

# Mobile Augmented Reality Innovative Learning (mARIL) Model: Επέκταση του Μοντέλου Η-Μάθησης SCORM με Χαρακτηριστικά Επαυξημένης Πραγματικότητας

Μ. Δελιανίδη<sup>1</sup>, Χ. Ηλιούδης<sup>2</sup>, Κ. Θεοδώρου<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Ιατρικής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
{mdelianidi, ktheodor}@med.uth.gr

<sup>2</sup>Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΑΤΕΙ  
iliou@it.teithe.gr

## Περίληψη

Το άρθρο αφορά στην πρόταση ενός νέου καινοτόμου μοντέλου προσωποποιημένης κινητής μάθησης του Mobile Augmented Reality Innovative Learning (mARIL), το οποίο συνδυάζει και αξιοποιεί τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού. Η κινητή μάθηση ενισχύεται στο επίπεδο παρουσίασης με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας σε πραγματικό χρόνο, ενώ το ζητούμενο εκπαιδευτικό υλικό αντλείται μέσα από δυναμικές επιστημονικές πηγές δεδομένων μέσω οντολογιών. Το μοντέλο σχεδιάζεται να εφαρμοσθεί και να αξιολογηθεί από φοιτητές τμήματος ιατρικής στο γνωστικό αντικείμενο της ακτινοφυσικής. Η συνεισφορά του προτεινόμενου μοντέλου εντοπίζεται στην επέκταση προτύπων ηλεκτρονικής μάθησης και ειδικά του SCORM (Sharable Content Object Reference Model) με την προσθήκη χαρακτηριστικών της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας και παροχής δυναμικού περιεχομένου.

**Λέξεις κλειδιά:** Επαυξημένη πραγματικότητα, κινητή μάθηση, SCORM, οντολογίες, δυναμικό περιεχόμενο.

## 1. Εισαγωγή

Η μάθηση με αξιοποίηση των τεχνολογιών του διαδικτύου πυροδότησε το ενδιαφέρον των ερευνητών ανοίγοντας νέες επιστημονικές περιοχές. Στο άρθρο μας ερευνούμε και συνδυάζουμε τις τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας, σημασιολογικού ιστού, συστημάτων διαχείρισης ηλεκτρονικής και κινητής μάθησης με σκοπό την σχεδίαση ενός μοντέλου κινητής μάθησης επαυξημένης πραγματικότητας με δυναμικό προσωποποιημένο περιεχόμενο, βασισμένο στα πρότυπα (SCORM, LOM – Learning Object Metadata) και μοντέλα ηλεκτρονικής μάθησης (Behavioral, Cognitive, Situative). Προτείνουμε το mobile Augmented Reality In-

novative Learning - mARIL, ένα νέο μοντέλο προσωποποιημένης δυναμικής κινητής μάθησης το οποίο αξιοποιεί τις τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας.

Η ηλεκτρονική μάθηση αρχικά και η κινητή μάθηση στη συνέχεια παρέχουν συνεχή εκπαίδευση ανεξαρτήτως τόπου, χρόνου, ηλικίας, γνωστικού υπόβαθρου, ικανοτήτων και ταχύτητας εκμάθησης εκπαιδευομένων με τις ευκαιρίες για την μάθηση να αυξάνονται και να πραγματοποιούνται ακόμα και σε επίπεδο μεταξύ διαφόρων χωρών (Cota, Díaz, & Duque, 2014). Όταν το εκπαιδευτικό υλικό αναπαριστάνεται σημασιολογικά και με σαφήνεια μέσω οντολογιών τότε η πρόσβαση στο υλικό αυτό μπορεί να γίνει με ευφυή τρόπο και η αξιοποίηση των μεταδεδομένων, ως μέρους της οντολογίας, να οδηγήσει στην παραγωγή νέας μαθησιακής γνώσης. Σε ότι αφορά την παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού, η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας κερδίζει συνεχώς χώρο και μετατρέπεται σε μια από τις δημοφιλέστερες τεχνολογίες αιχμής της εποχής μας ενισχύοντας το ενδιαφέρον των χρηστών ιδιαίτερα στον τομέα της εκπαίδευσης.

Στην έρευνά μας επικεντρωνόμαστε στην μοντελοποίηση ενός προσωποποιημένου δυναμικού συστήματος κινητής μάθησης (mARIL) ενισχυμένου με την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας. Τα ερευνητικά ερωτήματα που διαπραγματευόμαστε είναι:

- Πώς και σε ποιο βαθμό μπορεί η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας να συνδράμει σε ένα περιβάλλον προσωποποιημένης κινητής μάθησης
- Κατά πόσο οι τεχνολογίες των οντολογιών μπορούν να συνεισφέρουν στην δυναμική παραγωγή γνώσης που προέρχεται από ανοιχτές πηγές δεδομένων
- Με ποιο τρόπο η κινητή μάθηση, μπορεί να αλληλεπιδράσει με τις τεχνολογίες οντολογιών και επαυξημένης πραγματικότητας.

Η διάρθρωση της υπόλοιπης εργασίας έχει ως εξής: στην ενότητα 2 περιγράφουμε τη σχετική περιοχή έρευνας, των τεχνολογιών και των αντικειμένων που εμπλέκονται στην κατασκευή του προτεινόμενου μοντέλου μάθησης. Στην ενότητα 3 παρουσιάζουμε την πρότασή μας mobile Augmented Reality Innovative Learning (mARIL) περιγράφοντας την αρχιτεκτονική, τα βασικά δομικά του στοιχεία, τα πλεονεκτήματα που παρέχει και την καινοτομία που προσφέρει. Στην ενότητα 4 μελετάμε την περίπτωση εφαρμογής του μοντέλου σε μια ορισμένη ομάδα χρηστών με το περιβάλλον εφαρμογής να αναφέρεται στα ιατρικά δεδομένα και την σύνθεση εκπαιδευτικού υλικού για τις ανάγκες της ιατρικής εκπαίδευσης στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση. Το άρθρο ολοκληρώνεται με την 5η ενότητα, στην οποία παρουσιάζουμε τα συμπεράσματα της έρευνας και οι μελλοντικές της επεκτάσεις.

## 2. Σχετικό πλαίσιο έρευνας

### 2.1 Μοντέλα ηλεκτρονικής μάθησης

Για την υποστήριξη και την υλοποίηση της ηλεκτρονικής μάθησης σε ότι αφορά τις ανάγκες των χρηστών, το εκπαιδευτικό περιεχόμενο, την κατανόηση γνωστικού αντικειμένου, την αξιολόγηση και την ανατροφοδότηση κατά τον σχεδιασμό ενός μαθήματος (course) αναπτύχθηκαν τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης – ΣΔΜ (Learning Management Systems – LMS) με βάση κάποιο μοντέλο μάθησης. Υπάρχουν τρία βασικά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός μοντέλου μάθησης: η θεωρητική προσέγγιση, η ομάδα χρηστών όπου θα απευθύνεται και τα πρότυπα στα οποία θα στηρίζεται.

Μέσα από την έρευνά μας διακρίναμε τρεις βασικές θεωρητικές προσεγγίσεις ή προοπτικές (Mayes & Freitas, 2004): την Συμπεριφοριστική (Behavioral) η οποία ορίζει την μάθηση ως δραστηριότητα (learning as activity), την Γνωστική (Cognitive) που ορίζει την μάθηση μέσω αλληλεπίδρασης και αντανάκλασης (interaction and reflection) και υποδιαιρείται σε δυο περαιτέρω προσεγγίσεις: εποικοδομητικά περιβάλλοντα μάθησης (Constructivist learning environments) και συστήματα δραστηριοτήτων (Activity systems) και την Καταστασιακή (Situative) η οποία επικεντρώνεται στην διανομή γνώσης μέσω κοινωνικών αλληλεπιδράσεων.

Ένα ΣΔΜ θα πρέπει να θεμελιώνεται από επίσημα πρότυπα κατά την ανάπτυξη του. Το SCORM (IEEE Learning Technology Standards Committee, 2006; Vossen & Westerkamp, 2006; Youssef et al, 2012) και το LOM (IEEE Standard for Learning Object Metadata, 2002; Su et al, 2007), είναι παραδείγματα τέτοιου είδους προτύπων. Το SCORM αποτελεί μια συλλογή προδιαγραφών και μοντέλων που προορίζονται για web-based συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης με σκοπό την σύνθεση, την διαχείριση, την αναζήτηση και την ταξινόμηση του εκπαιδευτικού υλικού. Συνθέτει εκπαιδευτικά πακέτα (Content Package) βασίζοντας στην τεχνολογία του σημασιολογικού ιστού συμπεριλαμβάνοντας και τα μεταδεδομένα του εκπαιδευτικού πακέτου. Τα μεταδεδομένα δομούνται με βάση το πρότυπο LOM το οποίο συμβάλλει στην δημιουργία καλά δομημένης περιγραφής μαθησιακών πόρων διευκολύνοντας την ανακάλυψη, την αξιολόγηση και την απόκτηση εκπαιδευτικού περιεχομένου. Το SCORM ενισχύει την διαλειτουργικότητα (interoperability), την επαναχρησιμοποίηση (reusability) την διαχειρισσιμότητα (management) του εκπαιδευτικού υλικού και επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ του περιεχομένου και της τεχνολογίας των συστημάτων (Su et al., 2007).

Η κινητή μάθηση διαφοροποιείται από την ηλεκτρονική μάθηση σε ό, τι αφορά τις υπηρεσίες και την παρουσίαση ή προβολή του εκπαιδευτικού υλικού στον τελικό χρήστη λόγω χαρακτηριστικών του τεχνολογικού της περιβάλλοντος (Andronico et

al., 2004). Βασικές διαφορές εντοπίζονται στην συνδεσιμότητα (connectivity), στα χαρακτηριστικά σε software και hardware, την τοποθεσία (location) (Trifonova & Ronchetti, 2004), την ευχρηστία (usability) (Cota, Díaz, & Duque, 2014; Redondo, Molina, & Navarro, 2015).

Εφαρμογές κινητής μάθησης έχουν αναπτυχθεί για εκμάθηση γλώσσας, ως παιδικό παιχνίδι για εκμάθηση μαθηματικών (Andronico et al., 2004; Trifonova et al., 2004), στην ιατρική εκπαίδευση (Walsh, 2015) και γενικότερα στην ανώτατη εκπαίδευση με ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Ally & Prieto-Blázquez, 2014). Είδη κινητής μάθησης όπως VLE-based learning, Content delivery, Just-in-time training, Social learning, Enhanced reality, Experience-based learning, Game-based learning έχουν προσαρμοστεί και υποστηρίζονται μέσω mSCORM εφαρμογών για να είναι λειτουργικά και αποδοτικά με την χρήση κινητών συσκευών (DeGani et al., 2010).

## ***2.2 Μάθηση με επαυξημένη πραγματικότητα***

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα και το τεχνολογικό περιβάλλον της, το οποίο αποτελείται από έξυπνες ηλεκτρονικές συσκευές όπως smartphones, tablets, smart glasses, αξιοποιούνται στο πρακτικό επίπεδο μέσα από την κινητή μάθηση με χρήση κατάλληλων εφαρμογών ενισχύοντας το πραγματικό περιβάλλον με ψηφιακά αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο.

Πλήθος εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας έχει αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί στην βασική και ανώτερη εκπαίδευση. Εκπαιδευτικά παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας για εκπαίδευση προσχολικής ηλικίας (Yilmaz, 2016), εφαρμογές για την εκπαίδευση στον ηλεκτρολογικό τομέα με συνεργατική ή αυτόνομη μάθηση στην ανώτερη εκπαίδευση (Martín-Gutiérrez et al., 2015), εκπαιδευτικές εφαρμογές σε διάφορες βαθμίδες με αντικείμενα όπως η βιολογία, η αστρονομία, η χημεία, η φυσική, η γεωμετρία και τα μαθηματικά (Lee, 2012). Όμαδα ερευνητών ανέπτυξε μοντέλα επαυξημένης πραγματικότητας για κατανόηση συναισθημάτων (Chen, Lee, & Lin, 2015) και για αναγνώριση συναισθημάτων για παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού (Autism spectrum disorders – ASD) μέσα από ένα video storybook (ARVMS). Η εφαρμογή του ARVMS βελτίωσε τις κοινωνικές σχέσεις των 6 παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα και τους βοήθησε να κατανοούν τα συναισθήματα από τις εκφράσεις του προσώπου όταν για παράδειγμα παρακολουθούν ένα βίντεο (Chen, Lee, & Lin, 2016). Μια άλλη ομάδα ερευνητών (Akçayır & Akçayır, 2017) μελέτησαν τα πλεονεκτήματα και τις προκλήσεις της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση μέσα από 68 σχετικά ερευνητικά άρθρα και κατέληξαν σε αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην έρευνα τους. Η έρευνά μας έχει καταδείξει ότι η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εκπαιδευτική διαδικασία .

### **2.3 Προσωποποιημένα περιβάλλοντα μάθησης μέσω οντολογιών**

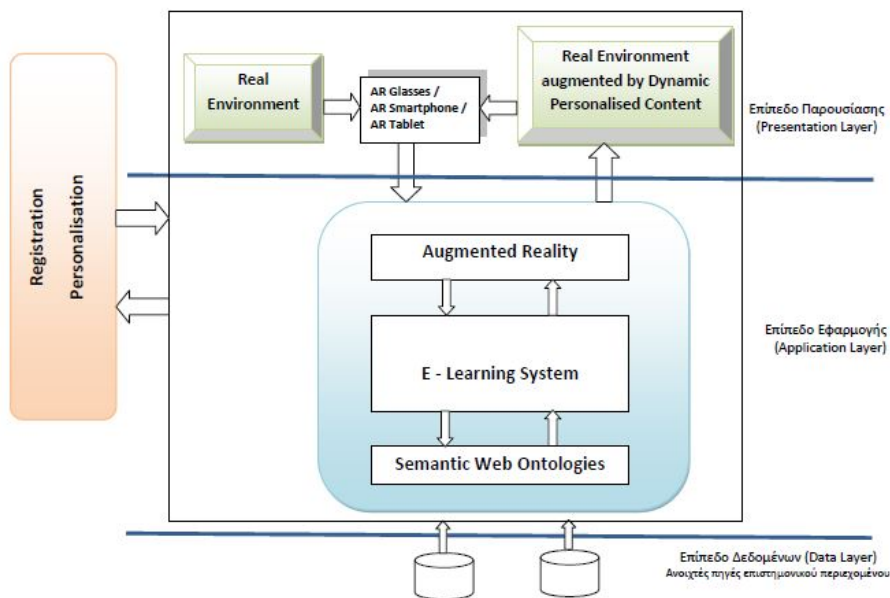
Σε ένα περιβάλλον μάθησης οι οντολογίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση εκπαιδευτικού περιεχομένου σύμφωνα με το πρότυπο SCORM (Valaski, Reinehr, & Malucelli, 2017). Τα σύγχρονα ΣΔΜ βασίζονται σε αρχιτεκτονικές SOA (Service-Oriented Architecture), χρησιμοποιούν το πρότυπο SCORM για την οργάνωση του εκπαιδευτικού υλικού και τις υπηρεσίες διαδικτύου για την επίτευξη της μεταξύ τους διαλειτουργικότητας, την αυθεντικοποίηση και ταυτοποίηση των χρηστών στοχεύοντας στην προσωποποιημένη μάθηση, τις γλώσσες και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας WSDL, SOAP, HTTP, XML για την περιγραφή, διαχείριση και επαναχρησιμοποίηση αντικειμένων και τις τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού (OWL, RDF) για την διαχείριση των πληροφοριών που αναπαριστώνται μέσω οντολογιών με δυναμικό τρόπο σε πραγματικό χρόνο (Su & Lee, 2003; Su et al, 2007; Zaharescu & Zaharescu, 2011; Youssef et al., 2012). Τα PLE (Personal Learning Environment) περιβάλλοντα βασίζονται στις διαθέσιμες υπηρεσίες διαδικτύου, παρέχουν την απαιτούμενη από τους χρήστες ευελιξία ειδικά για την προσαρμογή του εκπαιδευτικού περιεχομένου σε σχέση με τους στόχους, τα ενδιαφέροντα και τα καθήκοντά τους (Muñoz-Organero et al, 2010). Από (Belcadi, 2016) προτάθηκε ένα σύστημα παροχής εξατομικευμένης ανατροφοδότησης (personalized feedback) για περιβάλλοντα ηλεκτρονικής μάθησης στα οποία αξιοποιούνται οι τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού και οι υπηρεσίες του διαδικτύου με εξάγωγή πληροφοριών σχετικών με το γνωστικό επίπεδο των χρηστών μετά την συμμετοχή τους σε τεστ αυτοαξιολόγησης

### **3. Η πρότασή μας: *Mobile Augmented Reality Innovative Learning (mARIL) Model***

Το αντικείμενο της πρότασης μας είναι η ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού σημασιολογικού μοντέλου επαυξημένης πραγματικότητας με προσωποποιημένο δυναμικό περιεχόμενο, το οποίο αντλείται από ανοιχτές επιστημονικές πηγές. Σκοπός του μοντέλου μας είναι η παροχή δυνατότητας αναζήτησης ερευνητικού εκπαιδευτικού υλικού δυναμικά και σε πραγματικό χρόνο με συνδυασμό των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας, σημασιολογικού ιστού μέσω δομημένων σημασιολογικών οντολογιών για την παραγωγή δυναμικού προσωποποιημένου επιστημονικού περιεχομένου από ανοιχτές πηγές πληροφοριών. Το mARIL στηρίζεται στο πρότυπο SCORM για την αναζήτηση και την δόμηση εκπαιδευτικών αντικειμένων με βάση την γνωστική θεωρητική προσέγγιση και τα εποικοδομητικά περιβάλλοντα μάθησης. Ένα τέτοιο μοντέλο αναμένεται να προσφέρει έγκυρες, ενημερωμένες, συγχρονισμένες και ποιοτικές πληροφορίες λόγω της φύσης των πηγών προέλευσής τους και τον δυναμικό τρόπο αναζήτησης.

### 3.1. Αρχιτεκτονική

Η αρχιτεκτονική του mARIL αποτυπώνεται στο Σχήμα 1 και διακρίνεται σε τρία επίπεδα. Το ανώτερο επίπεδο, ως το επίπεδο παρουσίασης, έχει τον ρόλο της διεπαφής αλληλεπίδρασης με τον χρήστη για την εισαγωγή και την παρουσίαση των πληροφοριών και υλοποιείται με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας. Το μεσαίο επίπεδο, ως το επίπεδο εφαρμογής, αναλαμβάνει τους μηχανισμούς διασύνδεσης ανάμεσα στις τεχνολογικές περιοχές που διαπραγματεύεται το μοντέλο λαμβάνοντας υπόψη τις κατάλληλες θεωρητικές προσεγγίσεις ηλεκτρονικής μάθησης μέσα σε ένα σύστημα διαχείρισης μάθησης αντλώντας το κατάλληλο περιεχόμενο με δυναμικό τρόπο μέσω οντολογιών. Το τελευταίο επίπεδο, το επίπεδο δεδομένων, αφορά τις επιστημονικές πηγές δεδομένων οι οποίες θεωρούνται δυναμικές διότι ανανεώνονται και εμπλουτίζονται συνεχώς και η πρόσβασή στο περιεχόμενό τους εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του χρήστη. Ένα ακόμη συστατικό που αφορά την προσωποποίηση του χρήστη και χρησιμεύει στην αρχικοποίηση των στοιχείων του χρήστη και την διατήρηση ιστορικού της πρόδου μάθησης και των γνώσεων του, επικοινωνεί με τα επίπεδα παρουσίασης και εφαρμογής με στόχο να γνωστοποιεί στο σύστημα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του χρήστη και να ενημερώνεται για το αποτέλεσμα της εκμάθησης που πραγματοποιεί κάθε φορά.



Σχήμα 1. Αρχιτεκτονική του mARIL

### **3.2. Βασικά συστατικά του mARIL**

Βασικό χαρακτηριστικό για την έναρξη της λειτουργίας του μοντέλου είναι η σύλληψη και αναγνώριση ενός στοιχείου του πραγματικού κόσμου μέσα από το τεχνολογικό περιβάλλον της επαυξημένης πραγματικότητας. Το στοιχείο αυτό θεωρείται στοιχείο εισόδου στο επίπεδο εφαρμογής για την αναζήτηση και σύνθεση του εκπαιδευτικού περιεχομένου.

Η σύνθεση του εκπαιδευτικού σεναρίου είναι επίσης ένα σημαντικό συστατικό του μοντέλου και θα πραγματοποιείται το επίπεδο εφαρμογής. Το ΣΔΜ, βασισμένο σε Service Oriented Architecture, θα επικοινωνεί με τις ανοιχτές πηγές δεδομένων του σημασιολογικού ιστού με χρήση κατάλληλων web services και, αξιοποιώντας τα χαρακτηριστικά του προτύπου SCORM, θα αναζητεί και θα συνθέτει εκπαιδευτικά αντικείμενα με την δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης τους και της αξιοποίησης των μεταδεδομένων λόγω του προτύπου LOM.

Στο κατώτερο επίπεδο τα δεδομένα θα δομούνται με βάση τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του σημασιολογικού ιστού, προερχόμενα από έγκυρες δυναμικές (ή/και στατικές) επιστημονικές πηγές ανάλογα με το προφίλ του χρήστη (εκπαιδευτής ή εκπαιδευόμενος, αρχάριος ή έμπειρος).

### **3.3. Πλεονεκτήματα και καινοτομία του mARIL**

Σημαντικό πλεονεκτήματα του mARIL είναι η εκμετάλλευση του τεχνολογικού περιβάλλοντος της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι έξυπνες κινητές συσκευές λόγω της φορητότητας και της συνεχούς σύνδεσης στο διαδίκτυο, ενισχύουν την πανταχού παρούσα υπολογιστική και προσθέτουν επιπρόσθετη αξία στην διαδικασία μάθησης. Επιπλέον, με την επαύξηση του πραγματικού περιβάλλοντος με ψηφιακό περιεχόμενο σε πραγματικό χρόνο, το περιβάλλον της μάθησης γίνεται πιο ελκυστικό για τους χρήστες. Το περιεχόμενο που λαμβάνει ο χρήστης είναι προσωποποιημένο σύμφωνα με τις ανάγκες του αφού υπάρχουν υπηρεσίες αυθεντικοποίησης και πιστοποίησης και επιπλέον μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε ένα επόμενο αίτημα. Η χρήση των web services ενισχύουν την διαλειτουργικότητα του μοντέλου αφού επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ του ΣΔΜ και των πηγών δεδομένων.

Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του mARIL, η καινοτομία του μοντέλου ανά επίπεδα εντοπίζεται:

- στην σύλληψη και αναγνώριση του αντικειμένου και την εμφάνιση του περιεχομένου στο επίπεδο παρουσίασης με την αξιοποίηση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας στο φυσικό περιβάλλον του χρήστη,
- την επέκταση του προτύπου SCORM με τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας στο επίπεδο εφαρμογής,

- στην παροχή του προσωποποιημένου δυναμικού εκπαιδευτικού περιεχόμενου στον χρήστη στο επίπεδο δεδομένων.

#### **4. Μελέτη Περίπτωσης**

Η μελέτη περίπτωσης εφαρμογής του mARIL, αφορά την εκπαίδευση ενηλίκων (φοιτητών ιατρικής) στο γνωστικό αντικείμενο της ακτινοφυσικής τμήματος ιατρικής. Το περιεχόμενο αντλείται από βιβλία καθιερωμένης γνώσης και διεθνή πρωτόκολλα κατά κύριο λόγο σε μορφή κειμένου και εικόνας, από πανεπιστημιακές βάσεις δεδομένων εστιάζοντας σε εκπαιδευτικά βίντεο και από τη Βιβλιογραφική Βάση ιατρικών δημοσιεύσεων, το PubMed.

Η λειτουργία του μοντέλου mARIL στην περίπτωση αυτή, αποκρίνεται ως εξής:

- Το σύστημα αξιολογεί τις προσωπικές ανάγκες μάθησης (επίπεδο γνώσεων, ιστορικό μάθησης, γλώσσα υλικού) για να επιτευχθεί η προσωποποιημένη αναζήτηση εκπαιδευτικού υλικού. Η διαδικασία υποστηρίζεται από το σύστημα εγγραφής χρήστη.
- Ο εκπαιδευόμενος, χρησιμοποιώντας μια έξυπνη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας, εντοπίζει και αναγνωρίζει τα αντικείμενα μάθησης του πραγματικού περιβάλλοντος (εικόνα, κείμενο) τα οποία και ενεργοποιούν τη διαδικασία μάθησης.
- Ο εκπαιδευόμενος λαμβάνει τους μαθησιακούς στόχους μέσω του επιπέδου παρουσίασης και συγκεκριμένα των δομικών συστατικών ‘Real Environment’ και ‘AR Component’
- Στο δεύτερο επίπεδο του μοντέλου μας με τη χρήση του component ‘Semantic technologies’ μεταφράζονται οι μαθησιακοί στόχοι που έχει παραχθεί στο ‘e-learning system based on SCORM’ σε οντολογίες.
- Το πρωτογενές υλικό γνώσης είναι αποθηκευμένο σε διάφορες μορφοποιήσεις (κείμενο, εικόνες, pdf, video, αρχεία ήχου) στις ηλεκτρονικές πηγές δεδομένων στο τρίτο επίπεδο του mARIL, και συγκεκριμένα στη μελέτη περίπτωσης σε πανεπιστημιακές βάσεις πληροφοριών.
- Η ανάκτηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου γίνεται αρχικά με τις στοχευμένες ερωτήσεις που γίνονται μέσω των οντολογιών και το τελικό περιεχόμενο δομείται μέσω του SCORM και παρουσιάζεται στον χρήστη μέσω του component επαυξημένης πραγματικότητας – ‘Augmented Reality’.

#### **5. Συμπεράσματα – Μελλοντικές Εργασίες**

Στην εργασία μας ερευνήσαμε τις τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού σε συνδυασμό με τα ΣΔΜ με σκοπό την πρόταση ενός μοντέλου κινητής μάθησης, mARIL, το οποίο στόχο έχει την επέκταση του προτύπου SCORM με χαρακτηριστικά επαυξημένης πραγματικότητας. Το mARIL αναγνωρίζει ένα αντικείμενο του πραγματικού περιβάλλοντος με την βοήθεια μιας έξυ-



πνης συσκευής αναζητεί και συνθέτει προσωποποιημένο ψηφιακό περιεχόμενο εκπαιδευτικού χαρακτήρα από δυναμικές (ή από στατικές) επιστημονικές πηγές ανάλογα με το προφίλ του εκπαιδευόμενου. Παρουσιάσαμε την αρχιτεκτονική του μοντέλου περιγράφοντας τα βασικά χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματά του. Εντοπίσαμε την καινοτομία του μοντέλου και την συνεισφορά του ανά επίπεδο σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του. Επίσης παρουσιάσαμε μια ενδεικτική μελέτη περίπτωση εφαρμογής του μοντέλου ορίζοντας τα βασικά σημεία για την λειτουργία του και περιγράψαμε τον τρόπο που λειτουργεί το μοντέλο σε ένα πραγματικό περιβάλλον, όπως αυτό της εκπαίδευσης στην ακτινοφυσική.

Η συνεισφορά της έρευνάς μας επικεντρώνεται στην επέκταση του προτύπου SCORM με την προσθήκη χαρακτηριστικών επαυξημένης πραγματικότητας και δυναμικής δόμησης προσωποποιημένου εκπαιδευτικού περιεχομένου από έγκυρες επιστημονικές πηγές.

Οι μελλοντικές εργασίες περιλαμβάνουν την εκτεταμένη ανάλυση των δομικών στοιχείων του μοντέλου σε κάθε επίπεδο, τον εντοπισμό σημείων βελτιστοποίησης ή επέκτασης, την υλοποίηση και την εφαρμογή του σε πραγματικό περιβάλλον, τον ορισμό κριτηρίων αξιολόγησης και την αξιολόγησή του με πραγματικά δεδομένα. Εκτός αυτών, στα μελλοντικά σχέδια ανήκει και η πειραματική ανάπτυξη οντολογιών με στόχο την σημασιολογική περιγραφή του ιατρικού περιεχομένου των πανεπιστημιακών βάσεων πληροφοριών για την ολοκλήρωση της αυτοματοποιημένης δυναμικής λειτουργικότητας του μοντέλου mARIL.

Το μοντέλο mARIL αναμένεται να συνεισφέρει θετικά στην διαδικασία μάθησης αξιοποιώντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού που συνδυάζει και προσφέροντας την δυνατότητα χρήσης του μέσα από την κινητή μάθηση ανάλογα με τις μαθησιακές ανάγκες του χρήστη οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

## ***Αναφορές***

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, pp. 1-11.

Ally, M., & Prieto-Blázquez, J. (2014, January). What is the future of mobile learning in education? Mobile Learning Applications in Higher Education [Special Section. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 11 (1), pp. 142-151.

Andronico, A., Carbonaro, A., Colazzo, L., Molinari, A., Ronchetti, M., & Trifonova, A. (2004). Designing models and services for learning management

systems in mobile settings. *Workshop on Mobile and Ubiquitous Information Access* (pp. 90-106). Springer Berlin Heidelberg.

Belcadhi, L. C. (2016). Personalized feedback for self assessment in lifelong learning environments based on semantic web. *Computers in Human Behavior* (55), pp. 562-570.

Chen, C.-H., Lee, I.-J., & Lin, L.-Y. (2015). Augmented reality-based self-facial modeling to promote the emotional expression and social skills of adolescents with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 36, pp. 396-403.

Chen, C.-H., Lee, I.-J., & Lin, L.-Y. (2016). Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions. *Computers in Human Behavior*, pp. 477-485.

Cota, C. X., Díaz, A. I., & Duque, M. Á. (2014). Evaluation framework for m-learning systems: Current situation and proposal. *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction*. Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain: ACM New York, NY, USA.

DeGani, A., Martin, G., Stead, G., & Wade, F. (2010, September). Mobile Learning Shareable Content Object Reference Model (m-SCORM) Limitations and Challenges [N09-35]. *Tribal* .

IEEE Learning Technology Standards Committee, (2006). "IEEE 1484.11.1: Standard for Learning Technology - Data Model for Content Object Communication".

IEEE Standard for Learning Object Metadata 1484.12.1-2002. (2002). *IEEE Std*, doi:10.1109/IEEESTD.2002.94128, pp. 1-40.

Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *TechTrends*, 56 (2), doi:10.1007/s11528-012-0559-3, pp. 13-21.

Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., & Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 51, pp. 752-761.

Mayes, T., & Freitas, S. d. (2004). Review of E-Learning Theories,. *Joint Information Systems Committee (JISC) e-Learning Models Desk Study* .

- Muñoz-Organero, M., Muñoz-Merino, P. J., & Kloos, C. D. (2010, March-April). Personalized Service-Oriented E-Learning Environments. *IEEE INTERNET COMPUTING*, pp. 1089-7801.
- Redondo, M. A., Molina, A. I., & Navarro, C. X. (2015). Extending CIAM Methodology to Support Mobile Application Design and Evaluation: A Case Study in m-Learning. Στο *Cooperative Design, Visualization, and Engineering* (pp. 11-18). Springer International Publishing Switzerland.
- Su, M. T., Wong, C. S., Soo, C. F., Ooi, C. T., & Sow, S. L. (2007). Service-Oriented E-Learning System. *Information Technologies and Applications in Education ISITAE '07*. IEEE.
- Su, S. Y., & Lee, G. (2003). Web-service-based, Dynamic and Collaborative E-learning. *Proceedings of the PGL DB Research Conference* (pp. 68-77). Rio de Janeiro-RJ, Brazil: PUC-Rio.
- Trifonova, A., & Ronchetti, M. (2004). A General Architecture to Support Mobility in Learning. *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04)* (pp. 26-30). IEEE.
- Trifonova, A., Knapp, J., Ronchetti, M., & Gamper, J. (2004). Mobile ELDT: Challenges in the Transition from an e-Learning to an m-Learning System. *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2004* (pp. 188-193). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Valaski, J., Reinehr, S., & Malucelli, A. (2017). An ontology support the classification of learning material in an organizational learning environment. *Interactive Technology and Smart Education*, 14 (1), pp. 67-87.
- Vossen, G., & Westerkamp, P. (2006). Towards the Next Generation of E-Learning Standards: SCORM for Service-Oriented Environments. *Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*. IEEE.
- Walsh, K. (2015, October). Mobile Learning in Medical Education: Review. *Ethiop J Health Sci.*, 25 (4), pp. 363-366.
- Yilmaz, R. M. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. *Computers in Human Behavior*, 54, pp. 240-248.

Youssef, A. o., Nour-eddine, E. f., Mohamed, K. I., & Samir, B. (2012). A service-oriented architecture for real time data collection in e-learning context: SCORM runtime environment case study. *3rd International conference on Applied Informatics and Computing Theory (AICT '12)* (pp. 294-298). WSEAS Press.

Zaharescu, E., & Zaharescu, G.-A. (2011). Semantic Web Technologies Integrated in a SOA-Based E-Learning System. *The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL*.

### **Abstract**

The article is about proposing a new, innovative, personalized mobile learning model of mobile Augmented Reality Innovative Learning (mARIL), which combines and exploits the features of augmented reality and semantic web technologies. Mobile learning is enhanced at the level of presentation with real-time augmented reality technology, while the required educational material is obtained from dynamic scientific data sources through ontologies. The model is designed to be applied and evaluated by students of the medical department in the cognitive field of radiophysics. The contribution of the proposed model lies in the extension of e-learning standards, and in particular SCORM (Sharable Content Object Reference Model), adding features of augmented reality technology and providing dynamic content.

**Keywords:** Augmented reality, mobile learning, SCORM, ontologies, dynamic content.