

Αναγνωρισιμότητα εικονιδίων στη διεπιφάνεια εκπαιδευτικού λογισμικού

Νικόλαος Τσέλιος και Νικόλαος Αβούρης
Πανεπιστήμιο Πατρών Τμήμα ΗΜΤΥ,
GR-265 00 Ρίο Πάτρα
nitse@ee.upatras.gr N.Avousis@ee.upatras.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια μελέτη αξιολόγησης της καταλληλότητας εικονιδίων που χρησιμοποιούνται στη διεπιφάνεια χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού. Η μελέτη έγινε στα πλαίσια της συνολικής αξιολόγησης ευχρηστίας ενός ανοιχτού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Όπως προκύπτει από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, σημαντικό ρόλο στην επιτυχή αναγνώριση των συμβόλων που χρησιμοποιήθηκαν, άρα και της υπαινισσόμενης χρήσης και λειτουργία τους, διαδραματίζει όχι μόνο η καλαίσθητη σχεδίαση τους αλλά και η φέρουσα ικανότητα αντιστοίχισης των ιδιοτήτων που εκφράζει η εικονική αναπαράστασή στην αντίστοιχη έννοια. Η ικανότητα αυτή φαίνεται να επηρεάζεται τόσο από τις πολιτισμικές εμπειρίες και την εμπειρία χρήσης υπολογιστή από την πλευρά των χρηστών, όσο και από τη διάταξη των εικονιδίων στη διεπιφάνεια χρήσης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Εικονίδια, εικονικές αναπαραστάσεις, μεταφορές, εκπαιδευτικό λογισμικό, αξιολόγηση ευχρηστίας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση εικονιδίων στις σύγχρονες διεπιφάνειες χρήσης λογισμικού είναι εκτεταμένη, δεδομένης της ικανότητας μέσω αυτών να μεταφέρεται το νόημα αφηρημένων εννοιών και να διευκολύνεται η υπενθύμιση της αντίστοιχης λειτουργίας ή χρήσης. Τούτο μάλιστα ισχύει σε μεγαλύτερο βαθμό στο εκπαιδευτικό λογισμικό αφού συχνά, ιδιαίτερα σε μικρές ηλικίες, οι λεκτικές αναπαραστάσεις δυσχεραίνουν ή είναι απαγορευτικές για τους χρήστες. Ενδείκνυται για παράδειγμα οι σχεδιαστές εκπαιδευτικών περιβαλλόντων μάθησης να χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό εικονίδια για τις βασικές επιλογές λειτουργιών, στη θέση που σε εφαρμογές για ενήλικες θα χρησιμοποιούσαν μενού εντολών.

Η επιλογή κατάλληλων εικονιδίων κατά τη σχεδίαση εκπαιδευτικού λογισμικού γίνεται όμως συχνά με κριτήρια κύρια αισθητικής χωρίς παράλληλα να μελετάται και να αξιολογείται η αποτελεσματικότητα των επιλογών. Βασικές αρχές σχεδίασης εικονιδίων αφορούν τη συνοχή στην αισθητική και στη μεταφορική χρήση όλων των εικονιδίων της εφαρμογής, την ευκρίνεια τους, το νοηματικό περιεχόμενο τους, καθώς και την εξάρτησή τους από το περιβάλλον χρήσης και το πολιτισμικό υπόβαθρο των τυπικών χρηστών (Αβούρης, 2000). Η εύκολη αναγνωρισιμότητα ενός εικονιδίου διευκολύνει τη χρήση του. Αυτή όμως εξαρτάται άμεσα από την ικανότητα του να φέρει νόημα. Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι μεταφοράς μιας έννοιας μέσω συμβόλων και εικονιδίων κατά τους (Preece et al, 1994): (α) μέσω παρομοίωσης, όπως η οδικό σύμβολο για την πτώση βράχων, (β) μέσω τυπικού παραδείγματος χρήσης, όπως τα σύμβολα μαχαίρι-πηρούνι για να αναπαρασταθεί η έννοια «εστιατόριο», (γ) μέσω μεταφορικού συμβολισμού, όπως στο παράδειγμα της αναπαράστασης της έννοιας «εύθραυστο» με την εικόνα ενός ραγισμένου γυαλιού, (δ) μέσω αυθαίρετων συμβόλων τα οποία είναι μη αναγνωρίσιμα και τα οποία ο χρήστης πρέπει να μάθει, όπως παραδείγματος χάριν το σύμβολο της ραδιενέργειας. Από τις παραπάνω

κατηγορίες, ο σχεδιαστής του εκπαιδευτικού λογισμικού θα πρέπει να επιλέξει ένα ομοιογενές μοντέλο μεταφοράς και αισθητικής για όλα τα εικονίδια και σύμβολα της διεπιφάνειας, ενώ θα πρέπει να αποφύγει τη χρήση αυθαίρετων συμβόλων αφού αυτά παρουσιάζουν χαμηλή αναγνωρισιμότητα και δεν υποβοηθούν ευκαιριακούς χρήστες, όπως είναι συνήθως οι χρήστες εκπαιδευτικού λογισμικού.

Βασική παράμετρος σχεδίασης εικονικών αναπαραστάσεων είναι η μεταφορική ικανότητα της επιλογής. Σύμφωνα με τους Lakoff and Johnson (1980) με τον όρο *μεταφορά* ορίζεται το στοιχείο εκείνο της διεπιφάνειας χρήσης που επεκτείνει την κατανόηση μιας έννοιας, βασιζόμενο σε ιδιότητες άλλων γνωστών εννοιών. Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι σκοπός των εικονικών αναπαραστάσεων είναι να επικοινωνηθεί η προτεινόμενη χρήση εργαλείων ή αντικειμένων χρησιμοποιώντας αναπαραστάσεις από τον πραγματικό κόσμο με τις οποίες είναι εξοικειωμένος ο χρήστης, με στόχο να μειωθεί το «*χάσμα εκτίμησης*» μεταξύ του χρήστη και του συστήματος, σύμφωνα με το μοντέλο του Norman (1986).

Σύμφωνα με τους Tourangeau et al. (1982) μια μεταφορά αποτελείται από την *έννοια* (tenor), το *επίκεντρο* (focus) ή *όχημα* (vehicle), που εκφράζεται μέσα από την εικονική αναπαράσταση σε μια διεπιφάνεια χρήσης και το πεδίο (ground) που αποτελεί το κανάλι σημασιολογικής αντιστοίχισης μεταξύ τους. Με τον τρόπο αυτό, η έννοια περιγράφεται μέσα από γνωστές στον χρήστη ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το *όχημα*. Η διαδικασία κατανόησης μιας μεταφοράς έγκειται στην επεξεργασία της εικονικής αναπαράστασης του οχήματος. Ακολούθως η σχετική πληροφορία αποθηκεύεται στη βραχύβια μνήμη και μια σχετική με τη σημασιολογία του οχήματος γνωστική δομή ανακαλείται από τη μακροχρόνια μνήμη (Carroll and Tomas, 1982). Η διαδικασία ερμηνείας της έννοιας της μεταφοράς και της κατασκευής νέας γνώσης σχετικά με την υπαινισσόμενη λειτουργία ή χρήση του αντικειμένου της διεπιφάνειας χρήσης στο οποίο αντιστοιχεί, γίνεται με την κατασκευή νέας γνώσης που επηρεάζεται από το βαθμό διαφοροποίησης της έννοιας με τη πρότερη γνώση και την ήδη υπάρχουσα γνώση για τις ιδιότητες του οχήματος.

Η σχεδίαση μεταφορών που να υποστηρίζουν κατά βέλτιστο τρόπο την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή αποτελεί μια δύσκολη εργασία καθώς χαρακτηρίζονται θεμελιωδώς από ασάφεια, υποκειμενικότητα στην αναγνώριση και περιορισμούς του οχήματος σχετικά με την έννοια που εκφράζει (Lovgren, 1994). Οι εικονικές αναπαραστάσεις έχουν ιδιαίτερη σημασία στο εκπαιδευτικό λογισμικό καθώς συμβάλλουν στη *διαφάνεια* της διεπιφάνειας χρήσης σε σχέση με το στόχο ενός μαθητή-χρήστη, που είναι η μάθηση και όχι απλά ο χειρισμός των εργαλείων. Από την άποψη αυτή οι εικονικές αναπαραστάσεις θα πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένες ώστε να είναι εύκολη η αναγνώριση της έννοιας που υπαινίσσονται. Παράλληλα, οι αποτελεσματικές μεταφορικές αναπαραστάσεις συνάδουν με τον ζητούμενο επικοινωνιακό χαρακτήρα της μάθησης μέσα από ένα εκπαιδευτικό λογισμικό καθώς αποτελούν ένα τρόπο να θέτουν ερωτήματα στους χρήστες σχετικά με την υπαινισσόμενη χρήση των εργαλείων που αναπαριστούν και να τους ωθούν σε ποικίλες κατασκευές και εκφράσεις της αντίληψης τους για τη γνώση (Carroll and Mack, 1985).

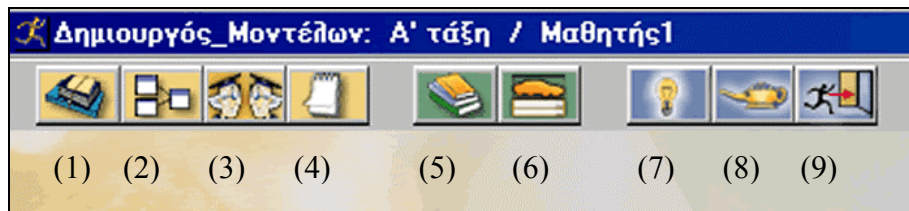
Η επιτυχής επιλογή των συμβολικών και εικονικών αναπαραστάσεων ενός εκπαιδευτικού λογισμικού ελέγχεται κατά την αξιολόγηση ευχρηστίας του συστήματος. Σύμφωνα με το πρότυπο ISO/DIS 9241-11 η ευχρηστία λογισμικού ορίζεται ως «ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συγκεκριμένους χρήστες προκειμένου να επιτευχθούν συγκεκριμένοι στόχοι με αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και ικανοποίηση σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης». Ο ορισμός αυτός εξακολουθεί να ισχύει και στο εκπαιδευτικό λογισμικό με τη διαφορά όμως ότι η έμφαση στην αξιολόγηση της ευχρηστίας του διαφοροποιείται αφού η αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα θα πρέπει να εξεταστούν σε σχέση με το μαθησιακό αποτέλεσμα και όχι απλά με την επίτευξη ενός στόχου, όπως π.χ. «μελέτη ενότητας X, επίλυση προβλήματος Y», κάτι που κάνει την αξιολόγηση ιδιαίτερα δύσκολη (Squires and Preece, 1999, Mayes and Fowler 1999, Dimitracopoulou, 2001, Avouris et al., 2001). Επιπλέον ενώ οι χρήστες τυπικών περιβαλλόντων εργασίας είναι συνήθως γνώστες του αντικειμένου στο οποίο το σύστημα

αναφέρεται, οι μαθητές –χρήστες χαρακτηρίζονται από μικρή τέτοια γνώση καθώς επίσης και ισχυρές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους (Soloway et al., 1994). Πολλές φορές, ακόμα και η ύπαρξη κινήτρου για την ενασχόληση ή όχι με το σύστημα δεν θα πρέπει να θεωρείται δεδομένη (Soloway, 1996). Κατά συνέπεια οι παραδοσιακές μετρικές που αξιολογούν την ευχρηστία μιας διεργασίας (ταχύτητα εκτέλεσης, ποσοστό λαθών, αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα κ.α.) αποκτούν δευτερεύοντα ρόλο στην αξιολόγηση της ποιότητας της διεπιφάνειας χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού (Tselios et al., 2001,2002), ενώ αντίστοιχα καθίσταται αναγκαία η έμφαση στη διασφάλιση της καταλληλότητας χαρακτηριστικών όπως η αναγνωρισιμότητα των χρησιμοποιούμενων εικονιδίων στη διεπιφάνεια χρήσης.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια μελέτη αξιολόγησης της καταλληλότητας χρησιμοποιούμενων εικονικών αναπαραστάσεων κατά τη διαμορφωτική αξιολόγηση ευχρηστίας εκπαιδευτικού λογισμικού. Στόχος της μελέτης που περιγράφεται στα επόμενα είναι η εκτίμηση της ικανότητας αναγνώρισης μιας ομάδας εικονιδίων από αντιπροσωπευτικούς μαθητές χρήστες ενός εκπαιδευτικού λογισμικού και η συναγωγή σχετικών συμπερασμάτων. Η μελέτη αυτή παρουσιάζει ενδιαφέρον για ερευνητές και σχεδιαστές εκπαιδευτικών λογισμικών οι οποίοι ενδιαφέρονται να αναπτύξουν κριτήρια με βάση τα οποία να επιλέξουν κατάλληλες εικονικές αναπαραστάσεις για τη διεπιφάνεια χρήσης του λογισμικού.

ΜΕΛΕΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ

Η μελέτη αξιολόγησης της καταλληλότητας των χρησιμοποιούμενων μεταφορών σε εκπαιδευτικό λογισμικό βασίζεται στην συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου με τρεις βασικούς άξονες. Στόχος του πρώτου άξονα είναι η συλλογή δημογραφικών στοιχείων (ηλικία, φύλλο, τρόπος χρήσης υπολογιστή), για τη αναγνώριση του προφίλ των αντιπροσωπευτικών χρηστών. Στον δεύτερο άξονα ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να εκφράσουν την άποψη τους σχετικά με τη στάση τους απέναντι στις νέες τεχνολογίες και τους υπολογιστές και την εκτίμησή τους για το ρόλο των υπολογιστών στην εκπαιδευτική διαδικασία, μέσα από έξι (6) σχετικές ερωτήσεις κλειστού τύπου που δόθηκαν στους μαθητές με τη δυνατότητα να απαντήσουν σε κλίμακα διαβάθμισης σημασιολογικών αποχρώσεων, οι οποίες αντιστοιχούν σε τιμές 1-5. Στον τρίτο άξονα, ύστερα από σύντομη περιγραφή των λειτουργιών και της προτιθέμενης χρήσης του συστήματος, δόθηκαν στους μαθητές-χρήστες στιγμιότυπα των εικόνων-μεταφορών που χρησιμοποιούνται στη διεπιφάνεια χρήσης ενός εκπαιδευτικού λογισμικού και αναπαριστούν την υπαινικσόμενη χρήση βασικών εργαλείων και αντικειμένων στα οποία αντιστοιχούν. Από τους μαθητές ζητήθηκε σε σύντομο χρόνο να περιγράψουν την χρήση που κατά τη γνώμη τους υπαινίσσεται κάθε εικονίδιο. Τα χρησιμοποιούμενα εικονίδια αξιολογήθηκαν με βάση το ποσοστό επιτυχούς αναγνώρισής τους από τους μαθητές. Στόχος της μελέτης ήταν να ευρεθούν εικονίδια που εμφανίζουν χαμηλό ποσοστό αναγνώρισης, ώστε να επανεξετασθούν και να προταθεί πιθανή επανασχεδιάσή τους με βάση το αναγνωρισθέν προφίλ των χρηστών, όπως αυτό προκύπτει με βάση την ανάλυση.



Σχήμα 1: Τα εικονίδια των βασικών εργαλείων του ανοικτού περιβάλλοντος μάθησης «Δημιουργός Μοντέλων 2».

Η μελέτη έγινε στα πλαίσια της αξιολόγησης της διεπιφάνειας χρήσης του ανοιχτού περιβάλλοντος μάθησης *Δημιουργός Μοντέλων, έκδοση 2* (Dimitracopoulou et al., 1999, Komis et al., 2001), στα πλαίσια επανασχεδίασής του για τις ανάγκες του έργου ModellingSpace (www.modellingspace.net). Το περιβάλλον αυτό επιτρέπει τη δημιουργία μοντέλων από πρωτογενείς οντότητες (επιλογή 2, σχήμα 1), παρέχει δε στον μαθητή τη δυνατότητα στο ίδιο περιβάλλον να μελετήσει ένα «Θέμα μελέτης» που αφορά τη δημιουργία μοντέλων (επιλογή 1), να χρησιμοποιήσει ένα ηλεκτρονικό σημειωματάριο κατά τη διαδικασία αυτή (επιλογή 4), να δημιουργήσει πρωτογενείς οντότητες τις οποίες μπορεί στη συνέχεια να εντάξει σε ένα μοντέλο (επιλογή 6), να περιδιαβεί μια πολυμεσική εγκυκλοπαίδεια μοντέλων (επιλογή 5), ενώ παρέχεται υποστήριξη υπό τη μορφή κλασικής «βοήθειας» (επιλογή 7) αλλά και ενός *Τζίνι* που παρέχει υποστήριξη (επιλογή 8). Επίσης ιδιαίτερος χώρος διατίθεται για τους εκπαιδευτικούς (επιλογή 3). Η αισθητική του περιβάλλοντος αυτού όσον αφορά τις εικονικές αναπαραστάσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί στη διεπιφάνεια χρήσης έχει κριθεί πολύ υψηλή[^]. Η μελέτη που παρουσιάζεται έγινε με βάση ένα πλαίσιο αξιολόγησης ευχρηστίας που περιλαμβάνει τη χρήση ευρετικής αξιολόγησης και ιεραρχικής ανάλυσης εργασιών πάνω σε δεδομένα που προκύπτουν από παρατήρηση πεδίου και δοκιμή ευχρηστίας (Tselios et al. 2002, Kordaki et al. 2001).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η αξιολόγηση έγινε σε δύο φάσεις. Κατά την πρώτη φάση έγινε μια αξιολόγηση στο εργαστήριο ευχρηστίας λογισμικού με περιορισμένο δείγμα υποκειμένων. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν 8 συνολικά μαθητές, δύο αγόρια και έξι κορίτσια ηλικίας 12-14 ετών του Πειραματικού Σχολείου Πατρών. Η δεύτερη φάση αφορούσε παρατήρηση πεδίου και έλαβε χώρα σε σχολικό περιβάλλον, συγκεκριμένα σε εργαστήριο πληροφορικής της Λεοντείου σχολής, (παράρτημα Νέας Σμύρνης) με συμμετοχή δύο σχολικών τάξεων 1ης γυμνασίου που είχαν συνολικά 64 μαθητές (31 αγόρια και 33 κορίτσια), ηλικίας 12 ετών. Στους συμμετέχοντες των δύο αυτών πειραμάτων αξιολόγησης και πριν από τη χρήση του προς αξιολόγηση συστήματος δόθηκε ερωτηματολόγιο με τους τρεις βασικούς άξονες που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Στους συμμετέχοντες δόθηκαν σαφείς οδηγίες συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ενώ τονίστηκε σε αυτούς ότι στόχος δεν ήταν η εξέταση των ιδίων αλλά η συλλογή δεδομένων και η αποκάλυψη προβλημάτων στη διεπιφάνεια χρήσης του προς αξιολόγηση συστήματος.

Αποτελέσματα

Στον πρώτο άξονα του ερωτηματολογίου, ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν στοιχεία που αφορούσαν χαρακτηριστικά όπως ηλικία, φύλλο, μέσος όρος βαθμολογίας στα μαθήματα, ύπαρξη υπολογιστή στο σπίτι κ.α. Στόχος ήταν η αναγνώριση της τυπικής χρήσης των υπολογιστών από τους μαθητές, ο βαθμός εξοικείωσης με συγκεκριμένου τύπου διεπιφάνειες χρήσης, καθώς επίσης και τυχόν διαφοροποιήσεις της χρήσης του υπολογιστή μεταξύ των δύο φύλων (Lewis et al., 1998, Inkpen, 1997). Τα αποτελέσματα του πρώτου σκέλους του ερωτηματολογίου συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Όπως φαίνεται, το 91,67% των μαθητών είχε υπολογιστή στο σπίτι και το 45,45% σύνδεση με το διαδίκτυο. Το σύνολο των μαθητών παρουσίαζε σχετικά υψηλό βαθμό επίδοσης στα μαθήματα του σχολείου (μέσος όρος 17,48 με τυπική απόκλιση 1,41). Επίσης από τους μαθητές ζητήθηκε να καταγράψουν ως και πέντε παιχνίδια ή εφαρμογές με τις οποίες ασχολούνται πιο συχνά όταν χρησιμοποιούν τον υπολογιστή. Οι μαθητές κατέγραψαν κατά μέσο όρο 2,4 παιχνίδια και 1,71 εφαρμογές με σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Οι μαθητές κατέγραψαν 3,06 (τυπική απόκλιση 1,79) παιχνίδια και 1,41 εφαρμογές (τυπική απόκλιση 1,42-σύνολο 4,47) και οι

[^] Αξιολόγηση της πρώτης έκδοσης του Δημιουργού Μοντέλων έγινε στα πλαίσια του έργου Σειρήνες από το Ελληνικό Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

μαθήτριες 1,76 (τυπική απόκλιση 1,33) παιχνίδια και 2 εφαρμογές (τυπική απόκλιση 1,23-σύνολο 3,76) αντίστοιχα. Η διαφορά στη χρήση του υπολογιστή για παιχνίδια ως προς το φύλλο προκύπτει στατιστικά σημαντική με τη χρήση της μεθόδου two tailed unpaired t-test ($p < 0,0006$). Στη χρήση εφαρμογών ως προς το φύλλο δεν προκύπτει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p = 0,2227$). Τέλος, παρουσιάστηκε σημαντική ποικιλία στους καταγεγραμμένους τίτλους παιχνιδιών, ενώ στις εφαρμογές μεγάλο ποσοστό παρουσίασαν τα προγράμματα *επεξεργασίας κειμένου, σχεδιασμού και αναπαραγωγής πολυμέσων*.

	N	Ηλικία	M.O	Υπ/στής σπίτι	Διαδίκτυο σπίτι	Χρήση παιχνιδιών – εφαρμογών ^ο	
						παιχνίδι	εφαρμογές
Αγόρια	33	12,18	17,04	90,91%	45,45%	3,06	1,41
Κορίτσια	39	12,51	17,85	92,31%	46,15%	1,76	2,00
Σύνολο	72	12,36	17,48	91,67%	45,83%	2,40	1,71

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων στη διαδικασία αξιολόγησης.

Στον δεύτερο άξονα του ερωτηματολογίου ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να εκφράσουν την άποψή τους απέναντι στις νέες τεχνολογίες και τους υπολογιστές και την εκτίμησή τους για το ρόλο των υπολογιστών στην εκπαιδευτική διαδικασία, μέσα από σχετικές ερωτήσεις κλειστού τύπου που τέθηκαν στους μαθητές δίνοντας τους τη δυνατότητα να απαντήσουν σε κλίμακα Likert με τιμές 1-5 (διαφωνώ - συμφωνώ). Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Ερώτηση	Αγόρια		Κορίτσια		Σύνολο	
	Mean	sdev	Mean	sdev	Mean	sdev
1.Η χρήση υπολογιστή με παρακινεί για πληρέστερη και καλύτερη μελέτη	3,58	1,15	3,64	0,93	3,61	1,03
2.Έχω εμπειρία χρήσης υπολογιστή	3,39	1	3,44	1,27	3,42	1,15
3.Χρησιμοποιώ τον υπολογιστή για τα μαθήματά μου	2,09	1,05	2,66	1,26	2,40	1,20
4.Γενικά ο υπολογιστής με δυσκολεύει στη χρήση του	1,81	0,91	1,89	1,16	1,86	1,05
5.Χρησιμοποιώ τον υπολογιστή μόνο για παιχνίδια	2,52	1,25	2,05	1,10	2,26	1,19
6.Γενικά αποδέχομαι και χρησιμοποιώ την τεχνολογία στην καθημερινή μου ζωή	3,97	0,91	3,77	0,70	3,86	0,81

Πίνακας 2: Στάση των μαθητών απέναντι στους υπολογιστές και εκτίμηση του ρόλου τους στη μαθησιακή διαδικασία.

Οι μαθητές εμφανίζουν σημαντικό βαθμό εξοικείωσης, αποδοχής και χρήσης των νέων τεχνολογιών, γεγονός που αποτυπώθηκε στην ερώτηση 6 (μέση τιμή 3,86), σχετικά υψηλό βαθμό εμπειρίας χρήσης υπολογιστή (μέση τιμή 3,42) ενώ δεν θεωρούν δύσκολους τους υπολογιστές και πιστεύουν ότι δεν τους δυσκολεύει στη χρήση τους (μέση τιμή 1,86). Όμως αν και θεωρούν ότι ο υπολογιστής είναι ένα εργαλείο που τους παρακινεί για πληρέστερη και καλύτερη μελέτη (μέση τιμή 3,61), δεν χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό τον υπολογιστή για τα μαθήματά τους (μέση τιμή 2,40, με στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αγοριών (2,09) και κοριτσιών (2,66), $p < 0,045$) και, σε ένα βαθμό, τα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια χρησιμοποιούν τον υπολογιστή μόνο για παιχνίδια (μέσοι όροι 2,52 και 2,05, $p = 0,0987$, στατιστικά σημαντική στο 90%). Τα αποτελέσματα των ερωτήσεων 3 και 5 (Πίνακας 2), συμφωνούν με την αποτυπωμένη χρήση του υπολογιστή από

^ο ύστερα από συμπλήρωση ερωτηματολογίου όπου ζητήθηκε η καταγραφή έως και πέντε παιχνιδιών ή εφαρμογών με τις οποίες ασχολούνται πιο συχνά οι χρήστες-μαθητές.

τους μαθητές (κύρια παιχνίδι) και τις μαθήτριες (χρήση του και για εφαρμογές αλλά και για παιχνίδι) στο πρώτο σκέλος του ερωτηματολογίου.

Η αναγνώριση του τρόπου χρήσης του υπολογιστή από τους μαθητές συνολικά αλλά και ανά φύλλο διαδραματίζει ιδιαίτερο ρόλο καθώς μπορεί να ερμηνεύσει τα είδη των διεπιφανειών χρήσης με τα οποία είναι εξοικειωμένοι οι μαθητές, τη δυνατότητά τους να χειριστούν πολύπλοκες διεπιφάνειες χρήσης και την κατάλληλη προσαρμογή των χρησιμοποιούμενων σε αυτές εικονιδίων, κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ώστε να είναι σε μεγαλύτερο βαθμό αντιληπτές από αυτούς.

Στον τρίτο άξονα του ερωτηματολογίου, δόθηκε στους μαθητές σε έντυπη μορφή ένα στιγμιότυπο από την οθόνη βασικών επιλογών του Δημοουργού Μοντέλων στην οποία περιέχονται τα 9 εικονίδια του σχήματος 1.

Ζητήθηκε από τους μαθητές μέσα σε χρόνο 5 λεπτών να περιγράψουν ποια ήταν κατά τη γνώμη τους η χρήση που υπαινισσόταν κάθε ένα από τα εικονίδια αυτά. Οι μαθητές δεν είχαν οι ίδιοι προηγούμενη εμπειρία χρήσης του λογισμικού, όμως είχαν ήδη παρακολουθήσει μια εκτενή παρουσίαση της χρήσης του, στην οποία είχαν περιγραφεί οι βασικές του λειτουργίες. Με βάση αυτή την παρουσίαση εκλήθησαν να αναγνωρίσουν τα εικονίδια του σχήματος 1.

Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 3, όπου για κάθε εικονίδιο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1 απεικονίζονται οι ορθές αναγνωρίσεις, ο αριθμός των τριών πιο συχνά εμφανιζόμενων παρανοήσεων (ερμηνείες E1,E2,E3) καθώς και ο αριθμός των μαθητών που δεν διέκριναν ή δεν πρότειναν καμία πιθανή ερμηνεία.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, μόνο 5 από τα 9 εικονίδια εμφάνισαν βαθμό αναγνωρισιμότητας από τους μαθητές που να ξεπερνά το 20% των ερωτηθέντων. Τα εικονίδια αυτά αφορούν τις έννοιες : (2) *Δημιουργία/ δοκιμή μοντέλων*, (4) *Σημειωματάριο*, (5) *Εγκυκλοπαίδεια μοντέλων*, (7) *Βοήθεια*, (9) *Έξοδος*. Όμως μόνο 3 από αυτά αναγνωρίστηκαν από περισσότερους από τους ερωτηθέντες που όσους αντίστοιχα δεν έδωσαν καμία πιθανή ερμηνεία. Τα εικονίδια αυτά είναι το *σημειωματάριο* (39 μαθητές, 54%), η *βοήθεια* (37 μαθητές, 51%) και η *έξοδος* (64 μαθητές, 89%).

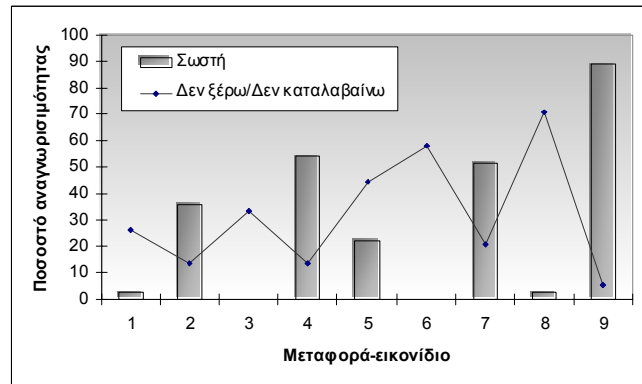
Είναι εμφανές ότι έννοιες που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα αντικείμενα είναι πιο εύκολα αναγνωρίσιμες. Τέτοιο παράδειγμα είναι η έννοια '*σημειωματάριο*'. Μάλιστα παρατηρήθηκε ότι η έννοια αυτή εμφάνισε σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό αναγνωρισιμότητα από τις μαθήτριες (25 από τις 39, 64%) σε σχέση με τους μαθητές (14 από τους 33, 42%), αυτό πιθανόν οφείλεται στον υψηλότερο βαθμό εξοικείωσης των πρώτων με εφαρμογές επεξεργασίας κειμένου και της χρήσης του υπολογιστή τόσο για παιχνίδι όσο και ως εργαλείο, όπως φαίνεται από τα δύο πρώτα σκέλη του ερωτηματολογίου (Πίνακες 1 και 2).

Εικονική αναπαράσταση	Σωστή	E1	E2	E3	Άλλη	ΔΔ/ΔΚ
1.Διάβασμα/ δημιουργία θέματος μελέτης	2	13	10	7	21	19
2.Δημιουργία/δοκιμή μοντέλων	26	11	10	7	8	10
3.Χώρος εκπαιδευτικών	0	27	3	3	15	24
4.Σημειωματάριο	39	8	7	0	8	10
5.Εγκυκλοπαίδεια μοντέλων	16	3	3	9	9	32
6.Επεξεργασία οντοτήτων	0	4	4	3	19	42
7.Βοήθεια	37	7	4	0	9	15
8.Τζίνι	2	9	0	0	10	51
9.Έξοδος	64	0	0	0	4	4

Πίνακας 3: Αναγνωρισιμότητα χρησιμοποιούμενων εικονιδίων από τους μαθητές-χρήστες.

Μερικές εικονικές αναπαράστασεις που έχουν επιλεγεί από τους σχεδιαστές του λογισμικού αυτού φαίνεται ότι όχι μόνο εμφανίζουν χαμηλή αναγνωρισιμότητα, αλλά παράλληλα οδηγούν σε σημαντικές παρανοήσεις από την πλευρά των μαθητών.

Για παράδειγμα, το εικονίδιο που χρησιμοποιήθηκε για να εκφράσει την έννοια 'χώρος εκπαιδευτικών' απεικονίζει δύο εκπαιδευτικούς να συζητούν πρόσωπο με πρόσωπο. Παρά το γεγονός ότι η συγκεκριμένη εικόνα είναι αισθητικά άρτια, η κυρίαρχη έννοια φαίνεται να είναι η συνομιλία-επικοινωνία, γεγονός που καταγράφηκε ως σημαντική εναλλακτική ερμηνεία από 27 μαθητές (38%).



Σχήμα 2: Ποσοστό αναγνωρισιμότητας χρησιμοποιούμενων μεταφορών στο ανοιχτού περιβάλλοντος μάθησης Δημιουργός Μοντέλων.

Σημαντικές παρανοήσεις παρουσιάζει και η έννοια 'διάβασμα/ δημιουργία θέματος μελέτης' το οποίο αναγνωρίστηκε σωστά από μόνο 2% των μαθητών. Το εικονίδιο που χρησιμοποιήθηκε για την αναπαράσταση της έννοιας αυτής (ανοιχτό βιβλίο) δημιουργεί σύγχυση με αυτό της 'εγκυκλοπαίδειας μοντέλων' ενώ παράλληλα η τοποθέτησή του στο αριστερό σημείο, όπου κατά σύμβαση σε συνήθη μενού εργασίας παρουσιάζονται επιλογές διαχείρισης αρχείων, οδηγεί τη σκέψη των μαθητών σε έννοιες όπως *εκτύπωση* (13 μαθητές, 18%) και *άνοιγμα/ αποθήκευση* (10 μαθητές, 14%).

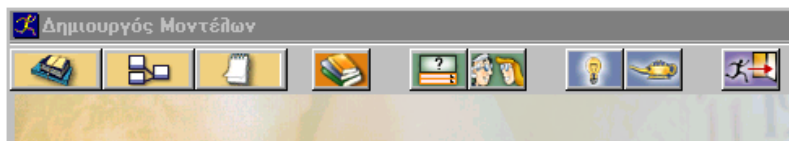
Η εικόνα 'δημιουργία μοντέλου' παρουσίασε σχετικά υψηλό βαθμό αναγνωρισιμότητας (26 μαθητές, 36%), αλλά ερμηνεύτηκε και ως έννοια που αντιστοιχεί σε λειτουργίες *ανοίγματος και αποθήκευσης* (10 μαθητές, 14%), ή και *σύνδεσης με άλλο πρόγραμμα ή το διαδίκτυο*, (11 μαθητές, 15%).

Το εικονίδιο 'Επεξεργασία πρωτογενών οντοτήτων' δεν αναγνωρίστηκε από κανένα μαθητή, καθώς η έννοια που αντιπροσωπεύει είναι σχετικά σύνθετη. Ο σχεδιαστής του εικονιδίου αυτού επέλεξε ένα παράδειγμα οντότητας που αφορά τη δημιουργία μιας υποθετικής οντότητας «αυτοκίνητο». Όμως η επιλογή αυτή οδήγησε σε παρερμηνείες αφού οι μαθητές οδηγήθηκαν να αναγνωρίσουν στο εικονίδιο αυτό λειτουργίες που αφορούν το ίδιο το παράδειγμα και όχι τη γενική έννοια «οντότητα». Έτσι οι ερμηνείες που δόθηκαν κατά σειρά ήταν: *αυτοκίνητο* (E1, 6%), *σέρβις αυτοκινήτου* (E2, 6%), *μοντέλο* (E3, 4%).

Συνέπεια των παρατηρήσεων αυτών και γενικότερα των συμπερασμάτων αξιολόγησης ευχρηστίας του συστήματος, η διεπιφάνεια χρήσης του λογισμικού επανασχεδιάστηκε. Συγκεκριμένα τα εικονίδια του Δημιουργού Μοντέλων 2 τροποποιήθηκαν και επαναδιατάχθηκαν. Η νέα διάταξη φαίνεται στο σχήμα 3.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3, το εικονίδιο που αναπαριστά την έννοια «επεξεργασία πρωτογενών οντοτήτων» τροποποιήθηκε ώστε να αποδεσμευτεί από την έννοια *αυτοκίνητο*, το εικονίδιο «χώρος εκπαιδευτικών» τροποποιήθηκε ώστε να αποδεσμευτεί από την κυρίαρχη έννοια *επικοινωνία* και να αρθεί η αιτία της παρερμηνείας που παρατηρήθηκε, ενώ τα εικονίδια επαναδιατάχθηκαν όπως φαίνεται στο σχήμα. Η τροποποιημένη αυτή σχεδίαση βελτίωσε την

αναγνωρισιμότητα τους, όπως προέκυψε από περιορισμένη εμπειρική μελέτη με παιδιά παρόμοιων χαρακτηριστικών με αυτά του πειράματος που περιγράφεται στο άρθρο αυτό.



Σχήμα 3. Τροποποιημένη διάταξη και σχεδίαση εικονιδίων Δημιουργού Μοντέλων 2.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε μια μελέτη αξιολόγησης της καταλληλότητας των χρησιμοποιούμενων εικονιδίων στη διεπιφάνεια χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού. Η αξιολόγηση βασίστηκε σε ερωτηματολόγιο χωρισμένο σε τρεις άξονες. Η αξιολόγηση της καταλληλότητας των αναπαραστάσεων επιτυγχάνεται μέσα από την εκτίμηση της ικανότητας αναγνώρισης τους. Επικουρικά, τα δημογραφικά στοιχεία που συλλέχθηκαν με τη χρήση του ερωτηματολογίου βοήθησαν στην εκτίμηση του είδους των εικονικών αναπαραστάσεων με τις οποίες είναι εξοικειωμένοι οι μαθητές χρήστες. Η χαμηλές απαιτήσεις πόρων για τη διεξαγωγή της μελέτης που περιγράφηκε την καθιστά εφαρμόσιμη τόσο για διαμορφωτική όσο και τελική αξιολόγηση ευχρηστίας εκπαιδευτικού λογισμικού. Η πιστοποίηση της καταλληλότητας των εικονικών αναπαραστάσεων αποτελεί σημαντικό στοιχείο, ιδιαίτερα σε εκπαιδευτικό λογισμικό που προσφέρει πληθώρα λειτουργιών στον τελικό χρήστη. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται η διαφάνεια της διεπιφάνειας χρήσης σε σχέση με το στόχο ενός μαθητή σε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό, που είναι η μάθηση και όχι ο χειρισμός του.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, ακόμη και σε περιπτώσεις που η ομάδα μαθητών έχει σημαντική εμπειρία χρήσης υπολογιστών και η αισθητική των εικονιδίων είναι υψηλή, αυτοί οι παράγοντες δεν αποκλείουν να εμφανίζονται σοβαρά προβλήματα αναγνωρισιμότητας των εικονιδίων και παρερμηνειών. Φαίνεται ότι σημαντικό ρόλο στην επιτυχία αναγνώριση μιας εικονικής αναπαράστασης, άρα και της υπαινισσόμενης χρήσης του εργαλείου που εκφράζει σε μια διεπιφάνεια χρήσης, διαδραματίζει συνεπώς όχι μόνο η καλαίσθητη σχεδίασή της αλλά και η φέρουσα ικανότητα αντιστοίχισης των ιδιοτήτων που εκφράζει από την εικόνα-όχημα στην έννοια της. Η ικανότητα αυτή επηρεάζεται τόσο από τις πολιτισμικές εμπειρίες και την εμπειρία χρήσης υπολογιστή από την πλευρά των χρηστών, όσο και από τη διάταξη των εικονιδίων στην επιφάνεια εργασίας, αφού όπως προκύπτει, οι μαθητές τείνουν να αναγνωρίσουν εικονίδια που έχουν ομαδοποιηθεί ή η σχεδίαση τους παρουσιάζει ομοιότητες, σύμφωνα με τους νόμους εγγύτητας και ομοιότητας της αντιληπτικής οργάνωσης (Gleitman, 1991). Εικονίδια που αναπαριστούν συγκεκριμένες έννοιες είναι πιο εύκολα αναγνωρίσιμα, ενώ πιο αφηρημένες έννοιες και λειτουργίες πρέπει να μελετηθούν ιδιαίτερω, αφού η αναγνωρισιμότητα των εικονιδίων που τις αφορούν τείνει να είναι χαμηλή, όπως έδειξε η μελέτη μας, δημιουργώντας πιθανόν δυσκολίες στους μαθητές χρήστες.

Μελλοντική έρευνα στο αντικείμενο της καταλληλότητας εικονιδίων και γενικότερα εικονικών αναπαραστάσεων και μεταφορών σε εκπαιδευτικό λογισμικό απαιτείται, σχετικά με το πλαίσιο περαιτέρω εφαρμογής και τη γενίκευση των συμπερασμάτων παρόμοιων μελετών. Στόχος είναι η αποτύπωση των γενικών χαρακτηριστικών που διέπουν την ορθή αναγνώριση των αναπαραστάσεων από τους μαθητές με στόχο τη μετατροπή τους σε κατευθυντήριες οδηγίες σχεδίασης συμβολικών και εικονικών αναπαραστάσεων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τους μαθητές και τους καθηγητές των δύο σχολικών τάξεων της 1^{ης} γυμνασίου της Λεοντείου σχολής, παράρτημα Νέας Σμύρνης και τους μαθητές του 1^{ου} Πειραματικού σχολείου Πατρών που συμμετείχαν στην αξιολόγηση του λογισμικού, τους συναδέλφους Βασίλη Κόμη και Μαρίντα Εργαζάκη που συμμετείχαν στην ομάδα αξιολόγησης. Οικονομική ενίσχυση της έρευνας αυτής έχει γίνει από τα έργα Δημιουργός Μοντέλων Πηνελόπη/ΥΠΕΠΘ και IST-ModellingSpace 2000-25385

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αβούρης, Ν.,Μ., (2000). Εισαγωγή στην Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή. Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα.
- Avouris, N.M., Tselios, N.K., Tatakis, E.C. (2001). Development and evaluation of a computer-based laboratory teaching tool. *Journal Computer Applications in Engineering Education*, vol. 9 (1), March 2001. pp. 8-19.
- Caroll, J.M. and Thomas, J.C. (1982). Metaphors and the Cognitive Representation of Computing Systems. In *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. SMC-12, Nr.2, March/April 1982, pp. 107-116.
- Carroll, J.M. and Mack, R.L. (1985). Metaphor, computing systems, and active learning. *International of Man- Machine Studies*, Vol.22, No.1, 1985, pp.39-57.
- Dimitracopoulou, A., Komis, V., Apostolopoulos, P., Politis P. (1999). Design principles of a new modeling environment for young students, supporting various types of reasoning and interdisciplinary approaches, *Int. Conference on Artificial Intelligence in Education*, Le Mans, France.
- Dimitracopoulou, A. (2001). Design issues in Learning Environments for young students: The importance and the limits of general usability criteria. In Avouris N. and Fakotakis N. (eds.) *Advances in Human Computer Interaction I*. Typorama Publ. Proceedings of Panhellenic conference with international participation, December 7-9 2001, Patras, Greece.
- Gleitman, H. (1991). *Psychology* (3rd ed.). New York : W.W. Norton and Company Inc.
- Inkpen K. (1997). Three Important Research Agendas for Educational Multimedia: Learning, Children, and Gender. *AACE World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia 97*, Calgary, AB, June 1997, pp 521-526.
- Komis V., Dimitracopoulou A., Politis P., Avouris N. (2001). Expérimentations exploratoires sur l'utilisation d'un environnement informatique de modélisation par petits groupes d'élèves, *Sciences et Techniques Educatives*, Vol. 8, no 1-2, April 2001, pp.75-86 9 (In French).
- Kordaki, M., Avouris, N. M., Tselios, N. K. (2000). Tools and methodologies for evaluation of open learning environments, *Proceedings of 2nd Panhellenic Conference with International Participation on Information and Telecommunication Technologies in Education*, pp. 371-380, Patras, October 2000. (in Greek)
- Lakoff, G. and Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. The University of Chicago Press, Chicago,1980.
- Lewis C., Brand C., Cherry G. , Rader C. (1998). Adapting user interface design methods to the design of educational activities. In *proceedings of ACM CHI 98*.
- Lovgren, J. (1994). How to choose good metaphors. *IEEE Software*. Vol 11, Issue 3 pp. 86-88.
- Mayes, J.T. and Fowler C.J. (1999). Learning technology and usability: a framework for understanding courseware, *Interacting with computers*, 485-497.
- Norman, D.,A (1986). *Cognitive Engineering*. In: Norman, D.A and Draper, S.W. (eds.) *User Centered Systems Design*, 31-61. Lawrence Erlbaum.
- Preece J., Rogers Y., Sharp H., Benon D., (1994). *Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley, Workingham.

- Soloway, E., Guzdial M., and Hay K.,E. (1994). Learner-centered design: The challenge for HCI in the 21st century. *Interactions*, 1(2), 1994 pp. 36-48.
- Soloway, E., Jackson, S.L., Klein, J., Quintana, C., Reed, J., Spitulnik, J., Stratford, S.J., Studer, S., Eng, J., and Scala, N., (1996). Learning theory in practice: case studies of learner-centered design. *Proceedings of CHI'96: Human factors in Computing Systems*, April 13-18, 1996, Vancouver, B.C., Canada. ACM Press, pp.189-196.
- Squires D. and Preece, J. (1999). Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them, *Interacting with Computers*, 11, pp. 467-483.
- Tourangeau, R., Sternberg, R.J. (1982). Understanding and appreciating metaphors. In *Cognition*, 11,1982, pp. 203-244.
- Tselios, N.K , Avouris, N.M., Kordaki , M. (2001). A tool to model user interaction in open problem solving educational environments, In Avouris, N.M., Fakotakis N., (eds.) *Advances in Human Computer Interaction, Proc. of PC-HCI 2001*, pp. 91-95, Typorama Publ., Patras.
- Tselios, N.K, Avouris, N.M., Kordaki M. (2002). Student task modelling in design and evaluation of open problem solving environments, *Journal of Education and Information Technologies*, 7:1, pp. 19-42.