

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ: ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΙΚΩΝ

Παναγιώτης Πιντέλας¹, Καθηγητής, pintelas@math.upatras.gr
Αχιλλέας Δ. Καμέας¹, Δρ. Μηχ/κος Η/Υ & Πληροφορικής, kameas@math.upatras.gr
Αναστάσιος Τριάντης¹, Μαθηματικός, Υποψ. Διδάκτορας, triantis@math.upatras.gr
Σπυρίδων Βάθης¹, Μαθηματικός, Υποψ. Διδάκτορας, spiros@math.upatras.gr
Γεώργιος Κουταλιέρης¹, Μηχ/κος Η/Υ & Πληροφορικής, koutalos@math.upatras.gr
Τάσος Α. Μικρόπουλος², Επίκουρος Καθηγητής, amikrop@cc.uoi.gr
Απόστολος Κατσίκης², Επίκουρος Καθηγητής, akatsiki@cc.uoi.gr

1. Εργαστήριο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού, Τμ. Μαθηματικών, Παν. Πατρών
2. Εργαστήριο Πολυμέσων & Εικονικής Πραγματικότητας, Παιδαγωγικό Τμ. Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παν. Ιωαννίνων

Επικοινωνία: Δρ. Αχιλλέας Καμέας, Εργαστήριο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού, ΤΘ 1399, Τμ. Μαθηματικών, Παν. Πατρών, 26500 Πάτρα

Λέξεις-Κλειδιά: εικονική πραγματικότητα, πολυμέσα, δίκτυα, εκπαιδευτικό λογισμικό

Θέμα Συνεδρίου: σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού, εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Επίπεδο Εκπαίδευσης: Γυμνάσιο, Δημοτικό

Κατηγορία Εργασίας: άλλη (σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού εικονικής πραγματικότητας)

Περίληψη

Στην εργασία αυτή περιγράφονται οι σχεδιαστικές αρχές, η αρχιτεκτονική και ο τρόπος χρήσης του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ΕΙΚΩΝ, το οποίο συνδυάζει την Εικονική Πραγματικότητα με τεχνολογίες πολυμέσων και δικτύων για να υλοποιήσει μια διαθεματική προσέγγιση διδασκαλίας μαθημάτων της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχοντας ως αφετηρία το μάθημα της Τεχνολογίας. Το ΕΙΚΩΝ περιλαμβάνει τέσσερις εικονικούς μικρόκοσμους, μέσα στους οποίους ο μαθητής ανακαλύπτει την εξέλιξη της γεωργικής τεχνολογίας, και μια βιβλιοθήκη πολυμεσικού υλικού, από την οποία ο μαθητής μπορεί να συλλέξει υλικό για τις εργασίες που του έχουν ανατεθεί. Στο διδάσκοντα παρέχονται έτοιμα εκπαιδευτικά σενάρια, αλλά και εργαλεία κατασκευής νέων σεναρίων και διαχείρισης της τάξης του, ενώ στον μαθητή παρέχονται εργαλεία ανάκτησης πολυμεσικού υλικού και σύνθεσης εργασιών με αυτό. Το σύστημα έχει υλοποιηθεί υιοθετώντας τις πιο σύγχρονες αντιλήψεις στο χώρο του λογισμικού, όπως αντικειμενοστραφής σχεδίαση, ανοιχτή αρχιτεκτονική και λειτουργία σε δύο επίπεδα (πελάτη-εξυπηρέτη), παρέχοντας ένα άριστο περιβάλλον εφαρμογής σύγχρονων διδακτικών αντιλήψεων, όπως είναι η δημιουργική μάθηση και η μάθηση με ανακάλυψη της γνώσης.

Abstract

This paper presents EIKON, a virtual reality-based educational environment, which also combines multimedia and networking technologies. The presentation focuses on the design principles, the architecture and the proposed educational use of EIKON. The educational environment consists of four virtual reality micro-worlds, inside which the student can navigate freely or follow a predefined path, in order to “discover” the historical evolution of agricultural technology. The student can observe the 3D objects which are located inside the micro-worlds, grab and rotate them, ask for more information about an object, assemble and activate agricultural tools, etc. In addition, the student can access a multimedia library in order to complete his knowledge. The library can also be used as a source of information for class assignments, since the student is allowed to export parts of its content. The teacher is offered a complete collection of educational scenarios, which he / she can use in class. In addition, the teacher can use a tool suite in order to manage his class or to create new scenarios. During the design and implementation of EIKON powerful software design concepts, such as object-oriented design, open architecture and client-server operation have been adopted. Moreover, the virtual reality metaphor permits the student to engage in a first-person experience with the subject of the training session. That is why EIKON is regarded as a powerful educational environment, capable of supporting the application of contemporary learning approaches, such as constructivism and learning by discovery.

Εισαγωγή

Το εκπαιδευτικό περιβάλλον ΕΙΚΩΝ στοχεύει στην υποβοήθηση της διδασκαλίας μαθημάτων της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με την ενεργό συμμετοχή των μαθητών μέσα από τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών πληροφορικής,

όπως η εικονική πραγματικότητα, τα πολυμέσα, και τα δίκτυα¹.

Ως αφητηρία χρησιμοποιείται το μάθημα της Τεχνολογίας που διδάσκεται στην Α' και Β' γυμνασίου με διαθεματική προσέγγιση στα γνωστικά αντικείμενα της Γεωγραφίας, Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, Οικολογίας. Η προσέγγιση γίνεται μέσα από ειδικά σχεδιασμένες (για το μάθημα και το στοχευόμενο κοινό) μελέτες περίπτωσης (case studies), καθεμία από τις οποίες διεξάγεται μέσα σε έναν εικονικό μικρόκοσμο (virtual micro-world), ο οποίος αποτελείται από τρισδιάστατα αντικείμενα (3D objects) με παιδαγωγική σημασία.

Ο κάθε μαθητής εισέρχεται στο εκπαιδευτικό περιβάλλον από τον υπολογιστή του σχολείου του και μετακινείται μέσα στον τρισδιάστατο μικρόκοσμο με πλήρη ελευθερία. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ρυθμίζει τόσο την εμφάνιση του μικρόκοσμου και των αντικειμένων, όσο και το είδος των πληροφοριών που θα παρέχονται, ρυθμίζοντας τις ιδιότητες των αντικειμένων και των αλληλεπιδράσεων τους. Ο στόχος είναι οι μαθητές να μην “παρακολουθούν” παθητικά την εκπαιδευτική διαδικασία, αλλά να την ανακαλύπτουν, να την παράγουν και να την εφαρμόζουν πρακτικά.

Το ΕΙΚΩΝ βασίζεται στην Εικονική Πραγματικότητα, η παιδαγωγική και τεχνολογική αξία της οποίας παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υιοθετούμενων τεχνολογιών και οι «μοναδικές» δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας βοήθησαν την ομάδα ανάπτυξης να υιοθετήσει ένα σύνολο από σύγχρονες σχεδιαστικές αρχές (ενότητα 3) και να σχεδιάσει μία πολύπλοκη client-server εφαρμογή (ενότητα 4), η οποία όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τον «φυσικότερο» τρόπο από τους μαθητές και τους διδάσκοντες (ενότητα 5). Οι δυνατότητες και η αξία της εφαρμογής εκτιμήθηκαν στην πράξη από ένα σύνολο χρηστών, με πολύ θετικά αποτελέσματα (τα πλήρη αποτελέσματα της αξιολόγησης παρουσιάζονται σε άλλη εργασία που έχει υποβληθεί στο συνέδριο [10] – εδώ γίνεται στην ενότητα 6 μια παράθεση των συμπερασμάτων για λόγους πληρότητας).

Εικονική Πραγματικότητα

Η εφαρμογή ΕΙΚΩΝ χρησιμοποιεί την Εικονική Πραγματικότητα (ΕΠ) ως βασική τεχνολογία, σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες των πολυμέσων και των δικτύων. Δεν υπάρχει κοινά αποδεκτός ορισμός της Εικονικής Πραγματικότητας - ΕΠ (Virtual Reality – VR). Ο ίδιος ο όρος συνιστά οξύμωρο, αφού φαίνεται να περιγράφει μία κατάσταση που μοιάζει να είναι πραγματική μόνο για όσο χρόνο διαρκεί!

Για τις ανάγκες αυτής της εργασίας είναι αρκετό να περιοριστούμε στην ΕΠ που υποστηρίζεται από υπολογιστικά συστήματα. Στην πραγματικότητα, ένα σύστημα ΕΠ περιλαμβάνει διάφορα υποσυστήματα υλικού και λογισμικού, τα οποία υποστηρίζουν τα τμήματα και τις συσκευές αλληλεπίδρασης με το χρήστη [6, 9], όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

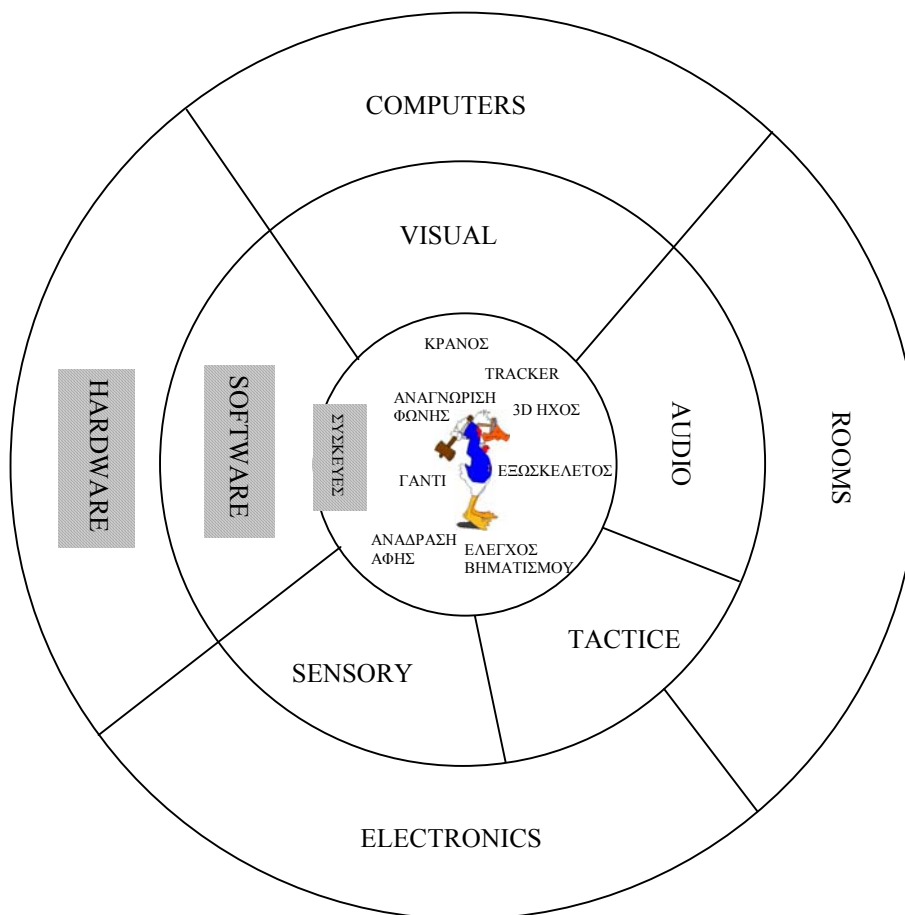
Τα εκπαιδευτικά συστήματα ΕΠ συνήθως χαρακτηρίζονται από διαφορετικούς βαθμούς αυτονομίας, παρουσίας και αλληλεπίδρασης [7]. Η αυτονομία περιγράφει το βαθμό στον οποίο το σύστημα ΕΠ μπορεί να χειρίζεται αυτόνομα τον εικονικό κόσμο χωρίς παρέμβαση του χρήστη. Η παρουσία είναι η εμπειρία που έχει ο χρήστης ότι βρίσκεται σε πραγματικό χώρο, ενώ βρίσκεται σε κάποιον εικονικό. Τέλος, η αλληλεπίδραση ενός συστήματος ΕΠ μετρά τη δυνατότητα ορθής απόκρισης του συστήματος στις ενέργειες του χρήστη.

Με βάση τα τρία αυτά χαρακτηριστικά, τα συστήματα ΕΠ κατηγοριοποιούνται σε:

- Συστήματα 2D: πρόκειται για τα πρώτα συστήματα ΕΠ, τα οποία χρησιμοποιούσαν λεκτική περιγραφή των εικονικών κόσμων.
 - Συστήματα 2,5D: λέγονται αλλιώς και συστήματα επιτραπέζιας ΕΠ, αφού σε μία διδιάστατη οθόνη υπολογιστή αναπαριστούν τρισδιάστατους κόσμους και εξομοιώνουν την κίνηση στην Τρίτη διάσταση.
 - Συστήματα 3D: λέγονται αλλιώς και συστήματα εμβύθισης. Με τη χρήση των ειδικών συσκευών που αναφέρονται στο Σχήμα 1, ο χρήστης βυθίζεται σε ένα «συνθετικό» κόσμο, όπου ο προγραμματισμός, το πληκτρολόγιο και το ποντίκι αντικαθίστανται από φυσιολογικές λειτουργίες του χρήστη όπως οι χειρονομίες, η κίνηση και η ομιλία.
- Τα συστήματα της τρίτης κατηγορίας είναι αυτά που αναμένεται ότι θα δώσουν τη μεγαλύτερη εκπαιδευτική αξία στην ΕΠ. Απαιτούν όμως ισχυρό υπολογιστικό εξοπλισμό και ακριβές περιφερειακές συσκευές, με αποτέλεσμα να έχουν υλοποιηθεί παγκοσμίως λίγα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα του είδους. Έτσι, δεν έχουν συλλεχθεί ακόμη αρκετά δεδομένα που θα τεκμηριώνουν τις εκπαιδευτικές τους δυνατότητες [8].

Περισσότερο διαδεδομένα είναι τα συστήματα της δεύτερης κατηγορίας, στα οποία μπορούμε να κατατάξουμε και το ΕΙΚΩΝ. Η ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων μπορεί να απαιτεί εκτεταμένη τεχνογνωσία και τη συνεισφορά διαφορετικών γνωστικών πεδίων, αλλά είναι εύκολη και άμεση η διάθεσή τους στον τελικό χρήστη, από τον οποίο απαιτείται ένα μέσο υπολογιστικό σύστημα.

¹ Το έργο έχει ήδη παραδώσει το πρωτότυπο του ΕΙΚΩΝ, χρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα του ΥΠΕΠΘ «Σειρήνες». Στην ανάπτυξη συμμετείχαν το Εργαστήριο Ανάπτυξης Εκπαιδευτικού Λογισμικού του Τμ. Μαθηματικών του Παν. Πατρών, το Εργαστήριο Πολυμέσων & Εικονικής Πραγματικότητας, του Παιδαγωγικού Τμ. Δημοτικής Εκπαίδευσης του Παν. Ιωαννίνων, η εταιρεία πληροφορικής SYSTEMA ΕΠΕ και ο εκδοτικός οίκος ΙΩΝ.



Σχήμα 1: Ο «κόσμος» της εικονικής πραγματικότητας

Εκπαιδευτικός ρόλος της ΕΠ

Η ΕΠ μπορεί να θεωρηθεί ως μια διαδικασία η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να συμμετάσχει σε αφηρημένους χώρους όπου φυσική μηχανή και φυσικός παρατηρητής δεν υπάρχουν. Η ΕΠ είναι το μέσο εκείνο το οποίο επιτρέπει στον άνθρωπο να αναπαριστά, να διαχειρίζεται και να αλληλεπιδρά με ιδιαίτερα περίπλοκα δεδομένα [1].

Θεωρώντας ότι η μάθηση απαιτεί την προσοχή του μαθητή και την εξάσκηση της γνώσης μέσα σε κατάλληλο πλαίσιο, μπορούμε να συμπεράνουμε το υψηλό εκπαιδευτικό δυναμικό της ΕΠ. Οι μαθητές μπορούν εύκολα να επισκεφθούν εικονικούς κόσμους και να εξετάσουν αντικείμενα από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Κάθε είδους δεδομένα, αφαιρετικά ή όχι, είναι δυνατό να αναπαρασταθούν από τρισδιάστατα αντικείμενα μέσα σε εικονικούς κόσμους. Οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν με τα αντικείμενα, να κατασκευάσουν νέα ή να ανακαλύψουν συσχετίσεις μεταξύ αυτών [7].

Καθώς η μηχανή που βρίσκεται ανάμεσα στο μαθητή και τον εικονικό κόσμο γίνεται «αόρατη», ο χρήστης «παρασύρεται» μέσα στη διαδικασία μάθησης, με αποτέλεσμα να αναπτύσσει σταδιακά τις κατάλληλες δεξιότητες που θα του επιτρέψουν να μαθαίνει χρησιμοποιώντας πολλά «κανάλια» επικοινωνίας. Η ΕΠ παρέχει τον τρόπο διασύνδεσης μ' αυτά και διδάσκει τις έννοιες μέσα από την εμπειρία. Η μεταφορά στην αφαίρεση και τους συμβολισμούς ακολουθεί, όταν κρίνεται απαραίτητη [5].

Σχεδιαστικές και παιδαγωγικές αρχές

Για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των χρηστών και του στοχευόμενου περιβάλλοντος χρήσης του ΕΙΚΩΝ έχουν υιοθετηθεί οι εξής σχεδιαστικές αρχές (Σχήμα 2):

- **Ανοιχτή Αρχιτεκτονική:** Το σύστημα είναι δυναμικό και κατανεμημένο. Η σχεδίαση του ΕΙΚΩΝ είναι τμηματοποιημένη. Αποτελείται από ανεξάρτητα και ολοκληρωμένα τμήματα (είτε είναι εργαλεία, είτε δεδομένα, είτε αναπαριστούν αφηρημένα αντικείμενα δεδομένων), τα οποία ολοκληρώνονται και επικοινωνούν μέσα στο περιβάλλον

του συστήματος. Συνεπώς, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί προσθέτοντας ένα ακόμη τμήμα (π.χ. ένα επιπλέον εργαλείο για το διδάσκοντα, ένα τρισδιάστατο αντικείμενο στον εικονικό μικρόκοσμο με την ενσωματωμένη συμπεριφορά του και τη συσχετιζόμενη μονάδα περιεχομένου κλπ). Το σύστημα είναι καταναμημένο με την έννοια ότι κάποια από τα τμήματα του εκτελούνται στον εξυπηρέτη του σχολείου, ενώ κάποια άλλα εκτελούνται στο σταθμό εργασίας του πελάτη (μαθητή). Τα περισσότερα από τα τελευταία μεταφέρονται εκεί κατά τη χρήση του συστήματος, ανάλογα με τις εκπαιδευτικές απαιτήσεις του μαθητή.

- **Επαναχρησιμοποίηση Λογισμικού:** Η έννοια της επαναχρησιμοποίησης (reuse) είναι βασικό χαρακτηριστικό για την παραγωγή ποιοτικού λογισμικού. Επαναχρησιμοποίηση σημαίνει ότι οι ιδέες και ο κώδικας αναπτύσσονται μια φορά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λύση πολλών προβλημάτων που καλείται να λύσει το λογισμικό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας, της αξιοπιστίας και γενικότερα της ποιότητας του λογισμικού. Η επαναχρησιμοποίηση εφαρμόζεται όχι μόνο σε κομμάτια του πηγαιού κώδικα αλλά και σε όλα τα προϊόντα εργασίας που προκύπτουν κατά τις διαφορετικές φάσεις ανάπτυξης του λογισμικού, όπως:

- **Επαναχρησιμοποίηση Αντικειμένων:** Τα τρισδιάστατα αντικείμενα του εικονικού κόσμου υποστηρίζουν συγκεκριμένες λειτουργίες και είναι συσχετισμένα με συγκεκριμένες μονάδες περιεχομένου. Κατά τη σχεδίαση της εκπαίδευσης, ο διδάσκων μπορεί να επαναχρησιμοποιεί τα έτοιμα αντικείμενα, μαζί με το περιεχόμενο που τους αντιστοιχεί, ώστε, σχεδόν αυτόματα, να συνθέσει ένα εκπαιδευτικό σενάριο.

- **Επαναχρησιμοποίηση Σεναρίων:** Τα εκπαιδευτικά σενάρια ενσωματώνονται σαν ολοκληρωμένες περιγραφές της διαμόρφωσης ενός μικρόκοσμου, όπου τα αντικείμενα έχουν καθορισμένη συμπεριφορά και λειτουργίες. Κάθε σενάριο είναι δυνατό να επαναχρησιμοποιηθεί για τη σχεδίαση ενός νέου σεναρίου.

- **Επαναχρησιμοποίηση Μονάδων Περιεχομένου:** Με τα αντικείμενα που υπάρχουν στους εικονικούς μικρόκοσμους έχει συσχετιστεί πολυμεσική πληροφορία στη μορφή των Μονάδων Περιεχομένου (ΜΠ) οι οποίες μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε διαφορετικά σενάρια.

- **Ελαχιστοποίηση της εξάρτησης μεταξύ των τμημάτων του συστήματος:** κάθε τμήμα του συστήματος επιτελεί συγκεκριμένες και σαφείς λειτουργίες με τον ελάχιστο βαθμό εξάρτησης από άλλα τμήματα (στην πραγματικότητα, η επικοινωνία γίνεται διαμέσου των βάσεων δεδομένων και του data distribution layer). Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η τροποποίηση, διόρθωση αλλά και προσθήκη νέων τμημάτων χωρίς την ανάγκη επαναπροσδιορισμού του γενικότερου σχεδιασμού.

- **Μοντέλο πελάτη/εξυπηρέτη (Client/Server) με εγκατεστημένες διαδικασίες πρόσβασης στα δεδομένα:** Το μεγαλύτερο μέρος του συστήματος αποθηκεύεται και εκτελείται στον εξυπηρέτη του σχολικού δικτύου. Εκεί έχει πρόσβαση μόνο εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Οι μαθητές χρησιμοποιούν το σύστημα μέσω της εφαρμογής πελάτη, η οποία εκτελείται τοπικά στο σταθμό εργασίας του κάθε μαθητή.

- **Αντικειμενοστραφής σχεδίαση:** Το σύστημα έχει σχεδιαστεί με τέτοιον τρόπο ώστε τα δεδομένα που χρησιμοποιεί να είναι "κρυμμένα" μέσα στις διαδικασίες που τα μεταχειρίζονται (data encapsulation) δημιουργώντας αντικείμενα. Έτσι επιτυγχάνεται ανεξαρτησία των τμημάτων, συνοχή λειτουργιών με δεδομένα, καλύτερη ποιότητα της σχεδίασης και του κώδικα κλπ. Επιπλέον προωθείται η αρχή της ανοιχτής αρχιτεκτονικής και αυξάνει η επεκτασιμότητα του συστήματος.

- **Συγκεντρωτική πρόσβαση των εφαρμογών στα δεδομένα (information hiding) και απεξάρτηση των εφαρμογών από τα δεδομένα (data independence):** Τη διαχείριση των δεδομένων την έχουν ειδικά τμήματα λογισμικού. Όποια εφαρμογή χρειάζεται να προσπελάσει τα δεδομένα του συστήματος, μπορεί να το κάνει μόνο καλώντας αυτά τα τμήματα. Έτσι, η αναβάθμιση των δεδομένων του συστήματος είναι ανεξάρτητη από το υπόλοιπο σύστημα, και αντίστοιχα, νέα τμήματα χειρισμού των δεδομένων μπορούν να προστεθούν ανεξάρτητα από τα υφιστάμενα δεδομένα.

- **Έμφαση στα εργαλεία:** Το ΕΙΚΩΝ παρέχει στο διδάσκοντα ένα σύνολο από εργαλεία με τα οποία μπορεί να διαχειριστεί την εκπαιδευτική διαδικασία. Όλα τα εργαλεία του συστήματος είναι αυτόνομα και ανεξάρτητα από το σύστημα.

- **Υποστήριξη προτύπων και συνέργεια:** Το σύστημα έχει σχεδιαστεί έτσι, ώστε να υιοθετεί τα τελευταία πρότυπα εκπαιδευτικών εφαρμογών που εκτελούνται σε δίκτυο (π.χ. AICC, P1484). Επιπλέον, υποστηρίζει τα πρότυπα ενδοεπικοινωνίας (π.χ. DCOM, OLE) και επαναχρησιμοποίησης (π.χ. ActiveX) τμημάτων λογισμικού που προωθεί η Microsoft, ώστε να υπάρχει εξασφαλισμένη συμβατότητα με τις άλλες εφαρμογές που έχουν εγκατασταθεί στο σχολείο.

- **Κατάλληλα δικαιώματα προσπέλασης (αρχή need-to-know):** Το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε να παρέχει διαφορετικά δικαιώματα προσπέλασης σε διαφορετικές κατηγορίες χρηστών. Συνέπεια αυτού είναι ότι ο μαθητής δεν μπορεί να επέμβει στη δομή ή στις παραμέτρους του μαθήματος, κάτι που επιτρέπεται στον καθηγητή.

- **Ευχρηστία (έμφαση στο user interface):** Δεν απαιτούμε οι χρήστες του ΕΙΚΩΝ να είναι έμπειροι χρήστες υπολογιστών. Η χρήση του συστήματος είναι απλή για αρχάριους χρήστες, χωρίς να γίνεται κουραστική για τους έμπειρους. Σε αυτό συντελούν τρεις παράγοντες: (α) η υιοθέτηση διαδοσμένων προτύπων και αρχών επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή (direct manipulation, desktop metaphor, WIMP interface), (β) η ελαχιστοποίηση των λειτουργικών ή μορφολογικών χαρακτηριστικών που δεν έχουν εκπαιδευτική αξία, ώστε να αυξηθεί το εύρος επικοινωνίας χρήστη και εφαρμογής, και (γ) η τεχνολογία της ΕΠ, που υποστηρίζει την άμεση επικοινωνία με την εφαρμογή και τη φυσική μεταχείριση των αντικειμένων που ενδιαφέρουν το χρήστη.

Αυτές οι σχεδιαστικές αρχές «προωθούν» και υποστηρίζουν ένα σύνολο παιδαγωγικών αρχών, οι οποίες αποτέλεσαν την «αφετηρία» για την ανάπτυξη του ΕΙΚΩΝ (η παιδαγωγική προσέγγιση που υιοθετήθηκε κατά την ανάπτυξη του ΕΙΚΩΝ περιγράφεται αναλυτικά στο [10]). Αυτές περιλαμβάνουν:

- Την πρωτογενή διαδικασία για την ανάπτυξη της βασικής γνώσης.
- Τη δευτερογενή διαδικασία μάθησης.
- Την ενσωμάτωση προαπαιτούμενων γνώσεων.
- Την άμεση διδακτική παρέμβαση.
- Την αρχή της άμεσης εμπειρίας.
- Την αρχή της έμμεσης εμπειρίας.
- Την αρχή της εξατομικευμένης μάθησης.
- Την αρχή της συνεργατικότητας.
- Τον διερευνητικό χαρακτήρα της εφαρμογής και τη διαθεματική προσέγγιση της γνώσης.

Το εκπαιδευτικό περιβάλλον ΕΙΚΩΝ παρέχει ένα ανοικτό περιβάλλον για διερεύνηση και δράση του μαθητή γύρω από το γνωστικό αντικείμενο της τεχνολογίας με προεκτάσεις και σε άλλα μαθήματα. Από παιδαγωγικής άποψης βασίζεται στην επικοδομητική διδασκαλία (constructivism, constructionism) και την ενίσχυση των εμπειριών και παροχή νέων στους μαθητές [2,3].

Η επιλογή του μαθήματος της τεχνολογίας έγινε για διάφορους λόγους που συμβαδίζουν με το αναλυτικό πρόγραμμα, όπως π.χ. το γεγονός ότι είναι ένα νέο σχετικά γνωστικό αντικείμενο με κύριο στόχο τη σύνδεση του σχολείου και ιδιαίτερα των μαθητών με τη συνεχώς μεταβαλλόμενη τεχνολογικά κοινωνία, τα επιτεύγματα και τις επιδράσεις της που είναι πλέον θέματα καθημερινής συζήτησης και βιωμάτων, ότι το πρόγραμμα του μαθήματος εφαρμόζεται σε εργαστήριο ξεχωριστό από το αντίστοιχο της πληροφορικής με εξοπλισμό που θα περιλαμβάνει και υπολογιστές, κ.ά.

Η ενότητα εργαλεία και μηχανές προσφέρεται για την ανάπτυξη αντίληψης σχετικά με τη φύση της τεχνολογίας, τα στάδια ανάπτυξης και την προσφορά της στον πολιτισμό. Η γεωργική τεχνολογία προσφέρεται για διαχρονική και διαθεματική μελέτη, ενώ τα εργαλεία και οι μηχανές ολοκληρώνονται εύκολα και ομαλά σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις που αφορούν στο αντίστοιχο μάθημα της Β΄ γυμνασίου.

Σχεδίαση του ΕΙΚΩΝ

Το ΕΙΚΩΝ αποτελείται από (Σχήμα 2):

- το υποσύστημα εισόδου, όπου ταυτοποιούνται οι χρήστες πριν τους παρασχεθεί πρόσβαση στο σύστημα,
- το υποσύστημα Βάσεων Δεδομένων, το οποίο προς το παρόν περιλαμβάνει τη Βάση Εικονικών Αντικειμένων, τη Βάση Σεναρίων, τη Βάση Πολυμεσικού Υλικού και τη Βάση Χρηστών,
- τις εφαρμογές που επιτρέπουν δικτυακή πρόσβαση στις διάφορες βάσεις,
- την ψηφίδα Εικονικής Πραγματικότητας (3D component), μέσω της οποίας ο χρήστης εμβυθίζεται σε κάποιον μικρόκοσμο,
- την ψηφίδα HTML (HTML component), μέσω της οποίας ο χρήστης αποκτά πρόσβαση στη βιβλιοθήκη του πολυμεσικού υλικού,
- ένα σύνολο από εργαλεία συγγραφής, τα οποία χρησιμοποιεί μόνο ο διδάσκων (π.χ. ο Διαχειριστής Σεναρίων και ο Διαχειριστής Τάξης),
- ένα σύνολο από εργαλεία εκπαίδευσης, τα οποία χρησιμοποιεί ο μαθητής, αλλά και ο διδάσκων (π.χ. το Τετράδιο Σημειώσεων).

Η ψηφίδα ΕΠ

Η ψηφίδα ΕΠ εμφανίζεται στο αριστερό τμήμα της οθόνης και αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό του ΕΙΚΩΝ. Πρόκειται για ενεργοποίηση του Viscare component, δηλαδή του εργαλείου που επιτρέπει την οπτικοποίηση και διάθεση μέσω δικτύου εικονικών μικρόκοσμων που έχουν σχεδιαστεί με το περιβάλλον VRT (και τα δύο εργαλεία διατίθενται από την Superscape [4]).

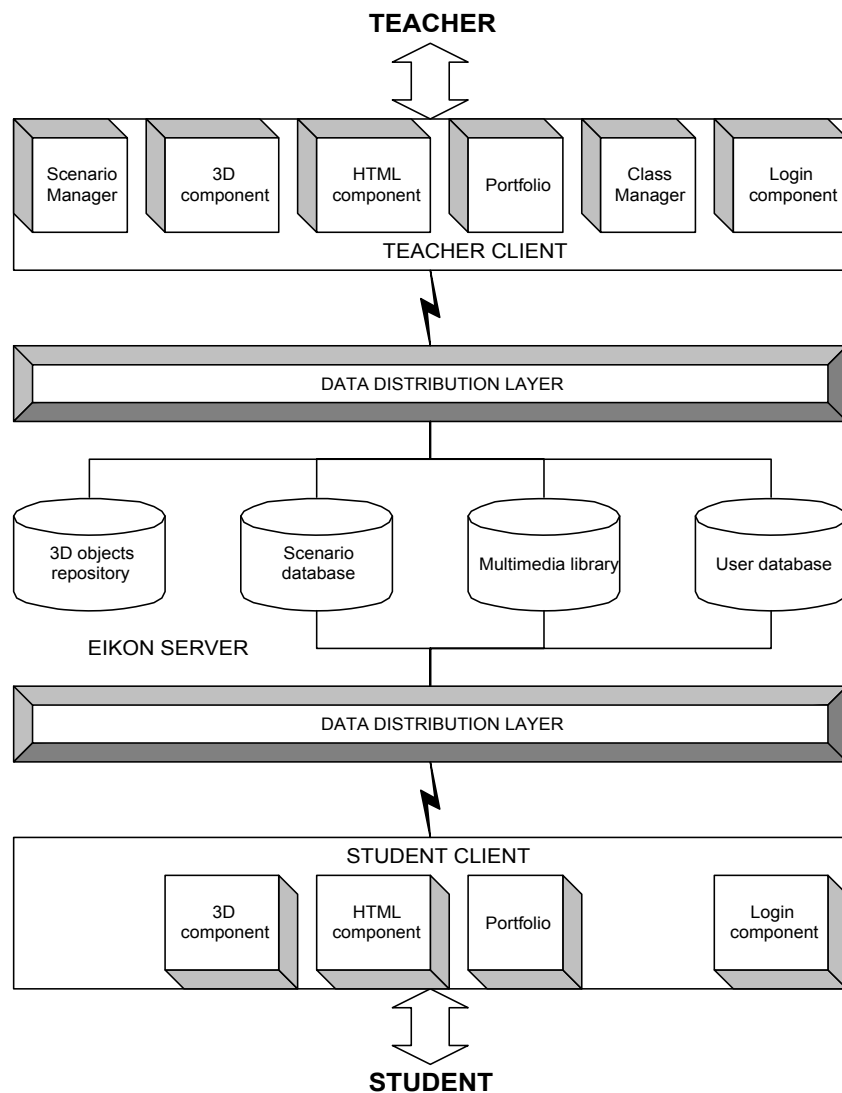
Με την έναρξη της λειτουργίας του ΕΙΚΩΝ από κάποιο μαθητή, η ψηφίδα ΕΠ διαβάζει από τον εξυπηρέτη το τρέχον εκπαιδευτικό σενάριο. Με βάση αυτό, αρχικοποιεί τον αντίστοιχο μικρόκοσμο, δηλαδή οπτικοποιεί τα ενεργοποιημένα αντικείμενα και τις ιδιότητές τους.

Στη συνέχεια, ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιεί τις διαθέσιμες λειτουργίες της ψηφίδας για να πλοηγείται μέσα στο μικρόκοσμο (Εικόνα 1, κάτω μέρος του αριστερού τμήματος). Οι λειτουργίες περιλαμβάνουν:

- Μετακίνηση εμπρός, πίσω, δεξιά και αριστερά.
- Στροφή κεφαλιού.
- Ανύψωση ή καταβύθιση.
- Δημιουργία άλλων γεγονότων, όπως επιλογή, σύρσιμο αντικειμένων κ.λ.π.

Με τον τρόπο αυτό, η ψηφίδα ΕΠ επιτρέπει στο μαθητή να έχει μία πρώτου προσώπου εμπειρία από τη χρήση του ΕΙΚΩΝ, «εμβυθιζόμενος» στον εκπαιδευτικό μικρόκοσμο. Ο υπολογιστής ως ενδιάμεσο εργαλείο χρήσης ουσιαστικά εξαφανίζεται, αφού οι κινήσεις του μαθητή είναι εντελώς φυσικές. Ας σημειωθεί ότι το ΕΙΚΩΝ συνεργάζεται και με

περιφερειακές συσκευές εμβυθιζόμενης ΕΠ, όπως κράνος και γάντι, ενισχύοντας τη φυσικότητα της αλληλεπίδρασης του μαθητή με το μικρόκοσμο.



Σχήμα 2: Αρχιτεκτονική του ΕΙΚΩΝ

Το ΕΙΚΩΝ, στη σημερινή του μορφή, περιέχει τέσσερις μικρόκοσμους, οι οποίοι έχουν οργανωθεί ώστε να αναπαριστούν τη χρονική εξέλιξη μιας περιοχής. Ο μαθητής μπορεί να αντιληφθεί το μικρόκοσμο στον οποίο βρίσκεται, κοιτάζοντας, εκτός των άλλων, και το περιβάλλον μέσα στο οποίο κινείται. Οι τέσσερις μικρόκοσμοι είναι:

Προϊστορικός κόσμος: Στον μικρόκοσμο αυτό παρουσιάζονται τα υποτυπώδη γεωργικά εργαλεία που υπήρχαν την προϊστορική εποχή.

Αρχαίοι χρόνοι: Στον μικρόκοσμο αυτό παρουσιάζεται η εξέλιξη της γεωργίας στους ιστορικούς χρόνους. Βασικό αντικείμενο στον κόσμο αυτό είναι το χυτήριο μέσω του οποίου ο μαθητής μπορεί να «κατασκευάσει» τα γεωργικά εργαλεία της εποχής εκείνης.

Μεσαίωνες και Αναγέννηση: Στον μικρόκοσμο αυτό εξέχουσα θέση κατέχει ο νερόμυλος ο οποίος χρησιμοποιούνταν συστηματικά την περίοδο αυτή.

Σύγχρονη Εποχή: Τέλος στον μικρόκοσμο αυτό παρουσιάζεται η εκμηχάνιση της γεωργίας, όπως αυτή εξελίχθηκε στη σύγχρονη εποχή. Βασικό αντικείμενο είναι ο γεωργικός ελκυστήρας (τρακτέρ) ενώ παρουσιάζονται στο μαθητή πολλαπλές χρήσεις του αντικειμένου αυτού.

Η ανοικτή αρχιτεκτονική του συστήματος επιτρέπει τόσο τον εμπλουτισμό των υπάρχοντων μικρόκοσμων με επί πλέον τρισδιάστατα αντικείμενα ή την επέκταση της συμπεριφοράς των υπάρχοντων αντικειμένων, αλλά και την πρόσθεση νέων μικρόκοσμων, οι οποίοι θα επεκτείνουν το φυσικό ή το γνωσιολογικό χώρο της εφαρμογής.

Η πολυμεσική βιβλιοθήκη

Το γνωσιολογικό περιεχόμενο του συστήματος είναι δομημένο σε Μονάδες Περιεχομένου (ΜΠ), οι οποίες συνθέτουν την Πολυμεσική βιβλιοθήκη. Κάθε ΜΠ είναι ουσιαστικά μία HTML σελίδα, οπότε η βιβλιοθήκη

περιλαμβάνει ένα HTML component, το οποίο διαχειρίζεται την προβολή των σελίδων και την πλοήγηση του χρήστη στο εκπαιδευτικό υλικό.

Η έκταση και το μέγεθος κάθε ΜΠ έχει σχεδιαστεί έτσι, ώστε:

- η παρουσίαση της γνώσης να είναι ολοκληρωμένη χωρίς να είναι κουραστική,
- να είναι συμβατό με τις δυνατότητες του υπολογιστικού συστήματος και του δικτύου των σχολείων,
- να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δομικό στοιχείο ενός μαθήματος που διαρκεί μια εκπαιδευτική ώρα,
- να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί από τον διδάσκοντα στα πλαίσια της κατασκευής νέων σεναρίων

Το πολυμεσικό υλικό διατίθεται στους μαθητές με δύο τρόπους:

- Επιλέγοντας ένα τρισδιάστατο αντικείμενο ενός μικρόκοσμου, οπότε εμφανίζεται η ΜΠ που συσχετίζεται με το αντικείμενο (εάν υπάρχει τέτοια)

- Ενεργοποιώντας το εργαλείο «Βιβλιοθήκη» με το πάτημα του αντίστοιχου πλήκτρου από τη γραμμή εργαλείων.

Η ενεργοποίηση του εργαλείου μεταφέρει το μαθητή σε κατάσταση βιβλιοθήκης (library mode), οπότε ο μαθητής αποκτά πρόσβαση σε όλες τις ΜΠ, οι οποίες είναι οργανωμένες χρονικά ανά μικρόκοσμο. Για να βγει από την κατάσταση βιβλιοθήκης και να επιστρέψει στη συνηθισμένη χρήση του ΕΙΚΩΝ, ο μαθητής πρέπει να πατήσει ξανά το πλήκτρο της βιβλιοθήκης στη γραμμή εργαλείων.

Η υποστήριξη της δικτυακής λειτουργίας

Η εφαρμογή ΕΙΚΩΝ εκτελείται σε τοπικό δίκτυο. Ο κάθε χρήστης, μετά την εγγραφή του στο σύστημα, εκτελεί τοπικά στον υπολογιστή του μία μικρή εφαρμογή (client), η οποία συνδέεται με την εφαρμογή εξυπηρέτη και αναλαμβάνει στο εξής την επικοινωνία του χρήστη με το ΕΙΚΩΝ.

Η υποστήριξη της δικτυακής λειτουργίας παρέχεται προς το παρόν μόνο σε επίπεδο τοπικού δικτύου (LAN). Ο εξυπηρέτης καθώς και όλοι οι πελάτες διεκπεραιώνουν όλες τις επικοινωνίες μεταξύ τους σε ένα Windows Workgroup ή σε ένα NT Domain χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες του πρωτοκόλλου NetBeui.

Ο υπολογιστής που παίζει το ρόλο του εξυπηρέτη φιλοξενεί τη βάση δεδομένων του συστήματος και το data distribution layer. Όπως φαίνεται και το Σχήμα 1, το layer αυτό είναι αποκλειστικά υπεύθυνο για τη διαχείριση αλλά και τη διαμοίραση στους μαθητές του περιεχομένου που βρίσκεται στις βάσεις δεδομένων του ΕΙΚΩΝ.

Έτσι, οι client εφαρμογές ζητούν και λαμβάνουν δεδομένα που βρίσκονται στη βάση δεδομένων του συστήματος κάνοντας κλήσεις (queries) αποκλειστικά στο data distribution layer του εξυπηρέτη. Με βάση τις απαντήσεις στις κλήσεις αυτές, οι client εφαρμογές αναλαμβάνουν να αναπαραστήσουν στο χρήστη – μαθητή το ανάλογο εκπαιδευτικό σενάριο.

Τρόπος χρήσης

Στο σύστημα υποστηρίζονται δύο καταστάσεις (modes) λειτουργίας: μία για το μαθητή (student mode) και για μία το διδάσκοντα (author mode). Ο διδάσκων θα μπορεί να τρέχει την εφαρμογή και στις δύο καταστάσεις λειτουργίας ενώ ο μαθητής όχι. Έτσι ο διδάσκων θα μπορεί να γίνεται “μαθητής” και να βλέπει ότι ακριβώς και ο μαθητής. Η εφαρμογή ΕΙΚΩΝ ξεκινά ζητώντας την εγγραφή του χρήστη. Με βάση τα username και login, η εφαρμογή συμπεραίνει εάν ο χρήστης είναι διδάσκων ή μαθητής και ενεργοποιεί τις λειτουργίες της αντίστοιχης κατάστασης.

Λειτουργίες κατάστασης «μαθητή»

Ο μαθητής, μετά την εγγραφή του στο σύστημα, δεν έρχεται απευθείας σε επαφή με κάποιον μικρόκοσμο, αλλά χρησιμοποιεί το εκπαιδευτικό σενάριο που έχει καθορίσει ο διδάσκων. Ένα σενάριο εκπαίδευσης στηρίζεται σε έναν ή περισσότερους μικρόκοσμούς, τα περιεχόμενα και τη συμπεριφορά των οποίων «φιλτράρει» με βάση τους εκπαιδευτικούς στόχους του εκάστοτε μαθήματος.

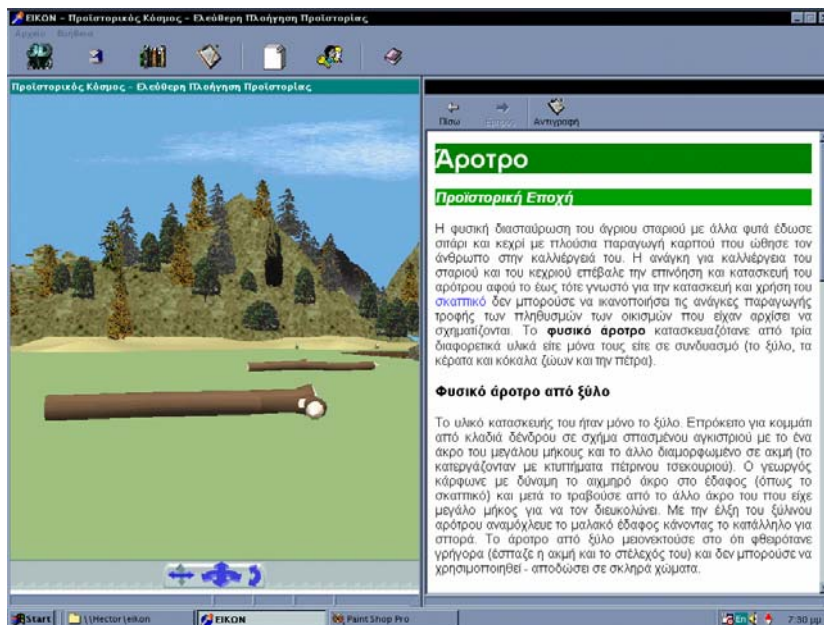
Οι εικονικοί μικρόκοσμοι διαμορφώνουν το διερευνητικό και αποκαλυπτικό χαρακτήρα του λογισμικού με τη δυνατότητα ελεύθερης πλοήγησης που υποστηρίζουν. Ο μαθητής μπορεί να περιηγείται στους τρισδιάστατους χώρους και να αναγνωρίζει αντικείμενα και διεργασίες στις οποίες δεν έχει άλλου είδους πρόσβαση αφού αναφέρονται σε παρελθόντες χρόνους και τεχνολογίες (Εικόνα 1). Για την πλοήγηση στους εικονικούς μικρόκοσμούς ο μαθητής χρησιμοποιεί το ποντίκι ή το πληκτρολόγιο, με τα οποία μπορεί να κινείται ελεύθερα μέσα σε αυτούς, αποκτώντας όποια οπτική γωνία επιθυμεί.

Πλοηγούμενος μέσα σε ένα εικονικό μικρόκοσμο, και ανάλογα με το τρέχον σενάριο εκπαίδευσης, ο μαθητής μπορεί να:

- Εντοπίσει ένα τρισδιάστατο αντικείμενο, φέρνοντάς το μπροστά του στο παράθυρο του 3D component, στο αριστερό τμήμα της οθόνης (το ΕΙΚΩΝ ενισχύει τις εμπειρίες πρώτου προσώπου των μαθητών)
- Επιλέξει και περιστρέψει ένα τρισδιάστατο αντικείμενο, με στόχο να αποκτήσει μια ολοκληρωμένη εικόνα της μορφής και των ορατών ιδιοτήτων του
- Συναρμολογήσει ένα τρισδιάστατο αντικείμενο από τα τμήματά του, τα οποία βρίσκονται διασκορπισμένα στο γύρω χώρο
- Θέσει σε λειτουργία ένα μηχανήμα ή ενεργοποιήσει μια διεργασία που είναι συσχετισμένη με ένα τρισδιάστατο αντικείμενο
- Επιλέξει ένα τρισδιάστατο αντικείμενο και να δει πληροφορίες γύρω από αυτό στο παράθυρο του HTML

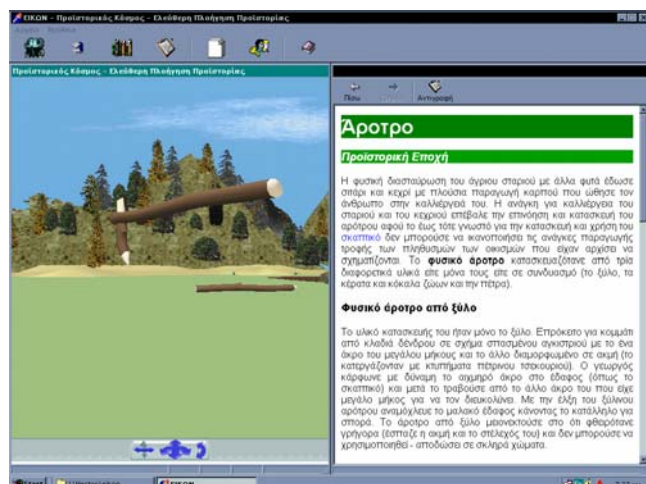
component, στο δεξί τμήμα της οθόνης

Σημειώνεται ότι κάθε σενάριο «εξελισσεται» μέσα στο χρόνο, και η μορφή του μικρόκοσμου μπορεί να αλλάζει εξαιτίας των ενεργειών του μαθητή. Επίσης, καθώς η εκπαιδευτική διαδικασία είναι δυναμική, ο διδάσκων μπορεί να χρησιμοποιεί περισσότερα από ένα σενάρια κατά τη διάρκεια μίας εκπαιδευτικής συνόδου. Το σύστημα επιτρέπει στο μαθητή να ξεκινήσει το τρέχον σενάριο από την αρχή, αλλά και να «φορτώσει» ένα νέο σενάριο, μετά από προτροπή του διδάσκοντα, ενισχύοντας το διερευνητικό και δυναμικό χαρακτήρα της μάθησης. Οι δυνατότητες αυτές, καθώς και αυτές που περιγράφονται στη συνέχεια, παρέχονται στο μαθητή μέσω της γραμμής εργαλείων, στην κορυφή της οθόνης.



Εικόνα 1: Η οθόνη του τρόπου «μαθητή» του ΕΙΚΩΝ

Ας ακολουθήσουμε ένα σενάριο, το οποίο περιλαμβάνει πλοήγηση στην προϊστορική εποχή και αναζήτηση πληροφοριών για τα προϊστορικά εργαλεία. Ο μαθητής, λοιπόν, ευρισκόμενος μέσα στο μικρόκοσμο «Προϊστορικός κόσμος» και χρησιμοποιώντας το σενάριο «Ελεύθερη πλοήγηση προϊστορίας» (οι πληροφορίες αυτές αναγράφονται στον τίτλο του παράθυρου της εφαρμογής, ώστε ο μαθητής να μη νοιώθει «χαμένος στο χρόνο» - βλ. Εικόνα 1), έχει εντοπίσει το εργαλείο «Αροτρο» (το οποίο φαίνεται ακριβώς μπροστά του). Έχοντας επιλέξει το αντικείμενο, η σχετική πολυμεσική πληροφορία εμφανίζεται στο χώρο του HTML component. Ο μαθητής δοκιμάζει να περιστρέψει το άροτρο, ώστε να αποκτήσει μια εικόνα του στο χώρο (Εικόνα 2).



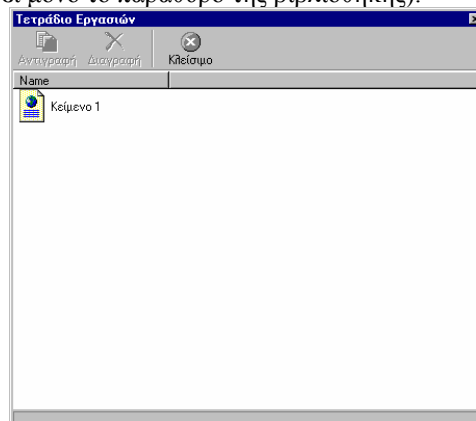
Εικόνα 2: Περιστροφή τρισδιάστατου αντικειμένου στο ΕΙΚΩΝ



Εικόνα 3: Η πολυμεσική βιβλιοθήκη του ΕΙΚΩΝ

Εκτός από την ανάκληση πληροφορίας για τρισδιάστατα αντικείμενα, ο μαθητής μπορεί να μεταβεί σε κατάσταση «βιβλιοθήκης». Τότε αποκτά πρόσβαση σε όλες τις ΜΠ που περιλαμβάνει η βιβλιοθήκη, τις οποίες ανευρίσκει μέσω της γραμμής περιεχομένων, στα αριστερά της οθόνης ή μέσω υπερμεσικών συνδέσμων. Για τη διευκόλυνση της προσπέλασης, οι ΜΠ είναι οργανωμένες ανά χρονολογική περίοδο. Ο μαθητής λοιπόν αναζητά πληροφορίες για τα υπόλοιπα εργαλεία των προϊστορικών χρόνων (Εικόνα 3 – δείχνει μόνο το παράθυρο της βιβλιοθήκης).

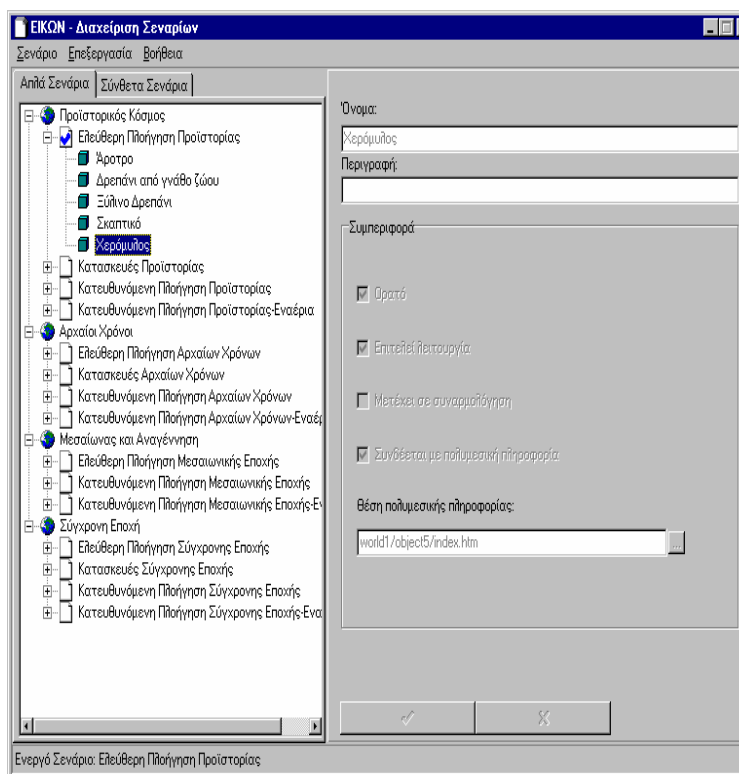
Επί πλέον, ο μαθητής μπορεί να συλλέξει πληροφορίες από την πολυμεσική βιβλιοθήκη του ΕΙΚΩΝ και να τις καταγράψει στο Τετράδιο Εργασιών (portfolio) του (Εικόνα 4). Ας σημειωθεί ότι ο μαθητής μπορεί να συλλέξει ολόκληρα πολυμεσικά αντικείμενα ή τμήματα αυτών. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα προσωπικό χώρο εργασίας του κάθε μαθητή, τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει π.χ. για να συνθέσει κάποια εργασία που του έχει ανατεθεί. Αφού, λοιπόν, ο μαθητής συλλέξει όλα τα τμήματα γνώσης που σχετίζονται με την εργασία, μπορεί να τα εξάγει σε κάποια από τις υπάρχουσες εφαρμογές στο δίκτυο του σχολείου του, με την οποία θα ολοκληρώσει την εργασία.



Εικόνα 4: Το τετράδιο εργασιών

Λειτουργίες κατάστασης «διδάσκοντα»

Αν και οι δυνατότητες αλληλεπίδρασης και πλοήγησης του διδάσκοντα μέσα στους εικονικούς μικρόκοσμους είναι ίδιες με αυτές του μαθητή, ο διδάσκων, στην καθημερινή διδακτική πρακτική, καθορίζει το επιθυμητό εκπαιδευτικό σενάριο από τη βιβλιοθήκη σεναρίων που περιλαμβάνει η εφαρμογή ΕΙΚΩΝ.



Εικόνα 5: Το εργαλείο διαχείρισης σεναρίων

Εάν κανένα από τα σενάρια της βιβλιοθήκης δεν ικανοποιεί τους εκπαιδευτικούς του στόχους, το σύστημα του επιτρέπει να δημιουργήσει ένα νέο, δικό του σενάριο, χρησιμοποιώντας κάποιο από τα υπάρχοντα σενάρια ως πρότυπο (template). Για το σκοπό αυτό, ο εκπαιδευτικός πρέπει να χρησιμοποιήσει το Εργαλείο Διαχείρισης Σεναρίων (Εικόνα 5).

Κάθε σενάριο είναι συσχετισμένο με ένα μικρόκοσμο (απλό σενάριο) ή με περισσότερους από έναν μικρόκοσμους (σύνθετα σενάρια – στην ουσία αποτελούνται από πολλά απλά σενάρια). Ο διδάσκων μπορεί να επιλέξει ένα από τα προκατασκευασμένα σενάρια που διαθέτει το ΕΙΚΩΝ, ή να κατασκευάσει ένα δικό του.

Στη δεύτερη περίπτωση, πρέπει πρώτα να επιλέξει το έτοιμο σενάριο που θα χρησιμοποιήσει ως πρότυπο και στη συνέχεια μπορεί να τροποποιήσει διάφορα χαρακτηριστικά του, όπως, όνομα και περιγραφή σεναρίου, εκπαιδευτικοί στόχοι, μάθημα με το οποίο συσχετίζεται, βήματα που απαιτούνται για τη σωστή χρήση του στην τάξη και φύλλο εργασίας που βασίζεται στο σενάριο. Κάθε σενάριο «αποδίδεται» στο διδάσκοντα που το δημιούργησε.

Ακόμη, καθώς κάθε σενάριο χρησιμοποιεί τα τρισδιάστατα αντικείμενα του μικρόκοσμου με τον οποίο συσχετίζεται, ο διδάσκων μπορεί για κάθε αντικείμενο του συγκεκριμένου μικρόκοσμου να καθορίσει εάν θα είναι ορατό, εάν θα επιδεικνύει τη συμπεριφορά που του έχει ανατεθεί, εάν θα μετέχει σε κάποια συναρμολόγηση και εάν θα

είναι συνδεδεμένο με πολυμεσική πληροφορία (και πού βρίσκεται αυτή).

Εκτός από τη διαχείριση σεναρίων, ο διδάσκων μπορεί να διαχειριστεί και τους μαθητές του, οργανώνοντάς τους σε τάξεις και καταχωρώντας username και login σε καθέναν από αυτούς (Εικόνα 6).

Συνοπτικά αποτελέσματα αξιολόγησης

Μια πρώτη αξιολόγηση έγινε με τη διεξαγωγή πιλοτικής μελέτης σε 94 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η πρώτη αυτή αξιολόγηση έγινε σε τέτοιου είδους δείγμα για τον έλεγχο του λογισμικού πρώτα ως εργαλείου για τον εκπαιδευτικό. Οι άξονες της έρευνας ήταν η μελέτη της στάσης των εκπαιδευτικών ως προς τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, καθώς και ως προς τη συγκεκριμένη εφαρμογή και την αξιοποίησή της στην τάξη.

Μετά από παρουσίαση της εφαρμογής από τους ερευνητές, κάθε εκπαιδευτικός εργάστηκε με το ΕΙΚΩΝ μια ώρα την ημέρα, επί τρεις ημέρες. Κατόπιν κάθε εκπαιδευτικός κλήθηκε να σχεδιάσει στο χαρτί ένα σχέδιο διδασκαλίας, να το υλοποιήσει με το ΕΙΚΩΝ ως διαχειριστής και να ελέγξει τις επιλογές του από την πλευρά του μαθητή. Οι εκπαιδευτικοί συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε ερωτήσεις κλειστού τύπου σχετικές με την εφαρμογή, καθώς και τα σχέδια διδασκαλίας.

Από την πρώτη επεξεργασία των εμπειρικών δεδομένων προκύπτει ότι για τα ενενήντα τέσσερα άτομα που συγκροτούν το δείγμα, οι άνδρες και οι γυναίκες κατανέμονται σε ποσοστά 64% και 36% αντίστοιχα. Ο μέσος όρος ηλικίας του είναι 45 έτη και η μέση τιμή των ετών υπηρεσίας τους προσεγγίζει τα είκοσι δύο έτη. Σε ποσοστό 64% δεν έχουν παρακολουθήσει κάποια ειδική επιμόρφωση σε ζητήματα πληροφορικής και νέων τεχνολογιών, η γενική τους εντύπωση για την εφαρμογή είναι θετική σε ποσοστό 98%, ενώ οι εκτιμήσεις τους για την εφαρμογή παρουσιάζονται συνοπτικά στους πίνακες που ακολουθούν:

Διαδικασία επιλογής σεναρίου

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Πολύ εύκολη	33	35,1	35,1	35,1
	Εύκολη	58	61,7	61,7	96,8
	Δύσκολη	3	3,2	3,2	100,0
	Total	94	100,0	100,0	

Διαδικασία ενεργοποίησης σεναρίου

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Πολύ εύκολη	34	36,2	36,2	36,2
	Εύκολη	58	61,7	61,7	97,9
	Δύσκολη	2	2,1	2,1	100,0
	Total	94	100,0	100,0	

Διαδικασία τροποποίησης σεναρίου

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Πολύ εύκολη	30	31,9	31,9	31,9
	Εύκολη	59	62,8	62,8	94,7
	Δύσκολη	5	5,3	5,3	100,0
	Total	94	100,0	100,0	

Σύνοψη

Για την παραγωγή και παράδοση της τελικής, πλήρους έκδοσης του Εκπαιδευτικού Περιβάλλοντος ΕΙΚΩΝ έχει υιοθετηθεί το μοντέλο της αυξητικής ανάπτυξης (incremental development). Για την ανάπτυξη του ΕΙΚΩΝ χρησιμοποιήθηκαν πολλά εργαλεία ανάπτυξης². Οι εικονικοί κόσμοι αναπτύχθηκαν με το εργαλείο συγγραφής εφαρμογών ΕΠ VRT της εταιρίας Superscape. Το VRT επιτρέπει τη δημιουργία τρισδιάστατων εικονικών μικρόκοσμων και αντικειμένων. Επιπλέον, προσφέρει την δυνατότητα για την προσθήκη λειτουργικότητας και συμπεριφοράς στα αντικείμενα των κόσμων, μετατρέποντάς τα, από απλά τρισδιάστατα αντικείμενα, σε ενεργά αντικείμενα που αντιδρούν στα ερεθίσματα που λαμβάνουν από τον χρήστη καθώς αυτός πλοηγείται στον εικονικό

² Τα εργαλεία ανάπτυξης που αναφέρονται εδώ αποτελούν trademarks των αντίστοιχων εταιρειών

μικρόκοσμο.

Η βάση δεδομένων του συστήματος αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τη δημοφιλή βάση δεδομένων Microsoft Access. Η επιλογή της Access έγινε εξαιτίας της ευκολίας και της ευελιξίας που προσφέρει στην ανάπτυξη σχετικά πολύπλοκων βάσεων δεδομένων, αλλά και επειδή το λογισμικό αυτό βρίσκεται εγκατεστημένο στα σχολεία του προγράμματος «Οδυσσέας».

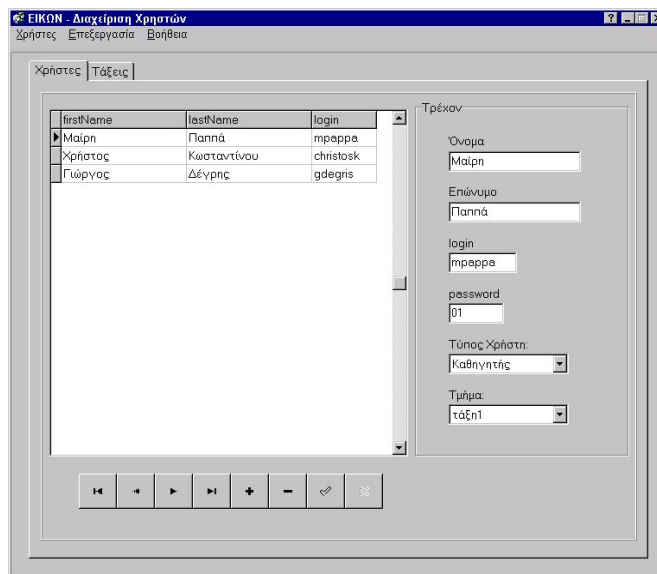
Το εκπαιδευτικό περιβάλλον του ΕΙΚΩΝ καθώς και τα διάφορα εργαλεία του αναπτύχθηκαν με το περιβάλλον προγραμματισμού Delphi της εταιρίας Borland. Το Delphi είναι ένα visual περιβάλλον ταχείας ανάπτυξης εφαρμογών (Rapid Application Development) το οποίο επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν εύκολα και γρήγορα πρωτότυπα των εφαρμογών, χωρίς αυτό να απαιτεί τη συγγραφή μεγάλου όγκου κώδικα.

Τέλος, το πολυμεσικό υλικό του ΕΙΚΩΝ δομήθηκε και οργανώθηκε σε HTML σελίδες με τη χρήση του εργαλείου Dreamweaver της εταιρίας Macromedia. Το Dreamweaver είναι ένας visual HTML editor ο οποίος επιτρέπει στο χρήστη την εύκολη δημιουργία HTML σελίδων, χωρίς ωστόσο να είναι απαραίτητη η γνώση της γλώσσας HTML.

Ο χρόνος που απαιτήθηκε για να αναπτυχθεί το πρώτο πρωτότυπο του ΕΙΚΩΝ ήταν εννέα μήνες. Στο διάστημα αυτό, προσδιορίστηκαν οι απαιτήσεις του συστήματος, έγινε ο σχεδιασμός του, αναπτύχθηκαν οι τρισδιάστατοι κόσμοι, τα εργαλεία καθηγητή και μαθητή καθώς και το πολυμεσικό υλικό. Επίσης στο διάστημα αυτό έγινε και εκτεταμένος έλεγχος και αποσφαλμάτωση (debugging) του συστήματος.

Βιβλιογραφία

1. G. Burdea and P. Coiffet, "Virtual Reality Technology". John Wiley & sons (1994).
 2. T. Μικρόπουλος, κ. α., "Ενίσχυση εμπειριών μέσω εικονικής πραγματικότητας, ένα παράδειγμα από το χώρο των επιστημών". Πρακτικά του 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Μαθηματικών & Πληροφορικής στην Εκπαίδευση, Πάτρα (1997).
 3. S. Papert, "Situating constructionism" in I. Harel & S. Papert Constructionism. Eds. Ablex Publishing Co., Norwood, NJ, (1991).
 4. Superscape, "VRT 5.0 for Windows, User Guide" (1996).
 5. W. Winn, "A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality", available at ftp.u.washington.edu/~public/VirtualReality/*.
 6. L. Casey Larijani, "The virtual reality primer". McGraw-Hill (1994).
 7. T. Furness, W. Winn and R. Yu, "The impact of three dimensional immersive VR environments on modern pedagogy". NSF report of workshops held at Seattle, Washington and Loughborough (1998).
 8. C. Youngblut, "Educational uses of VR technology". Institute for Defense Analyses (1998).
 9. J. Isdale, "What is VR ?". Available at sune.uwaterloo.ca/pub/vr/documents/whatisvr.txt.
- T. Μικρόπουλος, Α. Κατσίκης κ.ά., "ΕΙΚΩΝ: Εικονική Πραγματικότητα στην υποστήριξη του μαθήματος της Τεχνολογίας: παιδαγωγική προσέγγιση". Πρακτικά του 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Μαθηματικών & Πληροφορικής στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 1-4 Οκτωβρίου 1999.



Εικόνα 6: Το εργαλείο διαχείρισης μαθητών και τάξης