

Αξιολόγηση ευχρηστίας λογισμικού υποστήριξης από-απόσταση εκπαίδευσης*

N. K. Τσέλιος, N. M. Αβούρης, E. Φωτόπουλος.

Ερευνητική ομάδα Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή,
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών,
Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Ρίο Πάτρα.

nitse@ee.upatras.gr, N.Avouris@ee.upatras.gr, a95-3714@students.ee.upatras.gr

Περίληψη

Παρουσιάζονται τα πειραματικά αποτελέσματα από την αξιολόγηση επιλεγμένων χαρακτηριστικών ενός κόμβου από απόσταση εκπαίδευσης. Σχετικά περιγράφεται ένα πείραμα ευρείας κλίμακας που έγινε στο Τμήμα ΗΜΤΥ του Παν. Πατρών με στόχο την μέτρηση της ευχρηστίας του συστήματος αυτο-αξιολόγησης σπουδαστή ενός κόμβου παροχής υπηρεσιών από απόσταση εκπαίδευσης. Στη διάρκεια του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά λογισμικά με παρόμοια λειτουργικότητα και διαφορετική υλοποίηση. Οι φοιτητές αξιολόγησαν τα συστήματα μέσω ερωτηματολογίων. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης ανέδειξε την συσχέτιση μεταξύ της ευχρηστίας των συστημάτων και της επίδοσης των φοιτητών.

Abstract

Experimental results of the evaluation of a distance learning software are presented in this paper. A large-scale experiment is described that took place in the Electrical and Computer Engineering Department of the University of Patras. The goal of the experiment was to measure the usability of the self-evaluation component of the system. During the experiment two alternative software components were compared that share similar functionality, implemented in different ways. The students involved in the experiment evaluated the software through on-line questionnaires. From this experiment correlation between the software usability and student performance has emerged.

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια ανάπτυξη των τεχνολογιών και των μέσων υλοποίησης συστημάτων από απόσταση εκπαίδευσης. Οι δυνατότητες γρήγορης μετάδοσης εκπαιδευτικού υλικού από απόσταση είχαν ως συνέπεια την εκτεταμένη υλοποίηση προγραμμάτων εκπαίδευσης από απόσταση, συγχρόνως όμως και τη διατύπωση αμφιβολιών για την αποτελεσματικότητα των νέων μεθόδων [Fitzelle 96]. Οι αλλαγές έχουν ήδη αρχίσει να γίνονται αισθητές. Για παράδειγμα στον τομέα της ανώτερης και ανώτατης εκπαίδευσης, οι περισσότεροι φοιτητές και διδάσκοντες έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο και το χρησιμοποιούν εκτεταμένα. Τα περισσότερα Ελληνικά Πανεπιστήμια έχουν δημιουργήσει κόμβους από απόσταση εκπαίδευσης, ενώ γίνεται ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού σε μεγάλη κλίμακα με χαρακτήρα είτε επικουρικό της παραδοσιακής διδασκαλίας είτε ως αυτόνομο υλικό από-απόσταση εκπαίδευσης.

Ο παγκόσμιος ιστός (World Wide Web), που χρησιμοποιείται ως το κύριο μέσο στο πλαίσιο αυτό, είναι ένα διαδεδомένο και κατάλληλο μέσο, όσον αφορά την δυνατότητα εκπαίδευσης, για πολλούς λόγους. Είναι εύκολα προσβάσιμο, υποστηρίζει πολλαπλές επιλογές αποθήκευσης και απεικόνισης, παρέχει μία απλή αλλά συγχρόνως ισχυρή φόρμα δημοσίευσης και τρόπους ώστε να ενσωματώνονται πολλαπλά μέσα. Τα χαρακτηριστικά υπερ-μέσου του

* Η έρευνα που περιγράφεται έχει χρηματοδοτηθεί κατά ένα μέρος (ανάπτυξη Infotronic) από το πρόγραμμα Leonardo της Ευρωπαϊκής Ένωσης (έργο CBT Kernel). Επίσης η ανάπτυξη του κόμβου διαδικτύου του Τμήματος ΗΜΤΥ (λογισμικό και υλικό) έχει χρηματοδοτηθεί από το έργο ΕΠΕΑΕΚ "Ανάπτυξη Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος ΗΜΤΥ". Επίσης η τελική φάση του πειράματος έχει χρηματοδοτηθεί στα πλαίσια του έργου 99ΕΔ234 "Μελέτη Σχεδίαση και Ανάπτυξη Νοήμονος Συστήματος για Τηλε- Εκπαίδευση" που χρηματοδοτείται από το Πρόγραμμα ΠΕΝΕΔ99 της ΙΤΕΤ.

WWW έχουν ευρεία αποδοχή και η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ο παγκόσμιος ιστός ως εργαλείο μάθησης, πηγάζει από την ίδια τη δομή του και την αρχική ιδέα δημιουργίας του. Το διαδίκτυο για πολλούς θεωρητικούς είναι ήδη ένα περιβάλλον δημιουργικότητας και ενεργούς μάθησης [Becker 94], το οποίο υποστηρίζει και ενθαρρύνει την εξερεύνηση και το περιδιάβασμα (browsing), συμπεριφορές που σχετίζονται με την μάθηση [Thuring 95]. Η οργάνωση της πληροφορίας στον παγκόσμιο ιστό μοιάζει με την ανθρώπινη μνήμη, και οι μέθοδοι ανάκλησης της πληροφορίας αυτής προσομοιάζουν τις διαδικασίες της ανθρώπινης σκέψης. Βεβαίως θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι ένα περιβάλλον υπερ-μέσου, όπως το διαδίκτυο, δεν διδάσκει από μόνο του αλλά αποτελεί ένα μέσο, το οποίο με την κατάλληλη χρήση μπορεί να υποστηρίξει τη μάθηση [Eklund 95, Alexander 95]. Το άτομο μαθαίνει σύμφωνα με τις προθέσεις του, τις προηγούμενες εμπειρίες του και τις στρατηγικές μάθησης που έχει αναπτύξει με την πάροδο του χρόνου. Η αποδοτικότητα οποιουδήποτε μαθησιακού περιβάλλοντος στηρίζεται στα χαρακτηριστικά των παραπάνω στοιχείων. Είναι μάλιστα κοινά αποδεκτό ότι η μάθηση επιτυγχάνεται σε περιβάλλοντα στα οποία οι εκπαιδευόμενοι έχουν κίνητρα να συμμετάσχουν ενεργά στη διαδικασία.

Κρίσιμη παράμετρος επίτευξης των παιδαγωγικών στόχων που έχουν τεθεί κατά τη διαδικασία ανάλυσης ενός συστήματος από απόσταση εκπαίδευσης αποτελεί η αξιολόγηση της ευχρηστίας του συστήματος [Kirkpatrick 94]. Διάφορες τεχνικές αξιολόγησης έχουν προταθεί, οι περισσότερες εκ των οποίων αποτελούν προσαρμογή μεθόδων που εφαρμόζονται ήδη σε συμβατικό λογισμικό. Η αποτελεσματικότητα των τεχνικών ποικίλει από τη φύση του συστήματος καθώς και το στάδιο στο οποίο εφαρμόζονται [Molich 99]. Τέτοιες είναι η ευρετική αξιολόγηση [Nielsen 93, Levi 98], μελέτες πεδίου [Tognazzini 92], η παρατήρηση σε εργαστήριο ευχρηστίας, καθώς και ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις σε αντιπροσωπευτικές ομάδες χρηστών κλπ.

Αν και η διάδοση των συστημάτων από απόσταση εκπαίδευσης είναι μεγάλη, δεν υπάρχει στη βιβλιογραφία ακόμη ένας ανάλογος αριθμός θεωρητικών και πειραματικών ερευνητικών αποτελεσμάτων στο θέμα της αξιολόγησης τους. Τούτο οφείλεται εν μέρει στην πρόσφατη ανάπτυξη της περιοχής, αφετέρου δε στις εγγενείς αδυναμίες που παρουσιάζουν πειράματα αυτού του είδους. Οι διδασκόμενοι με τις μεθόδους αυτές, βρίσκονται σε διαφορετικούς χώρους, οι συνθήκες αλληλεπίδρασης με το υλικό ποικίλουν, η καταγραφή της αντίδρασης τους με μέσα όπως καταγραφή πληκτρολογήσεων (log files) είναι τεχνικά δύσκολη. Αν εξετάσουμε παραπλήσια πεδία, όπως η ευχρηστία εφαρμογών διαδικτύου, παρόμοια προβλήματα έχουν ήδη καταγραφεί [Nielsen 00]. Η έρευνα που περιγράφεται στην εργασία αυτή προσπαθεί να αντιμετωπίσει μερικά από τα προβλήματα αυτά. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί τεχνολογία από απόσταση εκπαίδευσης στο εργαστήριο μας. Αφενός έχουν αναπτυχθεί πρωτότυπα όπως το περιβάλλον διασύνδεσης και συνεργασίας κόμβων από απόσταση εκπαίδευσης MATS [Solomos 99], και το πρότυπο λογισμικό παροχής υπηρεσιών από-απόσταση εκπαίδευσης InfoTronic [Avoiris 99], αφετέρου αναπτύσσονται υπηρεσίες με στόχο να ενσωματωθούν στις ακαδημαϊκές λειτουργίες του Τμήματος.

Στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής, δημιουργήθηκε ένας κόμβος παροχής από απόσταση εκπαίδευσης στο Τμήμα μας (www.ee.upatras.gr/cbtkernel). Κατά το Ακαδημαϊκό έτος 1999-2000 εντάχθηκαν κάποιες από τις υπηρεσίες του κόμβου στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ένας από τους πρώτους στόχους της προσπάθειας υπήρξε η αξιολόγηση της παρεχόμενης υπηρεσίας. Η αξιολόγηση αυτή έγινε με ελεγχόμενο τρόπο και σε συνθήκες προσομοίωσης από-απόσταση εκπαίδευσης. Στο άρθρο αυτό περιγράφεται το πείραμα αξιολόγησης της λειτουργίας αυτό-εξέτασης των φοιτητών. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα διαμορφωμένα τεστ αυτό-αξιολόγησης που απαντήθηκαν από μεγάλο αριθμό φοιτητών. Οι απαντήσεις επεξεργάστηκαν ηλεκτρονικά και συσχετίστηκαν με την ευχρηστία του λογισμικού, όπως αυτή μετρήθηκε μέσω σχετικού ερωτηματολογίου. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατέγραψαν συσχέτιση μεταξύ της ευχρηστίας και της επίδοσης των φοιτητών. Το πείραμα έχει ιδιαίτερη σημασία αφού είναι ένα από τα πρώτα πειράματα τέτοιας κλίμακας που αφορούν συστήματα από-απόσταση εκπαίδευσης. Επίσης η ένταξη δύο διαφορετικών

λογισμικών από απόσταση εκπαίδευσης στο πείραμα, η σύγκριση με χρήση παραδοσιακής διαδικασίας και η συσχέτιση της ευχρηστίας των λογισμικών με την επίδοση των φοιτητών είναι μερικές από τις πλευρές της έρευνας που περιγράφεται.

2. Τα συστήματα από απόσταση εκπαίδευσης

Κατά τη μελέτη που περιγράφεται χρησιμοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν δύο συστήματα από απόσταση εκπαίδευσης με παρόμοια λειτουργικά χαρακτηριστικά αλλά διαφορετική σχεδίαση. Τα συστήματα αυτά είναι το Infotronic που έχει αναπτυχθεί από την ερευνητική μας ομάδα και το WebCT, που είναι εμπορικό προϊόν με ευρεία διάδοση. Τα δύο περιβάλλοντα περιγράφονται στην ενότητα αυτή.

2.1 Infotronic

Το Infotronic [Avouris99] είναι ένα σύστημα από απόσταση εκπαίδευσης και υποστήριξης αυτό-εξέτασης, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου Leonardo CBT kernel. Τα βασικά συστατικά του συστήματος είναι το σύστημα ενημέρωσης των γνωστικών αντικειμένων για την έκδοση υλικού στο διαδίκτυο καθώς και το περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τον σπουδαστή μέσω του διαδικτύου. Με το σύστημα ενημέρωσης ο διδάσκων μπορεί να δημιουργήσει νέες θεματικές ενότητες διδασκαλίας να σχεδιάσει υλικό αυτό-αξιολόγησης, να τροποποιήσει και να διαγράψει ήδη υπάρχον υλικό καθώς και να προσθέσει νέες διδακτικές ενότητες. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης θεωρίας με υλικό αξιολόγησης με στόχο την υποστήριξη εναλλακτικών ροών αλληλεπίδρασης του σπουδαστή με το σύστημα.

Το περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τη χρήση μέσω του διαδικτύου, έχει υλοποιηθεί με τη τεχνολογία Active Server Pages (ASP) που επιτρέπει τη δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων από Βάσεις Δεδομένων. Κάθε φορά που καλείται μια σελίδα ASP, ο διακομιστής του συστήματος ανακτά τη σχετιζόμενη πληροφορία από τη βάση δεδομένων και δημιουργεί σε πραγματικό χρόνο δομή HTML βάσει μια προϋπάρχουσας μορφοποίησης της σχετικής σελίδας. Φυσική συνέπεια της υλοποίησης αυτής είναι το σύστημα να είναι ανεξάρτητο από φυλλομετρητή (browser) και να εξασφαλίζει το μέγιστο δυνατό βαθμό συμβατότητας χωρίς να απαιτεί την εγκατάσταση πρόσθετου λογισμικού από τη πλευρά του χρήστη.

Για κάθε χρήστη που συνδέεται στο σύστημα Infotronic, διαδικασία που ελέγχεται μέσω προσωπικού κωδικού, γίνεται καταγραφή της αλληλεπίδρασης του με το σύστημα. Συγκεκριμένα καταγράφεται το υλικό της θεωρίας που έχει περιδιαβεί, τις ερωτήσεις αυτό-αξιολόγησης που έχει απαντήσει (επιτυχώς ή ανεπιτυχώς), και ο σχετικός χρόνος που απαιτήθηκε. Όταν το επιθυμεί, ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει την επίδοσή του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 (επιλογή Score).



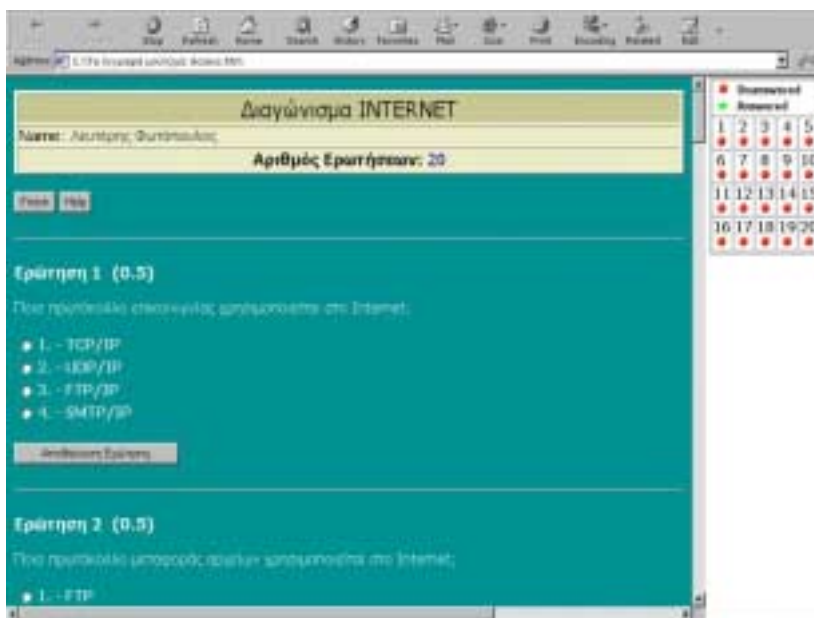
Εικόνα 1. Το σύστημα από απόσταση εκπαίδευσης Infotronic. Οθόνη ερώτησης πολλαπλής επιλογής.

Επίσης στο περιβάλλον Infotronic διατίθενται εργαλεία από απόσταση-επικοινωνίας όπως πίνακας ανακοινώσεων, πίνακας μηνυμάτων για ανταλλαγή απόψεων καθώς και δυνατότητα αυτόματης αποστολής email για ενημέρωση των εγγεγραμμένων φοιτητών για θέματα που σχετίζονται με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο.

Ο υπεύθυνος διδασκαλίας του κάθε μαθήματος μπορεί με χρήση κατάλληλου κωδικού πρόσβασης να επιθεωρεί σε πραγματικό χρόνο την απόδοση των φοιτητών, να απαντά σε μηνύματα που είναι αναρτημένα στον ηλεκτρονικό πίνακα μηνυμάτων καθώς και να εξετάσει πόσοι χρήστες είναι συνδεδεμένοι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή στο σύστημα. Το σύστημα Infotronic ήδη βρίσκεται σε δοκιμαστική λειτουργία παρέχοντας επικουρικό υλικό σχετικό με τη διδασκαλία δύο πανεπιστημιακών μαθημάτων του τμήματος ΗΜΤΥ του Πανεπιστημίου Πατρών: «Εισαγωγή στους Υπολογιστές Ι» του 1^{ου} έτους και «Βάσεις δεδομένων και γνώσεως» του 5^{ου} έτους.

3.2 WebCT

Το δεύτερο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα ήταν το WebCT [Goldberg 96]. Το WebCT (Web Course Tools), ένα ευρέως διαδεδομένο εργαλείο για ανάπτυξη υπηρεσιών από απόσταση εκπαίδευσης, κατασκευάστηκε αρχικά για να υποστηρίξει διδακτικές ανάγκες του Πανεπιστημίου British Columbia. Η πρώτη επίσημη έκδοση του περιβάλλοντος κυκλοφόρησε το 1997 και σήμερα έχει ήδη εκδοθεί η 2.1, που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα μας.



Εικόνα 2. Από απόσταση εκπαίδευση με τη χρήση του εργαλείου Web CT: τμήμα αυτο-εξέτασης.

Το WebCT βασίζεται σε τεχνολογία CGI (Common Gateway Interface). Τα CGI είναι γραμμένα σε γλώσσα Perl, ενώ χρησιμοποιείται ακόμη javascript και java που συνεργάζονται με έναν διακομιστή δικτύου με σκοπό την δημιουργία, χρήση και διατήρηση μιας εικονικής αίθουσας. Το WebCT επιτρέπει τόσο τη διανομή εκπαιδευτικού υλικού με ιεραρχική αλλά και διαδοχική οργάνωση, παρέχει λειτουργίες ευρετηρίου και γλωσσάρι, δημιουργία προσωπικής σελίδας από το μαθητή που συνοψίζει και παρουσιάζει πληροφορία από το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό καθώς και προσθήκη υλικού σε διάφορες μορφές στην ηλεκτρονική τάξη, όπως παρουσιάσεις, σελίδες HTML, κείμενα κλπ. Υποστηρίζει την επικοινωνία τόσο με

ασύγχρονο (πίνακας ανακοινώσεων, e-mail) όσο και σύγχρονο τρόπο (διάλογος σε πραγματικό χρόνο σε εικονικές συνεδρίες). Επίσης υποστηρίζει δημιουργία διαγωνισμάτων με ερωτήσιες διαφόρων τύπων, καθώς και επεξεργασία απεικόνιση και επίβλεψη των αποτελεσμάτων.

4. Το πείραμα αξιολόγησης

4.1 Πείραμα χρήσης συστήματος αυτο-αξιολόγησης

Το πείραμα αξιολόγησης των συστημάτων από απόσταση εκπαίδευσης που παρουσιάστηκε έγινε με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Στόχος του πειράματος ήταν αφενός να μελετηθεί η επίδραση του περιβάλλοντος από απόσταση εκπαίδευσης στη μάθηση, αφετέρου δε να διερευνηθεί η συσχέτιση μεταξύ της ευχρηστίας των συστημάτων και της επίδοσης των φοιτητών.
- Έγινε προσπάθεια να προσομοιωθούν οι συνθήκες από απόσταση εκπαίδευσης υπό ελεγχόμενες συνθήκες χρήσης του λογισμικού από ένα σημαντικό αριθμό φοιτητών που συγκεντρώθηκαν στον ίδιο χώρο (Εργαστήριο Υπολογιστών).
- Οι φοιτητές χρησιμοποίησαν το ίδιο τμήμα του λογισμικού συγχρόνως με αποτέλεσμα να προκληθεί σημαντικό φορτίο στον διακομιστή διαδικτύου, προσομοιώνοντας συνθήκες πραγματικής λειτουργίας.
- Η διάρκεια του τεστ αυτο-αξιολόγησης και η υπό επιτήρηση απάντηση στα ερωτήματά του σε συγκεκριμένο πλαίσιο χρόνου, εξασφάλισαν ίδιες συνθήκες για όλους του συμμετέχοντες και το αδιάβλητο των αποτελεσμάτων της αυτό-αξιολόγησης.
- Δύο διαφορετικά περιβάλλοντα από απόσταση εκπαίδευσης με σημαντικές διαφορές στο σχεδιασμό και το μοντέλο πλοήγησης (Infotronic και WebCT) αξιολογήθηκαν σε αντιπαράθεση. Για λόγους σύγκρισης, ένα τυχαίο μικρό δείγμα των φοιτητών απάντησαν στο ίδιο τεστ χρησιμοποιώντας παραδοσιακές τεχνικές χαρτί-μολύβι.
- Η αυτό-αξιολόγηση αφορούσε τρεις θεματικές ενότητες με αντικείμενο τη θεωρία εργαστηρίου του μαθήματος «Εισαγωγή στους Υπολογιστές Ι» του 1^{ου} έτους που διατίθεται μέσω του κόμβου. Για κάθε θεματική ενότητα οι φοιτητές έπρεπε να απαντήσουν συνολικά 30 ερωτήσεις τόσο πολλαπλής επιλογής (με τέσσερις δυνατές απαντήσεις, η κάθε μια) όσο και συμπλήρωσης κενού. Οι ερωτήσεις σχεδιάστηκαν και ελέγχθηκαν από τους διδάσκοντες ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικές της εξεταζόμενης θεματικής ενότητας.
- Οι φοιτητές είχαν προειδοποιηθεί από τη προηγούμενη εβδομάδα για τη διεξαγωγή του τεστ χωρίς όμως να γνωρίζουν με ποιο τρόπο θα διεξαχθεί αυτό. Το πλήθος των φοιτητών που συμμετείχαν σε κάθε τεστ φαίνεται στους πίνακες της επόμενης ενότητας.
- Το σύνολο των συμμετεχόντων στο πείραμα ήταν φοιτητές του 1^{ου} έτους του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών με διαφορετικές ικανότητες, γνωστικό επίπεδο και εμπειρία χρήσης υπολογιστών.

4.2 Μέτρηση ευχρηστίας συστημάτων

- Οι συμμετέχοντες στο τέλος του πειράματος κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ευχρηστίας του λογισμικού. Τα ερωτήματα κλειστού τύπου του ερωτηματολογίου αυτού φαίνονται στο Παράρτημα Α. Σαν βάση του ερωτηματολογίου αυτού χρησιμοποιήθηκαν οι διαδεδομένοι κανόνες της ευρετικής αξιολόγησης [Nielsen 93], διότι αποτελούν μια κοινά αποδεκτή συνοπτική καταγραφή των βασικών συνιστωσών ευχρηστίας ενός λογισμικού. Οι απαντήσεις ζητήθηκαν σε κλίμακα με ελάχιστο βαθμό 1 και μέγιστο 5. Ταυτόχρονα δόθηκε η ευκαιρία στους φοιτητές να καταγράψουν τις απόψεις τους και τα σχόλια τους για το σύστημα μέσω ερωτήσεων ανοικτού τύπου.

- Λόγω του μεγάλου αριθμού φοιτητών που συμμετείχαν στο πείραμα, το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ευχρηστίας απαντήθηκε ηλεκτρονικά σε κατάλληλη εφαρμογή που σχεδιάστηκε για αυτό το σκοπό.
- Πριν ξεκινήσει η αξιολόγηση ευχρηστίας εξηγήθηκαν στους συμμετέχοντες λεπτομερώς οι ευρετικοί κανόνες και το γεγονός ότι οι απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο δεν θα επηρέαζε με κανένα τρόπο –θετικά ή αρνητικά– την βαθμολογία τους. Η αξιολόγηση που έγινε είχε σαν κύριο στόχο την ποσοτικοποίηση του δείκτη ευχρηστίας των συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν.

4.3 Αποτελέσματα

Ο συνολικός αριθμός φοιτητών που συμμετείχαν στο πείραμα ήταν 120 (57 για το infotronic, 51 για το webCT και 12 εξετάστηκαν με παραδοσιακό τρόπο (χαρτί και μολύβι)). Ακόμη, συνολικά δόθηκαν 88 απαντήσεις (44 και 44) αξιολόγησης ευχρηστίας του συστήματος. Συνολικά επεξεργάστηκαν 1388 απαντήσεις για το Infotronic, 1376 για το Web CT, 360 παραδοσιακού τύπου εξέτασης και 960 αξιολόγησης ευχρηστίας του συστήματος. Για κάθε θεματική ενότητα οι απαντήσεις αναλύθηκαν ξεχωριστά και τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα 1.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, και στις τρεις φάσεις του πειράματος η απόδοση των φοιτητών που χρησιμοποίησαν το περιβάλλον Web CT ήταν καλύτερη από 6% έως 7,23% εκφρασμένη ως μέση τιμή. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων για τα 2 συστήματα έγινε με στατιστικές μεθόδους (t τεστ). Απαραίτητη προϋπόθεση για να εφαρμοστεί η μέθοδος αυτή είναι η παραδοχή ότι η απόδοση των φοιτητών στο σύνολό της θα πρέπει να ακολουθεί κατανομή Gauss, γεγονός το οποίο επιβεβαιώθηκε μετά από επεξεργασία των δεδομένων με τη μέθοδο Kolmogorov - Smirnov.

	<i>N</i>	<i>M.O</i>	<i>Sdev</i>	<i>S.E.M</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>#ερωτ.</i>
1^η Θεματική ενότητα.							
Infotronic	21	7,15	1,024	0,22	5,35	9	557
Web CT	21	7,77	0,75	0,16	6,4	9,7	604
P(t)=0,0152 /t=2,245/ Mdiff=0,6243/ 95% Περιθώρια εμπιστοσύνης διαφοράς 0,06223-1,186							
2^η Θεματική ενότητα.							
Infotronic	22	6,37	1,22	0,26	3,33	6,67	542
Web CT	18	7,09	0,74	0,17	5,8	6,9	494
P(t)=0,0176 /t=2,184/ Mdiff=0,7213/ 95% Περιθώρια εμπιστοσύνης διαφοράς 0,05265-1,390							
3^η Θεματική ενότητα.							
Infotronic	14	6.34	1,28	0,34	3,95	7	289
Web CT	12	6.95	0,92	0,26	5,5	7,05	278
P(t)=0,0976 /t=0,0944/ Mdiff=0,6029/ 95% Περιθώρια εμπιστοσύνης διαφοράς -0,31-1,523							

Πίνακας 1¹. Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων ηλεκτρονικής εξέτασης.

Η ανάλυση αυτή κατέδειξε πολύ σημαντική στατιστική διαφορά (P=98,48% και 98,24%) στα αποτελέσματα των δύο πρώτων πειραμάτων, γεγονός το οποίο μας επιτρέπει να γενικεύσουμε τα αποτελέσματα μας στο σύνολο του πληθυσμού. Στη 3η θεματική εξέταση λόγω του μικρότερου δείγματος πάνω στο οποίο έγινε το πείραμα (Infotronic: 14 φοιτητές και Web CT: 12 φοιτητές) η σύγκριση με τη μέθοδο αυτή δεν μας οδηγεί σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, αν και πάλι όμως τα ποιοτικά συμπεράσματα είναι παρόμοια.

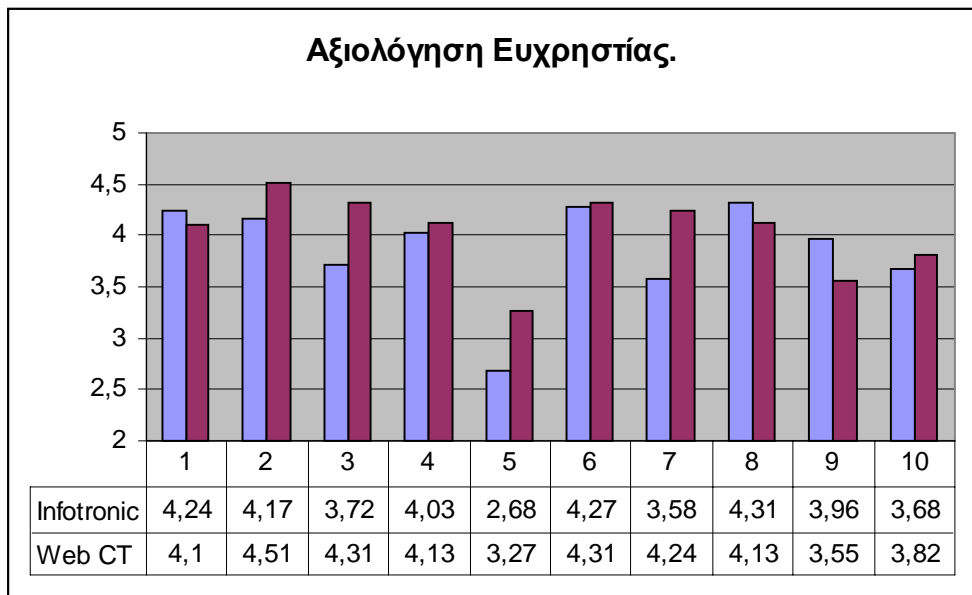
¹ Βλέπε εξήγηση των συμβόλων του πίνακα στο Παράρτημα Β

Οι φοιτητές στην αξιολόγηση των δύο συστημάτων με τις απαντήσεις που έδωσαν στους 10 ευρετικούς κανόνες αποτίμησαν ως καλύτερο σύστημα το WebCT με μέση τιμή 4,05 έναντι 3,82 του Infotronic (μέση διαφορά 5,76%). Λόγω του σχετικά μεγάλου δείγματος μάλιστα τα συμπεράσματα απεδείχθη ότι είναι στατιστικά σημαντικά με πιθανότητα $P=99,41\%$.

	N	M.O	sdev	S.E.M	Min	Max	#ερωτ.
Infotronic	44	3,82	0,41	0,34	2,83	3,91	440
Web CT	44	4,05	0,42	0,26	3,25	4,85	440

$P(t)=0,0059$ / $t=2,574$ / $Mdiff=0,2305$ / 95% Περιθώρια εμπιστοσύνης διαφοράς 0,05246-0,4085

Πίνακας 2*. Συνοπτική παρουσίαση αξιολόγησης ευχρηστίας.



Εικόνα 3*. Συγκριτική απεικόνιση της αξιολόγησης ευχρηστίας Infotronic και WebCT.

5. Συμπεράσματα

Δύο διαφορετικά περιβάλλοντα από απόσταση εκπαίδευσης με σημαντικές διαφορές στο σχεδιασμό και το μοντέλο πλοήγησης (Infotronic, WebCT) αξιολογήθηκαν σε αντιπαράθεση. Στόχος της αξιολόγησης ήταν αφενός να μελετηθεί η επίδραση του περιβάλλοντος από απόσταση εκπαίδευσης στη μάθηση, αφετέρου δε να διερευνηθεί η συσχέτιση μεταξύ της ευχρηστίας των συστημάτων και της επίδοσης των φοιτητών. Τα συμπεράσματα από το πείραμα αυτό είναι τα εξής:

(α) Ο βαθμός επηρεασμού των φοιτητών από την χρήση ηλεκτρονικού μέσου εξετάστηκε μετά από αντιπαράθεση της επίδοσης δύο ομοειδών ομάδων φοιτητών (τυχαία επιλεγμένο δείγμα) που χρησιμοποίησαν (α) το περιβάλλον από-απόσταση-εκπαίδευσης WebCT και (β) το παραδοσιακό περιβάλλον χαρτί/μολύβι. Στον Πίνακα 3 φαίνονται τα αποτελέσματα του σκέλους αυτού του πειράματος. Όπως φαίνεται από τον πίνακα, δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά στην επίδοση των δύο ομάδων, αν και ο αριθμός των συμμετεχόντων στο πείραμα αυτό δεν είναι μεγάλος ώστε να μπορούμε εκ του ασφαλούς να γενικεύσουμε το συμπέρασμα αυτό. Όμως ο χρόνος που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση του τεστ από την ομάδα (α) ήταν κατά 25% μεγαλύτερος από ότι από την ομάδα (β), ένδειξη της έλλειψης εξοικείωσης με το ηλεκτρονικό περιβάλλον σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο αλληλεπίδρασης με ερωτηματολόγια.

	N	M.O	sdev	S.E.M	Min	Max	#ερωτ.
Χαρτί-μολύβι	12	7,53	0,67	0,19	6,5	7,45	360
Web CT	21	7,77	0,75	0,16	6,4	9,7	604
P(t)=0,3604 /t=0,92/ Mdiff=0,2452/ 95% Περιθώρια εμπιστοσύνης διαφοράς -0,7840-0,2935							

Πίνακας3*. Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων πειράματος σύγκρισης ηλεκτρονικού και παραδοσιακού μέσου.

(β) Παρατηρείται σε όλα τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν (βλέπε πίνακα 1) συστηματική συσχέτιση μεταξύ της ευχρηστίας των συστημάτων ΑΑΕ, όπως μετρήθηκε με βάση τα ερωτηματολόγια αξιολόγησης που συμπλήρωσαν οι φοιτητές και της επίδοσης των φοιτητών. Δηλαδή φαίνεται να προκύπτει μια στατιστικώς σημαντική ένδειξη συσχέτισης μεταξύ της ευχρηστίας κάθε συστήματος και της επίδοσης των φοιτητών με βάση τα πειράματα που περιγράφονται, παρ'όλο που και τα δύο συστήματα κρίθηκαν με υψηλό βαθμό στο τομέα αυτό.

Το συμπέρασμα αυτό είναι γενικεύσιμο στα πλαίσια συνιστωσών λογισμικού που υποστηρίζουν την αξιολόγηση από απόσταση και εντάσσονται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα από απόσταση εκπαίδευσης. Είναι γνωστό ότι η συσχέτιση μεταξύ ευχρηστίας και εκπαιδευτικής αξίας ενός λογισμικού δεν είναι εύκολα καθορισμένο μέγεθος. Μάλιστα έχουν διατυπωθεί απόψεις που ισχυρίζονται ότι η ευχρηστία είναι δευτερεύων δείκτης ποιότητας εκπαιδευτικού λογισμικού, σε αντίθεση με άλλα διαδραστικά συστήματα [Mayes96, Jones 99]. Όμως υπό τις δεδομένες συνθήκες του πειράματος αυτού, όπου οι φοιτητές είχαν εντός περιορισμένου χρόνου να κατανοήσουν ερωτήματα, να αναστοχαστούν, και να επιλέξουν τις πιο κατάλληλες απαντήσεις, δηλαδή να εκτελέσουν σύνθετες γνωσιακές λειτουργίες, η ευχρηστία ενός συστήματος φαίνεται να είναι κρίσιμος παράγοντας που διαμορφώνει την αποτελεσματικότητα του μέσου και την αξιοπιστία της αξιολόγησης. Η σημασία της ευχρηστίας, όπως αυτή εκφράζεται ως διαφάνεια της διεπιφάνειας χρήσης, ομοιομορφίας ανάδρασης και πλοήγησης, συνέπεια στην ορολογία και συμβολισμούς κλπ, δηλαδή ευκολία χρήσης, στο δεδομένο πλαίσιο είναι μεγάλη. Γενικά η επίδραση της ευχρηστίας συστημάτων στη λειτουργία της μάθησης για άτομα με διαφορετικά γνωστικά επίπεδα, διαφορετικό βαθμό εξοικείωσης με υπολογιστές, διαφορετική στάση απέναντι στη τεχνολογία και διαφορετικό κίνητρο εκπαίδευσης με ηλεκτρονικά μέσα, πιστεύεται ότι παρουσιάζει διακυμάνσεις, αποτελεί δε ένα σημαντικό θέμα μελέτης.

Επίσης θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι οι φοιτητές που έλαβαν μέρος στο πείραμα δεν είχαν αρκετό χρόνο να εξοικειωθούν με τις ιδιοσυγκρασίες των συστημάτων, αφού χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά το περιβάλλον αξιολόγησης, και συνεπώς η ευχρηστία του έπαιξε ακόμη πιο σημαντικό ρόλο υπό τις συνθήκες αυτές.

Ακόμη θα πρέπει να παρατηρηθεί από τον πίνακα 1, ότι το σύστημα που αξιολογήθηκε ως το σχετικά πιο δύσχρηστο (Infotronic) παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερη τυπική απόκλιση στη καμπύλη βαθμολόγησης της επίδοσης των φοιτητών. (1,024 , 1,22 και 1,28 έναντι 0,75 , 0.74 και 0,92 , διαφορά 36,53%, 64,8% και 39,13% αντίστοιχα). Ποιοτικά, μεγαλύτερη τυπική απόκλιση στην απόδοση των φοιτητών σημαίνει μεγαλύτερη αστάθεια στην αξιολόγηση τους (μεγάλο εύρος τιμών αποτελεσμάτων καθώς και αύξηση του βαθμού αναξιπιστίας των αποτελεσμάτων σε σχέση με τη πραγματική εικόνα του φοιτητή).

(γ) Ένα γενικό συμπέρασμα αφορά την επίδραση του περιβάλλοντος στη μαθησιακή διαδικασία και τη σημασία συστηματικής αξιολόγησης περιβαλλόντων από απόσταση εκπαίδευσης. Είναι φανερό από τα πειράματα που περιγράφηκαν ότι το περιβάλλον φαίνεται να επηρεάζει την μαθησιακή διαδικασία. Ενώ από εκπαιδευτικής σκοπιάς το υλικό που περιλάμβαναν τα δύο εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πανομοιότυπο, το αποτέλεσμα στις δύο ομάδες φοιτητών ήταν διαφορετικό και άμεσα συσχετιζόμενο με την ευχρηστία των

αντίστοιχων συστημάτων. Συνεπώς οι εκπαιδευτικοί που σχεδιάζουν και αξιολογούν συστήματα θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τις πιθανές δυσκολίες των φοιτητών που οφείλονται στον παράγοντα ευχρηστίας των συστημάτων αυτών.

Αναφορές

- [Alexander 95] S. Alexander, (1995). Teaching and learning on the World Wide Web. In R. Debreceny & A. Ellis (Eds.), *Ausweb95: Innovation and Diversity*, (pp. 93-99). Ballina, New South Wales: Norsesearch Limited. URL : <http://www.scu.edu.au/ausweb95/papers/education2/alexander>
- [Avouris99] N. Avouris, N. Tselios, *The Infotronic Distance Learning Module, CBT Kernel Final Report*, Leonardo Programme, Patras 1999.
- [Becker 94] D. Becker, & M. Dwyer (1994). Using hypermedia to provide learner control, *J. of Educational Multimedia and Hypermedia*, 3(2), pp. 155-172.
- [Eklund 95] J. Eklund, (1995). Cognitive models for structuring hypermedia and implications for learning from the World Wide Web. In R. Debreceny & A. Ellis (Ed.), *Ausweb95: Innovation and Diversity*, (pp. 111-117). Ballina, New South Wales: Norsesearch Limited. URL : <http://www.scu.edu.au/ausweb95/papers/hypertext/eklund/index.html>
- [Fitzelle 96] G. Fitzelle, W. Trochim (1996) Survey Evaluation of Web Site Instructional Technology: Does it Increase Student Learning? 1996. Url : <http://trochim.human.cornell.edu/webeval/webeval.htm>
- [Goldberg 96] M.W. Goldberg, S. Salari, P. Swoboda *World Wide Web - Course Tool: An Environment for Building WWW-Based Courses*, 5th Int. World Wide Web Conference, 1996, Paris, France URL: http://www5conf.inria.fr/fich_html/papers/P29/Overview.html
- [Mayes 99] J.T. Mayes, C.J. Fowler, *Learning technology and usability: a framework for understanding courseware, Interacting with computers* (1999), 485-497.
- [Jones 99] A. Jones, E. Scanlon, C. Tosunoglu, E. Morris, S. Ross, P. Butcher, J. Greenberg *Contexts for evaluating educational software, Interacting with Computers* (1999) 499-516.
- [Kirkpatrick 94] D. Kirkpatrick, (1994). *Evaluating Training Programs*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- [Levi 98] M. Levi, F. Conrad (1998) A Heuristic Evaluation of a world wide web prototype. Bureau of Labor Statistics U.S. Url http://stats.bls.gov/ore/htm_papers/st960160.htm
- [Molich 1999] Molich, R., Thomsen, A. D., Karyukina, B., Schmidt, L., Ede, M., van Oel, W., and Arcuri, M. 1999. Comparative evaluation of usability tests. *Proceedings of ACM CHI'99 Conference on Human Factors in Computing Systems, Panels* (May 1999), pp. 83-86.
- [Mayes 96] T. Mayes, *Why Learning is not just another kind of work*, Proc. on Usability and Educational Software design, BCS HCI, London, December 1996.
- [Nielsen 94] J. Nielsen, *Usability Engineering*, Academic Press, London 1993.
- [Nielsen 92] Nielsen, J. 1992, Finding usability problems through heuristic evaluation. *Proceedings ACM CHI'92 Conference* (Monterey, CA, May 3-7): 373-380.
- [Nielsen 00] J. Nielsen, *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*, New Riders Publishing, Indianapolis 2000.
- [Solomos 99] K. Solomos, N.M. Avouris, *Learning from Multiple collaborating intelligent tutors: An agent-based approach*, *Journal of Interactive Learning Research*, vol 10, (3), pp. 235-242, 1999.
- [Thuring 95] M. Thuring, J. Mannemann, & J. Haake, (1995). *Hypermedia and cognition: Designing for comprehension*. *Communications of the ACM*, 38(8), 57-66.
- [Tognazzini 92] B. Tognazzini (1992). *Tog on Interface*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Παράρτημα Α. Οι 10 κανόνες ευρετικής αξιολόγησης.

- (1) Παρέχει το σύστημα συνεχώς κατάλληλη ανάδραση της κατάστασης του σε εύλογο χρόνο;
- (2) Χρησιμοποιείται απλή και κατανοητή γλώσσα και εικονικές και συμβολικές αναπαραστάσεις που είναι προσαρμοσμένες στο νοητικό επίπεδο του χρήστη ;
- (3) Παρέχεται δυνατότητα ελέγχου και ελευθερία κίνησης στον χρήστη, π.χ. δυνατότητα αναίρεσης εσφαλμένης ενέργειας (undo) ;
- (4) Υπάρχει συνέπεια στην χρήση ορολογίας επιλογών, σημασιολογία συμβόλων κλπ, σε όλη τη διεπιφάνεια χρήστη;
- (5) Το σύστημα προστατεύει τον χρήστη από πιθανά σφάλματα;

- (6) Γίνεται προσπάθεια ελαχιστοποίησης του μνημονικού φορτίου του χρήστη, περιορίζονται στο ελάχιστο όσα ο χρήστης πρέπει να θυμάται;
- (7) Το σύστημα προσαρμόζεται στις ανάγκες των πεπειραμένων χρηστών, παρέχοντας συντομεύσεις σε συχνές ακολουθίες ενεργειών;
- (8) Το σύστημα χαρακτηρίζεται από καλαισθησία και μινιμαλισμό στην παρεχόμενη πληροφορία ώστε να αποφεύγεται σύγχυση του χρήστη;
- (9) Τα μηνύματα σε περίπτωση σφάλματος είναι σαφή και κατανοητά και προτείνουν διέξοδο από το σφάλμα;
- (10) Η παρεχόμενη βοήθεια και εγχειρίδια χρήσης είναι σύντομα και περιεκτικά, και εστιάζουν σε εργασίες του χρήστη αντί για λειτουργίες του συστήματος;

Παράρτημα Β (επεξήγηση συμβόλων πινάκων 1-3)

N : αριθμός συμμετεχόντων στο πείραμα.

M.O: Μέσος όρος / **sdev** : standard deviation τυπική απόκλιση / **s.e.m** : standard error of mean τυπικό λάθος μέσου όρου / **Min** : Ελάχιστο / **Max** : μέγιστο / **#ερωτ.**: συνολικός αριθμός απαντήσεων / **P(t)**: πιθανότητα εφαρμογής null hypothesis σε σύγκριση δύο δειγμάτων, αν $P(t) < .05$ η null Hypothesis απορρίπτεται και συνεπώς οι 2 πληθυσμοί που εξετάζουμε με t test διαφέρουν / **t**: στατιστικός όρος που εκφράζει το βαθμό διαφοροποίησης 2 κατανομών Gauss / **Mdiff**: διαφορά μέσων όρων. / **95%** **Περιθώρια εμπιστοσύνης διαφοράς**: στατιστική εκτίμηση για το που κυμαίνεται η διαφορά του 95% των πληθυσμών των 2 προς σύγκριση δειγμάτων.