προγράμματος σπουδών, οι οποίες, στο πλαίσιο κατάλληλου παιδαγωγικού σεναρίου, αποτελούν το σημείο εκκίνησης για την ανάπτυξη κατάλληλων παιδαγωγικών δραστηριοτήτων σχετικών με τη μελέτη επιστημονικών φαινομένων ή θεωριών.

2.2 Περιγραφή βασικών λειτουργιών του συστήματος

Με το «Δημιουργό Οντοτήτων» ο χρήστης ορίζει μια εκπαιδευτική οντότητα (όνομα, εικονική αναπαράσταση και περιγραφή) και καθορίζει τις ιδιότητές της. Ο χρήστης διαθέτει επίσης όλα τα απαραίτητα εργαλεία διαχείρισης μίας οντότητας (προσθήκη ή διαγραφή ιδιότητας, διόρθωση ιδιότητας, δοκιμή οντότητας), μιας ιδιότητας καθώς και των καταστάσεων της οντότητας (Εικόνα).

Οι ιδιότητες αποτελούν εγγενή συστατικά των οντοτήτων. Κάθε ιδιότητα έχει ένα όνομα (μοναδικό στο πλαίσιο της οντότητας), ένα τύπο (Boolean, integer, real, String, Set, Ordered set) από όπου και προσδιορίζεται το πεδίο τιμών της, προαιρετικά μια σύντομη περιγραφή όταν αυτό κρίνεται σκόπιμο, ένα βασικό πεδίο τιμών που μπορεί να είναι υποσύνολο του πεδίου τιμών του τύπου της και είναι σταθερή ή μεταβλητή. Οι τιμές μιας μεταβλητής ιδιότητας μπορεί να μεταβληθούν. Μια ιδιότητα μπορεί επίσης να υπολογίζεται από άλλες ιδιότητες της ίδιας οντότητας.

Για κάθε ιδιότητα ο «Δημιουργός Οντοτήτων» κάνει τη διάκριση σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

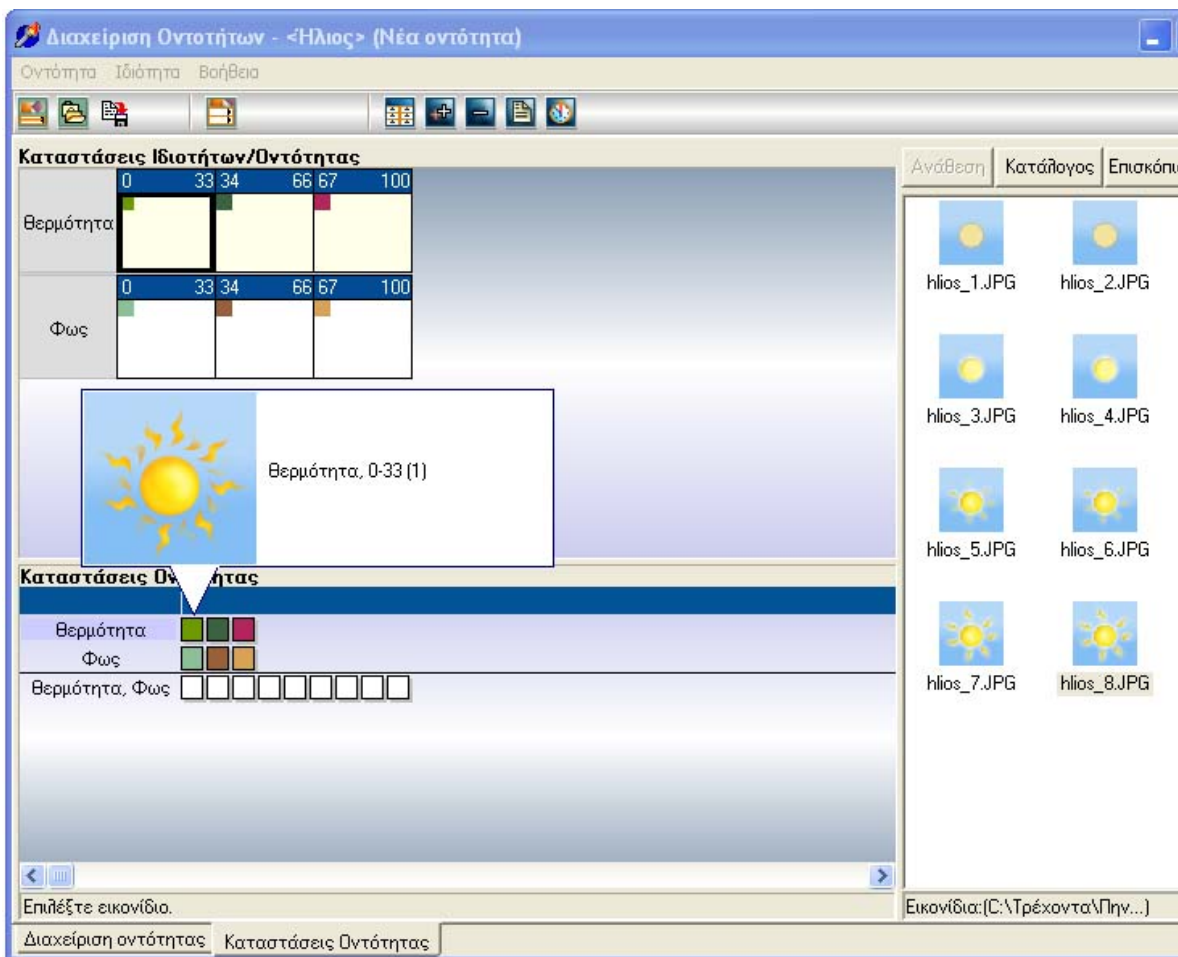
- *τύπου πραγματικού ή ακεραίου αριθμού*, που στη γενική τους μορφή παίρνουν τιμές από ένα υποσύνολο του \mathbb{R} (ή του \mathbb{Z}) και καλούνται.
- *τύπου Boolean ή set*, που είναι τύπου Boolean ή παίρνουν διακριτές τιμές από ένα σύνολο τιμών, διατεταγμένων ή όχι.

Οι ιδιότητες που παίρνουν τιμές από ένα υποσύνολο του \mathbb{R} μπορούν να συνδεθούν με ημιποσοτικές (που δείχνουν την επιρροή της μίας ιδιότητας στην άλλη, όπως για παράδειγμα «όταν το ένα αυξάνει και το άλλο αυξάνει») (Bliss et al., 1992) και ποσοτικές (εκφρασμένες με μαθηματικό φορμαλισμό) σχέσεις.

Οι ιδιότητες που παίρνουν τιμές Boolean ή από ένα σύνολο τιμών μπορούν να συνδεθούν με σχέσεις λογικής (*Εάν ... Τότε ... Διαφορετικά*) (Politis et al., 2001).

2.3 Ορισμός καταστάσεων της οντότητας: δημιουργία κατάλληλων εξωτερικών αναπαραστάσεων

Η δημιουργία κατάλληλων εξωτερικών αναπαραστάσεων, οι οποίες να περιγράφουν με σαφήνεια το προς αναπαράσταση αντικείμενο ή έννοια και ταυτόχρονα να έχουν τον ανάλογο βαθμό αφαιρετικότητας, συνιστά ένα κρίσιμο στοιχείο στη χρήση των τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία. Οι οντότητες που παράγονται από το «Δημιουργό Οντοτήτων» οφείλουν να έχουν διαφορετικές αναπαραστάσεις όταν μεταβάλλεται κάποια ή συμμεταβάλλονται κάποιες από τις ιδιότητες που τις απαρτίζουν ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν με εποπτικό τρόπο τη μαθησιακή διαδικασία. Με άλλα λόγια, κάθε οντότητα έχει κάποια «συμπεριφορά» που προκύπτει από την αλλαγή των αναπαραστάσεών της όταν μία οι περισσότερες ιδιότητές της διατρέχουν το πεδίο ορισμού τους. Συνακόλουθα, η συσχέτιση ιδιοτήτων διαφορετικών οντοτήτων ή διαφορετικών ιδιοτήτων της ίδιας οντότητας μέσω σχέσεων επιτρέπει τη δημιουργία συνθετότερων εκπαιδευτικών αντικειμένων (μοντέλων) η «συμπεριφορά» των οποίων μπορεί να μελετηθεί (να γίνει πρόβλεψη, δοκιμή, αξιολόγηση) μέσα σε ένα δομητιστικό (constructivist) μαθησιακό πλαίσιο.



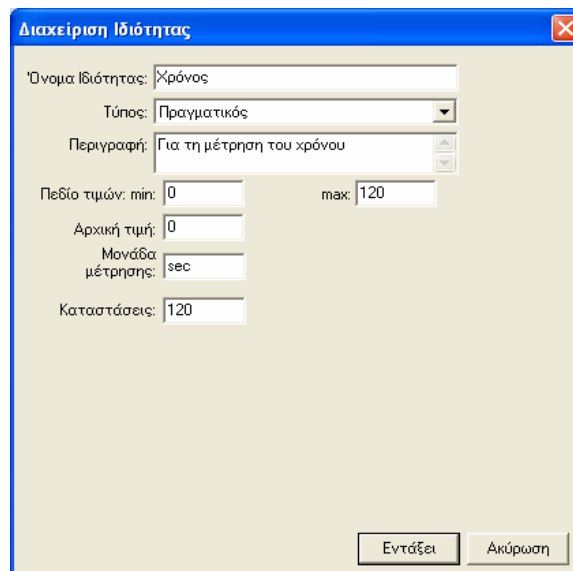
Εικόνα 1: Διεπιφάνεια ορισμού και διαχείρισης καταστάσεων οντότητας

Κάθε οντότητα ορίζεται από ένα πεπερασμένο σύνολο καταστάσεων τις οποίες ορίζει ο κατασκευαστής της. Κάθε κατάσταση ορίζεται από ένα υποσύνολο της ή των ιδιοτήτων της οντότητας και τις αντίστοιχες τιμές ή πεδία τιμών τους. Για κάθε κατάσταση ορίζεται η αντίστοιχη απεικόνιση της οντότητας. Η απεικόνιση αυτή είναι ένα αρχείο εικόνας που δημιουργείται από τον κατασκευαστή της ή αντλείται από βιβλιοθήκες έτοιμου πολυμεσικού υλικού. Στην παρούσα έκδοση ο «Δημιουργός Οντοτήτων» υποστηρίζει τα πιο συνηθισμένα πρότυπα εικόνων (αρχεία μορφής bmp, jpeg και gif).

Αρχεία τέτοιας μορφής μπορούν να παραχθούν είτε από κατάλληλα προγράμματα επεξεργασίας εικόνας είτε μέσω βιντεοσκόπησης πραγματικών καταστάσεων και μετατροπής του βίντεο σε εικόνες. Η διαδικασία μετατροπής βίντεο σε ψηφιακές εικόνες είναι σχετικά εύκολη πλέον διεργασία μέσω κατάλληλων λογισμικών και επιτρέπει την εξαιρετικά γρήγορη δημιουργία ψηφιακού υλικού το οποίο αποτελεί πρώτη ύλη για τη δημιουργία εκπαιδευτικών οντοτήτων. Ο μόνος περιορισμός αυτής της προσέγγισης έγκειται στο ότι δεν εφαρμόζεται σε φαινόμενα που δεν μπορούν να παρατηρηθούν.

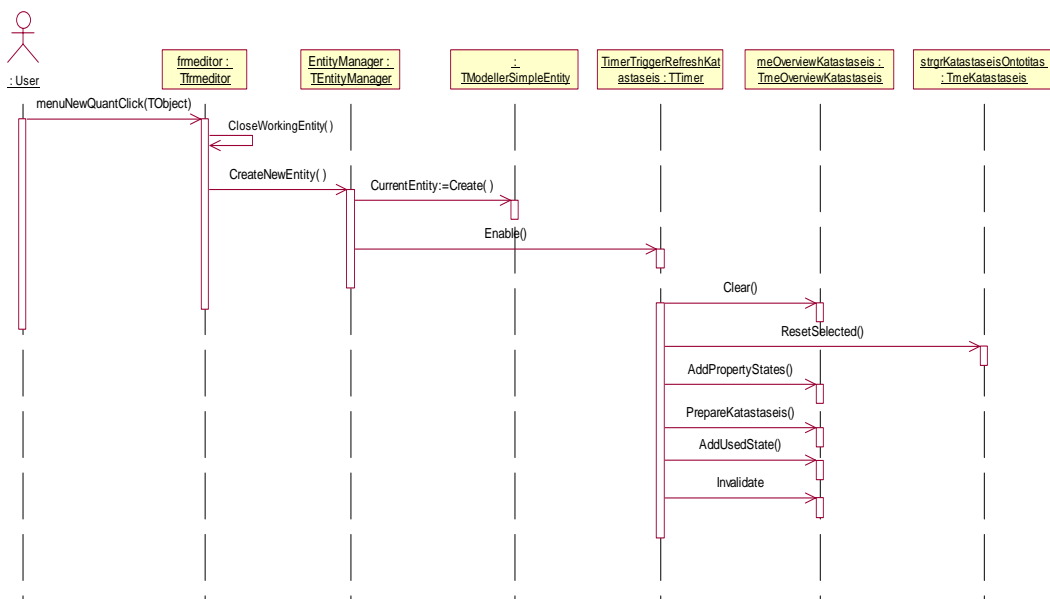
Ο «Δημιουργός Οντοτήτων» επιτρέπει τη δημιουργία καταστάσεων οντότητας για κάθε ιδιότητα ξεχωριστά (εικόνα 2), καθώς και για όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των ιδιοτήτων της. Για παράδειγμα, η Οντότητα(Ηλιος) με Ιδιότητα1(Θερμότητα) και Ιδιότητα2(Φως) έχει διαφορετικές καταστάσεις για κάθε ιδιότητα και για το συνδυασμό των δύο ιδιοτήτων της (Εικόνα 1). Ο ορισμός των καταστάσεων για τους συνδυασμούς των ιδιοτήτων δημιουργείται αυτόματα από το σύστημα, μόλις ο χρήστης ορίσει τον αριθμό των καταστάσεων για τις επιμέρους ιδιότητες.

Επειδή το πλήθος των καταστάσεων αυξάνει εκθετικά στην περίπτωση που η οντότητα περιέχει πολλές ιδιότητες με πολλές καταστάσεις, είναι απαραίτητο ο σχεδιαστής της οντότητας να λάβει υπόψη του αυτόν τον περιορισμό. Δεν είναι απαραίτητο σε κάθε διαφορετική κατάσταση να αποδοθεί διαφορετική εικόνα συμπεριφοράς.



Εικόνα 2: Διεπιφάνεια ορισμού και διαχείρισης ιδιότητας μιας οντότητας

Το διάγραμμα αλληλεπιδράσεων (interaction diagram) του χρήστη με το σύστημα για τη δημιουργία μιας ημιποσοτικής οντότητας παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα (σχήμα 3). Σύμφωνα με το διάγραμμα, ο χρήστης ζητά από το σύστημα τη δημιουργία μιας νέας οντότητας, μέσω της εντολής Νέα Οντότητα από το μενού επιλογών. Το σύστημα την δημιουργεί και αυτομάτως αρχικοποιεί τις ιδιότητες και τις καταστάσεις της.



Σχήμα 3: Το διάγραμμα αλληλεπιδράσεων για τη δημιουργία ημιποσοτικής οντότητας

2.4 Περιγραφή των εκπαιδευτικών οντοτήτων

Ο «Δημιουργός Οντοτήτων» επιτρέπει την αποθήκευση κάθε νέας εκπαιδευτικής οντότητας σε ένα αρχείο και μπορεί να λειτουργήσει σε συνέργια με άλλες εφαρμογές, μέσω κατάλληλων προγραμματιστικών διεπαφών. Επιτυγχάνεται με αυτόν τον τρόπο, ο χωρισμός του εκπαιδευτικού υλικού από το περιβάλλον χρήσης του. Για παράδειγμα, το εκπαιδευτικό λογισμικό «Δημιουργός Μοντέλων» δέχεται εκπαιδευτικές οντότητες που έχουν δημιουργηθεί από τον «Δημιουργό Οντοτήτων» μέσω της προγραμματιστικής διεπαφής τύπου DCOM. Η δομή μιας εκπαιδευτικής οντότητας σε XML Schema δίνεται στο παράρτημα.

Αυτή η περιγραφή της εκπαιδευτικής οντότητας επιτρέπει τη δημοσίευσή της στο Διαδίκτυο με όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει μια τέτοια δυνατότητα. Επιπρόσθετα, κάθε οντότητα και κάθε ιδιότητα οντότητας μπορεί να περιέχει μια μεταπεριγραφή, δηλαδή ένα σύνολο μεταδεδομένων (metadata). Το σύνολο αυτό προσδιορίζεται σε εννοιολογικό επίπεδο με λέξεις – κλειδιά ή με ελεύθερο κείμενο, είναι δηλαδή πληροφορία πάνω στην πληροφορία (Anido et al, 2002), γεγονός που καθιστά εφικτή την αναζήτησή της με τη βοήθεια κατάλληλων μηχανών.

4. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη τεχνικών και εργαλείων για τη δημιουργία σύνθετων εκπαιδευτικών οντοτήτων, ιδίως σήμερα με την σημαντική επέκταση του Διαδικτύου, έχει σαφείς παιδαγωγικές αλλά και τεχνολογικές προεκτάσεις.

Από παιδαγωγική σκοπιά, η εμπλοκή των τελικών χρηστών ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού στη διαδικασία παραγωγής και διάδοσής του συνιστά στις μέρες μας κομβικό σημείο για την ευρεία ένταξη και την ενσωμάτωση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η πιλοτική εφαρμογή του «Δημιουργού Οντοτήτων» από έμπειρους χρήστες (εκπαιδευτικούς που παράγουν παιδαγωγικά σενάρια χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης) έδειξε ότι το εργαλείο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ευκολία για τη δημιουργία κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού με τη μορφή οντοτήτων που περιέχουν ιδιότητες ποσοτικού ή ποιοτικού τύπου.

Στην παρούσα φάση ανάπτυξης του εκπαιδευτικού λογισμικού «Δημιουργός Μοντέλων», όλο το διαθέσιμο σε αυτόν εκπαιδευτικό υλικό (εκατοντάδες εκπαιδευτικές οντότητες που αντιπροσωπεύουν έννοιες και αντικείμενα διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, όπως Μαθηματικά, Φυσική, Βιολογία, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Χημεία και Πληροφορική) έχει δημιουργηθεί από τους εκπαιδευτικούς που συμμετέχουν στην ερευνητική ομάδα του έργου. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα κρίνεται η διερεύνηση της δημιουργίας εκπαιδευτικών οντοτήτων από εκπαιδευτικούς διαφόρων γνωστικών αντικειμένων και βαθμίδων καθώς και σε μεταγενέστερη φάση από μαθητές που έχουν χρησιμοποιήσει το λογισμικό «Δημιουργός Μοντέλων».

Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη τεχνικών περιγραφής (Downes, 2001) και μεταπεριγραφής (Anido et al., 2002) των ψηφιακών εκπαιδευτικών οντοτήτων μέσω της γλώσσας XML εντάσσεται στη γενικότερη προσπάθεια για τη δημιουργία προδιαγραφών πρωτοτυποποίησης του εκπαιδευτικού υλικού. Τέτοιες προσπάθειες βρίσκονται σε εξέλιξη τα τελευταία χρόνια, κυρίως με τη ραγδαία εξάπλωση του Διαδικτύου, όπως για παράδειγμα το ευρωπαϊκό πλάνο ARIADNE, <http://ariadne.unil.ch> (για το μοίρασμα και την επαναχρησιμοποίηση ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού), και η επιτροπή εργασίας του IEEE για την πρωτοτυποποίηση μαθησιακών αντικειμένων μεταδεδομένων (LOM. Learning Objects Metadata Working Group, IEEE, <http://grouper.ieee.org/p1484/>).

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου ΠΗΝΕΛΟΠΗ με χρηματοδότη το ΥΠΕΠΘ και ενδιάμεσο φορέα το Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών.

Βιβλιογραφία

Anido, L. E., Fernandez, M. J., Caeiro, M., Santos, J., M., Rodriguez, J., & Llamas, M., Educational metadata and brokerage for learning resources, *Computers & Education*, 38 (2002), 351-374.

ARIADNE Project, <http://ariadne.unil.ch> (Retrieved June 20, 2002)

Bliss J., Ogborn J., Boohan R., Brosnan T., Brough D., Mellar H. (1992). Tools for Exploratory Learning. Program End of Award Review Report, London, University of London.

Dimitracopoulou A., Komis V., Apostolopoulos P., Politis P., "Design principles of a new modelling environment for young students, supporting various types of reasoning and interdisciplinary approaches" AI-ED 99, 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education, Le Mans, France, 1999, pp. 109-120.

Downes, S., Learning Objects: Resources For Distance Education Worldwide, *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 2001, Vol. 2, N0 1, p. 1-35.

LOM. Learning Objects Metadata Working Group, IEEE, <http://grouper.ieee.org/p1484/> (Retrieved June 20, 2002)

Politis P., Komis V., Dimitracopoulou A., MODELSCREATOR : un logiciel de modélisation permettant l'utilisation des règles logiques et la prise de décision, E.P.I., No 102, Juin 2001, pp. 179-199.

Παράρτημα: Δομή οντότητας σε XML Schema

```
<?xml version="1.0"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="Entity">
    <xs:complexType>
      <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
        <xs:element ref="attributes" />
        <xs:element ref="entityStates" />
      </xs:choice>
      <xs:attribute name="name" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="type" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="guid" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="desc" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="iconName" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="version" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="filesize" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="filename" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="iconDir" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="numOfAttrrs" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="numOfEntityStates" type="xs:string" />
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

```

</xs:element>
<xs:element name="attributes">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
<xs:element ref="attribute" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="attribute">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
<xs:element ref="state" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="desc" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="id" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="max" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="name" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="numOfStates" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="type" type="xs:ID" />
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="state">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
<xs:element ref="" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="id" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="start" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="end" type="xs:ID" />
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="entityStates">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
<xs:element ref="EntityState" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="EntityState">
  <xs:complexType>
    <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
<xs:element ref="attrIDs" />
<xs:element ref="attrStIDs" />
    </xs:choice>
    <xs:attribute name="id" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="iconName" type="xs:ID" />
    <xs:attribute name="numOfAttrs" type="xs:ID" />
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="attrIDs">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
<xs:element ref="" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="id" type="xs:ID" />
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="attrStIDs">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
<xs:element ref="" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="id" type="xs:ID" />
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>

```