

**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



Ευθύμιος Αλέπης

Συναισθηματική ευφυΐα σε αντικειμενοστρεφή
πολυτροπικά συστήματα διεπαφής για κινητή και
ηλεκτρονική μάθηση

Θέση διατριβής

Πειραιάς 2009

Αφιερωμένο στην Χριστίνα,

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Πρόλογος..... | 4 |
| Δημοσιεύσεις..... | 10 |
| Κεφάλαια | |
| 1. Εισαγωγή..... | 14 |
| 1.1. Ερευνητικό πεδίο | |
| 1.1.1. Λογισμικό για κινητές συσκευές | |
| 1.1.2. Συναισθηματική νοημοσύνη | |
| 1.1.3. Εξατομικευμένο εκπαιδευτικό λογισμικό | |
| 1.2. Γενική περιγραφή του συστήματος (Affective MMT) | |
| 1.2.1. Εκπαιδευτικό λογισμικό για κινητές συσκευές MMT | |
| 1.2.2. Αξιολόγηση του MMT | |
| 1.2.3. Δι-τροπική αναγνώριση συναισθήματος σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα Affective MMT | |
| 1.2.4. Αξιολόγηση του Affective MMT | |
| 1.2.5. Επέκταση των συστημάτων για άτομα με ειδικές ανάγκες | |
| 1.3. Πρόγραμμα ενίσχυσης ερευνητικού δυναμικού (ΠΕΝΕΔ 2003) | |
| 1.4. Δομή της διατριβής | |
| 2. Ανασκόπηση πεδίου..... | 51 |
| 2.1. Εκπαιδευτικό λογισμικό | |
| 2.1.1. Ευφυή συστήματα διδασκαλίας | |
| 2.1.2. Εκπαιδευτικό λογισμικό για άτομα με ειδικές ανάγκες ΑΜΕΑ | |
| 2.1.3. Συγγραφικά εργαλεία | |
| 2.1.4. Ηλεκτρονική και κινητή μάθηση | |
| 2.2. Μοντελοποίηση χρηστών | |
| 2.2.1. Μηχανισμοί συμπερασμού για το χρήστη | |
| 2.2.2. Στερεότυπα χρηστών | |
| 2.3. Κινητή τεχνολογία λογισμικού | |
| 2.3.1. Τεχνολογία | |
| 2.3.2. Εφαρμογές | |
| 2.4. Συναισθηματική ευφυΐα στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή | |
| 2.4.1. Εμπειρικές μελέτες σε ανθρώπους για συναισθηματική ευφυΐα | |
| 2.4.2. Πολύ-τροπικά συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων | |
| 2.4.3. Παραγωγή συναισθήματος-Αναγνώριση συναισθήματος | |
| 2.5. Πολυκριτήρια θεωρία λήψης αποφάσεων | |
| 2.6. Συνέργια με άλλη διατριβή του ΠΕΝΕΔ 2003 | |
| 2.6.1. Συνέργια με άλλη διατριβή | |
| 2.6.2. Συνεισφορά με άλλη διατριβή | |
| 2.6.3. Συμπεράσματα συνέργιας με άλλη διατριβή | |
| 2.7. Συμπεράσματα | |
| 3. Εκπαιδευτικό πολυμεσικό σύστημα – συγγραφικό εργαλείο με κινητά χαρακτηριστικά και δυνατότητες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης Affective MMT | 94 |
| 3.1. Εισαγωγή | |
| 3.2. Παρουσίαση του συστήματος | |
| 3.3. Συγγραφικό εργαλείο με κινητά χαρακτηριστικά | |
| 3.4. Προσθήκη συναισθηματικής αλληλεπίδρασης | |
| 3.5. Επέκταση για άτομα με ειδικές ανάγκες | |
| 3.5.1. Λογισμικό για άτομα με κινητικά προβλήματα | |
| 3.5.2. Λογισμικό για άτομα με προβλήματα όρασης | |
| 3.5.3. Λογισμικό για δυσλεξικά άτομα | |

| | |
|---|-----|
| 3.6. Συμπεράσματα | |
| 4. Κινητά χαρακτηριστικά σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και συγγραφικά εργαλεία..... | 134 |
| 4.1. Εισαγωγή | |
| 4.2. Κινητή, ασύρματη αλληλεπίδραση σε εκπαιδευτικό λογισμικό | |
| 4.3. Αρχιτεκτονική κινητών συστημάτων αλληλεπίδρασης και θεωρητικό υπόβαθρο | |
| 4.4. Αξιολογήσεις κινητών χαρακτηριστικών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα | |
| 5. Μελέτες αξιολόγησης κινητής ασύρματης διαδικτυακής εκπαίδευσης (m-learning).... | 158 |
| 5.1. Εισαγωγή | |
| 5.2. Αξιολόγηση των κινητών δυνατοτήτων από τη μεριά των εκπαιδευτών | |
| 5.3. Αξιολόγηση των κινητών δυνατοτήτων από τη μεριά των μαθητών | |
| 6. Εμπειρικές μελέτες για αναγνώριση συναισθήματος μέσω πληκτρολογίου και μικροφώνου..... | 170 |
| 6.1. Εισαγωγή | |
| 6.2. Περιγραφή εμπειρικών μελετών | |
| 6.3. Ανάλυση δεδομένων από το πληκτρολόγιο | |
| 6.4. Ανάλυση δεδομένων από το μικρόφωνο | |
| 6.5. Συνδυασμός δεδομένων εμπειρικών μελετών | |
| 7. Συναισθηματική ευφυΐα σε δι-τροπικό αντικειμενοστρεφές περιβάλλον αλληλεπίδρασης..... | 183 |
| 7.1. Εισαγωγή | |
| 7.2. Εκπαιδευτικοί βοηθοί για παραγωγή συναισθημάτων | |
| 7.3. Φιλτράρισμα δεδομένων εισόδων διεπαφής για αναγνώριση συναισθήματος | |
| 7.4. Αντικειμενοστρεφής αρχιτεκτονική συστήματος διεπαφής για πολύ-τροπική αναγνώριση συναισθημάτων | |
| 7.5. Συμπεράσματα | |
| 8. Λήψη απόφασης πολλαπλών κριτηρίων για αναγνώριση συναισθήματος..... | 205 |
| 8.1. Διαδικασία λήψης αποφάσεων για αναγνώριση συναισθήματος | |
| 8.2. Προσδιορισμός κριτηρίων για αναγνώριση συναισθήματος | |
| 8.3. Κριτήρια σε σχέση με τις ενέργειες χρηστών | |
| 8.3.1. Ενέργειες χρηστών κατά την αλληλεπίδραση | |
| 8.3.2. Ενέργειες χρηστών σε εκπαιδευτικό περιβάλλον | |
| 8.4. Κριτήρια σε σχέση με τους τρόπους αλληλεπίδρασης | |
| 9. Στερεότυπα χρηστών και τρόποι αλληλεπίδρασης για αναγνώριση συναισθημάτων...219 | |
| 9.1. Εισαγωγή | |
| 9.2. Εμπειρική μελέτη για προσδιορισμό στερεοτύπων χρηστών | |
| 9.3. Σχεδιασμός των στερεοτύπων χρηστών | |
| 10. Συνδυασμός στερεοτύπων με θεωρία λήψης αποφάσεων για αναγνώριση συναισθημάτων χρηστών..... | 230 |
| 10.1. Εισαγωγή | |
| 10.2. Θεωρία λήψης απόφασης πολλαπλών κριτηρίων SAW | |
| 10.3. Πολύ-επίπεδα στερεότυπα για αναγνώριση συναισθημάτων | |
| 10.4. Ενσωμάτωση θεωρίας λήψης αποφάσεων | |
| 10.5. Συμπεράσματα | |
| 11. Συμπεράσματα και συνεισφορά στην έρευνα..... | 252 |
| 11.1. Συνεισφορά στη κινητή τεχνολογία λογισμικού - Συμπεράσματα | |
| 11.2. Συνεισφορά στη συναισθηματική αλληλεπίδραση - Συμπεράσματα | |
| 11.3. Εμπειρικές μελέτες - Αξιολογήσεις | |
| 11.4. Πρωτότυπη θεωρητική προσέγγιση | |
| 11.5. Μελλοντικές επεκτάσεις | |
| Βιβλιογραφία..... | 272 |

Πρόλογος

Η έρευνα που διεξήχθη στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής ξεκίνησε το Φεβρουάριο του 2003 και ολοκληρώθηκε το Φεβρουάριο του 2009 στο τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Η πρόταση της διατριβής κρίθηκε άξια υποτροφίας και εντάχθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Ενίσχυσης Ερευνητικού Δυναμικού (ΠΕΝΕΔ 2003) για το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» (ΕΠΑν) και συγκεκριμένα στον Άξονα 8 (Ανθρώπινοι Πόροι) και στο ΜΕΤΡΟ 8.3 που αναφέρεται στην Ανάπτυξη του Ανθρώπινου Ερευνητικού και Τεχνολογικού Δυναμικού. Η χρηματοδότηση της διατριβής έγινε από την Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Ανάπτυξης, ενώ άμεση συμμετοχή στο εν λόγω ΠΕΝΕΔ είχε και η εταιρεία Ericsson. Στο πλαίσιο του ΠΕΝΕΔ υπήρξε επιπλέον συνέργια της διατριβής με τη διατριβή της κυρίας Ιωάννας-Ουρανίας Σταθοπούλου.

Το πεδίο της κινητής τεχνολογίας λογισμικού αποτελεί σημαντικό ερευνητικό στόχο της διατριβής, με βασική επικέντρωση στην παροχή εκπαιδευτικού λογισμικού και συγγραφικών εργαλείων για εκπαιδευτές. Το προκύπτον σύστημα «Mobile Tutor» ενσωματώνει μηχανισμούς συλλογιστικής σε σχέση με τους χρήστες, όπως η μοντελοποίηση των χρηστών, καθώς και τεχνικές προσαρμοστικότητας (adaptivity) στον χρήστη και στο περιβάλλον λειτουργίας της εκάστοτε κινητής συσκευής. Η ενσωμάτωση των ευφυών αυτών μηχανισμών στην κινητή τεχνολογία λογισμικού αποτελεί σημαντική καινοτομία και συνεισφορά αυτής της διατριβής. Η προσαρμοστικότητα του συστήματος στο περιβάλλον της εκάστοτε διεπαφής είναι ιδιαίτερης σημασίας, αφού επιτρέπει την προσαρμογή

της παρουσίασης της μεταδιδόμενης πληροφορίας ανάλογα με τη κινητή συσκευή του κάθε χρήστη.

Κύρια ενότητα της διατριβής αποτελεί το πεδίο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, με απώτερο στόχο την εν δυνάμει ενσωμάτωση του πεδίου αυτού στην κινητή τεχνολογία λογισμικού. Η συναισθηματική αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή περιλαμβάνει την αναγνώριση των συναισθημάτων των χρηστών από τους υπολογιστές, καθώς και την παραγωγή συναισθηματικών καταστάσεων από την πλευρά του υπολογιστή, μέσω βοηθών-πρακτόρων. Τόσο η παραγωγή, όσο και η αναγνώριση συναισθηματικών καταστάσεων μελετήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, ενώ ενισχύθηκε και η πεποίθηση και η σημασία της αλληλοσύνδεσης και αλληλεξάρτησής τους.

Η αναγνώριση ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή απασχολεί κατά την τελευταία δεκαετία όλο και περισσότερους επιστήμονες της πληροφορικής. Το ανθρώπινο συναίσθημα θεωρείται πλέον ότι σχετίζεται άμεσα με την ευφυΐα καθώς και με πολλές γνωστικές διαδικασίες που αφορούν τον άνθρωπο και τον τρόπο σκέψης του. Ο άνθρωπος από τη φύση του αλληλεπιδρά συναισθηματικά σε οποιαδήποτε μορφή επικοινωνίας του και είναι σημαντικό να έχει τέτοιου είδους επικοινωνία και με τους υπολογιστές. Ιδιαίτερα όμως στο εκπαιδευτικό λογισμικό, η αλληλεπίδραση χρήστη-υπολογιστή είναι πολύ μεγάλης σημασίας, αφού ο στόχος είναι η ουσιαστική εκμάθηση του χρήστη. Η δυνατότητα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης σε ένα περιβάλλον εκπαιδευτικού λογισμικού μπορεί να προσδώσει ακόμα μεγαλύτερα οφέλη, σε σχέση με την αποδοτικότερη και ουσιαστικότερη εκμάθηση, την μεγαλύτερη κατανόηση του πεδίου διδασκαλίας από τον χρήστη, τον καλύτερο προσδιορισμό των εκπαιδευτικών στόχων για κάθε χρήστη, την εξατομικευμένη διδασκαλία μέσω υπολογιστή, κ.λπ.

Η μεγαλύτερη έρευνα στο πεδίο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή διεξάγεται στις μέρες μας στο MIT (Massachusetts Institute of Technology) της Αμερικής με πλήθος από διακεκριμένους επιστήμονες πληροφορικής ως μέλη της ερευνητικής ομάδας. Η ερευνητική αυτή ομάδα προχώρησε σε πλήθος καινοτόμων ερευνών στο χώρο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Ωστόσο κατέληξε σε κάποια ανοιχτά, σημαντικά προβλήματα που αφορούν στο χώρο της αναγνώρισης συναισθήματος και στα οποία μέχρι σήμερα δεν έχουν δοθεί ικανοποιητικές λύσεις. Μερικά από τα σημαντικότερα προβλήματα στα οποία καταλήγουν οι έρευνές τους, αλλά και γενικότερα οι έρευνες από τους επιστήμονες του κλάδου ανά τον κόσμο, συνοψίζονται ως εξής: Για να έχουμε όσο το δυνατόν πιο επιτυχή αναγνώριση ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή πρέπει να λάβουμε υπόψη δεδομένα και πληροφορίες από πολλές διεπαφές (τρόπους αλληλεπίδρασης, modalities) και κυρίως να βρούμε έναν αποδοτικό τρόπο να τα συνδυάσουμε. Είναι μεγάλης σημασίας η μέθοδος της παρατήρησης του χρήστη, ώστε ο υπολογιστής να μην επεμβαίνει, αλλοιώνοντας την πραγματική συναισθηματική του κατάσταση. Τέλος, η πλήρης κατανόηση των συναισθημάτων των ανθρώπων από υπολογιστή φαίνεται να είναι εξαιρετικά πολύπλοκη και να υπόκειται σε πάρα πολλές διαφοροποιήσεις.

Μέχρι στιγμής, τα περισσότερα συστήματα επεξεργάζονταν μονο-τροπικά δεδομένα αλληλεπίδρασης. Όμως, οι πλέον καινοτόμες έρευνες αφορούν πολύ-τροπικά δεδομένα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης, χωρίς ωστόσο να έχει προταθεί κάποιος ιδανικός ή βέλτιστος τρόπος συνδυασμού των δεδομένων. Πάντως, ακόμα και τα συστήματα που ασχολούνται με δι-τροπικά συστήματα διεπαφής φαίνεται να εστιάζουν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους στη χρήση βιο-σημάτων (bio-signals). Τα βιο-σήματα αφορούν βιολογικά δεδομένα των ανθρώπων και στο μεγαλύτερο μέρος τους απαιτούν μεγάλη

επέμβαση στη ψυχοσύνθεση του παρατηρούμενου. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι ο παρατηρούμενος πρέπει να είναι καλωδιωμένος και συνδεδεμένος με διάφορα συστήματα διεπαφής, τα οποία να παρατηρούνε τα βιολογικά του σήματα, όπως η πίεση του αίματος του, οι παλμοί της καρδιάς του, η εφίδρωση του δέρματός του, κ.λπ.

Η παρούσα προσέγγιση στο θέμα της αναγνώρισης συναισθήματος από υπολογιστή εστιάζει στην ανάπτυξη καινοτόμων δι-τροπικών συναισθηματικών συστημάτων διεπαφής με τους χρήστες χωρίς να γίνεται αντιληπτή η παρατήρησή τους από το σύστημα. Συγκεκριμένα συνδυάζει δεδομένα από δύο τρόπους αλληλεπίδρασης, μέσω του πληκτρολογίου και του μικροφώνου, ενώ κατά τη συνέργια της διατριβής με τη διατριβή της κ. Ιωάννας Ουρανίας Σταθοπούλου έχει διερευνηθεί και η προσθήκη οπτικών δεδομένων από κάμερα. Σε όλες τις περιπτώσεις συλλογής δεδομένων, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ελαχιστοποίηση της επέμβασης για την παρατήρηση του χρήστη, κάτι το οποίο έχει αμεληθεί αρκετά από τις υπάρχουσες ερευνητικές προσεγγίσεις του πεδίου. Επιπλέον, για τη σωστή ανάλυση των απαιτήσεων του προβλήματος διεξήχθησαν πολλαπλές εμπειρικές μελέτες σε ανθρώπους, χρήστες λογισμικού. Με τη βοήθεια των εμπειρικών μελετών προσδιορίστηκαν στερεότυπα χρηστών, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε βελτίωση των δυνατοτήτων αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή. Οι πολυτροπικές πληροφορίες από τα συστήματα διεπαφής συνδυάζονται σύμφωνα με την προτεινόμενη προσέγγιση μέσω μιας πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων, ενώ τα δεδομένα των διεπαφών παρουσιάζονται και δομούνται με βάση το αντικειμενοστρεφές μοντέλο. Σύμφωνα με το αντικειμενοστρεφές μοντέλο, οι τρόποι αλληλεπίδρασης μοντελοποιούνται ως αντικείμενα, ενώ τα δεδομένα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης αποτελούν ιδιότητες αυτών. Τόσο ο συνδυασμός των δι-τροπικών δεδομένων με τη χρήση πολυκριτήριων θεωριών

λήψης αποφάσεων και στερεοτύπων, όσο και η δόμηση των πολυτροπικών πληροφοριών με βάση το αντικειμενοστρεφές μοντέλο αποτελούν πρωτότυπη έρευνα στο χώρο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης και ιδιαίτερη συνεισφορά στο πεδίο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης.

Η διατριβή περιλαμβάνει μελέτες αξιολόγησης. Οι αξιολογήσεις τόσο στο πεδίο της κινητής τεχνολογίας λογισμικού, όσο και στη συναισθηματική αλληλεπίδραση, οι οποίες επιβεβαιώνουν τη σημασία και την αξία των προσεγγίσεων. Παράλληλα, οι μελέτες αυτές υποδεικνύουν σημαντικές βελτιώσεις που έχουν επιτευχθεί στην αναγνώριση συναισθημάτων με την προσθήκη των συνδυασμένων πολυτροπικών δεδομένων, έναντι μονο-τροπικών δεδομένων. Το προκύπτον τελικό σύστημα ονομάζεται Affective Mobile Tutor και περιλαμβάνει αναγνώριση-παραγωγή συναισθημάτων, καθώς και υποστήριξη επικοινωνίας μέσω κινητών συσκευών. Ωστόσο, η πραγματοποίηση της ασύρματης επικοινωνίας και της αναγνώρισης ανθρώπινων συναισθημάτων σε πραγματικό χρόνο (real time), παραμένει ένα ανοιχτό ερευνητικό θέμα, αφού κυρίως από τεχνολογικής άποψης, κάτι τέτοιο δεν είναι ακόμα εφικτό.

Έναυσμα για την εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής, έδωσε η προπτυχιακή εργασία του συγγραφέα της διατριβής (Σεπτέμβριος 2002), στο τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιά, υπό την εποπτεία της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας κυρίας Μαρίας Βίρβου. Η κυρία Βίρβου, αφού καθοδήγησε αρχικά την όλη διεξαγωγή της προπτυχιακής εργασίας, στη συνέχεια πρότεινε την επέκτασή της, στο πλαίσιο μιας διδακτορικής διατριβής. Το σύστημα της προπτυχιακής εργασίας, «Mobile aspects in authoring and tutoring in the context of educational software», παρουσιάστηκε και βραβεύτηκε από την εταιρεία Ericsson (6th Ericsson Awards of Excellence in Telecommunications) το Μάιο του 2003.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου, κυρία Μαρία Βίρβου. Η ιδέα και η προτροπή για την εκπόνηση της παρούσας διατριβής αποδίδονται αποκλειστικά στην κυρία Μαρία Βίρβου, ενώ ήταν μεγάλη η συμβολή της και στη συνέχιση της διατριβής μέχρι και την ολοκλήρωσή της, με τη διαρκή πολυεπίπεδη υποστήριξη της. Μεγάλης σημασίας υπήρξε και η συνεργασία μου με τον κύριο Γεώργιο Τσιχριντζή, αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος πληροφορικής στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Θα ήθελα επιπλέον να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κυρία Αικατερίνη Καμπάση, Καθηγήτρια Εφαρμογών με γνωστικό αντικείμενο "Πληροφορική-Τεχνολογία Λογισμικού" στο τμήμα τεχνολογίας περιβάλλοντος και οικολογίας στο ΤΕΙ Ζακύνθου, για την πολύτιμη βοήθειά και τις υποδείξεις της, αλλά και για την πολύ προσοδοφόρα συνεργασία μας, στο πλαίσιο του ΠΕΝΕΔ.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς μου επιτροπής, τον Καθηγητή κύριο Νικόλαο Αλεξανδρή και τον Καθηγητή κύριο Χρήστο Δουληγέρη, με τους οποίους συνεργάστηκα πολλές φορές κατά τα χρόνια εκπόνησης της διατριβής μου στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Ακόμα ευχαριστώ πολύ την Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, καθώς και την εταιρεία Ericsson, για την υποστήριξη της διατριβής, μέσω υποτροφίας, στο πλαίσιο του ΠΕΝΕΔ 2003.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και την αδελφή μου για την υποστήριξή τους και την πολύτιμη συμπαράστασή τους, όλα τα χρόνια της εκπόνησης της διατριβής. Χωρίς αυτούς δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της όλης προσπάθειας.

Δημοσιεύσεις

- (Α) Σε διεθνή περιοδικά μετά από πλήρη κρίση
 1. Virvou, M. & Alepis, E. (2004). *Mobile educational features in authoring tools for personalised tutoring*. Computers & Education, Volume 44, Issue 1, January 2005, Pages 53-68.
 2. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2007). *Development process of an affective bi-modal Intelligent Tutoring System*. Intelligent Decision Technologies, 1, pp. 1-10.
 3. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2009). *Mobile Education: Towards affective bi-modal interaction for adaptivity*, International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIm), to appear.

- (Β) Σε κεφάλαια βιβλίων μετά από πλήρη κρίση
 1. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2008). *Requirements Analysis and Design of an Affective Bi-Modal Intelligent Tutoring System: The Case of Keyboard and Microphone*. Studies in Computational Intelligence, Intelligent Interactive Systems in Knowledge-Based Environments, Volume 104/2008, pp. 9-24.
 2. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2008). *Affective Reasoning Based on Bi-modal Interaction and User Stereotypes*. Studies in Computational Intelligence, New Directions in Intelligent Interactive Multimedia, Volume 142/2008, pp. 523-532.
 3. Kabassi, K., Virvou, M. & Alepis, E. (2009). *Testing the Effectiveness of MBIUI Life-Cycle Framework for the Development of Affective Interfaces*. Communications in Computer and Information Science, Software and Data Technologies, Volume 22, pp. 159-171.
 4. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2009). *Knowledge Engineering Aspects of Affective Bi-Modal Educational Applications*. Communications in Computer and Information Science, E-business and Telecommunications, Volume 23, pp. 328-339.

- (Γ) Σε τόμους βιβλίων μετά από πλήρη κρίση
 1. Virvou, M., Tsihrintzis, G., Alepis, E., Stathopoulou I.O. & Kabassi, K., (2007) *Combining Empirical Studies of Audio-Lingual and Visual-Facial Modalities for Emotion Recognition*. In Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems – KES 2007, Lecture Notes in Artificial Intelligence,

- subseries of Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, Volume 4693/2007, Pages 1130-1137.
2. Alepis, E. & Virvou, M. (2006). *Emotional Intelligence: Constructing user stereotypes for affective bi-modal interaction*. In Lecture Notes in Computer Science: "Knowledge-based Intelligent Information and Engineering Systems", Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006, Volume 4251 LNAI - I, 2006, Pages 435-442.
 3. Alepis, E. & Virvou, M. (2006). *User modelling: An empirical study for affect perception through keyboard and speech in a bi-modal user interface*. In Lecture Notes in Computer Science: "Adaptive Hypermedia", Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006, Volume 4018 LNCS, 2006, Pages 338-341.
 - (Δ) Σε διεθνή συνέδρια μετά από πλήρη κρίση
1. Virvou M. & Alepis E. (2003). *Creating tutoring characters through a Web-based authoring tool for educational software*. In Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Volume 5, Pages 4884- 4889.
 2. Virvou M. & Alepis E. (2003). *Human-like characteristics by speaking animated agents in a web-based tutoring system*. In C. Stephanidis (ed.) Adjunct Proceedings of the 10th International Conference on Human Computer Interaction (HCII'2003), pp. 109-110.
 3. Virvou M. & Alepis E. (2003). *A mobile tutoring system for medicine*. In Proceedings of the 6th International Workshop on mathematical methods in scattering theory and biomedical engineering, 18-21 September, Tsepelovo, Greece, Pages 617-624.
 4. Virvou M. & Alepis E. (2004). *Educational Software for users suffering from Dyslexia* . In Proceedings of the International Conference on Information Communication Technologies in Education, 1-3 July, Samos, Greece, to appear.
 5. Virvou M. & Alepis E. (2004). *Mobile authoring and management of educational software applications: Usefulness and usability for teachers*. In Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA), 21-26 June, Lugano, Switzerland, pp. 5212-5217.
 6. Virvou M. & Alepis E. (2004). *Mobile versus desktop facilities for an e-learning system: users' perspective*. In Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 10-13 October, Hague, Netherlands, pp. 48-52.

7. Virvou M., Moundridou M., Tsiriga V., Kabassi K., Katsionis G., Manos K., Tourtoglou K., Alepis E. (2004). *Adaptive Hypermedia Research at the Department of Informatics, University of Piraeus*. In M. Grigoriadou, A. Raptis S. Vosniadou & H. Kinigos (eds.) proceedings of the 4th Hellenic Conference with International Participation "Information & Communication Technologies in Education", New Technologies Publications, pp. 511-513
8. Virvou M. & Alepis E. (2005). *Mobile user interfaces in support of the education of children with special needs*. In Proceedings of the 2005 11th International Conference on Human Computer Interaction, 22-27 July, Las Vegas, USA, to appear.
9. Virvou M. & Alepis E. (2005). *Mobile and electronic medical support and education for dyslexic students*. In Proceedings of the 2005 7th International Workshop on Mathematical Methods in Scattering Theory and Biomedical Engineering, 8-11 September, Greece, pp. 431-439.
10. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2006). Affective student modelling based on microphone and keyboard user actions. In Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) 2006, Netherlands, pp. 139 - 141.
11. Kabassi, K., Virvou, M. & Alepis, E. (2007). *Using MBIUI Life-Cycle Framework for an Affective Bi-Modal User Interface*. 2nd International Conference on Software and Data Technologies (ICSOFT 2007), pp. 40-47. Η εργασία αυτή επιλέχθηκε στις καλύτερες εργασίες (Best Papers) του συνεδρίου, ώστε σε εκτενέστερη έκδοση να αναδημοσιευθεί σε βιβλίο του οίκου Springer.
12. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2007). *Knowledge Engineering for Affective Bi-Modal Human-Computer Interaction*. International Conference on Signal Processing and Multimedia Applications (SIGMAP 2007), pp. 222-229, Η εργασία αυτή επιλέχθηκε στις καλύτερες εργασίες (Best Papers) του συνεδρίου, ώστε σε εκτενέστερη έκδοση να αναδημοσιευθεί σε βιβλίο του οίκου Springer.
13. Virvou M. & Alepis E. (2007). *An authoring tool that constructs tutoring personas for medical e-learning*. In Proceedings of the 2007 8th International Workshop on Mathematical Methods in Scattering Theory and Biomedical Engineering, 8-11 September, Greece, pp. 356-362.
14. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2008). *Multi-attribute decision making for affective bi-modal interaction in mobile devices*. SIGMAP 2008 - Proceedings of the International Conference on Signal Processing and Multimedia Applications, pp. 376-379.

15. Tsihrintzis, G., Virvou, M., Alepis, E. & Stathopoulou I.O. (2008). *Towards Improving Visual-Facial Emotion Recognition through Use of Complementary Keyboard-Stroke Pattern Information*. ITNG 2008, pp. 32-37.
16. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2008). *Knowledge Engineering for Affective Bi-Modal Interaction in Mobile Devices*. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Proceedings of the Eighth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering, Volume 180, pp. 305-314.
17. Virvou, M., Tsihrintzis, G. Alepis, E. & Stathopoulou I.O. (2008). *Designing a multi-modal affective knowledge-based user interface: combining empirical studies*. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Proceedings of the Eighth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering, Volume 180, pp. 250-259.
18. Alepis, E., Virvou, M. & Kabassi, K. (2008). *Mobile Education: Towards affective bi-modal interaction for adaptivity*. Digital Information Management, 2008. ICDIM 2008, Pages 51-56.
19. Tsihrintzis, G., Virvou, M., Stathopoulou I.O. & Alepis, E. (2008). *On improving visual-facial emotion recognition with audio-lingual and keyboard stroke pattern information*, Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, WI-IAT '08, Volume 1, pp. 810-816.
20. Alepis, E. & Virvou, M. (2009). *OCC for emotion generation in e-learning systems*, Webist '09, to appear.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Ερευνητικό πεδίο

1.1.1 Λογισμικό για κινητές συσκευές

Οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα των κινητών συσκευών συνοδεύονται από ταχύτατους ρυθμούς ανάπτυξης των τεχνολογιών και των υπηρεσιών που ενσωματώνουν. Οι ρυθμοί αυτοί συναγωνίζονται ή και ξεπερνούν σε πολλές περιπτώσεις τους αντίστοιχους ρυθμούς ανάπτυξης των προσωπικών υπολογιστών, τόσο λόγω του μεγάλου αριθμού δυνατοτήτων και ευκολιών που παρέχουν οι κινητές συσκευές στον σημερινό άνθρωπο, όσο και λόγω των τεράστιων οικονομικών οφελών που αποφέρουν στις εταιρείες και στην κοινωνία γενικότερα.

Οι προσωπικοί υπολογιστές (personal computers) έκαναν την εμφάνισή τους πριν από μερικές δεκαετίες. Στις μέρες μας, στη χώρα μας αλλά και στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης, αποτελούν αναπόσπαστο εργαλείο για τις περισσότερες δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις και υπηρεσίες. Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής υπηρεσίας Ελλάδος (www.statistics.gr) για το έτος 2008, ένα υψηλό ποσοστό Ελληνικών οικογενειών (58%) διαθέτει τουλάχιστον έναν προσωπικό υπολογιστή για λόγους ψυχαγωγίας, εκπαίδευσης ή εργασίας.

Την τελευταία δεκαετία, ωστόσο, έκαναν την εμφάνισή τους τα πρώτα κινητά τηλέφωνα (mobile phones). Έκτοτε, το ενδιαφέρον του κόσμου για τα κινητά τηλέφωνα υπήρξε τεράστιο και είχε ως άμεσο επακόλουθο τη ραγδαία εξέλιξη και εξάπλωση αυτών και των τεχνολογιών που τα συνοδεύουν. Σήμερα, όχι μόνο κάθε οικογένεια, αλλά σχεδόν και κάθε μέλος αυτής, διαθέτει τουλάχιστον μια κινητή συσκευή (mobile device). Ειδικότερα οι Έλληνες τα τελευταία χρόνια φαίνεται να έχουν τα πρωτεία σε ολόκληρη την Ευρώπη, τόσο στον αριθμό κινητών συσκευών ανά άτομο, όσο και στο χρόνο χρήσης κινητών συσκευών (δεδομένα 2008, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος). Σύμφωνα με την ίδια έρευνα, στις αρχές του τρέχοντος έτους (2008) το 89,4% του πληθυσμού στο νομό Αττικής εμφανίζεται να χρησιμοποιεί κινητό τηλέφωνο, ποσοστό το οποίο στα νεαρά άτομα, ηλικίας 16-25 ετών, πλησιάζει το 100%. Επιπροσθέτως, τα τελευταία χρόνια οι κινητές συσκευές έχουν ενσωματώσει τεχνολογίες και δυνατότητες φορητών προσωπικών υπολογιστών, διαθέτουν επεξεργαστή, μνήμη, αποθηκευτικά μέσα και οι περισσότερες από αυτές συμπληρώνονται από κάμερες λήψης φωτογραφιών και εγγραφής βίντεο, υψηλής ευκρίνειας και ποιότητας. Έτσι, όλο και περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν στις μέρες μας τα κινητά τηλέφωνα, όχι μόνο για να επικοινωνήσουν, αλλά και για να κάνουν χρήση των υπολοίπων δυνατοτήτων που αυτά παρέχουν.

Παράλληλα με την τεχνολογική εξέλιξη των προσωπικών υπολογιστών και των κινητών τηλεφώνων υπήρξε μεγάλη ανάγκη για την ανάπτυξη του αντίστοιχου λογισμικού (software) για την λειτουργία αυτών. Οι χρήστες αναζητούν συσκευές με υψηλές τεχνολογικές δυνατότητες, αλλά ταυτόχρονα ευφυή και προσαρμοστικά συστήματα διεπαφής χρηστών (adaptive user interfaces). Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι τα τελευταίας γενιάς κινητά τηλέφωνα διαθέτουν δικό τους λειτουργικό σύστημα και φέρουν την επωνομασία "smartphones" (έξυπνα τηλέφωνα). Τα τελευταία, μπορούν να ενσωματώσουν τεχνολογίες λογισμικού αντίστοιχες με αυτές των σύγχρονων προσωπικών υπολογιστών, όπως λογισμικό «έξυπνων» συστημάτων (Intelligent Systems) και τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence). Ένα νέο και ιδιαίτερης πολυπλοκότητας πεδίο της

τεχνητής νοημοσύνης είναι η συναισθηματική αλληλεπίδραση (Affective Computing), η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή συναισθημάτων από υπολογιστή, καθώς και την αναγνώριση συναισθημάτων σε χρήστες υπολογιστών.

Ωστόσο, όπως επισημαίνουν οι Maja Pantic και Leon J.M. Rothdrantz στο ειδικό τεύχος του «IEEE Transactions Human-Computer Multimodal Interface» (Pantic & Rothdrantz, 2003), παρόλο που η έρευνα έχει προχωρήσει αρκετά στην αναγνώριση φωνής και εικόνας, ο συνδυασμός των πληροφοριών για την αναγνώριση συναισθημάτων των χρηστών σε περιβάλλοντα υπολογιστικών μηχανών, δεν έχει προχωρήσει όσο θα μπορούσε. Αυτό βέβαια ισχύει σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό στα κινητά τηλέφωνα τα οποία παρόλο που ενσωματώνουν τα μέσα εισόδου-εξόδου δεδομένων, όπως είναι οι βιντεοκάμερες, μικρόφωνα, πληκτρολόγια, σε καμία περίπτωση δεν υποστηρίζουν, ακόμα, την δυνατότητα συνδυασμού των πληροφοριών για συναισθηματική αλληλεπίδραση με τους χρήστες. Επιπλέον οι έρευνες για το νεοεμφανιζόμενο πεδίο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης μέσω κινητών τηλεφώνων (m-learning) βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Αυτό συμβαίνει διότι αν και η τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων αναπτύσσεται ραγδαία τον τελευταίο καιρό, δεν έχει δοθεί ακόμα η δυνατότητα στους ερευνητές να αξιοποιήσουν τα μέσα που παρέχει για σύνθετες και πολύ χρήσιμες υπηρεσίες και εφαρμογές όπως είναι το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αναγνώριση συναισθήματος.

Οι τεχνολογίες κινητής τηλεφωνίας παρέχουν στις μέρες μας την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν τα κινητά τηλέφωνα ως μικροί υπολογιστές. Αυτή η δυνατότητα μπορεί να αξιοποιηθεί από την κοινωνία και την οικονομία. Ειδικά για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση, αν προσαρμοστεί κατάλληλα το εκπαιδευτικό λογισμικό στις δυνατότητες που προσφέρουν τα κινητά, τότε μπορεί να εξοικονομηθεί πολύτιμος χρόνος για την εκπαίδευση. Έτσι, τα διδακτικά προγράμματα μπορούν να προσεγγισθούν από οποιοδήποτε μέρος, χωρίς την ανάγκη χρήσης προσωπικού υπολογιστή. Αυτό είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο για όλες τις ηλικίες και όλες τις ανάγκες επιμόρφωσης που υπάρχουν στην κοινωνία.

Στον αγώνα παροχής υπηρεσιών (ενσύρματων και ασύρματων) και λογισμικού για προσωπικούς υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα, ηγετικό ρόλο έχουν όσοι μπορούν να καλύψουν ποσοτικά και ποιοτικά τις ανάγκες των σημερινών χρηστών. Ακόμα περισσότερο, αυτοί που είναι σε θέση να προβλέψουν και στη συνέχεια να υλοποιήσουν τις υπηρεσίες για τις ανάγκες των χρηστών για το άμεσο μέλλον.

Στην παρούσα διατριβή, εξετάζεται και αναλύεται σε βάθος η τεχνολογία λογισμικού που αφορά τα κινητά τηλέφωνα και τις ασύρματες υπηρεσίες γενικότερα, ενώ ενσωματώνονται οι νέες αυτές τεχνολογίες σε ένα πρωτότυπο εκπαιδευτικό σύστημα με δυνατότητες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Παρουσιάζονται μελέτες αξιολόγησης της χρήσης των κινητών δυνατοτήτων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, τόσο από τη μεριά των καθηγητών, όσο και από τη μεριά των μαθητών. Η υλοποίηση λειτουργικών εφαρμογών που να συνδυάζουν αναγνώριση συναισθήματος και ταυτόχρονα «κινητές» δυνατότητες, πέρα από το θεωρητικό υπόβαθρο, προϋποθέτει και την αντίστοιχη τεχνολογική υποστήριξη. Η διατριβή ασχολείται με την οικοδόμηση όλου του θεωρητικού υποβάθρου (θεωρία, εμπειρικές μελέτες, αξιολογήσεις) που προαπαιτείται, ώστε να προκύψει ένα βελτιωμένο, δι-τροπικό σύστημα αναγνώρισης ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή, ακόμα και όταν η αλληλεπίδραση θα μπορεί να καταστεί «συναισθηματική» (affective interaction), μέσω χρήσης κινητών συσκευών.

1.1.2 Συναισθηματική νοημοσύνη

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για παροχή εκπαιδευτικού λογισμικού σε εκπαιδευτικά ιδρύματα. Οι τεχνολόγοι λογισμικού φαίνεται να αποδέχονται πως η μάθηση μέσω υπολογιστών έχει πολλά πλεονεκτήματα (Brusilovsky & Maybury 2002; Taylor 2000; Prentzas et al. 2002; Chetty et al. 2003). Προς το παρόν, στο μεγαλύτερο του μέρος, το εκπαιδευτικό λογισμικό στοχεύει στο να χρησιμοποιείται από εκπαιδευόμενους μαθητές χωρίς τη φυσική παρουσία διδασκάλων. Γι αυτό το λόγο οι εκπαιδευτικές εφαρμογές λογισμικού πρέπει να ενσωματώνουν όσο το δυνατόν περισσότερους μηχανισμούς συλλογιστικής. Ωστόσο, κάτι το οποίο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ηλεκτρονική εκμάθηση και το οποίο έχει παραβλεφθεί εδώ και πολύ καιρό, είναι τα συναισθήματα των χρηστών. Πράγματι, το συναισθηματικό έχει παραβλεφθεί από την κοινότητα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου και υπολογιστή γενικότερα (Picard & Klein, 2002). Όμως, το πως αισθάνονται οι άνθρωποι μπορεί να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην όλη γνωστική διαδικασία εκμάθησης (Goleman, 1995). Τα συναισθήματα μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων, την αντίληψη και τη μάθηση. Στόχος των σύγχρονων εκπαιδευτικών εφαρμογών είναι να μπορούν να διαχειριστούν διάφορες εκδοχές του μαθητικού μοντέλου μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής και να συνδυάζουν δεδομένα από τα λάθη των μαθητών καθώς και άλλα χαρακτηριστικά, τα οποία μπορούν να ανιχνευθούν κατά την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή (Isbister & Höök, 2006, Du Boulay, 2000). Με αυτές τις πληροφορίες μπορεί να είναι εφικτή η αναγνώριση των συναισθημάτων των μαθητών και να έχουμε περισσότερες, ενδιαφέρουσες και χρήσιμες πληροφορίες για τους ίδιους τους χρήστες, ενώ ταυτόχρονα να υποβοηθηθεί και η ίδια η εκπαιδευτική διαδικασία, με μεγαλύτερα οφέλη για μαθητές και καθηγητές.

Είναι πλέον αποδεκτό ότι τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου και υπολογιστή της επόμενης γενιάς θα ενσωματώνουν τεχνολογίες συναισθηματικής ευφυΐας (Isbister & Höök, 2006), καθώς επίσης θα συνδυάζουν δεδομένα από πολλούς τρόπους αλληλεπίδρασης

(multimodal), ώστε να παράγουν όσο το δυνατόν πιο έγκυρες υποθέσεις για τη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών (Oviatt, 2003, Pantic & Rothkrantz, 2003). Με κύριο στόχο να υλοποιηθούν συστήματα φιλικότερα προς το χρήστη, αλλά και αποτελεσματικότερα, η δυνατότητα της αναγνώρισης των συναισθημάτων του χρήστη θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική και επομένως συμπεριλαμβάνεται στο πεδίο της συναισθηματικής ευφυΐας. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων των χρηστών συμπεριλαμβάνουν αναγνώριση των εκφράσεων του προσώπου, αναγνώριση των κινήσεων του σώματος, φωνητικά δεδομένα, αλλά και πληροφορίες που λαμβάνονται κατά την πληκτρολόγηση και την χρήση του ποντικιού.

Στις μέρες μας έχουν γίνει προσπάθειες δημιουργίας συστημάτων που συμπεριλαμβάνουν όλα αυτά τα πεδία, αλλά όλες οι προσπάθειες βρίσκονται σε σχετικά πρώιμα στάδια. Όπως επισημαίνει η Picard (Picard, 2003) στο βιβλίο της "Affective Computing", η αναγνώριση συναισθήματος από υπολογιστή είναι εξαιρετικά δύσκολη ακόμα και για τους ίδιους τους ανθρώπους. Η δυσκολία έγκειται στην αναγνώριση των συναισθημάτων ενός χρήστη, η οποία υπόκειται σε πολλές αλληλεπιδράσεις, ώστε να μην μπορούμε να έχουμε σίγουρα συμπεράσματα. Τόσο οι βελτιώσεις σε θέματα hardware, όσο και οι εξελίξεις στην σύγχρονη τεχνολογία λογισμικού έχουν πολύ δρόμο να διανύσουν ως προς την αναγνώριση συναισθήματος σε πραγματικό χρόνο και αυτό το θέμα μπορεί να είναι ανοιχτό ακόμα και για ολόκληρη την τρέχουσα χιλιετία (Picard, 2003). Για αυτούς τους λόγους, όσον αφορά το λογισμικό (software), η πλέον ενδεδειγμένη προσέγγιση του προβλήματος είναι να συνδυαστούν τα διαφορετικά πεδία της τεχνολογίας λογισμικού που αφορούν την αναγνώριση συναισθημάτων και να αλληλοσυμπληρωθούν.

Η προσέγγιση που ακολουθείται στην παρούσα διατριβή βασίζεται σε μια θεωρία λήψης αποφάσεων, η οποία χρησιμοποιεί κριτήρια από την ανάλυση των δεδομένων εισόδου από το μικρόφωνο και το πληκτρολόγιο οποιασδήποτε συσκευής αλληλεπίδρασης (προσωπικός υπολογιστής, Pda, κινητό τηλέφωνο), καθώς και στερεότυπα που συσχετίζουν τον εκάστοτε χρήστη με τους τρόπους έκφρασης των συναισθηματικών του

καταστάσεων, ώστε να προκύψουν αποτελέσματα αναγνώρισης συναισθήματος με βελτιωμένα ποσοστά επιτυχίας. Η προτεινόμενη προσέγγιση έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα της ανεξαρτησίας πλατφόρμας και μεθόδου συλλογής των αρχικών δεδομένων, δεδομένου ότι δίδει τη μεθοδολογία και μπορεί να ενσωματωθεί σε υπάρχοντα συστήματα μονό-τροπικής ή πολύ-τροπικής αλληλεπίδρασης, ως ένας πρόσθετος μηχανισμός βελτίωσης της αξιοπιστίας του αποτελέσματος της αναγνώρισης συναισθημάτων. Στην παρούσα μελέτη η έρευνα εντοπίζεται στην αναγνώριση έξι βασικών συναισθηματικών καταστάσεων. Αυτές είναι η χαρά, ο θυμός, η έκπληξη, η λύπη, η αηδία και το ουδέτερο συναίσθημα (ή αλλιώς η απουσία συναισθήματος).

1.1.3 Εξατομικευμένο εκπαιδευτικό λογισμικό

Στο πλαίσιο της διατριβής ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην εξατομικευμένη εκπαίδευση και ειδικότερα στη μοντελοποίηση και παροχή κατάλληλου λογισμικού και τρόπων διεπαφής για άτομα που χρήζουν ιδιαίτερης φροντίδας και προσοχής. Τα Άτομα με Ειδικές Ανάγκες (ΑΜΕΑ) είναι άτομα με μικρού ή μεγάλου βαθμού ή σοβαρές αναπηρίες, ανικανότητες ή μειονεξίες που προκύπτουν από φυσικές ασθένειες, ατυχήματα ή εκ γενετής προβλήματα, συμπεριλαμβανομένων των αισθητηριακών, διανοητικών ή ψυχικών διαταραχών που περιορίζουν ή αποκλείουν την εκπλήρωση μιας δραστηριότητας ή μιας λειτουργίας που θεωρείται δεδομένη για άλλους ανθρώπους.

Κάτι το οποίο απασχολεί ιδιαίτερα τα εκπαιδευτικά συστήματα των περισσότερων χωρών, τόσο στο παρελθόν, αλλά και ιδιαίτερα στις μέρες μας, είναι η εκπαίδευση των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Όπως περιγράφουν και οι Luc Stevens και Wim Van Werkhoven (1997), τις τελευταίες δύο δεκαετίες οι περισσότερες χώρες της Ευρώπης καταβάλλουν αξιόλογες προσπάθειες για την υποστήριξη τέτοιων ατόμων, όσον αφορά τα εκπαιδευτικά τους συστήματα με σκοπό να τα ενσωματώσουν στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία και όχι να τα απομακρύνουν από αυτήν. Κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, πολλές χώρες έχουν ωθηθεί προς μια προσπάθεια δημιουργίας ειδικών πολιτικών αρχών και νόμων οι οποίοι θα ενσωματώνουν την ένταξη ατόμων με ειδικές ανάγκες στην κοινωνία (Angramidis et al. 2000). Οι Hasselbring και Glaser (2000), αναφέρουν ότι εκατομμύρια μαθητών στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής δεν μπορούν να επωφεληθούν πλήρως από ένα παραδοσιακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα, γιατί έχουν κάποια ανικανότητα, η οποία τους «εξασθενεί» την προσπάθεια να ενταχθούν σε ένα τυπικό περιβάλλον μιας σχολικής αίθουσας. Συνεχίζουν, τονίζοντας ότι οι βασισμένες σε υπολογιστές τεχνολογίες, μπορούν να παίξουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο για εμποδιζόμενους μαθητές.

Η κύρια έμφαση κατά την ανάπτυξη του σύγχρονου εκπαιδευτικού λογισμικού δίνεται στην ενίσχυση της δυνατότητας συμμετοχής των ΑΜΕΑ

στο εκπαιδευτικό σύστημα της κάθε κοινωνίας. Τα ΑΜΕΑ χρήζουν βοήθειας, η οποία θα έπρεπε να παρέχεται όχι μόνο από την ίδια την οικογένειά τους, αλλά και από το σχολείο τους, διάφορους οργανισμούς και τα ιδρύματα και από την κοινωνία γενικότερα. Από τη στιγμή που η συνεχής παροχή βοήθειας στα άτομα αυτά από άλλους ανθρώπους είναι δαπανηρή, αναλογιζόμενοι το γεγονός ότι έχουν ανάγκη από συνεχή παρακολούθηση, το λογισμικό για ΑΜΕΑ δημιουργείται και για να συμπληρώνει το έργο ειδικών, όπως ενός γιατρού ή εμπειρογνώμονα, καθώς και να παρέχει αξιόλογες και χρήσιμες πληροφορίες στο οικογενειακό περιβάλλον των ΑΜΕΑ.

Η ενσωμάτωση ειδικά προσαρμοσμένου λογισμικού με δυνατότητα χρήσης κινητών τηλεφώνων, παρουσιάζεται ως μία από τις προτεινόμενες λύσεις παροχής βοήθειας σε αυτά τα άτομα, ενώ ταυτόχρονα εφαρμόζονται τεχνικές και θεωρίες τόσο από το πεδίο των ευφυών διδακτικών συστημάτων, όσο και από την αναγνώριση προτύπων, ώστε να επιτυγχάνεται η αναμενόμενη συναισθηματική αλληλεπίδραση, προσβλέποντας ταυτόχρονα σε πιο φιλικά ως προς τη χρήση περιβάλλοντα λογισμικού. Το εκπαιδευτικό λογισμικό για ΑΜΕΑ στοχεύει επιπλέον και στο να εντοπίσει τις ανάγκες τους αλλά και να παρέχει στους ειδικούς όσο το δυνατόν περισσότερες λεπτομέρειες-πληροφορίες για τα άτομα αυτά, αφού βασίζεται στη μοντελοποίηση των χρηστών-ΑΜΕΑ.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι όσον αφορά τα ΑΜΕΑ, μια έγκαιρη θεραπευτική εκπαιδευτική προσέγγιση μπορεί να αποτρέψει την επιδείνωση της κατάστασής τους, που θα μπορούσε να είναι σωματική, νοητική αλλά και ψυχική ή και ψυχοσωματική. Για να μπορέσει να βοηθηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο ένα ΑΜΕΑ από το περιβάλλον του ή από ειδικούς θα πρέπει πρώτα να κατανοηθεί και να καταγραφεί με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια το «προφίλ» του. Τα βήματα για την κατανόηση του προφίλ ενός ΑΜΕΑ και της υποβοήθησής του, περιγράφονται στο πέμπτο κεφάλαιο.

Τα σύγχρονα λογισμικά για ΑΜΕΑ πρέπει να είναι σε θέση να ενισχύσει την ανάγκη για περισσότερη παρακολούθηση από την πλευρά

της οικογένειας ή και από κάποιον ειδικό, ενώ ταυτόχρονα να υποβοηθά και να συμπληρώνει το έργο τους ανά πάσα χρονική στιγμή.

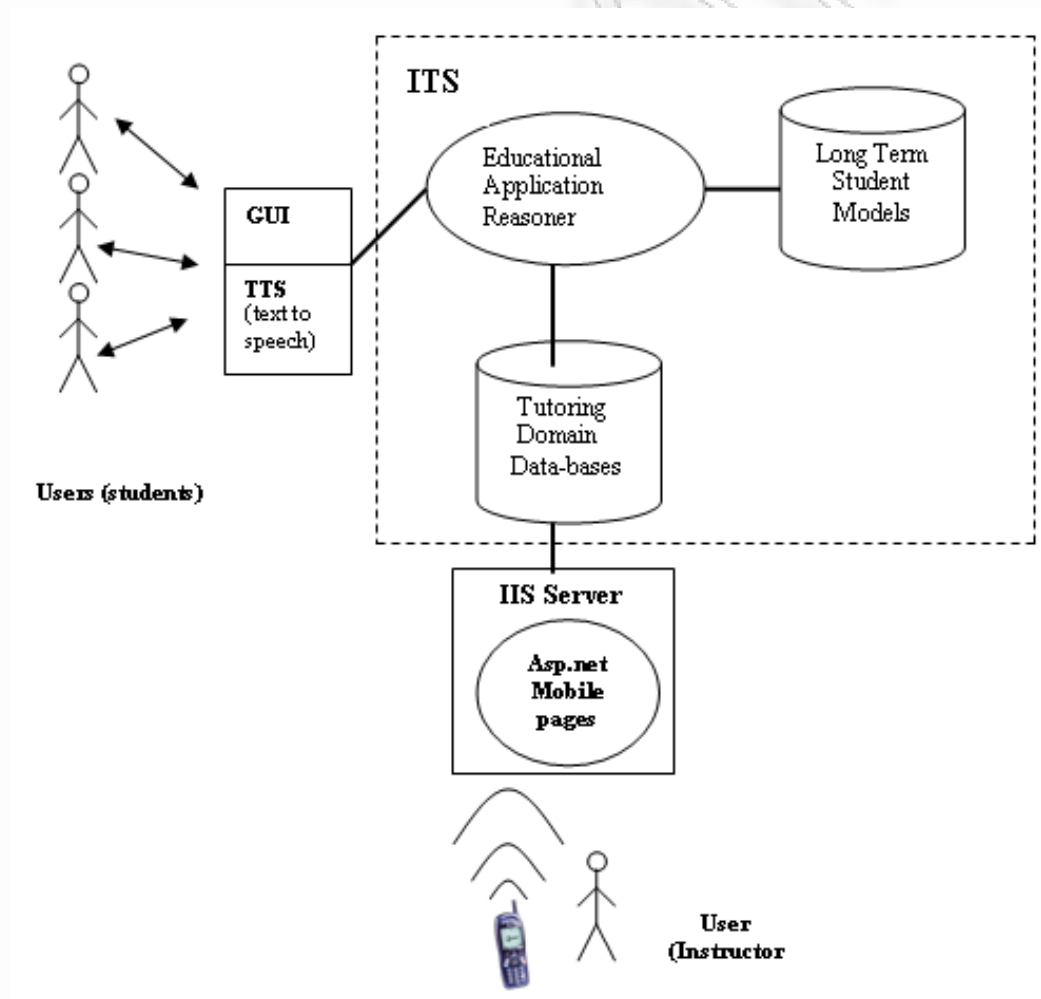
Ένα μέρος της διατριβής ασχολείται με την πρόσθετη δυνατότητα που μπορούν να έχουν οι σύγχρονες εκπαιδευτικές εφαρμογές να προσαρμόζονται (adaptivity) με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των χρηστών που αλληλεπιδρούν με αυτές. Ιδιαίτερης αξίας είναι η δυνατότητα της ψυχολογικής και συναισθηματικής υποστήριξης που θα μπορούν να παρέχουν οι πιο εξελιγμένες εκπαιδευτικές εφαρμογές στα ΑΜΕΑ, ως προς τη δημιουργία λογισμικού πιο φιλικού και ουσιαστικά χρήσιμου για τα άτομα αυτά.

1.2 Γενική περιγραφή του συστήματος (Affective MMT)

Το σύστημα το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διατριβής ονομάζεται Affective Mobile Multimedia Tutor (Affective MMT). Η ανάπτυξη του εν λόγω συστήματος κρίθηκε αναγκαία, τόσο για τη διερεύνηση των νέων ερευνητικών πεδίων της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, όσο και για την ενσωμάτωση της ασύρματης τεχνολογίας λογισμικού. Τα πεδία αυτά ενσωματώθηκαν σταδιακά σε ένα πολυμεσικό εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο αξιολογήθηκε σε πολλές φάσεις από πραγματικούς χρήστες και στη συνέχεια βελτιώθηκε με την προσθήκη των θεωριών της πολυκριτήριας λήψης αποφάσεων και των στερεοτύπων των χρηστών. Έτσι προέκυψε ένα πρωτότυπο σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων, το οποίο βασίζεται τη δυνατότητά του να εξαγει συμπεράσματα για τη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών σε στερεότυπα, τα οποία έχουν προκύψει από εμπειρικές μελέτες, ενώ η επιλογές των κριτηρίων και των διαθέσιμων πληροφοριών που θα οδηγήσουν στην αναγνώριση συναισθημάτων ορίζονται βάσει μιας θεωρίας λήψης αποφάσεων, του Απλού Σταθμισμένου Αθροίσματος. Το τελικό προκύπτον σύστημα, δύναται να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο μέρος των λειτουργιών του, μέσω ασύρματης διεπαφής χρήστη, με τη χρήση κινητών τηλεφώνων ή άλλων κινητών συσκευών, παλαιότερης ή τελευταίας τεχνολογίας. Ωστόσο, για τον καλύτερο σχεδιασμό και τη λειτουργικότητα του τελικού υλοποιημένου συστήματος, τόσο το πεδίο της αναγνώρισης συναισθήματος σε δι-τροπικό περιβάλλον διεπαφής (πληκτρολόγιο-μικρόφωνο), όσο και η ασύρματη επικοινωνία, έπρεπε να ενσωματωθούν, αρχικά, ξεχωριστά στο εκπαιδευτικό πολυμεσικό σύστημα Affective MMT.

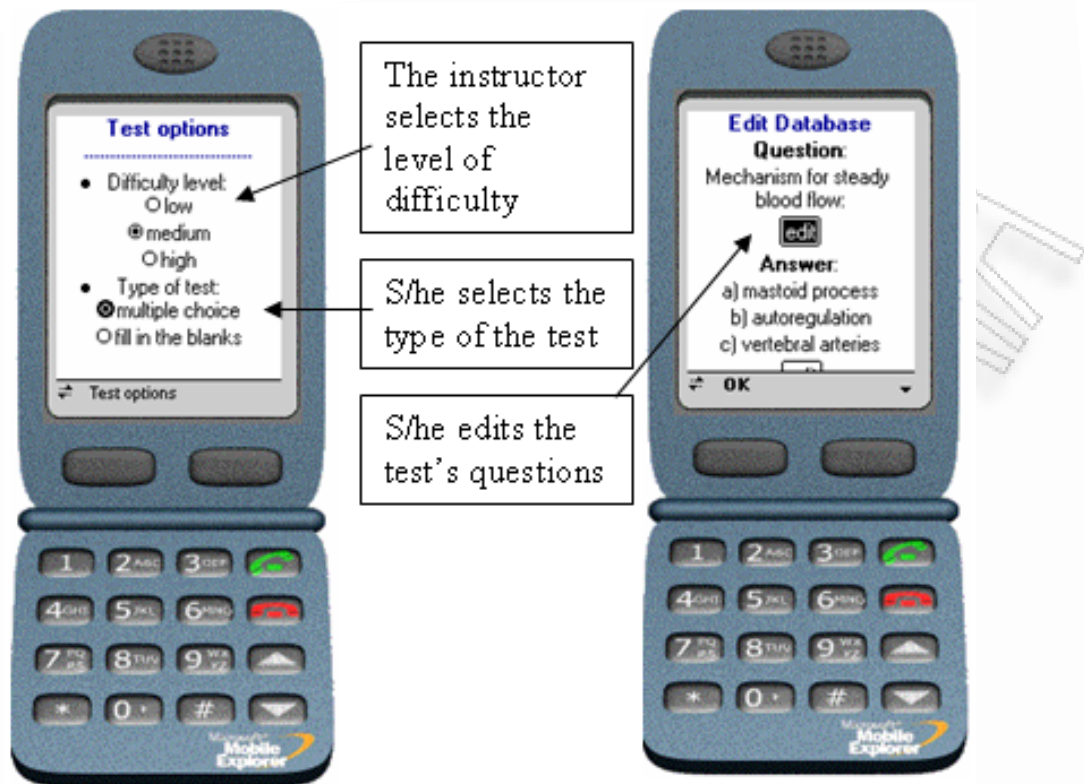
1.2.1 Εκπαιδευτικό λογισμικό για κινητές συσκευές MMT

Το εν λόγω εκπαιδευτικό σύστημα-συγγραφικό εργαλείο, το οποίο αναπτύχθηκε κατά την εκπόνηση της διατριβής, παρέχει τη δυνατότητα σε κάποιον καθηγητή να δημιουργήσει ένα διαδικτυακό μάθημα βασισμένο σε ένα ευφρές διδακτικό σύστημα. Μεγάλο ή και ολόκληρο το μέρος της αλληλεπίδρασης μπορεί να γίνει με τη χρήση μιας κινητής συσκευής. Η γενική αρχιτεκτονική του συγγραφικού αυτού εργαλείου φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Τονίζεται η δυνατότητα συγγραφής ενός διαδικτυακού μαθήματος από τον καθηγητή, ενώ η αλληλεπίδραση με τους υπόλοιπους μαθητές είναι εφικτή μέσω προσωπικών υπολογιστών.



Γενική αρχιτεκτονική του υπάρχοντος συστήματος

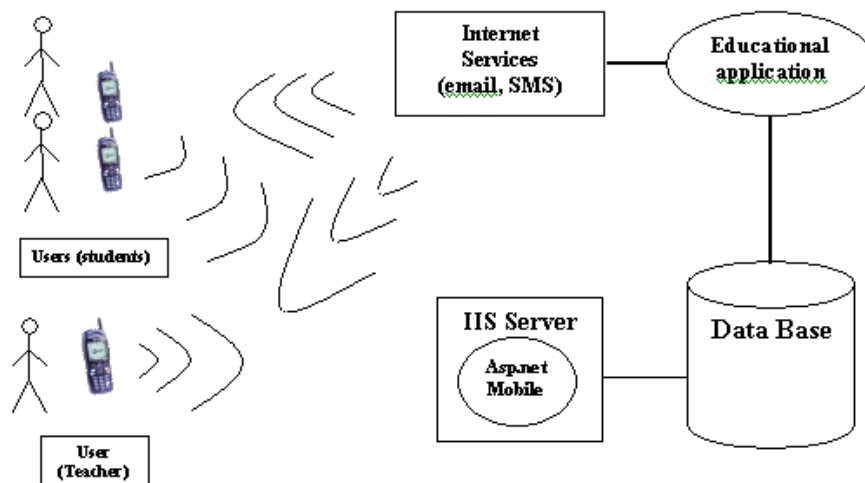
Συγκεκριμένα ο κάθε καθηγητής έχει τη δυνατότητα να υποβάλλει ηλεκτρονικά, ασύρματα, τη θεωρία την οποία θα πρέπει να μάθουν οι μαθητές οι οποίοι παρακολουθούν το συγκεκριμένο μάθημα. Με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου μπορεί ο καθηγητής να ορίσει τα συγκεκριμένα κεφάλαια τα οποία θέλει να διαβάσουν, καθώς και να κάνει οποιοδήποτε είδους τροποποιήσεις στην ήδη υπάρχουσα θεωρία. Στη συνέχεια έχει τη δυνατότητα να υποβάλει ασκήσεις-τεστ, να τροποποιήσει ήδη υπάρχουσες ασκήσεις (πάντα σε συνάρτηση με τα κεφάλαια τα οποία διδάσκει). Τέλος ο καθηγητής έχει τη δυνατότητα να ελέγξει την πρόοδο των μαθητών του με τη χρήση του κινητού του τηλεφώνου. Η κύρια έμφαση στην έρευνα αυτή δόθηκε ως προς το να ενσωματωθούν πολύ σημαντικές θεωρίες που αφορούν την εκπαίδευση, όπως τα ευφυή διδακτικά συστήματα και η μοντελοποίηση των χρηστών και να επεκταθούν οι δυνατότητές τους με τη βοήθεια των κινητών συσκευών. Ήδη στο εξωτερικό έχει κάνει την εμφάνισή του, στα πρώιμα στάδια, ο κλάδος που ονομάζεται "m-learning" και αφορά την ηλεκτρονική εκπαίδευση μέσω του διαδικτύου με τη συμπληρωματική χρήση κινητών τηλεφώνων. Ένα παράδειγμα της χρήσης του συγγραφικού αυτού εργαλείου, μέσω κινητού τηλεφώνου, από καθηγητή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Συγγραφή και επεξεργασία ασκήσεων με τη χρήση κινητού τηλεφώνου

Στο πλαίσιο της διατριβής, ένα μέρος του ανεπτυγμένου εκπαιδευτικού συστήματος στοχεύει στην επιστήμη της Ιατρικής. Το εκπαιδευτικό αυτό σύστημα επεκτάθηκε, παρέχοντας την επιπλέον δυνατότητα στους χρήστες, ένα μέρος της αλληλεπίδρασης να πραγματοποιείται μέσω κινητού τηλεφώνου. Η πρόσθετη δυνατότητα του συστήματος σε σχέση με ήδη υπάρχοντα εκπαιδευτικά συστήματα, είναι το ότι συνδυάζει τις τεχνολογίες που αφορούν τον εκπαιδευτικό χώρο για λογισμικό μέσω του διαδικτύου, αλλά επί πλέον επεκτείνεται και στον χώρο των κινητών τηλεφώνων. Η τελική επέκτασή του, περιλαμβάνει δι-τροπική αναγνώριση συναισθημάτων χρηστών και περιγράφεται αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα. Η επιλογή του ιατρικού κλάδου έγινε κυρίως λόγω του αυξημένου φόρτου εργασίας των καθηγητών γιατρών, οι οποίοι όχι

μόνο έχουν ένα πολύ βαρύ πρόγραμμα στα ιατρεία και νοσοκομεία με τους ασθενείς τους, αλλά ταυτόχρονα πρέπει να παρευρίσκονται και σε μαθήματα πανεπιστημιακά, να επιβλέπουν ένα μεγάλο πλήθος σπουδαστών, να υποβάλουν και να διορθώνουν ασκήσεις που αφορούν την ιατρική επιστήμη. Μια λύση σε αυτό το ήδη βεβαρημένο πρόγραμμα μπορεί να δώσει η χρήση των κινητών τηλεφώνων, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στον καθηγητή ιατρό να επιβλέπει διαδικτυακά μαθήματα που αφορούν το μάθημά του, να τους υποβάλλει ασκήσεις-εργασίες, καθώς και να παρακολουθεί την πρόοδο αυτών. Η επικοινωνία των καθηγητών γιατρών και των μαθητών τους, μέσα από το εκπαιδευτικό ιατρικό σύστημα, με τη χρήση κινητών τηλεφώνων, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Επικοινωνία καθηγητών-μαθητών μέσω κινητών τηλεφώνων

1.2.2 Αξιολόγηση του MMT

Το εργαλείο αυτό αξιολογήθηκε αρχικά ως προς τις «κινητές» δυνατότητες που παρέχει από μια ομάδα καθηγητών από διάφορους κλάδους και τα αποτελέσματα ήταν από αρκετά έως πολύ θετικά. Η υποδοχή των “κινητών” δυνατοτήτων υπήρξε ενθουσιώδης από όλους τους καθηγητές και κυρίως από αυτούς με βεβαρημένο πρόγραμμα εργασίας.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές αποτελούν μια πρόσθετη κατηγορία λογισμικού που πρέπει να διαμορφώσει και να βοηθήσει πολλές πτυχές των γνωστικών διαδικασιών των ανθρώπων είτε αυτοί είναι επαγγελματίες είτε καθηγητές. Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν μέθοδοι αξιολόγησης που είναι ειδικευμένες στο εκπαιδευτικό λογισμικό. Ένα τέτοιο πλαίσιο αξιολόγησης περιγράφει τρεις διαστάσεις που αξιολογούν: (i) περιεχόμενο (ii) αλληλεπιδράσεις και (iii) τοποθετήσεις και εκβάσεις (Jones, Scanlon, Tosunoglu, Morris, Ross, Butcher και λοιποί, 1999). Το περιεχόμενο καθορίζει το λόγο για τον οποίο το εκπαιδευτικό λογισμικό υιοθετείται κατά πρώτο λόγο, δηλαδή την ελλοχεύουσα λογική για την ανάπτυξη και τη χρήση του. Οι διαφορετικές λογικές απαιτούν διαφορετικές προσεγγίσεις αξιολόγησης. Οι αλληλεπιδράσεις των σπουδαστών με το λογισμικό αποκαλύπτουν πληροφορίες για τις διαδικασίες εκμάθησής τους. Το στάδιο «εκβάσεων» εξετάζει τις πληροφορίες από ποικίλες πηγές, όπως δοκιμές πριν και μετά την ολοκλήρωση της μελέτης, συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια με τους σπουδαστές και τους διδάσκοντες. Αυτό το πλαίσιο έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του MMT.

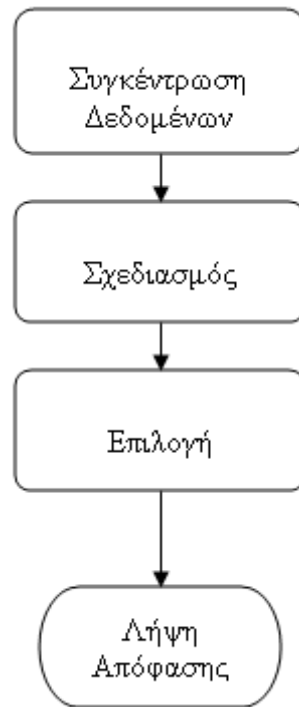
Η ελλοχεύουσα λογική του Κινητού Συγγραφέα περιλαμβάνει την προσφορά περισσότερης ευκολίας όσον αφορά το χρόνο, τον τόπο και το είδος συσκευής των χρηστών της (εκπαιδευτικοί και μαθητές), επομένως το πλαίσιο της αξιολόγησης απαίτησε μια έμφαση στην «κινητή» πτυχή της εφαρμογής. Κατόπιν, οι αλληλεπιδράσεις των σπουδαστών με το λογισμικό αξιολογήθηκαν με βάση τις διαδικασίες εκμάθησής τους, ενώ χρησιμοποιούσαν τις κινητές συσκευές. Τέλος, το στάδιο «εκβάσεων» περιέλαβε προ και μετα-επιτεύγματα εξετάσεων πριν και μετά τη χρήση κινητής συσκευής. Επιπλέον, περιέλαβε πολλές συνεντεύξεις των

σπουδαστών και των εκπαιδευτών, οι οποίες εστιάστηκαν κυρίως στην αξιολόγηση της χρήσης των κινητών συσκευών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά, η αξιολόγηση περιέλαβε τους εκπαιδευτές και τους σπουδαστές και κατευθύνθηκε σε δύο διαφορετικές φάσεις. Στην πρώτη φάση, η συγγραφική διαδικασία αξιολογήθηκε από τους εκπαιδευτές, οι οποίοι πέρασαν από συνέντευξη αφότου είχαν αναπτύξει ένα ΕΔΣ (Έξυπνο Διδακτικό Σύστημα). Η δεύτερη φάση αφορούσε στην αξιολόγηση των προκυπτουσών εκπαιδευτικών εφαρμογών και περιέλαβε και τους εκπαιδευτές και τους σπουδαστές. Οι εκπαιδευτές της δεύτερης φάσης ήταν ακριβώς οι ίδιοι με αυτούς της πρώτης φάσης, έτσι ώστε να μπορούν να έχουν μια πλήρη εμπειρία με τον Κινητό Συγγραφέα, για τη δημιουργία ενός ΕΔΣ και για τη διαχείριση των μαθημάτων τους.

Αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης του Mobile Tutor γίνεται στο κεφάλαιο 4. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του εργαλείου που αναπτύχθηκε ήταν πολύ ενθαρρυντικά και υπέδειξαν ότι η συμβολή και η ενσωμάτωση των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του προτεινόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού στην εκπαίδευση, χαίρουν της εκτίμησης των εκπαιδευτών αλλά και των σπουδαστών.

1.2.3 Δι-τροπική αναγνώριση συναισθήματος σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα - Affective MMT

Το προτεινόμενο ΕΔΣ , όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, δημιουργήθηκε αρχικά ως εκπαιδευτικό λογισμικό για σπουδαστές ιατρικής και στη συνέχεια επεκτάθηκε ώστε να προσαρμόζει την αλληλεπίδρασή του στη συναισθηματική κατάσταση κάθε χρήστη. Για αυτόν το λόγο, το σύστημα χρησιμοποιεί μια μέθοδο λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια αποκαλούμενη Απλή Πρόσθετη Στάθμιση (SAW) (Fishburn 1967, Hwang & Yoon 1981) για το συνδυασμό δύο τρόπων αλληλεπίδρασης, δηλαδή πληκτρολογίου και μικροφώνου. Πιο συγκεκριμένα, η SAW χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση διαφορετικών συναισθημάτων, λαμβάνοντας υπόψη την εισαγωγή των δύο διαφορετικών τρόπων και επιλέγει αυτόν, που φαίνεται πιθανότερο να έχει γίνει αισθητός από το χρήστη. Σύμφωνα με τον Simon (1980), η βασική διαδικασία που ακολουθείται κατά τις θεωρίες λήψης αποφάσεων, περιγράφεται στο σχήμα 1. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκε και στην προσέγγιση του προβλήματος αναγνώρισης συναισθήματος σε δι-τροπικά περιβάλλοντα αλληλεπίδρασης, το οποίο πραγματεύεται η παρούσα διατριβή. Η επιλεγείσα θεωρία για το σχεδιασμό του μοντέλου λήψης απόφασης είναι η SAW, ενώ τα κριτήρια των δεδομένων εισόδου συνδυάζονται και με άλλα κριτήρια που προκύπτουν από μια πρωτότυπη ενσωμάτωση την θεωρίας των στερεοτύπων χρηστών στο πεδίο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Ο συνδυασμός της πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων και της θεωρίας των στερεοτύπων για την αναγνώριση των συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών περιγράφονται αναλυτικά στα κεφάλαια 9 και 10.

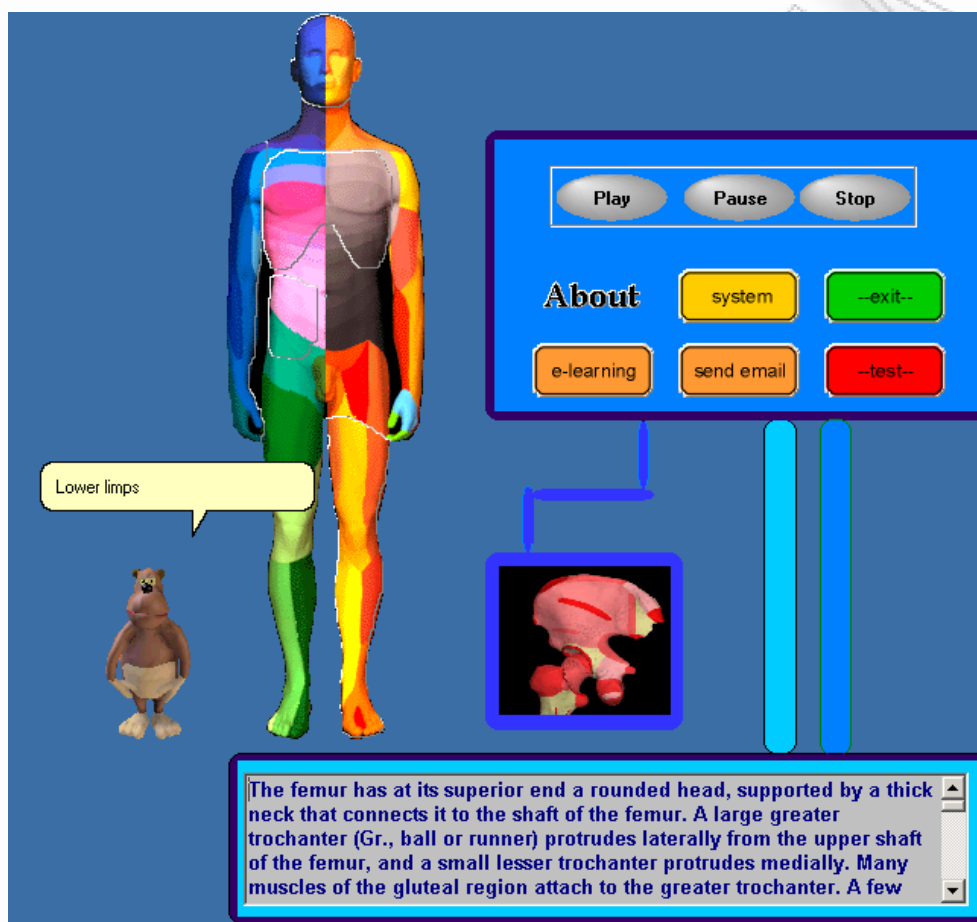


Σχήμα 1. Βασική διαδικασία θεωριών λήψης αποφάσεων.

Για την ανάλυση απαιτήσεων και την αποτελεσματική εφαρμογή της ιδιαίτερης προσέγγισης πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές εμπειρικές-πειραματικές μελέτες. Οι πειραματικές μελέτες περιέλαβαν τους πραγματικούς τελικούς χρήστες καθώς επίσης και ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Κατά αυτόν τον τρόπο η εφαρμογή του προτύπου πολλαπλών κριτηρίων στο σύστημα ήταν ακριβέστερη καθώς βασίστηκε σε γεγονότα της συλλογιστικής διαδικασίας των πραγματικών χρηστών. Ο κύριος στόχος της πρώτης μελέτης ήταν να συγκεντρωθούν τα βίντεο με την αλληλεπίδραση του πραγματικού χρήστη με το σύστημα και κατά συνέπεια την ανακάλυψη του πώς οι χρήστες εκφράζουν τα συναισθήματα τους αλληλεπιδρώντας με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Η δεύτερη εμπειρική μελέτη περιέλαβε τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να καθορίσουν τα κριτήρια που χρησιμοποιούν συνήθως για να εκτελέσουν την αναγνώριση συναισθημάτων των σπουδαστών τους κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας καθώς επίσης και το βάρος σπουδαιότητάς τους.

Η αρχιτεκτονική του Affective MMT αποτελείται από την κύρια εκπαιδευτική εφαρμογή με την παρουσίαση της θεωρίας, έναν

ανθρωπόμορφο κινούμενο πράκτορα που μπορεί να προγραμματισθεί, ένα στοιχείο παρακολούθησης-μοντελοποίησης χρηστών και μια βάση δεδομένων.



Σχήμα 2. Παρουσίαση θεωρίας στην εκπαιδευτική εφαρμογή Affective MMT

Χρησιμοποιώντας την εκπαιδευτική εφαρμογή (Affective MMT) από έναν υπολογιστή γραφείου, οι σπουδαστές μπορούν να διδαχτούν ένα συγκεκριμένο μάθημα. Οι πληροφορίες δίνονται με μορφή κειμένων ενώ συγχρόνως ο κινούμενος πράκτορας τις διαβάζει προφορικά χρησιμοποιώντας μια μηχανή ομιλίας. Ο σπουδαστής μπορεί να επιλέξει ένα συγκεκριμένο μέρος του ανθρώπινου σώματος και όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες ανακτώνται από τη βάση δεδομένων του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, η κύρια εφαρμογή εγκαθίσταται είτε σε έναν δημόσιο υπολογιστή, όπου όλοι οι σπουδαστές έχουν πρόσβαση, ή εναλλακτικά κάθε σπουδαστής μπορεί να έχει ένα αντίγραφο στον προσωπικό

υπολογιστή του. Ένα παράδειγμα της κύριας εφαρμογής παρουσιάζεται στο σχήμα 2. Ο κινούμενος πράκτορας είναι παρών σε αυτούς τους τρόπους για να κάνει την αλληλεπίδραση πιο ανθρώπινη. Ομοίως οι χρήστες είναι σε θέση να αξιολογηθούν με ερωτήσεις-απαντήσεις, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, κ.λπ., που σχετίζονται με τα συγκεκριμένα μέρη της θεωρίας. Ο κινούμενος πράκτορας είναι παρών και σε αυτόν τον τρόπο αλληλεπίδρασης, προκειμένου να γίνεται η αλληλεπίδραση πιο επικοινωνιακή και ανθρώπινη, όπως επίσης και για να ενθαρρύνει τους χρήστες να αλληλεπιδρούν ελεύθερα και αποτελεσματικά με το σύστημα.

Ενώ οι χρήστες αλληλεπιδρούν με την κύρια εκπαιδευτική εφαρμογή, για τις ανάγκες της αναγνώρισης συναισθημάτων ένα τμήμα παρακολούθησης καταγράφει τις ενέργειες των χρηστών από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο. Αυτές οι ενέργειες υποβάλλονται σε επεξεργασία σύμφωνα με την προαναφερόμενη μέθοδο των πολλαπλών κριτηρίων και ερμηνεύονται αναφορικά με τα συναισθήματα που πιθανά ανιχνεύονται. Η βασική λειτουργία του τμήματος ελέγχου είναι να συλλαμβάνει όλα τα στοιχεία που παρεμβάλλονται μεταξύ του χρήστη και του συστήματος, είτε προφορικά, είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού του υπολογιστή. Τα δεδομένα αυτά καταγράφονται στη βάση δεδομένων του συστήματος και στη συνέχεια στέλνονται στη βασική εφαρμογή, με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης.

1.2.4 Αξιολόγηση του Affective Tutor

Στο πλαίσιο της αξιολόγησης του Affective MMT , ως προς τη δυνατότητα αναγνώρισης συναισθημάτων, πραγματοποιήθηκε μια εμπειρική μελέτη βασισμένη στη συναισθηματική αλληλεπίδραση μέσω δύο τρόπων, του ακουστικού με το μικρόφωνο και του πληκτρολογίου. Ο πρώτος τρόπος αλληλεπίδρασης χρησιμοποιεί το μικρόφωνο ως συσκευή εισαγωγής, ενώ η αλληλεπίδραση μέσω πληκτρολογίου χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο του προσωπικού υπολογιστή.

Η μελέτη στόχευε στο να ανακαλύψει τις κοινές αντιδράσεις χρηστών, που εκφράζουν τα συναισθήματά τους, ενώ αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές. Μόλις αυτές οι αντιδράσεις προσδιορίστηκαν, συνδέθηκαν με συγκεκριμένα συναισθήματα μέσα στο πλαίσιο ορισμένων ομαδοποιήσεων χρηστών οι οποίες δημιουργήθηκαν με βάση την ηλικία τους, το βαθμό εξοικείωσης με τους υπολογιστές, το εκπαιδευτικό επίπεδο και το φύλο. Τα στερεότυπα χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων αναδεικνύοντας τις πιο κοινές αντιδράσεις σε ορισμένα συναισθήματα. Η αξιολόγηση έδωσε επίσης σημαντικά αποτελέσματα για τις ικανότητες καθώς και τις αδυναμίες της αναγνώρισης συναισθημάτων που είναι βασισμένη σε κάθε έναν τρόπο αλληλεπίδρασης (ακουστικό ή γραπτό).

Η εμπειρική μελέτη περιέλαβε 200 χρήστες (και των δύο φύλων) ποικίλων εκπαιδευτικών υποβάθρων, ηλικιών και επιπέδων εμπειρίας υπολογιστών. Αναλύοντας τη διανομή των συμμετεχόντων στην εμπειρική μελέτη από άποψη ηλικίας , 14% των συμμετεχόντων ήταν κάτω των 18, περίπου 20% των συμμετεχόντων των ηλικιών μεταξύ 18 και 30 ετών και ένα σημαντικό ποσοστό των συμμετεχόντων μας μετά την ηλικία των 40. Εξετάζοντας το γένος των συμμετεχόντων, οι χρήστες διαιρέθηκαν σχεδόν κατά το ήμισυ. Τέλος η κατανομή των συμμετεχόντων με κριτήριο το επίπεδο γνώσης υπολογιστών είχε ως εξής:

- άπειροι χρήστες 20%,
- αρχάριοι χρήστες 30%,

- χρήστες μέσου επιπέδου 32% και
- πεπειραμένοι χρήστες υπολογιστών 18%.

Η αξιολόγηση περιελάμβανε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση δόθηκαν στους συμμετέχοντες ερωτηματολόγια σχετικά με τις συναισθηματικές αντιδράσεις τους σε διάφορες καταστάσεις χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή, σύμφωνα με τις ενέργειές τους καθώς πληκτρολογούν και μιλάνε. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες στην αξιολόγηση έπρεπε να φανταστούν μια αλληλεπίδραση με έναν υπολογιστή ενώ χρησιμοποιούσαν μια εκπαιδευτική εφαρμογή και να υπολογίσουν την επιρροή στη φωνή τους και στον τρόπο που δακτυλογραφούν σε σχέση με συγκεκριμένες συνθήκες αλληλεπίδρασης. Στη δεύτερη φάση της μελέτης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν μια εφαρμογή, η οποία ενσωμάτωσε ένα συστατικό ελέγχου χρηστών. Το συστατικό αυτό κατέγραψε τις ενέργειες των χρηστών από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο και τις ερμήνευσε τελικά από άποψη συναισθημάτων. Η βασική λειτουργία αυτού του συστατικού(τμήματος) ήταν να συλληφθούν όλα τα δεδομένα που παρεμβλήθηκαν μεταξύ του χρήστη και της συσκευής αλληλεπίδρασης, είτε προφορικά είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου του υπολογιστή.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι ένα πολύ υψηλό ποσοστό (85%) των νεαρών ατόμων (κάτω από 30 ετών) που δεν είχαν πείρα με τους υπολογιστές διαπιστώθηκε ότι προτίμησαν να εκφραστούν μέσω του προφορικού τρόπου παρά μέσω του πληκτρολογίου. Αντίθετα οι συμμετέχοντες που ήταν εμπειρογνώμονες στο πεδίο των υπολογιστών δεν μας έδωσαν σημαντικά δεδομένα συναισθηματικής επιρροής, κατά τη διάρκεια της προφορικής επικοινωνίας με τον υπολογιστή τους.

Χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες συμφώνησαν ότι όταν είναι νευρικοί η πιθανότητα σημείωσης λάθους αυξάνεται ραγδαία. Αυτό συμβαίνει επίσης όταν έχουν αρνητικά συναισθήματα. Τα λάθη στη δακτυλογράφηση ακολουθούνται από πολλές χρήσεις του πλήκτρου οπισθοδιαστήματος (backspace) στο πληκτρολόγιο και ταυτόχρονες αλλαγές στη συναισθηματική κατάσταση

του χρήστη σε ένα ποσοστό 82%. Ακόμα χρήστες κάτω των 20 ετών και χρήστες άνω των 20 ετών με επίσης χαμηλό εκπαιδευτικό υπόβαθρο φαίνεται να είναι επιρρεπέστεροι στο να κάνουν ακόμα περισσότερα λάθη, ως συνέπεια ενός αρχικού λάθους και να χάνουν τη συγκέντρωσή τους αλληλεπιδρώντας με μια εφαρμογή (67%). Οι χρήστες της ίδιας κατηγορίας επίσης αναγνώρισαν ότι όταν είναι θυμωμένοι το ποσοστό σημείωσης λάθους αυξάνεται, το ποσοστό δακτυλογράφησής τους γίνεται πιο αργό κατά 62% (ενώ, όταν είναι σε καλή ψυχολογική κατάσταση δακτυλογραφούν γρηγορότερα κατά 70%). Παρόμοια αποτελέσματα στο πληκτρολόγιο αναφέρθηκαν όταν το συναίσθημα είναι πλήξη αντί του θυμού. Ένα ουσιαστικό συμπέρασμα σχετικά με το συνδυασμό των δύο τρόπων διεπαφής από άποψη αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ότι αλληλοσυμπληρώνονται σε μεγάλο βαθμό.

Όσον αφορά την αξιολόγηση της παρούσας προσέγγισης ως προς τη βελτίωση των δυνατοτήτων αναγνώρισης συναισθήματος σε ένα δι-τροπικό σύστημα αλληλεπίδρασης, παραθέτουμε τα ποσοστά πριν και μετά την προσθήκη των στερεοτύπων και της πολυκριτήριας θεωρίας. Για την ορθότερη αξιολόγηση της παρούσας θεωρητικής προσέγγισης παραθέτονται τόσο τα αποτελέσματα της αναγνώρισης συναισθημάτων βασιζόμενα αποκλειστικά σε κάθε έναν ξεχωριστά τρόπο αλληλεπίδρασης (μικρόφωνο, πληκτρολόγιο) και χωρίς τη χρήση στερεοτύπων (πίνακας 1), όσο και με τη χρήση στερεοτύπων και του συνδυασμού των υπάρχοντων δεδομένων με τη χρήση της πολυκριτήριας θεωρίας (πίνακας 2). Τα δεδομένα αυτά προκύπτουν από την εφαρμογή της θεωρητικής προσέγγισης, της δημιουργίας των στερεοτυπικών μοντέλων και της ενσωμάτωσης της πολυκριτήριας θεωρίας στο διατριβή σύστημα, Affective MMT. Εκτενής παρουσίαση του συστήματος γίνεται στο κεφάλαιο 3, ενώ ο σχεδιασμός του μοντέλου συσχέτισης ενεργειών εισόδου – στερεοτύπων χρηστών – συναισθηματικών καταστάσεων χρηστών περιγράφεται στα κεφάλαια 8 και 9.

Πίνακας 1. Αναγνώριση συναισθημάτων από κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης.

| Αναγνώριση χωρίς χρήση στερεοτύπων | | |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| Emotions | Recognition through microphone | Recognition through keyboard |
| Neutral | 19% | 35% |
| Happiness | 46% | 32% |
| Sadness | 65% | 30% |
| Surprise | 36% | 8% |
| Anger | 61% | 39% |
| Disgust | 50% | 17% |

Πίνακας 2. Αναγνώριση συναισθημάτων με την ενσωμάτωση στερεοτύπων και της θεωρίας SAW

| Χρήση στερεοτύπων και θεωρίας SAW | | | |
|--|------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Emotions | Audio mode recognition | Recognition through keyboard | Multi-criteria bi-modal recognition |
| Neutral | 20% | 36% | 46% |
| Happiness | 52% | 39% | 68% |
| Sadness | 68% | 34% | 74% |
| Surprise | 44% | 15% | 54% |
| Anger | 68% | 42% | 78% |
| Disgust | 61% | 20% | 64% |

Αναλύοντας τα αποτελέσματα της σύγκρισης των πινάκων 1 και 2 μπορούμε να καταλήξουμε σε εμφανή και ενδιαφέροντα συμπεράσματα σε σχέση με την αποτελεσματικότητα της χρήσης στερεοτύπων και της

θεωρίας των πολλαπλών κριτηρίων ως προς τη βελτίωση των δυνατοτήτων υπαρχόντων συστημάτων συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Πράγματι, η προτεινόμενη προσέγγιση δείχνει ότι οδήγησε σε αξιοσημείωτες βελτιώσεις, ως προς τη δυνατότητα της αναγνώρισης των συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών.

Στις περισσότερες εκ των περιπτώσεων, το σύστημα μπορεί να παράγει μια υπόθεση για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη με έναν υψηλότερο βαθμό βεβαιότητας εάν λάβει υπόψη τα στοιχεία από το συνδυασμό των δύο τρόπων. Αναλυτικότερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης του ολοκληρωμένου συστήματος και των συμπερασμάτων που προέκυψαν, γίνεται στα κεφάλαια 10 και 12.

1.2.5 Επέκταση των συστημάτων για άτομα με ειδικές ανάγκες

Στην περίπτωση των ατόμων με ειδικές ανάγκες, η επικοινωνία στο σύστημα Affective MMT με τη χρήση κινητού τηλεφώνου μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη τόσο για τους γιατρούς όσο και για τα ίδια τα άτομα με ειδικές ανάγκες. Για παράδειγμα αν και το περιβάλλον διεπαφής σε έναν υπολογιστή υπερέχει σημαντικά σε πολλά επίπεδα (οπτικοακουστικό, ταχύτητας, κ.λπ.) είναι αρκετά ακριβό στην αγορά για κάποιον που δεν το διαθέτει. Από την άλλη, τα κινητά τηλέφωνα είναι αρκετά φθηνότερα και αποτελούν μικροσυσκευές τις οποίες σχεδόν κάθε άνθρωπος ανεξαρτήτου ηλικίας έχει ή πρόκειται να αποκτήσει στο κοντινό μέλλον και ιδιαίτερα σε κοινωνίες με ιδιαίτερα ανεπτυγμένες τις τηλεπικοινωνίες τους. Έτσι κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με κάποιο κεντρικό server που έχει εγκατεστημένο το εκπαιδευτικό λογισμικό και με τη χρήση του κινητού του τηλεφώνου να φέρει εις πέρας ένα κομμάτι από το πρόγραμμα που θέλει να ακολουθήσει. Το σύστημά μας προσαρμόζει την πληροφορία αυτή με κριτήριο τις δυνατότητες της συσκευής, που θα τις προβάλλει.

Τα άτομα με ειδικές ανάγκες μοντελοποιούνται σε δύο επίπεδα. Η μοντελοποίηση των χρηστών γίνεται σε πρώτο επίπεδο με κριτήριο την κατηγορία ειδικής ανάγκης στην οποία ανήκουν και σε δεύτερο επίπεδο με βάση τα προσωπικά στοιχεία του κάθε χρήστη. Η εφαρμογή ενσωματώνει, επιπρόσθετα, τη δυνατότητα χρήσης εφαρμογής εγκατεστημένης σε κινητό τηλέφωνο τελευταίας γενιάς (smartphone). Τα άτομα με ειδικές ανάγκες, τα οποία έχουν στην κατοχή τους μια τέτοια συσκευή έχουν τη δυνατότητα να εγκαταστήσουν μέρος της κύριας εφαρμογής στο κινητό τους τηλέφωνο. Έτσι αυξάνονται οι δυνατότητες της εφαρμογής (το κομμάτι που αφορά το κινητό τηλέφωνο), η ποιότητα της αλληλεπίδρασης με το χρήστη, οι δυνατότητες προσαρμογής της εφαρμογής ανάλογα με τον εκάστοτε χρήστη, ενώ μειώνεται αρκετά και το κόστος, αφού ο χρήστης έχοντας εγκατεστημένη την εφαρμογή στο κινητό του, δεν χρειάζεται να αλληλεπιδρά (ή τουλάχιστον η ανάγκη αυτή είναι μειωμένη) με την κύρια εφαρμογή μέσω σελίδων για κινητά τηλέφωνα με χρήση του διαδικτύου.

Πιο συγκεκριμένα η επέκταση των συστημάτων για άτομα με ειδικές ανάγκες υλοποιήθηκε βάσει των παρακάτω βασικών κατηγοριών ΑΜΕΑ:

- Άτομα με κινητικά προβλήματα:

Το σύστημα μπορεί να αλληλεπιδράσει με άτομα που έχουν κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα και δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν το πληκτρολόγιο ή/και το ποντίκι του υπολογιστή. Σε αυτή την περίπτωση η αλληλεπίδραση γίνεται οπτικά και ακουστικά. Ο χρήστης βλέπει με τη χρήση της οθόνης αλλά και ακούει με τη χρήση των ηχείων. Αντίστοιχα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει δεδομένα (input χρήστη) με τη βοήθεια της χρήσης ειδικού λογισμικού για επεξεργασία και αναγνώριση φωνής. Τόσο οι εντολές που περιλαμβάνει το σύστημα (όπως το πάτημα ενός κουμπιού), όσο και η πληκτρολόγηση κειμένου μπορούν να γίνουν φωνητικά με τη χρήση μικροφώνου. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα να εκπαιδεύεται και να βελτιώνεται βάσει του χρήστη, με την κατάλληλη μοντελοποίηση, η οποία συμπεριλαμβάνει χαρακτηριστικά της φωνής του. Το ποσοστό επιτυχίας αυξάνεται, όσο αυξάνεται ο χρόνος αλληλεπίδρασης με το σύστημα.

- Υποστήριξη ατόμων με κινητικά προβλήματα (από τη μεριά του γιατρού):

Τα άτομα με κινητικά προβλήματα (για παράδειγμα στα κάτω άκρα) δεν έχουν μεγάλη ευκολία κίνησης και μετακίνησης. Μπορούμε να υποθέσουμε λοιπόν ότι η μετακίνηση αυτών των ατόμων σε ειδικούς χώρους εφοδιασμένους με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, με το κατάλληλο λογισμικό, θα ήταν δύσκολη έως και ανέφικτη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η χρήση του υπολογιστή σε κάποιο προσωπικό χώρο (όπως το σπίτι του χρήστη) είναι προτιμότερη. Βέβαια αυτό προϋποθέτει ότι και το άτομο που θα υποστηρίζει ιατρικά (γιατρός) το άτομο με ειδικές ανάγκες, θα έχει τη δυνατότητα μετακίνησης κατά τακτά χρονικά διαστήματα και επίσκεψης των ασθενών, ώστε να ελέγχει και να αξιολογεί την πρόοδό τους. Εύκολα μπορούμε να φανταστούμε ότι κάτι τέτοιο, για παράδειγμα για έναν γιατρό που θα είχε υπό την εποπτεία του πλέον των 15 ατόμων, θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο, αναλογιζόμενοι το ιδιαίτερα «φορτωμένο» πρόγραμμα των

γιατρών. Για την διευκόλυνση αυτής τη κατάσταση, το σύστημα διαθέτει, εναλλακτικά, υποστήριξη πρόσβασης μέσω ασύρματων δικτύων και συγκεκριμένα με τη χρήση κινητών συσκευών όπως τα κινητά τηλέφωνα. Ο γιατρός μπορεί χωρίς να πρέπει να αγοράσει κάποιο πρόσθετο εξοπλισμό, να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο, να συνδεθεί ασύρματα με το διαδίκτυο και στη συνέχεια (μέσω διαδικτύου) με τους προσωπικούς υπολογιστές των ασθενών. Αυτό μπορεί να το κάνει οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος, χάρη στη χρήση του κινητού του τηλεφώνου. Μπορεί να ελέγξει την πρόοδο των ασθενών του, να στείλει ή/και να πάρει μηνύματα σε ή/και από αυτούς, καθώς και να αλλάξει παραμέτρους και δεδομένα του συστήματος έτσι ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες του κάθε χρήστη. Ο στόχος μας είναι η υποστήριξη των γιατρών και όχι η αντικατάσταση της προσωπικής τους επικοινωνίας με τους ασθενείς τους.

- Άτομα με δυσλεξία

Για τα άτομα με διαγνωσμένη δυσλεξία, το σύστημα παρέχει υποβοήθηση κατά την ανάγνωση: Ο δυσλεκτικός έχει τη δυνατότητα να ακούσει το γραπτό κείμενο με τη βοήθεια της σύνθεσης φωνής μέσω μηχανών ομιλίας. Έτσι μπορούν να αποφευχθούν τυχόν παρερμηνεύσεις λέξεων και εννοιών λόγω λανθασμένης οπτικής ανάγνωσης. Εμπειρική μελέτη που διεξήχθη στο πλαίσιο της διατριβής αποκάλυψε ότι για τα περισσότερα δυσλεκτικά άτομα θα ήταν πιο ξεκούραστο να ακούσουν κάτι, από το να προσπαθήσουν να το διαβάσουν, αφού εκτός των άλλων παρατηρείται και ιδιαίτερη αδυναμία συγκέντρωσης κατά την ανάγνωση σε δυσλεκτικά άτομα. Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται υποβοήθηση στο γραπτό λόγο και ιδιαίτερα στα τεστ. Ειδικότερα στο πληκτρολόγιο του υπολογιστή παρατηρείται η σύγχυση και η αντιστροφή κάποιων γραμμάτων ή/και αριθμών. Η υποβοήθηση της γραπτής έκφρασης του δυσλεξικού χρήστη γίνεται σε πολλά επίπεδα: Για να αναγνωρίσει το σύστημα ένα λάθος δυσλεξίας μπορεί αρχικά να συγκρίνει τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης (αλφαριθμητικά) με δεδομένα του λεξικού της γλώσσας που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Στη συνέχεια μπορεί να προτείνει στο χρήστη να αντικαταστήσει τη λανθασμένη λέξη με κάποια ή κάποιες που να μοιάζουν.

- Άτομα με προβλήματα όρασης:

Στην περίπτωση των ατόμων με προβλήματα όρασης η αλληλεπίδραση μπορεί να γίνει εξ ολοκλήρου ακουστική, δηλαδή τόσο το σύστημα να μεταφέρει με τη βοήθεια μηχανών ομιλίας δεδομένα στο χρήστη, όσο και ο χρήστης να επικοινωνεί προφορικά με τη χρήση μικροφώνου με το σύστημα. Στη συνέχεια γίνεται επεξεργασία και αναγνώριση του προφορικού λόγου. Ταυτόχρονα ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί και πληκτρολόγιο συμβατικό ή ειδικά διαμορφωμένο για άτομα με προβλήματα όρασης. Ακόμα και η χρήση ποντικιού είναι εφικτή εν μέρει, όταν οι διάφορες μετακινήσεις του ποντικιού συνοδεύονται από αντίστοιχη ηχητική απόκριση από το σύστημα. Για παράδειγμα το σύστημα μπορεί να ενημερώνει το χρήστη για το που βρίσκεται ανά πάσα στιγμή ο δείκτης του ποντικιού, καθώς και ποιες ενέργειες είναι διαθέσιμες να γίνουν.

1.3 Πρόγραμμα ενίσχυσης ερευνητικού δυναμικού (ΠΕΝΕΔ 2003)

Το ΠΕΝΕΔ 2003 εντάσσεται στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» (ΕΠΑν) και συγκεκριμένα στον Άξονα 8 (Ανθρώπινοι Πόροι) και στο ΜΕΤΡΟ 8.3 που αναφέρεται στην Ανάπτυξη του Ανθρώπινου Ερευνητικού και Τεχνολογικού Δυναμικού. Το ΠΕΝΕΔ 2003 αφορά στην εκπαίδευση νέων ερευνητών μέσω της εκπόνησης διδακτορικής διατριβής από αυτούς σύμφωνα με τους στόχους του ΕΠΑν.

Το ΕΠΑν συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο των παρεμβάσεων των διαρθρωτικών ταμείων για την κοινωνική και οικονομική της συνοχή και στοχεύει στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής οικονομίας.

Στο πλαίσιο του Προγράμματος Ερευνητικού Δυναμικού 2003 (ΠΕΝΕΔ 2003) αναπτύχθηκε ένα πρωτότυπο σύστημα αναγνώρισης συναισθήματος χρηστών με δυνατότητες αλληλεπίδρασης μέσω κινητών τηλεφώνων. Το εν λόγω έργο με τίτλο: «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕΣΩ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ» υποστηρίχθηκε από την ακόλουθη ερευνητική ομάδα:

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: ΜΑΡΙΑ ΒΙΡΒΟΥ

ΕΜΠΕΙΡΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΙΧΡΙΝΤΖΗΣ

ΕΜΠΕΙΡΗ ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΚΑΜΠΑΣΗ

ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ ΔΙΔΑΚΤΩΡ: ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΑΛΕΠΗΣ

ΥΠΟΨΗΦΙΑ ΔΙΔΑΚΤΩΡ: ΙΩΑΝΝΑ-ΟΥΡΑΝΙΑ ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΥ

Η πρόταση αυτή υποβλήθηκε στη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) του Υπουργείου ανάπτυξης και μετά από εκτενή αξιολόγηση, κρίθηκε ικανή προς χρηματοδότηση.

Το έργο αυτό ασχολείται με την συναισθηματική αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή σε κινητά τηλέφωνα μέσω τριών τρόπων επικοινωνίας οπτικό, ακουστικό και γραπτό-απτικό. Συγκεκριμένα, ασχολείται με την δυνατότητα εφαρμογής αυτής της αλληλεπίδρασης σε εκπαιδευτικές εφαρμογές μέσω κινητών τηλεφώνων. Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές αποτελούν ένα εξαιρετικό πεδίο για να δοκιμαστούν οι νέες τεχνικές για αυτόματη αναγνώριση συναισθημάτων των χρηστών και αυτόματη παραγωγή βοήθειας προσαρμοσμένης στην συναισθηματική και γνωστική τους κατάσταση. Ο λόγος είναι γιατί η εκπαίδευση εξ αποστάσεως, την οποία μπορεί κάλλιστα να υπηρετήσει η κινητή τηλεφωνία, στερεί τον μαθητή-χρήστη από την συναισθηματική, ανθρώπινη επαφή με τον άνθρωπο-καθηγητή και τους ανθρώπους-συμμαθητές, οι οποίοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ίδια την διαμόρφωση της γνώσης και στην παιδαγωγική προσέγγιση. Επομένως είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για συναισθηματική αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή προκειμένου να γίνει η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μέσω κινητών τηλεφώνων πιο ανθρώπινη και αποτελεσματική. Η παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας χρησιμοποιεί τεχνικές Προσαρμοστικών Υπερμέσων (Adaptive Hypermedia) καθώς και τεχνικές σύνθεσης φωνής με συναισθηματική χροιά η οποία θα μεταφέρει τη διδακτική συμβουλή με ενδείξεις μιας προσομοιωμένης συναισθηματικής απόκρισης του ηλεκτρονικού δασκάλου (π.χ. επιβράβευση, παρατήρηση, απογοήτευση κ.λπ.)

Η προτεινόμενη εφαρμογή αναμένεται να αξιοποιηθεί από το Πανεπιστήμιο Πειραιά και να εφαρμοστεί στο πλαίσιο του πανεπιστημίου για την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση των φοιτητών. Η υποδομή του πανεπιστημίου μετά από την επερχόμενη αναβάθμιση των εργαστηρίων του θα είναι ικανή να στηρίξει το παραγόμενο σύστημα. Επιπλέον αναμένεται να γίνει εφαρμογή του συστήματος από το φορέα χρηματοδότησης αυτής της πρότασης, την εταιρεία Ericsson. Η εταιρεία αυτή είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες στο χώρο της κινητής τηλεφωνίας και, επομένως, η υποδομή της είναι δεδομένη.

Η προτεινόμενη έρευνα καταλήγει σε 2 διατριβές, οι οποίες έχουν διακριτούς στόχους και πολύ μεγάλη συνέργια. Η μία διατριβή ασχολείται με την αναγνώριση εικόνων, ώστε να δώσει πρωτότυπες μεθόδους για την αξιόπιστη αναγνώριση συναισθημάτων σε ανθρώπινα πρόσωπα μέσω βιντεοκάμερας που είναι συνδεδεμένη με υπολογιστή και κατά επέκταση με κινητό τηλέφωνο. Η δεύτερη διατριβή ασχολείται με την καινοτόμο, βέλτιστη προσαρμογή της εκπαιδευτικής τεχνολογίας στην κινητή τηλεφωνία και την συναισθηματική μοντελοποίηση χρηστών μέσα από δύο τρόπους επικοινωνίας, τον ακουστικό και γραπτό. Τα συμπεράσματα που παράγονται από κάθε ένα τρόπο επικοινωνίας σχετικά με τα συναισθήματα του χρήστη συνδυάζονται μεταξύ τους ώστε να λαμβάνεται το συναίσθημα που παρουσιάζει ένας χρήστης και επιβεβαιώνεται και από τους τρεις τρόπους επικοινωνίας, καθώς και από τον χαρακτήρα του χρήστη όπως αυτός έχει καταγραφεί στο ιστορικό του.

1.4 Δομή της διατριβής

Σύμφωνα και με το προτεινόμενο στο ΠΕΝΕΔ 2003 έργο, η δομή της διατριβής είναι η ακόλουθη:

Στο **Κεφάλαιο 1**, Εισαγωγή. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα πεδία που προσεγγίζονται στη διατριβή, ενώ ακολουθεί και γενική περιγραφή του προκύπτοντος συστήματος. Παρουσιάζονται αποτελέσματα αξιολογήσεων του συστήματος, η συμμετοχή στο πρόγραμμα ενίσχυσης ερευνητικού δυναμικού (ΠΕΝΕΔ 2003), καθώς και η δομή της διατριβής.

Στο **Κεφάλαιο 2**, Ανασκόπηση Πεδίου. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανασκόπηση στα επιστημονικά πεδία στα οποία εστιάζει η διατριβή. Ειδικότερα παρουσιάζεται μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση που αφορά τα πεδία: εκπαιδευτικό λογισμικό, μοντελοποίηση χρηστών, κινητή τεχνολογία λογισμικού, συναισθηματική ευφυΐα, πολυκριτήριες θεωρίες λήψης αποφάσεων. Από την ανασκόπηση πεδίου προκύπτουν και συμπεράσματα που οδηγούν στην έρευνα που παρουσιάζεται στη διατριβή.

Στο **Κεφάλαιο 3**, Εκπαιδευτικό πολυμεσικό σύστημα – συγγραφικό εργαλείο με κινητά χαρακτηριστικά και δυνατότητες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης Affective MMT. Γίνεται η παρουσίαση του συστήματος το οποίο προκύπτει από την εκπόνηση της διατριβής. Περιγράφεται το συγγραφικό-εκπαιδευτικό εργαλείο, στο οποίο ενσωματώνονται δυνατότητες κινητής, ασύρματης αλληλεπίδρασης. Στη συνέχεια γίνεται προσθήκη τεχνολογιών συναισθηματικής αλληλεπίδρασης, οι οποίες περιλαμβάνουν αναγνώριση ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή, καθώς και παραγωγή συναισθημάτων από εκπαιδευτικούς βοηθούς. Το προκύπτον εκπαιδευτικό σύστημα επεκτείνεται και για άτομα με ειδικές ανάγκες, όπως για άτομα με προβλήματα όρασης, για άτομα με κινητικά προβλήματα, καθώς και για δυσλεξικά άτομα.

Στο **Κεφάλαιο 4**, Κινητά χαρακτηριστικά σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και συγγραφικά εργαλεία. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η γενική αρχιτεκτονική ενός κινητού συστήματος αλληλεπίδρασης για εκπαιδευτικό λογισμικό. Εξετάζονται τα συγγραφικά εργαλεία και τα έξυπνα διδακτικά συστήματα (ΕΔΣ) με προσθήκες από την κινητή τεχνολογία λογισμικού.

Στο **Κεφάλαιο 5**, Μελέτες αξιολόγησης κινητής ασύρματης διαδικτυακής εκπαίδευσης (m-learning). Σε αυτό το κεφάλαιο διερευνώνται τα νεοεμφανιζόμενα κινητά χαρακτηριστικά σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και ιδιαίτερα οι χρήσεις τους ως συγγραφικά εργαλεία. Παρουσιάζεται το πώς ένα κινητό συγγραφικό εργαλείο ΕΔΣ (Έξυπνο διδακτικό σύστημα) μπορεί να παρέχει σχετικά νέες κινητές δυνατότητες τόσο στους εκπαιδευτές όσο και στους σπουδαστές, διατηρώντας υψηλή την ποιότητα της εκπαιδευτικής εφαρμογής όσον αφορά την αλληλεπίδραση, την προσαρμοστικότητα και την εξατομίκευση. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης επιβεβαιώνουν τη συμβολή των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων λογισμικού στην εκπαίδευση, ενώ ταυτόχρονα εκτιμώνται από τους εκπαιδευτές και τους σπουδαστές.

Στο **Κεφάλαιο 6**, Εμπειρικές μελέτες για αναγνώριση συναισθήματος μέσω πληκτρολογίου και μικροφώνου. Ως πρώτο βήμα στο σχεδιασμό του πρωτότυπου συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω διαφορετικών τρόπων αλληλεπίδρασης (μικρόφωνο, πληκτρολόγιο) παρουσιάζονται εμπειρικές μελέτες βασισμένες στη συναισθηματική αλληλεπίδραση μέσω του ακουστικού/προφορικού τρόπου και του πληκτρολογίου, οι οποίες διεξήχθησαν στο πλαίσιο της διατριβής. Για την ανάλυση απαιτήσεων και την αποτελεσματική εφαρμογή της παρούσας προσέγγισης πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές πειραματικές μελέτες. Οι πειραματικές μελέτες περιέλαβαν τους πραγματικούς τελικούς χρήστες καθώς επίσης και ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Κατά αυτόν τον τρόπο η εφαρμογή του προτύπου πολλαπλών κριτηρίων στο σύστημα καθίσταται ακριβέστερη καθώς βασίζεται σε γεγονότα της συλλογιστικής διαδικασίας των πραγματικών χρηστών. Ο κύριος στόχος της πρώτης μελέτης είναι να συγκεντρωθούν τα βίντεο (οπτικοακουστικά δεδομένα) με την

αλληλεπίδραση του πραγματικού χρήστη με το σύστημα και κατά συνέπεια να προκύψουν δεδομένα που αφορούν το πώς οι χρήστες εκφράζουν τα συναισθήματα τους αλληλεπιδρώντας με εκπαιδευτικά συστήματα. Η δεύτερη εμπειρική μελέτη περιλαμβάνει τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να καθορίσουν τα κριτήρια που χρησιμοποιούν συνήθως κατά την αναγνώριση των συναισθημάτων των σπουδαστών, καθώς επίσης και το βάρος σπουδαιότητας των κριτηρίων αυτών.

Στο **Κεφάλαιο 7**, Συναισθηματική ευφυΐα σε δι-τροπικό αντικειμενοστρεφές περιβάλλον αλληλεπίδρασης. Περιγράφεται η γενική εικόνα της αναγνώρισης συναισθημάτων χρηστών σε δι-τροπικά αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα, καθώς και η αντικειμενοστρεφής παρουσίαση των δομών. Επιπλέον προσεγγίζεται και το θέμα της παραγωγής συναισθημάτων από εκπαιδευτικούς βοηθούς. Η παραγωγή συναισθημάτων στοχεύει στο να δημιουργήσει ένα περισσότερο φιλικό και αλληλεπιδραστικό προς τον εκάστοτε χρήστη περιβάλλον, ώστε να παροτρύνει τον χρήστη να εκφράσει τα συναισθήματά του όσο το δυνατόν πιο ελεύθερα και αληθινά. Η προτεινόμενη μέθοδος παραγωγής συναισθημάτων από εκπαιδευτικούς πράκτορες ακολουθεί το μοντέλο συναισθημάτων που ορίζεται από τη θεωρία OCC. Επιπλέον, τα δεδομένα των διεπαφών παρουσιάζονται και δομούνται με βάση το αντικειμενοστρεφές μοντέλο. Σύμφωνα με το αντικειμενοστρεφές μοντέλο, οι τρόποι αλληλεπίδρασης μοντελοποιούνται ως αντικείμενα, ενώ τα δεδομένα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης αποτελούν ιδιότητες αυτών.

Στο **Κεφάλαιο 8**, Λήψη απόφασης πολλαπλών κριτηρίων για αναγνώριση συναισθήματος. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται μια νέα ερευνητική προσέγγιση για την αναγνώριση ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή, που στοχεύει στη βελτίωση της αναγνώρισης των συναισθημάτων των χρηστών μέσα σε μια εκπαιδευτική εφαρμογή. Η νέα προσέγγιση είναι βασισμένη σε πληροφορίες για τους χρήστες που προκύπτουν από δύο τρόπους αλληλεπίδρασης (πληκτρολόγιο και μικρόφωνο) και υποβάλλεται σε επεξεργασία βασισμένη σε έναν

συνδυασμό των ενεργειών εισόδου των χρηστών μέσω της θεωρίας λήψης αποφάσεων.

Στο **Κεφάλαιο 9**, Στερεότυπα χρηστών και τρόποι αλληλεπίδρασης για αναγνώριση συναισθημάτων. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το πώς τα στοιχεία για το χαρακτήρα ή την προσωπικότητα ενός συγκεκριμένου χρήστη μπορούν να αυξήσουν το ποσοστό της πιθανότητας αναγνώρισης ορισμένων ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή. Παρουσιάζεται επιπλέον το πώς η κατοχή των στοιχείων για τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών μπορεί να οδηγήσει ένα σύστημα πολυτροπικής αναγνώρισης συναισθημάτων να επικεντρώσει τους αλγόριθμους του σε έναν ορισμένο τρόπο αλληλεπίδρασης, μέσω της χρήσης των στερεοτύπων.

Στο **Κεφάλαιο 10**, Συνδυασμός στερεοτύπων με θεωρία λήψης αποφάσεων για αναγνώριση συναισθημάτων χρηστών. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η θεωρία λήψης αποφάσεων, η οποία χρησιμοποιείται ως μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων πολλαπλών κριτηρίων για την αναγνώριση πιθανών συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών. Περιγράφονται τα πολύ-επίπεδα στερεότυπα τα οποία ενεργοποιούνται από τις ενέργειες εισόδου των χρηστών και δίνουν επιπλέον πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ακρίβειας των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή. Τέλος παρουσιάζεται η ενσωμάτωση των πολύ-επίπεδων στερεοτύπων με τη χρήση της πολυκριτήριας θεωρίας SAW.

Στο **Κεφάλαιο 11**, Συμπεράσματα και συνεισφορά στην έρευνα. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αξιολόγηση του προκύπτοντος συστήματος, καθώς και της θεωρητικής προσέγγισης της διατριβής. Γίνεται αξιολόγηση των «κινητών» χαρακτηριστικών, καθώς και των ενσωματωμένων δυνατοτήτων αναγνώρισης συναισθημάτων από γραπτό-απτική είσοδο και παρουσιάζονται και συμπεράσματα που προκύπτουν. Τέλος γίνεται κριτική για την πρωτότυπη θεωρητική προσέγγιση και αναφορά σε μελλοντικές επεκτάσεις.

Κεφάλαιο 2

Ανασκόπηση πεδίου

2.1 Εκπαιδευτικό λογισμικό

2.1.1 Ευφυή συστήματα διδασκαλίας

Η Υποβοηθούμενη Εκμάθηση μέσω υπολογιστή (Computer Assisted Learning) έχει αναπτυχθεί ραγδαία κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών και έχει ενισχυθεί από τις πρόσφατες προόδους στις διαδικτυακές εφαρμογές, την τεχνολογία πολυμέσων, τα ευφυή συστήματα και την τεχνολογία λογισμικού. Η CAL μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευτές με έναν συμπληρωματικό τρόπο για τα μαθήματά τους. Οι σπουδαστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το εκπαιδευτικό λογισμικό μέσα και έξω από το χώρο της τάξης με σκοπό την εκμάθηση, την εξάσκηση και την παγίωση των γνώσεων τους. Μπορούν επίσης να κάνουν χρήση του λογισμικού από απομακρυσμένες θέσεις σε περιπτώσεις όπου ο εκπαιδευτής είναι μακριά από το σπουδαστή.

Εντούτοις, πολλοί ερευνητές (Salomon, 1990) (Welch & Brownell, 2000) επισημαίνουν ότι η τεχνολογία είναι αποτελεσματική όταν εξετάζουν σκεπτικά οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη την αξία και τους περιορισμούς μιας ιδιαίτερης εφαρμογής ενώ υιοθετώντας τις αποτελεσματικές

παιδαγωγικές πρακτικές να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος. Παραδείγματος χάριν, οι Hasebrook και Gremm (1999) υποστηρίζουν ότι πολλά κέρδη εκμάθησης οφείλονται κυρίως στις εκπαιδευτικές μεθόδους και έτσι πολλοί ερευνητές στοχεύουν να καταστήσουν τα συστήματα παράδοσης ιδιαίτερων μαθημάτων τους αποτελεσματικότερα με τις «ευφυείς» τεχνολογίες λογισμικού (ITS) για να προσαρμοστούν απαιτήσεις, δυνατότητες και γνώση των αρχαρίων. Το ίδιο πράγμα ισχύει και για τις διαδικτυακές εκπαιδευτικές εφαρμογές, οι οποίες περιορίζονται συχνά στις δυνατότητες των «ηλεκτρονικών βιβλίων» με μικρή προοπτική αλληλεπίδρασης με το σπουδαστή.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προστεθεί στο εκπαιδευτικό λογισμικό εφόσον γίνει χρήση της τεχνολογίας των ΕΔΣ. Τα ΕΔΣ έχουν ως σκοπό να εξατομικεύσουν την εκπαιδευτική εμπειρία των σπουδαστών σύμφωνα με το επίπεδο γνώσης και ικανότητας τους (Du Boulay, 2000). Ευρέως έχει υποστηριχθεί ότι ένα ΕΔΣ θα πρέπει να αποτελείται από τέσσερα συστατικά, δηλαδή από το πεδίο γνώσης, το συστατικό διαμόρφωσης σπουδαστών, το συστατικό της διδασκαλίας και το περιβάλλον επικοινωνίας (διεπαφής) του χρήστη (Self, 1999) (Wenger, 1987). Το πεδίο της γνώσης αποτελείται από μια απεικόνιση του πεδίου που θα διδαχθεί (π.χ. βιολογία, χημεία, κ.λπ.). Το συστατικό διαμόρφωσης σπουδαστών περιλαμβάνει τη δομή μιας ποιοτικής αντιπροσώπευσης σπουδαστών εκ μέρους της συμπεριφοράς του ιδίου αναφορικά με την προϋπάρχουσα γνώση σε σχέση με το πεδίο και με τους σπουδαστές που μαθαίνουν το πεδίο (Sison & Shimura, 1998). Η διαμόρφωση σπουδαστών μπορεί να διαμορφώσει τις διάφορες πτυχές ενός σπουδαστή, όπως ποιο είναι το επίπεδο γνώσης του/της είναι στο πεδίο που διδάσκεται (π.χ. (Sison & Shimura, 1998)), εάν έχει παρερμηνείες (Virvou, 2002), (Virvou & Kabassi, 2001)), ποιες είναι οι σχετικές με τη διαδικασία εκμάθησης συγκινήσεις (π.χ. Elliott, Rickel & Lester, 1999)) κ.λπ. Το συστατικό διδασκαλίας περιέχει μια αντιπροσώπευση των στρατηγικών διδασκαλίας του συστήματος.

2.1.2 Εκπαιδευτικό λογισμικό για άτομα με ειδικές ανάγκες

Τα άτομα με ειδικές ανάγκες είναι άτομα με σοβαρές ή ήπιες αναπηρίες, ανικανότητες ή μειονεξίες που προκύπτουν από φυσικές ασθένειες, συμπεριλαμβανομένων των αισθητηριακών, διανοητικών ή ψυχικών διαταραχών που περιορίζουν ή αποκλείουν την εκπλήρωση μιας δραστηριότητας ή μιας λειτουργίας που θεωρείται φυσιολογική για έναν «φυσιολογικό» άνθρωπο. Εντούτοις, η σύγχρονη ιστορία έχει αποδείξει ότι σε μια πιο φιλική προς αυτά τα άτομα κοινωνία, τα άτομα με ειδικές ανάγκες μπορούν κάλλιστα να ονομάζονται «άτομα με ειδικές ικανότητες» (ΑΜΕΙ).

Κάτι το οποίο απασχολεί ιδιαίτερα τα εκπαιδευτικά συστήματα των περισσότερων χωρών είναι η εκπαίδευση των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Όπως περιγράφουν και οι Luc Stevens και Wim Van Werkhoven (1997), οι περισσότερες χώρες της Ευρώπης καταβάλλουν αξιόλογες προσπάθειες τις τελευταίες δύο δεκαετίες ως προς την υποστήριξη ατόμων με ειδικές ανάγκες στα εκπαιδευτικά τους συστήματα με σκοπό να τα ενσωματώσουν στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία και όχι να τα απομακρύνουν από αυτήν. Κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, πολλές χώρες έχουν ωθηθεί προς μια προσπάθεια δημιουργίας ειδικών πολιτικές αρχών και νόμων οι οποίοι θα ενσωματώνουν την ένταξη ατόμων με ειδικές ανάγκες στην κοινωνία (Avramidis et al. 2000). Οι Hasselbring και Glaser (2000), αναφέρουν ότι εκατομμύρια από μαθητές στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής δεν μπορούν να επωφεληθούν πλήρως από ένα παραδοσιακό εκπαιδευτικό πρόγραμμα γιατί έχουν κάποια ανικανότητα η οποία τους «εξασθενεί» την προσπάθειά τους να ενταχθούν σε ένα τυπικό περιβάλλον μιας σχολικής τάξης. Συνεχίζουν, τονίζοντας ότι οι βασισμένες σε υπολογιστές τεχνολογίες, μπορούν να παίξουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο για τέτοιους μαθητές, για άτομα με ειδικές ανάγκες.

Ένα υποσύνολο των ατόμων με ειδικές ανάγκες αποτελούν τα δυσλεξικά άτομα. Η δυσλεξία είναι μια αναπτυξιακή κατάσταση της οποίας οι προγενέστερες φαινοτυπικές της διαφοροποιήσεις σε βρέφη και μικρά

παιδιά υποβάλλονται σε μη επαναλαμβανόμενες γραμμικές διαφοροποιήσεις σε κυτταρικό, φυσιολογικό και οργανικό επίπεδο πριν ακόμα αναγνωριστούν ως κλινικές δυσλειτουργίες (Wolff, 1999). Είναι μια εγκεφαλική δυσλειτουργία η οποία επηρεάζει τον τρόπο μάθησης του υποκειμένου και η οποία εμφανίζεται ως δυσκολία μάθησης ανάγνωσης και γραφής αλλά και δυσκολία απόκτησης γνώσεων και δεξιοτήτων και σε άλλες περιοχές μάθησης (Warnke, 1999). Εκδηλώνεται τα πρώτα χρόνια φοίτησης στο Δημοτικό σχολείο ως μία απροσδόκητη και ανεξήγητη μαθησιακή δυσκολία στην ανάγνωση και γραφή, σε φυσιολογικά παιδιά με κανονική ή και ανώτερη ευφυΐα που μέχρι τότε τίποτε δεν έδειχνε ότι είχαν κάποιο πρόβλημα. Αν και στον Ελληνικό χώρο δεν έχει γίνει καμία επίσημη έρευνα υπολογίζεται ότι το ποσοστό των δυσλεκτικών ατόμων είναι περίπου 5% του συνολικού πληθυσμού. Το δυσλεξικό άτομο αντιμετωπίζεται συνήθως ως άτομο χαμηλότερης νοημοσύνης με σοβαρές εκπαιδευτικές, ψυχολογικές και κοινωνικές συνέπειες. Έρευνες κατά την τελευταία δεκαετία υπέδειξαν ότι όχι μόνο τα άτομα αυτά δεν στερούνται νοημοσύνης, αλλά ότι η νοημοσύνη τους τις περισσότερες φορές είναι πάνω από το μέσο όρο. Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι εξέχουσες προσωπικότητες στους τομείς των επιστημών αλλά και των τεχνών υπήρξαν δυσλεκτικά άτομα (Albert Einstein, Thomas Edison, Hans Christian Andersen κ.λπ). Η τεχνολογία των ευφυών διδακτικών συστημάτων, είναι αρκετά κατάλληλη γι αυτόν το σκοπό, αφού παρέχει εξατομικευμένη βοήθεια σε μαθητές και βασίζεται στην επαναπαρουσίαση των δικών τους ικανοτήτων και αδυναμιών που αποτελούν ένα μαθητικό μοντέλο. Το μοντέλο μαθητή μπορεί να μοντελοποιήσει διάφορες πλευρές του μαθητή όπως το επίπεδο γνώσης του ως προς το διδασκόμενο γνωστικό καθώς και διάφορες μαθησιακές δυσκολίες οι οποίες λαμβάνονται υπόψη μαζί με τα συναισθήματα κατά τη διαδικασία της μάθησης (Virvou, 2002), (Virvou & Kabassi, 2001). Ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί την τεχνολογία των ευφυών διδακτικών συστημάτων για εκπαιδευτικούς σκοπούς σε δυσλεκτικά άτομα είναι το SICOLE (Moreno et al., 2002). Ωστόσο, το σύστημα αυτό στοχεύει κυρίως στη χρήση εφαρμογών και τεχνολογιών πολυμέσων και όχι τόσο στη αναγνώριση και σύνθεση φωνής,

στην αναγνώριση συναισθημάτων και στη τεχνολογία λογισμικού για κινητά τηλέφωνα, όπως στην παρούσα διατριβή.

2.1.3 Συγγραφικά εργαλεία

Το περιβάλλον επικοινωνίας (διεπαφή) του χρήστη με τον υπολογιστή είναι αρμόδιο για τη μετάφραση μεταξύ της εσωτερικής αντιπροσώπευσης του συστήματος και μιας γλώσσας διεπαφών κατανοητών από το σπουδαστή.

Εντούτοις η ανάπτυξη τέτοιων εκπαιδευτικών συστημάτων είναι ένας δύσκολος στόχος που χρειάζεται αρκετή προσπάθεια από τους εμπειρογνώμονες πεδίων εκπαιδευτικού λογισμικού και υπολογιστών. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνεται από τα συγγραφικά εργαλεία ΕΔΣ, τα οποία παρέχουν τα φιλικά προς το χρήστη περιβάλλοντα στους ανθρώπινους εκπαιδευτές για να αναπτύξουν το δικά τους ΕΔΣ με εύκολο τρόπο. Εντούτοις, οι δυνατότητες συλλογισμού του προκύπτοντος ΕΔΣ πρέπει να παρασχεθούν από τα συγγραφικά εργαλεία. Επομένως τα συγγραφικά εργαλεία οφείλουν να ενσωματώνουν γενικές και ανεξάρτητες πεδίου μεθόδους οι οποίες μπορούν να προσαρμοστούν στο κάθε ιδιαίτερο διδακτικό πεδίο από κάθε εκπαιδευτή συγγραφέα. Από αυτή την άποψη τα συγγραφικά εργαλεία είναι πιο δύσκολο να αναπτυχθούν από τα ΕΔΣ, ωστόσο παρέχουν έναν υψηλό βαθμό ικανότητας επαναχρησιμοποίησης και συμπερασματικά αξίζουν την πρόσθετη προσπάθεια.

Πρόσφατα, έχουν υπάρξει πολλές ερευνητικές προσπάθειες να μεταφερθεί η τεχνολογία των ΕΔΣ και των συγγραφικών εργαλείων μέσω του Διαδικτύου. Μια πρόσφατη αναθεώρηση (Brusilovsky, 1999) έχει δείξει ότι όλες οι γνωστές τεχνολογίες από τις περιοχές ΕΔΣ έχουν επαναεφαρμοστεί ήδη για το διαδίκτυο. Αυτό θα μπορούσε να αναμένεται δεδομένου ότι η βασισμένη στο WEB εκπαίδευση χρειάζεται τη νοημοσύνη σε μεγαλύτερη έκταση από τις αυτόνομες εφαρμογές. Υπάρχουν δύο σημαντικοί λόγοι για αυτό: Κατ' αρχάς, οι περισσότερες βασισμένες στο WEB εκπαιδευτικές εφαρμογές στοχεύουν σε μια πολύ ευρύτερη ποικιλία χρηστών από οποιαδήποτε αυτόνομη εφαρμογή και έτσι υπάρχει μια ανάγκη για μεγαλύτερη εξατομίκευση. Δεύτερον, οι σπουδαστές εργάζονται συνήθως με τα βασισμένα στο WEB εκπαιδευτικά συστήματα από μόνοι τους (συχνά από το σπίτι) και δεν μπορούν να ωφεληθούν από την

εξατομικευμένη βοήθεια που ένας εκπαιδευτής ή ένας όμοιος σπουδαστής μπορεί να παρέχει στις εγκαταστάσεις μιας κανονικής τάξης (Weber & Brusilovski, 2001).

Τα συγγραφικά εργαλεία γενικά προορίζονται να χρησιμοποιηθούν από τους ανθρώπινους εκπαιδευτές (δυναμικοί συντάκτες μαθημάτων) για τη δημιουργία βοηθών-δασκάλων σε ένα ευρύ φάσμα πεδίων, συμπεριλαμβανομένης της εξυπηρέτησης πελατών, των μαθηματικών, της συντήρησης εξοπλισμού και της δημόσιας πολιτικής, αυτοί οι δάσκαλοι στοχεύουν σε ένα ευρύ φάσμα σπουδαστών, από τους μαθητές σχολικών τάξεων μέχρι εταιρικούς εκπαιδευόμενους (Murray, 1999). Πιο συγκεκριμένα, τα συγγραφικά εργαλεία που ειδικεύονται σε ΕΔΣ στοχεύουν στην παροχή των περιβαλλόντων για αποδοτική ανάπτυξη διδακτικών συστημάτων που μπορεί να είναι ευφυή (Intelligent) και προσαρμοστικά (Adaptive) στους μεμονωμένους σπουδαστές. Ο κύριος στόχος των ΕΔΣ σε σύγκριση με άλλες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, είναι να παρασχεθεί υψηλή εξατομικευμένη καθοδήγηση στους σπουδαστές. Αποτελεί απλή λογική το γεγονός ότι οι απαντήσεις που εξατομικεύονται για έναν συγκεκριμένο σπουδαστή πρέπει να βασιστούν σε κάποιες πληροφορίες για εκείνο τον σπουδαστή. Στην τεχνολογία των ΕΔΣ αυτή η πραγματοποίηση οδήγησε στη μοντελοποίηση μαθητών, η οποία έγινε πυρήνας ή ακόμα και καθοριστικό θέμα για τον εν λόγω ερευνητικό τομέα (Cumming & McDougall, 2000). Εντούτοις, εκτενής μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας υποδεικνύει ότι μέχρι αυτή τη στιγμή δεν υπάρχουν συγγραφικά εργαλεία τα οποία να παρέχουν παραμετροποίηση σε συστατικά ανθρώπινης διεπαφής όπως κινούμενοι πράκτορες με δυνατότητες ομιλίας, καθώς και συγγραφικά εργαλεία τα οποία να υποστηρίζουν δυνατότητα χρήσης τους μέσω κινητών τηλεφώνων. Μια πρωτότυπη προσέγγιση αποτελεί η έρευνα της παρούσας διατριβής, όπως περιγράφεται στο υλοποιημένο σύστημα του κεφαλαίου 3.

2.1.4 Ηλεκτρονική και κινητή μάθηση

Η αλματώδης ανάπτυξη των δικτύων και των τηλεπικοινωνιών την τελευταία δεκαετία έχουν ανοίξει καινούριους ορίζοντες και έχουν προσφέρει καινούριες δυνατότητες. Τα δίκτυα υπολογιστών έχουν εκμηδενίσει τις αποστάσεις και προσφέρουν καινούριους τρόπους επικοινωνίας. Ο Παγκόσμιος Ιστός διασύνδεει περισσότερες από 193 χώρες και αποτελεί μία ανεξάντλητη πηγή πληροφοριών (δεδομένα 2002, δίκτυο ασύρματης τηλεκπαίδευσης Gunet). Η χωρητικότητα των γραμμών διασύνδεσης έχει αυξηθεί πολύ τα τελευταία χρόνια δημιουργώντας τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη καινούριων τεχνολογιών. Είναι προφανές ότι οι δυνατότητες αυτές δεν θα άφηναν ασυγκίνητο το χώρο της εκπαίδευσης. Οι νέες τεχνολογίες μπορούν να αποτελέσουν ένα ισχυρό εργαλείο για την ενδυνάμωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και να δώσουν μία άλλη διάσταση στη μάθηση. (πηγές, Υπουργείο Παιδείας, δίκτυο Gunet/ e-class)

Τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, και λίγο νωρίτερα στην Αμερική, έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται συχνά ο όρος ηλεκτρονική μάθηση ή τηλεκπαίδευση (e-learning). Η ηλεκτρονική μάθηση, στις μέρες μας, έχει καθοριστεί σε τρεις μορφές:

- i. Η ηλεκτρονική μάθηση σε εξατομικευμένο ρυθμό (self-paced training). Σε αυτή την περίπτωση προσφέρονται στον εκπαιδευόμενο συνδυασμός εκπαιδευτικών υλικών (βιβλία, αναφορές στο δίκτυο, μαγνητοσκοπημένα μαθήματα, σημειώσεις, προγράμματα εκμάθησης βασισμένα σε υπολογιστή κτλ), συνήθως χωρισμένα σε ενότητες (μαθήματα), τα οποία χρησιμοποιεί με το δικό του ρυθμό, αποφασίζει δηλαδή ο ίδιος πότε και που θα τα χρησιμοποιήσει. Δεν υπάρχει επικοινωνία με διδάσκοντα ή με άλλους μαθητές.
- ii. Η Ασύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση. Η περίπτωση αυτή μοιάζει αρκετά με την προηγούμενη. Παρέχεται στους συμμετέχοντες η δυνατότητα να εργαστούν με το υλικό προς διδασκαλία οπουδήποτε και οποτεδήποτε έχοντας όμως παράλληλα δυνατότητα ασύγχρονης

επικοινωνίας με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες και με τον εκπαιδευτή. Το υλικό διδασκαλίας δεν είναι απαραίτητο να έχει δοθεί όλο από την έναρξη του μαθήματος αλλά μπορεί να προσφέρεται τους εκπαιδευόμενους σταδιακά. Ο ρυθμός διεξαγωγής καθορίζεται από τον εκπαιδευτή σε συνεργασία πάντα με τους εκπαιδευόμενους.

- iii. Η σύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση. Σε αυτή την περίπτωση το μάθημα γίνεται κανονικά αλλά οι μαθητές και ο καθηγητής μπορούν να βρίσκονται σε διαφορετικό τόπο ο καθένας και χρησιμοποιώντας τεχνολογίες τηλεδιάσκεψης να βρίσκονται όλοι σε μία εικονική αίθουσα διδασκαλίας. Η διεξαγωγή του μαθήματος γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να προσφέρει τις ίδιες ή και παραπάνω δυνατότητες με αυτές που προσφέρονται σε μία κανονική αίθουσα.

Στο πλαίσιο της υπάρχουσας διατριβής, υλοποιήθηκε λογισμικό εκπαιδευτικού περιεχομένου, το οποίο, σύμφωνα με τους παραπάνω ορισμούς, ανήκει στην κατηγορία της ασύγχρονης ηλεκτρονικής μάθησης. Γενικότερα, μία πλατφόρμα για ασύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις :

- Να υποστηρίζει χωρισμό των χρηστών σε ομάδες έτσι ώστε η ίδια πλατφόρμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περισσότερα από ένα μαθήματα. Προφανώς θα πρέπει να υποστηρίζει κάποιου είδους πιστοποίηση των χρηστών.
- Να υποστηρίζει τη δημιουργία *βημάτων συζήτησης (discussion forums)* για την επικοινωνία των εκπαιδευομένων και του εκπαιδευτή ασύγχρονα.
- Να υποστηρίζει «δωμάτια συζητήσεων» (chat rooms) για συζήτηση σε πραγματικό χρόνο (σύγχρονη) και ανταλλαγή απόψεων.
- Να υλοποιεί ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail) για την καλύτερη επικοινωνία των χρηστών.
- Εύκολο τρόπο τόσο για τον καθηγητή για να τοποθετεί το υλικό του μαθήματος όσο και για το μαθητή για την τοποθέτηση των εργασιών του.
- Να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές τοπικής αποθήκευσης του υλικού του μαθήματος, για επεξεργασία εκτός του δικτύου.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, την αποκτηθείσα εμπειρία των προγραμματιστών εκπαιδευτικών εφαρμογών και τους ολοένα πιο απαιτητικούς χρήστες έχουν αρχίσει να προστίθενται και άλλα χαρακτηριστικά όπως:

- Να υπάρχει το υλικό του μαθήματος και σε εύκολα εκτυπώσιμη μορφή για τους χρήστες που προτιμούν το έντυπο υλικό
- Το περιβάλλον να είναι προσβάσιμο από απλό web browser ώστε να μη χρειάζεται από τους χρήστες εγκατάσταση άλλου λογισμικού και για να είναι προσβάσιμο από παντού (π.χ. Internet cafe) και από οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα.
- Να έχει φιλικό περιβάλλον τόσο για το χρήστη/ μαθητή όσο και για το χρήστη/ καθηγητή.
- Να υποστηρίζει προσωποποίηση (customization) του περιβάλλοντος ανάλογα με το χρήστη καθώς και προσαρμοστικότητα (adaptivity). Επίσης να κρατάει πληροφορίες (δημιουργία profiles και user models) για το χρήστη για να τον «βοηθάει» κατά την πλοήγηση.
- Να έχει ημερολόγιο με τις προθεσμίες και άλλα σημαντικά γεγονότα.
- Να παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών.
- Να υποστηρίζει την εύκολη δημιουργία διαγωνισμάτων (online tests)
- Να υποστηρίζει την παρουσίαση και άλλων πολυμεσικών υλικών όπως βίντεο, ήχου, εικόνων κ.λπ.

Η ηλεκτρονική μάθηση έφερε επανάσταση στο χώρο της εκπαίδευσης. Μέχρι τώρα, η κλασική μορφή εκπαίδευσης ήταν «δασκαλοκεντρική», δηλαδή προσέφερε επικέντρωση στις ανάγκες του διδάσκοντα και οι εκπαιδευόμενοι ήταν υποχρεωμένοι να προσαρμοστούν σε αυτές. Με τη βοήθεια της σύγχρονης ηλεκτρονικής μάθησης η εκπαίδευση έγινε πιο «μαθητοκεντρική» δηλαδή έφερε περισσότερο το μαθητή στο επίκεντρο της μάθησης. Έτσι, ο μαθητής/ χρήστης μπορεί μέσω του διαδικτύου να έχει πρόσβαση σε πλούσιο πληροφοριακό υλικό (διεθνή πανεπιστήμια, βιβλιοθήκες κ.λπ). Ο εκπαιδευόμενος μπορεί να προσαρμόσει τα μαθήματά του και να δημιουργήσει ένα πρόγραμμα που να καλύπτει τις ανάγκες του. Έτσι είναι εφικτή πλέον η δια βίου κατάρτιση

αφού το μάθημα μπορεί να διαμορφωθεί σύμφωνα με τις προτιμήσεις και το χρόνο του μαθητή.

Χάρη στην ηλεκτρονική μάθηση δίνεται η δυνατότητα στο μαθητή να παρακολουθεί το μάθημα από παντού και όποτε θέλει. Το εκπαιδευτικό υλικό είναι πάντα και από παντού προσβάσιμο. Επιπλέον, με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής μάθησης κερδίζεται πολύτιμος χρόνος και μειώνεται το κόστος από άσκοπες μετακινήσεις. Δίνεται η δυνατότητα σε περισσότερους χρήστες/ εκπαιδευόμενους να παρακολουθήσουν, εύκολα και χωρίς κόστος, διαλέξεις ειδικών και να υπάρχουν συνεργασίες μεταξύ πανεπιστημίων και σχολών.

Ο εκπαιδευτής έχει τη δυνατότητα να εμπλουτίσει το μαθησιακό υλικό, να χρησιμοποιήσει καινούριες τεχνολογίες (πολυμέσα κ.λπ) που κάνουν το μάθημα πιο ενδιαφέρον και προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες. Το υλικό που παράγεται μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και έτσι δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτή να ασχολείται μόνο με την ενημέρωση και τον εμπλουτισμό του υλικού και όχι με την εκ νέου δημιουργία του κάθε φορά που διδάσκεται το μάθημα. Είναι ταυτόχρονα πιο εύκολη η παρακολούθηση της προόδου των μαθητών από τον καθηγητή και σωστότερη η αξιολόγησή τους. Επίσης καθίσταται πιο αντικειμενική η αξιολόγηση των καθηγητών και των μαθημάτων που προσφέρονται όπως επίσης και η πιστοποίηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων από τη στιγμή που το υλικό είναι προσβάσιμο από όλους.

Ωστόσο, με τη χρήση της ηλεκτρονικής μάθησης μειώνεται αισθητά η προσωπική επικοινωνία και επαφή μεταξύ του μαθητή και του διδάσκοντα. Ακόμα και στη σύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση η οθόνη είναι πολύ δύσκολο να αντικαταστήσει την φυσική παρουσία του καθηγητή στην αίθουσα. Στην ασύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση το πρόβλημα αυτό είναι μεγαλύτερο καθώς η μόνη επικοινωνία γίνεται μέσω γραπτών μηνυμάτων και μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Η έλλειψη εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία δημιουργεί μία αμηχανία και κάνει τις σχέσεις πιο «τυπικές». Ένα μέρος των μειονεκτημάτων αυτών, προσδοκείται να μετριαστεί με την προσθήκη πιο

«έξυπνων» και πρωτότυπων μηχανισμών της τεχνολογίας λογισμικού, όπου θα επιδιώκεται και η αναγνώριση καθώς και η αντίστοιχη ανταπόκριση στο ανθρώπινο συναίσθημα.

Στο πλαίσιο της υπάρχουσας διατριβής υπήρξε επέκταση των υπάρχοντων δυνατοτήτων μιας εφαρμογής ηλεκτρονικής μάθησης, με την προσθήκη των τεχνολογικά εξελιγμένων και νέων χαρακτηριστικών της κινητής τεχνολογίας λογισμικού, ή οποία πολύ πρόσφατα έκανε την πρώτη της εμφάνιση στον εξωτερικό ως m-learning. Βιβλιογραφική αναζήτηση αποκάλυψε ότι μέχρι το 2002 δεν υπήρχαν αντίστοιχες εφαρμογές, ενώ η εργασία (Virvou & Alerpis, 2002), που αφορά την επέκταση των εφαρμογών ηλεκτρονικής μάθησης στον τομέα των κινητών τηλεφώνων, θεωρήθηκε έπειτα από κριτικές διεθνούς εμβέλειας, ως εξαιρετικά πρωτότυπη.

Επιπλέον η πρωτότυπη εκπαιδευτική εφαρμογή εμπλουτίστηκε και με δυνατότητες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης (affective computing), οι οποίες περιλαμβάνουν τόσο παραγωγή συναισθημάτων από τον εκπαιδευτή βοηθό της εφαρμογής με τη χρήση γραφικών και πολυμέσων, όσο και αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης του χρήστη/ μαθητή, μέσω ενός δι-τροπικού συστήματος διεπαφής. Τέτοιες εφαρμογές βρίσκονται επίσης σε πειραματικό στάδιο, με σημαντικές τις εργασίες των (Karoor & Picard, 2005), (Ahn & Picard, 2006) και (Burleson, 2006), όπου εκτός από το γεγονός της δημοσίευσης τους μόλις τα τελευταία τρία χρόνια, στις εργασίες αυτές υπογραμμίζεται η μεγάλη δυσκολία ενός τέτοιου εγχειρήματος, ήτοι της ενσωμάτωσης της αναγνώρισης των συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών σε περιβάλλοντα ηλεκτρονικής μάθησης.

2.2 Μοντελοποίηση χρηστών

2.2.1 Μηχανισμοί συμπερασμού για το χρήστη

Οι Benyon & Murray [1993] ορίζουν ότι οποιοδήποτε σύστημα πρέπει να διατηρεί ένα μοντέλο για κάθε χρήστη ώστε να είναι σε θέση να προσαρμόζει την αλληλεπίδρασή του με κάθε χρήστη ξεχωριστά. Γενικά, ένα μοντέλο του χρήστη ορίζεται ως η πηγή γνώσης ενός συστήματος, η οποία περιέχει υποθέσεις σχετικά με το χρήστη και είναι σημαντικές για την αλληλεπιδραστική συμπεριφορά του συστήματος [Kass & Finin 1989]. Έτσι, ο βασικός στόχος της μοντελοποίησης χρηστών είναι να προσδιορίσει τις προθέσεις του χρήστη ώστε το σύστημα να μπορέσει να τον βοηθήσει να πετύχει τους στόχους του.

Η μοντελοποίηση χρηστών έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως μεταξύ άλλων για να την προσαρμογή της παρουσίασης πληροφοριών [Eliot, Neiman & Lamar, 1997; Calvi & De Bra 1997; Murray, Condit & Haugsjaa, 1998], για την παροχή εξατομικευμένης βοήθειας [Chin 1989; Virvou & du Boulay 1999; Delisle & Moulin 2002], για τον εντοπισμό χρήσιμων πληροφοριών [Linden, Hanks & Lesh 1997] και για την εξατομίκευση της διδακτικής εμπειρίας [Virvou & Moundridou 2001, Virvou & Tsiriga 2001, Virvou & Katsionis 2003]. Για να μπορεί ένα σύστημα να προσαρμόζει το σύστημα διεπαφής ή τις πληροφορίες που παρουσιάζονται στον εκάστοτε χρήστη, τα μοντέλα χρηστών λαμβάνουν υπόψη τους διάφορους ανθρώπινους παράγοντες, όπως τη ψυχολογική ικανότητα, τη μνήμη, το φόρτο εργασίας ή το γνωσιακό βάρος [Schäfer & Weyrath 1997; Brown, Santos Jr., & Banks 1998, Virvou & Manos 2003].

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει αναφερθεί ένα πλήθος θεωριών, οι οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικά συστήματα ώστε να κάνουν υποθέσεις σχετικά τους στόχους, τα «πιστεύω» και τα χαρακτηριστικά ενός χρήστη και να συμπληρώσουν τις πληροφορίες στο μοντέλο του. Για παράδειγμα, μερικές από αυτές είναι οι τεχνικές βασιζόμενες στη λογική [Pohl & Höhle 1997; Giangrandi & Tasso 1997], abductive reasoning-based τεχνικές [Csinger & Poole 1996; Csinger et al. 1994], οι τεχνικές

μηχανικής μάθησης [Chiu et al. 1997; Doux et al. 1997; Gori et al. 1997; Ambrosini et al. 1997; Sison & Simura 1998], τα fuzzy σύνολα [Agah & Tanie 2000; Song & Lee 2002; Chen & Li 2003] και τα νευρωνικά δίκτυα [Paranagama et al. 1997; Gori et al. 1997; Ambrosini et al. 1997].

Σύμφωνα με διάφορους επιστήμονες της περιοχής της μοντελοποίησης χρηστών [Rich 1989; Rich 1999; Jones and Virvou, 1991; Wu 1991]), τα μοντέλα των χρηστών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει των παρακάτω διαστάσεων:

- Βαθμός ειδίκευσης (specialisation): το μοντέλο μπορεί να αναφέρεται σε ένα χρήστη ή σε μια ομάδα από χρήστες.
- Δυνατότητα τροποποίησης (modifiability): ένα δυναμικό μοντέλο έχει τη δυνατότητα να αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, ενώ ένα στατικό όχι.
- Μέθοδος απόκτησης πληροφοριών (way of acquisition): οι πληροφορίες συλλέγονται άμεσα από το σχεδιαστή του συστήματος ή το χρήστη, ή έμμεσα από το σύστημα.
- Συμμετοχή του χρήστη στην απόκτηση των πληροφοριών: σε ένα ενεργητικό μοντέλο ο χρήστης δίδει άμεσα πληροφορίες γι' αυτόν/ήν, ενώ σε ένα παθητικό μοντέλο το σύστημα συγκεντρώνει από μόνο του πληροφορίες για το χρήστη που μοντελοποιεί.
- Χρονική διάρκεια: ένα μοντέλο μικρής διάρκειας (short-term) κρατάει πληροφορίες μόνο για την τρέχουσα αλληλεπίδραση του χρήστη, ενώ ένα μοντέλο μακράς διάρκειας (long-term) κρατάει γενικότερες πληροφορίες, που αφορούν όλες τις αλληλεπιδράσεις του χρήστη με το σύστημα.

Στην περιοχή της μοντελοποίησης χρηστών έχουν καταγραφεί διάφορες προσεγγίσεις ανάλογα με τις τεχνικές και τις μεθόδους κατασκευής των μοντέλων χρηστών αλλά και ανάλογα με το είδος των πληροφοριών που αποθηκεύουν. Γενικά υπάρχουν δύο βασικές σχολές στο σχεδιασμό των μοντέλων των χρηστών. Η πρώτη χρησιμοποιεί

«χειροποίητα» μοντέλα, δηλαδή ο σχεδιαστής του συστήματος καθορίζει το τρόπο μοντελοποίησης των χρηστών εκ των προτέρων [Maes 1994; Jameson 1996]. Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιεί «μηχανικά» μοντέλα χρηστών [Jameson 1996; Harrington & Brown 1997]. Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, ένα μοντέλο κατασκευάζεται καθώς το σύστημα «μαθαίνει» περισσότερο για το χρήστη. Αυτά τα μοντέλα είναι δυναμικά (αλλάζουν δομή ή/και περιεχόμενα με την πάροδο του χρόνου). Και οι δύο αυτές προσεγγίσεις έχουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

Οι πληροφορίες που περιέχει ένα μοντέλο χρήστη μπορεί να έχουν ληφθεί ρητά (explicitly) από το χρήστη, να έχουν συναχθεί ή και τα δύο. Συνήθως, υπάρχει ένας μηχανισμός που συγκεντρώνει πληροφορίες για το χρήστη και ένας συμπερασματολογικός μηχανισμός, ο οποίος κάνει υποθέσεις σχετικά με το χρήστη σύμφωνα με τις πληροφορίες που είχαν συγκεντρωθεί. Έτσι τα μοντέλα των χρηστών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε άμεσα (explicit) ή έμμεσα (implicit) [Rich 1999]. Ο Webb [1998] δηλώνει ότι κάθε εφαρμογή σήμερα πρέπει να έχει ένα έμμεσο μοντέλο του χρήστη, παρόλο που η έρευνα για τη μοντελοποίηση χρηστών έχει επικεντρωθεί στα άμεσα μοντέλα. Επίσης συμπεραίνει ότι τα περιεχόμενα ενός μοντέλου μπορούν να ληφθούν από μια εξωτερική πηγή, από τον ίδιο το χρήστη ή να συναχθούν από το λογισμικό βάσει κάποιων παρατηρήσεων.

2.2.2 Στερεότυπα χρηστών

Τα στερεότυπα (stereotypes) εισήχθησαν στην τεχνολογία λογισμικού από την Rich (1979;1989). Όπως η ίδια αναφέρει : «Ένα στερεότυπο αντιπροσωπεύει μια συλλογή από ιδιότητες οι οποίες συχνά συνυπάρχουν στους ανθρώπους και δίνουν τη δυνατότητα στο σύστημα να κάνει ένα μεγάλο αριθμό εύλογων συμπερασμάτων βάσει ενός αριθμού παρατηρήσεων ουσιωδώς μικρότερου. Αυτά τα συμπεράσματα όμως πρέπει να θεωρούνται ως αρχικά τα οποία μπορεί να αγνοηθούν μετά από συγκεκριμένες παρατηρήσεις».

Τα στερεότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ένας μηχανισμός μοντελοποίησης των πιστεύω και των προτιμήσεων που μπορεί να έχουν οι χρήστες ενός συστήματος. Ανάλογα με τις αντιδράσεις ή τις απαντήσεις του, κάθε χρήστης κατηγοριοποιείται σε κάποιο στερεότυπο. Οι Kobsa, Koehnemann και Pohl [2001] αναφέρουν ότι ένα στερεότυπο αποτελείται από δύο βασικούς μηχανισμούς:

- Ένα σύνολο από συνθήκες ενεργοποίησης (triggers) για την εφαρμογή ενός στερεοτύπου σε ένα χρήστη.
- Το κυρίως μέρος, το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες που είναι γενικά αληθείς για τους χρήστες στους οποίους αναφέρεται το στερεότυπο.

Το GRUNDY [Rich 1999] ήταν το πρώτο σύστημα που χρησιμοποίησε στερεοτυπική γνώση για τη μοντελοποίηση χρηστών. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούσε στερεότυπα για να μοντελοποιήσει τις προτιμήσεις ενός χρήστη καθώς και όλα τα χαρακτηριστικά που μπορούσαν να τον επηρεάσουν στην επιλογή ενός βιβλίου. Η κατηγοριοποίηση των χρηστών βασιζόταν στις απαντήσεις που έδιναν οι χρήστες σε συγκεκριμένες ερωτήσεις που έκανε το σύστημα. Ένα πρόβλημα που έχει αυτή η προσέγγιση είναι ότι παρά τα όμοια χαρακτηριστικά που μπορεί να έχουν κάποιοι χρήστες, κάθε χρήστης διαφοροποιείται από όλους τους άλλους σε πολλούς τομείς.

Για το λόγο αυτό τα στερεότυπα χρησιμοποιούνται από ένα σύστημα ώστε να παρέχουν αρχικές υποθέσεις σχετικά με τους χρήστες, έως ότου το σύστημα αποκτήσει επαρκείς πληροφορίες για κάθε μεμονωμένο χρήστη. Πράγματι, όπως υποστηρίζει και η Rich [1989; 1999], ένα στερεότυπο αναπαριστά πληροφορίες που δίνουν τη δυνατότητα σε ένα σύστημα να εξάγει ένα μεγάλο αριθμό από συμπεράσματα βασιζόμενο σε ένα σημαντικά μικρότερο αριθμό παρατηρήσεων. Παρόλα αυτά, αυτά τα συμπεράσματα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως αρχικά με δυνατότητα αντικατάστασής τους από άλλα, τα οποία να έχουν προκύψει από συγκεκριμένες παρατηρήσεις.

Γενικότερα, τα στερεότυπα αποτελούν ένα ισχυρό μηχανισμό δημιουργίας των μοντέλων των χρηστών [Kay 2000] και γι' αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς στα ΕΔΣ [Ardissono & Goy 2000, Chin 1989, Wilensky et al. 2000. Για παράδειγμα, το KNOME [Chin 1989] στο UC [Wilensky et al. 2000] κάνει χρήση ενός συστήματος διπλού στερεοτύπου. Τα στερεότυπα δε χρησιμοποιούνται μόνο για την αναπαράσταση της εμπειρίας του χρήστη, αλλά και για την κατηγοριοποίηση των πληροφοριών σε επίπεδα δυσκολίας. Το κυριότερο, όμως, μειονέκτημα του KNOME είναι ότι, όταν ο χρήστης κατηγοριοποιηθεί σε ένα στερεότυπο, τίποτα δεν μπορεί να αλλάξει αυτή την κατηγοριοποίηση.

2.3 Κινητή τεχνολογία λογισμικού

Τα βασισμένα στο διαδίκτυο ΕΔΣ και τα συγγραφικά εργαλεία για ΕΔΣ μπορούν να ενισχυθούν σημαντικά από την ενσωμάτωση κινητών χαρακτηριστικών σε αυτά. Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν ότι η βασική προσέγγιση στην κινητή εκπαίδευση πρέπει να είναι περιεκτική συνδυάζοντας ποικίλες συσκευές (κινητές και μη-κινητές) μέσω ποικίλων διαβιβασμένων τεχνικών (που συνδέονται με καλώδιο και ασύρματων) (Lehner & Nosekabel, 2002), (Farooq, Shafer, Rosson & Carroll, 2002). Στην επικρατούσα κατάσταση, δεν υπάρχουν πολλά τέτοια ώριμα συστήματα δεδομένου ότι η τεχνολογία του κινητού υπολογισμού είναι αρκετά πρόσφατη και δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα μέχρι το βαθμό που μπορούσε. Εντούτοις, έχουν υπάρξει αρκετές αρχικές προσπάθειες να ενσωματωθούν τα κινητά χαρακτηριστικά γνωρίσματα σε αυτό το είδος εκπαιδευτικής τεχνολογίας και τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν μέχρι τώρα τη μεγάλη δυναμική αυτής της ενσωμάτωσης.

Πιο συγκεκριμένα, ο Ketamo (2003) διερευνά ένα προσαρμοστικό παιχνίδι γεωμετρίας για τις φορητές συσκευές που είναι βασισμένο στη μοντελοποίηση σπουδαστών. Ο Ketamo αναγνωρίζει ότι το σύστημα που αναπτύχθηκε ήταν πολύ περιορισμένο και η παρατηρούμενη συμπεριφορά ορίστηκε ως πολύ απλή. Εντούτοις, μια μελέτη αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε σχετικά με αυτό το σύστημα έδειξε ότι η επίδραση εκμάθησης ήταν πολύ ελπιδοφόρος με τη φορητή πλατφόρμα. Μια αρκετά διαφορετική προσέγγιση περιγράφεται στο σύστημα αποκαλούμενο KleOS (Vanoula, & Sharples, 2002) που επιτρέπει στους χρήστες να οργανώνουν και να διαχειρίζονται την εμπειρία εκμάθησης και τους πόρους τους ως οπτική υπόδειξη σχετικά με το χρόνο. Η αρχιτεκτονική KleOS το επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί σε έναν αριθμό διαφορετικών πλατφόρμων συμπεριλαμβανομένων των φορητών συσκευών. Εντούτοις, κανένα από τα ανωτέρω συστήματα δεν εξετάζει το πρόβλημα της διευκόλυνσης του ανθρώπινου εκπαιδευτή στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού και τη συντήρηση. Αυτό το πρόβλημα εξετάζεται μέχρι ενός σημείου από το Moulin και τους συναδέλφους του (Moulin, Giroux, Pintus & Sanna, 2002).

Το εκπαιδευτικό λογισμικό που έχουν υλοποιήσει εξετάζει και την έκδοση ενός κινητού περιεχομένου μαθήματος, καθώς και τη διαχείριση των σπουδαστών στον τομέα. Εντούτοις, η προσέγγισή τους εξαρτήθηκε κυρίως από τα γεω-παραπεμφθέντα στοιχεία. Επομένως, ήταν πέρα από το πεδίο του συστήματος να επιτύχει ανεξαρτησία πεδίου και μια ικανοποιητική γενικότητα για τη δημιουργία ενός συγγραφικού εργαλείου, που θα μπορούσε να παρέχει ένα περιβάλλον στους εκπαιδευτές για να δημιουργήσουν ένα ΕΔΣ σε οποιοδήποτε πεδίο ενδιαφέρονται.

Ένα άλλο παράδειγμα όπου γίνεται η χρήση κινητών υπηρεσιών στην εκπαίδευση προτείνεται από τους Wang et al. (2003). Η πρόταση αυτή συμπεριλαμβάνει τρεις εκπαιδευτικούς μηχανισμούς χρησιμοποιώντας κινητές συσκευές έτσι ώστε να βοηθήσει τους μαθητές να προάγουν τις εκπαιδευτικές τους εμπειρίες. Μια προσπάθεια για να δοθεί ένα γενικότερο πλαίσιο γίνεται από τους Leung and Chan (2003), οι οποίοι παρουσιάζουν ένα πλαίσιο εκπαιδευτικού λογισμικού με κινητό τηλέφωνο το οποίο αποτελείται από την κύρια εφαρμογή, υποδομή για χρήστες, ένα πρωτόκολλο για κινητά τηλέφωνα καθώς και ένα δίκτυο για κινητά τηλέφωνα. Ωστόσο, υπάρχει ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας, το οποίο αναφέρεται στο πως οι διδάσκαλοι δημιουργούν και διαχειρίζονται τα μαθήματά τους. Σε αυτό το εκπαιδευτικό κομμάτι οι ερευνητικές προσπάθειες μέχρι τώρα είναι περιορισμένες. Για παράδειγμα, οι (Chan et al. 2003) προσπαθούν να συμπεριλάβουν στην εργασία τους αυτή την εκδοχή. Όλα τα παραπάνω συστήματα στοχεύουν πρωταρχικά στο να βοηθήσουν τους μαθητές κατά την εκμάθηση, αλλά βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο δεδομένου του γεγονότος ότι η τεχνολογία αυτή είναι πολύ πρόσφατη.

2.4 Συναισθηματική ευφυΐα στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή

2.4.1 Πολυτροπικά συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων

Προς το παρόν, στο μεγαλύτερο του μέρος, το εκπαιδευτικό λογισμικό στοχεύει στο να χρησιμοποιηθεί από μαθητές χωρίς τη φυσική παρουσία διδασκάλων. Γι αυτό το λόγο οι εκπαιδευτικές εφαρμογές λογισμικού πρέπει να ενσωματώνουν όσο περισσότερους μηχανισμούς συλλογιστικής γίνεται. Κάτι το οποίο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ηλεκτρονική εκμάθηση και το οποίο έχει παραβλεφθεί εδώ και πολύ καιρό είναι τα συναισθήματα των μαθητών (De Vincente & Pain 2002; Kort & Reilly 2002). Η εκμάθηση είναι μια σύνθετη γνωστική διαδικασία και υποστηρίζεται ότι τα ανθρώπινα συναισθήματα μπορούν να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή (Goleman, 1995). Πράγματι, όπως επισημαίνει ο Coles (1999) η ελλιπής εκμάθηση μπορεί να προάγει αρνητικά συναισθήματα, τα οποία αντιστοίχως δυσχεραίνουν την εκμάθηση ενώ οι θετικές συγκινήσεις μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη της εκμάθησης και αντίστροφα. Επομένως, ένας τρόπος βελτίωσης τη διαδικασίας εκμάθησης είναι η αναγνώριση των συναισθημάτων των χρηστών με την παρακολούθησή τους κατά τη διάρκεια της επαφής τους με το εκπαιδευτικό λογισμικό και έπειτα με την προσαρμογή της αλληλεπίδρασής του συστήματος στη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών.

Οι Ahn και Picard (2005) επισημαίνουν ότι οι συναισθηματικές αλληλεπιδράσεις καθώς και οι συναισθηματικές ανταμοιβές μπορούν να εφαρμοστούν για τη βελτίωση της ταχύτητας της εκμάθησης, ρυθμίζοντας το συγκεκριμένο εξερεύνησης και αξιοποίησης για αποτελεσματικότερη εκμάθηση. Στον Kim (2007) καθώς επίσης και στον Burleson (2006) προτείνεται η παρουσία παιδαγωγών-πρακτόρων που βρίσκονται σε συναισθηματική αλληλεπίδραση με τους μαθητές στα περιβάλλοντα εκμάθησης. Τα συμπεράσματα αυτών των μελετών υπονοούν ότι οι συναισθηματικές καταστάσεις των συμμαθητών μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση του κινήτρου, της εκμάθησης και της επιμονής των

σπουδαστών στη μάθηση. Για αυτόν το λόγο διαφορετικές προσεγγίσεις έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία. Παραδείγματος χάριν, οι Karoor και Picard (2005) προτείνουν έναν πολυαισθητήρα που επηρεάζει το σύστημα αναγνώρισης σε παιδιά που προσπαθούν να λύσουν έναν εκπαιδευτικό γρίφο στον υπολογιστή.

Εντούτοις, ένα πρόβλημα που προκύπτει σε τέτοιες προσεγγίσεις είναι ο τρόπος με τον οποίο αυτές οι μορφές αλληλεπίδρασης συνδυάζονται προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια και η γενική απόδοση της αναγνώρισης συναισθημάτων σε ένα Έξυπνο Διδακτικό Σύστημα. Στην πραγματικότητα, τα μαθηματικά εργαλεία και οι θεωρίες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση επιρροής μπορούν να οδηγήσουν σε μια ταξινόμηση των συστημάτων αναγνώρισης. Μια τέτοια ταξινόμηση έχει σημειωθεί (Liao, 2006). Ο Liao και οι συνάδελφοί του, έχουν ταξινομήσει τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων σε δύο ομάδες βάσει των μαθηματικών εργαλείων που αυτά έχουν χρησιμοποιήσει: 1. την πρώτη ομάδα που χρησιμοποιεί τις παραδοσιακές μεθόδους ταξινόμησης στην αναγνώριση σχηματομορφών, συμπεριλαμβανομένων των βασισμένων σε κανόνες συστημάτων, της διακριτής ανάλυσης, των συγκεχυμένων κανόνων, της βασισμένης στη διάκριση κεφαλαίων και μικρών εκμάθηση, της γραμμικής και μη γραμμικής παλινδρόμησης, των νευρωνικών δικτύων, της Μπεϋζιανής εκμάθησης και άλλων τεχνικών εκμάθησης. 2. τη δεύτερη ομάδα προσεγγίσεων που χρησιμοποιεί τα κρυμμένα πρότυπα Markov, τα Μπεϋζιανά δίκτυα κ.λπ. Πράγματι, ένα πρόσφατο κομμάτι έρευνας χρησιμοποιεί τις ανωτέρω προσεγγίσεις για την ολοκλήρωση των οπτικοακουστικών στοιχείων (Zeng και λοιποί. 2007). Συγκεκριμένα, για την προσωπο-εξαρτώμενη αναγνώριση συναισθήματος, εφαρμόζεται η μέθοδος της ψηφοφορίας για να συνδυάσουν τη βασισμένη σε πλαίσιο ταξινόμηση που προκύπτει και από ακουστικά και από οπτικά κανάλια. Για την προσωπο-ανεξάρτητη δοκιμή, εφαρμόζουν τα πολυεπίπεδα κρυμμένα μοντέλα Markov(HMM) για να συνδυάσουν τις πληροφορίες με πολλαπλά τρόπους διεπαφής.

Στην παρούσα διατριβή, σε αντίθεση με προαναφερθείσες προσεγγίσεις έχει χρησιμοποιηθεί μια μέθοδος λήψης αποφάσεων

προκειμένου να αποφασίζει σχετικά με το ποιοι τρόποι αλληλεπίδρασης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και σε τι ποσοστό, στην προσπάθεια αναγνώρισης διαφορετικών συναισθηματικών καταστάσεων. Για το λόγο αυτό δύο εμπειρικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα αυτών χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια για το προτεινόμενο μοντέλο λήψης αποφάσεων.

Μια μάλλον ελπιδοφόρος προσέγγιση που δεν έχει προσελκύσει την επαρκή προσοχή παρά τα πιθανά οφέλη της εφαρμογής της στην αναγνώριση συναισθημάτων, είναι οι θεωρίες λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια. Εντούτοις, η λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια απαιτεί διάφορα βήματα ανάπτυξης για την εφαρμογή τους. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει μια ανάγκη για πειραματικές μελέτες που θα επιλέγουν τα κριτήρια, θα υπολογίζουν το βάρος σπουδαιότητάς τους, θα εξετάζουν την αποτελεσματικότητα των προτύπων, κ.λπ. Επομένως, πρόσθετη έμφαση πρέπει να δοθεί κατά τη διάρκεια της ανάλυσης απαιτήσεων και σχεδιασμού ενός Έξυπνου Διδακτικού Συστήματος (ΕΔΣ). Πράγματι, καθώς επισημαίνει η Νίνου (2001), οι σπουδαστές και οι εκπαιδευτές πρέπει να συμμετέχουν σε πολλές φάσεις του κύκλου ζωής του λογισμικού προκειμένου να διασφαλιστεί ότι το λογισμικό είναι πραγματικά χρήσιμο στους σπουδαστές.

Είναι πλέον αποδεκτό ότι τα συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου και υπολογιστή της επόμενης γενιάς θα ενσωματώνουν τεχνολογίες συναισθηματικής ευφυΐας (Leon et. al., 2007, Graf et. al. 2002, Morrisson et. al., 2007). Με κύριο στόχο να υλοποιηθούν συστήματα πιο φιλικά προς το χρήστη, αλλά και πιο αποτελεσματικά, η δυνατότητα της αναγνώρισης των συναισθημάτων του χρήστη είναι ιδιαίτερα σημαντική και επομένως συμπεριλαμβάνεται στο πεδίο της συναισθηματικής ευφυΐας. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων των χρηστών συμπεριλαμβάνουν αναγνώριση των χαρακτηριστικών του προσώπου, αναγνώριση των κινήσεων του σώματος, φωνητικά δεδομένα, αλλά και πληροφορίες που λαμβάνονται κατά την πληκτρολόγηση και την χρήση του ποντικιού.

Στις μέρες μας έχουν γίνει προσπάθειες δημιουργίας συστημάτων που συμπεριλαμβάνουν όλα αυτά τα πεδία, ωστόσο όλες οι προσπάθειες βρίσκονται σε σχετικά πρωταρχικά στάδια. Όπως επισημαίνει η Picard [2003] στο βιβλίο της "Affective Computing", η αναγνώριση συναισθήματος είναι εξαιρετικά δύσκολη ακόμα και για τους ίδιους τους ανθρώπους. Η δυσκολία έγκειται στην αναγνώριση των συναισθημάτων ενός χρήστη, η οποία υπόκειται σε πολλές αλληλεπιδράσεις, ώστε να μην μπορούμε να έχουμε σίγουρα συμπεράσματα. Τόσο οι βελτιώσεις σε θέματα hardware, όσο και οι εξελίξεις στην σύγχρονη τεχνολογία λογισμικού έχουν πολύ δρόμο να διανύσουν ως προς την αναγνώριση συναισθήματος σε πραγματικό χρόνο και αυτό το θέμα μπορεί να είναι ανοιχτό ακόμα και για ολόκληρη την τρέχουσα χιλιετία (Picard, 2003). Για αυτούς τους λόγους, όσον αφορά το λογισμικό (software), η πλέον ενδεδειγμένη προσέγγιση του προβλήματος είναι να συνδυαστούν τα διαφορετικά πεδία της τεχνολογίας λογισμικού που αφορούν την αναγνώριση συναισθημάτων και να αλληλοσυμπληρωθούν.

2.4.2 Εμπειρικές μελέτες σε ανθρώπους για συναισθηματική ευφυΐα

Έπειτα από μια εκτενή βιβλιογραφική έρευνα για εμπειρικές μελέτες σε ανθρώπους, σχετικά με την αναγνώριση συναισθημάτων βρέθηκαν μόνο δύο επιστημονικές εργασίες που να αφορούν το πεδίο αυτό. Ειδικότερα, οι ανάγκες διερεύνησης του πεδίου της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, οδήγησαν σε εμπειρικές μελέτες που αναλύουν τα δεδομένα της αναγνώρισης συναισθημάτων, όπως αυτά λειτουργούν στους ανθρώπους. Τα δεδομένα από την επιστημονική έρευνα του De Silva (De Silva, 2000) τα βρίσκουμε στον (Huang 1998) και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 1.

| Συναισθήματα | Ηχητική αναγνώριση | Οπτική αναγνώριση |
|--------------|--------------------|-------------------|
| Χαρά | 43% | 84% |
| Λύπη | 36% | 16% |
| Θυμός | 43% | 66% |
| Δυσaréσκεια | 39% | 63% |
| Έκπληξη | 44% | 56% |
| Φόβος | 42% | 36% |

Πίνακας 1. Ηχητική και οπτική αναγνώριση συναισθημάτων από ανθρώπους παρατηρητές.

Οι εμπειρικές αυτές μελέτες έχουν ιδιαίτερη σημασία, γιατί εν μέρει αποκαλύπτουν πως εντοπίζουν και αναγνωρίζουν οι άνθρωποι, ηχητικά και οπτικά, συγκεκριμένες ανθρώπινες συναισθηματικές καταστάσεις. Ο De Silva στην εμπειρική του μελέτη βασίζεται σε αναγνώριση συναισθήματος από τη φωνή μόνο με παρα-γλωσσολογικά δεδομένα. Αντίθετα, στις εμπειρικές μελέτες της παρούσας διατριβής συνδυάζονται γλωσσολογικά και παραγλωσσολογικά δεδομένα κατά τον ακουστικό τρόπο διεπαφής. Επίσης ο σκοπός της έρευνας του De Silva είναι να μελετήσει κατά πόσο

βελτιώνει την αναγνώριση συναισθήματος η παρουσία δεδομένων ήχου και εικόνας. Ο σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα αυτά ώστε να υλοποιηθεί ένα σύστημα με βελτιωμένη ικανότητα αναγνώρισης συναισθήματος. Για το λόγο αυτό, γίνεται προσθήκη των στερεοτύπων των χρηστών και τα δεδομένα από τους δύο τρόπους διεπαφής (ηχητικός και γραπτός) συνδυάζονται με μια πολυκριτήρια θεωρία λήψης αποφάσεων. Με βάση την εργασία του De Silva, όπου κάποια συναισθήματα είναι audio-dominant (λύπη και φόβος) και κάποια video-dominant (χαρά, έκπληξη, θυμός), τα αποτελέσματα της διατριβής συμφωνούν στις περισσότερες περιπτώσεις εκτός από τη περίπτωση του θυμού που έχουμε διαφορά αφού, έστω και με πολύ μικρή διαφορά, ο θυμός βγήκε audio dominant (η παρούσα διατριβή συνδυάζεται μέσω του ΠΕΝΕΔ 2003 με τη διατριβή της κ. Σταθοπούλου η οποία πραγματεύεται την οπτική αναγνώριση συναισθημάτων και τα δεδομένα των διατριβών αλληλοσυμπληρώνονται). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί διότι στις εμπειρικές μελέτες της παρούσας διατριβής λήφθηκε υπόψιν το νόημα των λέξεων και σε συνδυασμό με μια γραμματική επιφωνημάτων δημιουργημένη από την ελληνική γλώσσα, καταφέραμε να κάνουμε καλύτερη αναγνώριση του θυμού και της χαράς βασιζόμενοι σε γλωσσολογικά δεδομένα τα οποία λείπουν από τη μελέτη του De Silva. Στις δύο εργασίες επίσης διαφέρουν και τα συναισθήματα που έχουν θεωρηθεί ως βασικά.

Αξιζει να σημειωθεί πως τόσο η εργασία του De Silva, όσο και η εργασία του Huang υπήρξαν οι μόνες που έκαναν αναφορά σε ποσοστά αναγνώρισης συναισθήματος από ανθρώπους ως παρατηρητές. Στην παρούσα διατριβή τα δεδομένα των ανθρώπινων παρατηρήσεων, ενσωματώνονται σε ένα πρωτότυπο σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων, ώστε να βελτιώσουν την ακρίβεια του.

2.4.3 Παραγωγή συναισθήματος σε εκπαιδευτικό περιβάλλον

Το κύριο μέρος της διατριβής επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός πρωτότυπου μοντέλου χρήσης όλων των διαθέσιμων δι-τροπικών πληροφοριών, σε ένα σύστημα αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή, μέσω μιας πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων, ώστε να μπορεί ένα σύστημα να αποφανθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ως προς την αναγνώριση των συναισθηματικών καταστάσεων των ανθρώπων χρηστών του. Ωστόσο, όπως υποδεικνύεται σε πολλές μελέτες και επιστημονικές έρευνες (Aleris & Virvou, 2007), (Aleris, Virvou & Kabassi, 2008), το ίδιο το περιβάλλον της αλληλεπίδρασης αποτελεί ένα πολύ σημαντικό λόγο για την υποκίνηση και την έκφραση των συναισθημάτων των χρηστών. Οι χρήστες αλληλεπιδρούν πιο ελεύθερα με ένα σύστημα όταν αισθάνονται πιο άνετα κατά την αλληλεπίδραση τους και όταν το περιβάλλον διεπαφής είναι όσο το δυνατόν πιο φιλικό. Οι ίδιες μελέτες αποκαλύπτουν ότι η χρήση ομιλούντων, κινούμενων εκπαιδευτικών πρακτόρων-βοηθών, οι οποίοι εν μέρει εκφράζουν τα συναισθήματά τους, υποκινεί και τους ίδιους τους χρήστες να κάνουν το ίδιο, αφού αισθάνονται επικοινωνούν με κάτι πιο «ανθρώπινο» και λιγότερο με μια απλή υπολογιστική μηχανή. Στους (Elliott, 1992; Koda, 1996; O'Reilly, 1996) συναντάμε συστήματα με ενσωματωμένους εκπαιδευτικούς χαρακτήρες, όπου η προσπάθεια έκφρασης των συναισθημάτων τους είναι βασικής σημασίας κατά την αλληλεπίδραση των χρηστών με τα συστήματα αυτά.

Ο Elliot και οι συνάδελφοί του (1992) υποστηρίζουν ότι οι παιδαγωγικοί πράκτορες θα είναι πιο αποτελεσματικοί ως εκπαιδευτές-διδάσκαλοι εάν μπορούν να εκφράσουν και να αντιληφθούν ανθρώπινα συναισθήματα. Ειδικότερα υποστηρίζουν τα ακόλουθα σημεία σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς πράκτορες σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα:

- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας οφείλει να ενδιαφέρεται για τους μαθητές και για την πρόοδο αυτών.
- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας οφείλει να είναι ευαίσθητος σε σχέση με τα συναισθήματα των μαθητών.

- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας οφείλει να προάγει τον ενθουσιασμό των μαθητών για συγκεκριμένα θέματα.
- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας μπορεί να κάνει την εκμάθηση πιο διασκεδαστική, κατά συνέπεια πιο αποτελεσματική.

Εντούτοις, ακόμα και αν οι νέες πολυμεσικές δυνατότητες όπως τα 3D-video και η σύνθεση φωνής κατέστησαν τους εκπαιδευτικούς πράκτορες πιο «ανθρώπινους», υπάρχει μεγάλη ανάγκη προσδιορισμού του «πώς» (τι ακριβώς θα έπρεπε να κάνει ένας πράκτορας) και του «πότε» (κάτω από ποιες συνθήκες) θα έπρεπε να λειτουργήσει ένας εκπαιδευτικός πράκτορας κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Συστήματα όπου γίνεται χρήση συναισθηματικών μοντέλων διαθέσιμων για παραγωγή συναισθημάτων από την ίδια την εφαρμογή συναντάμε στους (Roseman, Antoniou, & Jose, 1996; Sloman, 1999). Ωστόσο το υπολογιστικό μοντέλο συναισθημάτων, το οποίο συχνά αναφέρεται ως η γνωστική θεωρία των συναισθημάτων OCC, έχει καθιερωθεί ως το πιο κοινώς αποδεκτό μοντέλο για την σύνθεση συναισθημάτων.

Η προσδοκώμενη λειτουργία παραγωγής συναισθημάτων και κινήτρων από τους εκπαιδευτές βοηθούς, στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, επικεντρώνεται στη θετική επιρροή των αλληλεπιδρούντων μαθητών κατά τη γενικότερη διαδικασία εκπαίδευσής τους. Στους (Soldato & Du Boulay, 1995) προτείνεται ότι ένα εκπαιδευτικό σύστημα πρέπει να ενεργεί με αντικειμενική επιδίωξη την παρακίνηση και τη δημιουργία κινήτρων σε μαθητές που έχει αποσπαστεί η προσοχή τους, σε μαθητές με μειωμένη αυτοπεποίθηση, καθώς και να διατηρεί τη θετική προδιάθεση σε ήδη σωστά κινητοποιημένους μαθητές.

Βάσει των παραπάνω, στο πλαίσιο της διατριβής, το προτεινόμενο μαθησιακό μοντέλο ενσωματώνει ένα συναισθηματικό μηχανισμό συλλογιστικής, ο οποίος βασίζεται στην θεωρία της γνωστικής δομής των συναισθημάτων, στη θεωρία OCC. Την προσέγγιση αυτή έχουν ακολουθήσει και οι (Prendinger & Ishizuka 2002; Poel, et all 2002; Elliott, Rickel & Lester 1999), ωστόσο η κύρια επιδίωξή τους είναι η δημιουργία πιο φιλικών προς το χρήστη περιβαλλόντων αλληλεπίδρασης. Εντούτοις,

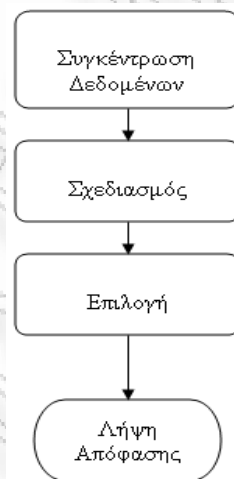
στη διατριβή αυτή η παραγωγή συναισθημάτων από την εφαρμογή εξυπηρετεί βασικότερα τις ανάγκες της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (Affective Computing), ώστε να υποβοηθηθεί η προσπάθεια διερεύνησης και αναγνώρισης των συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών. Η βασική λειτουργία του συστατικού αυτού είναι η μοντελοποίηση πιθανών συναισθηματικών καταστάσεων των μαθητών κατά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό σύστημα και η δημιουργία προτεινόμενων τακτικών συμπεριφοράς των εκπαιδευτικών πρακτόρων σε σχέση με τους επιδιωκόμενους στόχους εκμάθησης του συστήματος. Μέσω της ενσωμάτωσης της θεωρίας OCC, το σύστημα δύναται να αποφανθεί ότι ο εκπαιδευτικός πράκτορας θα έπρεπε να εκφράσει ένα συγκεκριμένο συναίσθημα προς τον μαθητή, ώστε να τον παρακινήσει ενώ ο μαθητής μαθαίνει.

Στη θεωρία OCC, οι συναισθηματικές καταστάσεις προκύπτουν από γνωστικά μοντέλα, τα οποία μετρούν θετικές και αρνητικές αντιδράσεις των χρηστών σε καταστάσεις αποτελούμενες από γεγονότα, πράκτορες και αντικείμενα. Αναλυτικότερη παρουσίαση της ενσωμάτωσης του μοντέλου OCC σε ένα σύστημα παραγωγή συναισθημάτων από εκπαιδευτικούς πράκτορες γίνεται στο κεφάλαιο 7.

2.5 Πολυκριτήρια θεωρία λήψης αποφάσεων

Οι πολυκριτήριες θεωρίες λήψης αποφάσεων έχουν συνεισφέρει σημαντικά στον κλάδο των επιστημών των υπολογιστών. Οι ενσωματώσεις των θεωριών λήψης αποφάσεων είναι πολλαπλές και στο πεδίο των ευφυών συστημάτων. Στην εργασία των (Kabassi, K., Despotis, D., K. & Virvou, M., 2005) "A multicriteria approach to dynamic reasoning in an intelligent user interface" προτείνεται μια πολυκριτήρια προσέγγιση για την παροχή δυναμικής αιτιολόγησης σε ένα ευφύες σύστημα αλληλεπίδρασης χρηστών.

Σύμφωνα με τον Simon (1980), η βασική διαδικασία που ακολουθείται κατά τις θεωρίες λήψης αποφάσεων, περιγράφεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1. Βασική διαδικασία θεωριών λήψης αποφάσεων.

Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων γίνεται η συλλογή όλων των διαθέσιμων προς επεξεργασία δεδομένων. Κατά το στάδιο του σχεδιασμού, επιλέγεται η θεωρία που θα χρησιμοποιηθεί για τη λήψη απόφασης, καθώς και τα κριτήρια βάσει των οποίων θα αποφασίσει η θεωρία. Στο στάδιο της επιλογής, επιλέγεται η επικρατέστερη απόφαση, μέσω της επιλεγμένης θεωρίας λήψης απόφασης αφού προηγηθεί ο υπολογισμός των βαρών των κριτηρίων των αποφάσεων. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκε και στην προσέγγιση του προβλήματος

αναγνώρισης συναισθήματος σε δι-τροπικά περιβάλλοντα αλληλεπίδρασης, το οποίο πραγματεύεται η παρούσα διατριβή. Αντίστοιχα, η συλλογή των διαθέσιμων δεδομένων εισόδου γίνεται μέσω δύο τρόπων αλληλεπίδρασης, του ηχητικού μέσω του μικροφώνου και του γραπτού, μέσω του πληκτρολογίου. Η επιλεγείσα θεωρία για το σχεδιασμό του μοντέλου λήψης απόφασης είναι η SAW, ενώ τα κριτήρια των δεδομένων εισόδου συνδυάζονται και με άλλα κριτήρια που προκύπτουν από μια πρωτότυπη ενσωμάτωση την θεωρίας των στερεοτύπων χρηστών στο πεδίο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Δύο εμπειρικές μελέτες σε πραγματικούς χρήστες και μια εμπειρική μελέτη με ανθρώπους εμπειρογνώμονες στα πεδία της ψυχολογίας και των υπολογιστών προσδιορίζουν τα βάρη των παραπάνω κριτηρίων (συμπεριλαμβανομένων των στερεοτύπων), ώστε να γίνει η επιλογή ανάμεσα στις έξι συναισθηματικές καταστάσεις (θυμός, λύπη, χαρά, αηδία, έκπληξη και η ουδέτερη συναισθηματική κατάσταση) με τις οποίες ασχολείται η διατριβή και να γίνει λήψη απόφασης, δηλαδή η επιλογή της συναισθηματικής κατάστασης η οποία πιθανολογείται ως η επικρατέστερη των υπολοίπων.

Ένα πρόβλημα απόφασης πολλαπλών κριτηρίων είναι μια κατάσταση στην οποία, καθορίζοντας ένα σύνολο A ενεργειών και μιας συνεπούς οικογένειας F από τα κριτήρια v_1, v_2, \dots, v_n ($n \geq 3$) στο A , κάποιος επιθυμεί να ταξινομήσει τις ενέργειες του A από το καλύτερο στο χειρότερο και να καθορίσει ένα υποσύνολο ενεργειών που θεωρούνται το καλύτερο όσον αφορά το F (Vincke 1992).

Όταν το DM (σύστημα λήψης αποφάσεων) πρέπει να συγκρίνει δύο ενέργειες a και b , υπάρχουν τρεις περιπτώσεις που μπορούν να περιγράψουν την έκβαση της σύγκρισης: το DM προτιμά το a από το b , το DM είναι αδιάφορο μεταξύ των δύο ή οι δύο ενέργειες είναι ασυμβίβαστες.

Η παραδοσιακή προσέγγιση είναι να μεταφραστεί ένα πρόβλημα απόφασης στη βελτιστοποίηση κάποιας λειτουργίας g που καθορίζεται στο A . Εάν $g(a) > g(b)$ τότε το DM προτιμά το a από το b , ενώ εάν $g(a) = g(b)$ τότε το DM είναι αδιάφορο μεταξύ των δύο.

Για τον υπολογισμό της λειτουργίας g πολλές διαφορετικές θεωρίες λήψης αποφάσεων εισάγονται στη βασική εκπαίδευση. Η μέθοδος της Απλής Πρόσθετης Στάθμισης (SAW) (Fishburn, 1967, Hwang & Yoon, 1981) είναι μια από τις πιο γνωστές και ευρύτατα χρησιμοποιημένες μεθόδους λήψης αποφάσεων. Η SAW αποτελείται από δύο βασικά βήματα:

1. **Κλιμάκωση των τιμών των κριτηρίων v για να τους καταστήσει συγκρίσιμους.** Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι τιμές μερικών κριτηρίων λαμβάνουν τις τιμές τους στο $[0,1]$ ενώ σε άλλες λαμβάνουν τις τιμές τους στο $[0,1000]$. Τέτοιες τιμές δεν είναι εύκολα συγκρίσιμες. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνεται με το μετασχηματισμό των τιμών των κριτηρίων κατά τέτοιο τρόπο ώστε είναι στο ίδιο διάστημα. Εάν οι τιμές των κριτηρίων έχουν ήδη κλιμακωθεί αυτό το βήμα παραλείπεται.
2. **Σύνοψη των τιμών των κριτηρίων v για κάθε εναλλακτική λύση.** Μόλις τα σταθμά και οι τιμές των κριτηρίων v καθοριστούν, η τιμή μιας λειτουργίας πολλαπλών κριτηρίων υπολογίζεται για κάθε εναλλακτική λύση ως γραμμικός συνδυασμός των τιμών των κριτηρίων v .

Η προσέγγιση SAW αποτελείται από τη μετάφραση ενός προβλήματος απόφασης στη βελτιστοποίηση κάποιας λειτουργίας χρησιμότητας U πολλαπλών κριτηρίων καθορισμένης στο A . Το σύστημα λήψης αποφάσεων υπολογίζει την τιμή της λειτουργίας $U(X_j)$ για κάθε εναλλακτικό X_j και επιλέγει αυτό με την υψηλότερη τιμή. Η λειτουργία χρησιμότητας πολλαπλών κριτηρίων U μπορεί να υπολογισθεί με τη μέθοδο SAW ως γραμμικό συνδυασμό των τιμών των κριτηρίων v :

(1)

$$U(X_j) = \sum_{i=1}^n w_i x_{ij}$$

όπου X_j είναι μια εναλλακτική λύση και x_{ij} είναι η τιμή του κριτηρίου i για την εναλλακτική X_j .

2.6 Συνέργια με άλλη διατριβή του ΠΕΝΕΔ 2003

2.6.1 Συνέργια με άλλη διατριβή

Το προτεινόμενο μέσω του ΠΕΝΕΔ έργο, διερεύνησε τις νέες δυνατότητες που μπορεί να προσφέρουν τα κινητά τηλέφωνα στην αυτόματη αναγνώριση συναισθημάτων των χρηστών τους και στην αξιοποίηση των πληροφοριών αυτών για την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας και υποστήριξης σε κάθε εξ αποστάσεως εκπαιδευόμενο. Συγκεκριμένα, η έρευνα εξέτασε και εστίασε σε μεθοδολογίες επεξεργασίας και συνδυασμού δεδομένων από τρία διαφορετικά και συμπληρωματικά μεταξύ τους μέσα αλληλεπίδρασης (οπτικό, ακουστικό και γραπτό-απτικό). Για την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές Προσαρμοστικών Υπερμέσων (Adaptive Hypermedia) καθώς και τεχνικές σύνθεσης φωνής με συναισθηματική χροιά η οποία μετέφερε τη διδακτική συμβουλή με ενδείξεις μιας προσομοιωμένης συναισθηματικής απόκρισης του ηλεκτρονικού δασκάλου (π.χ. επιβράβευση, παρατήρηση, απογοήτευση κ.λπ.)

Το έργο αναπτύχθηκε με βάση τον επαναληπτικό κύκλο ζωής που προτείνεται από το αντικειμενοστραφές μοντέλο Rational Unified Process. Οι κύριες φάσεις του έργου υπήρξαν οι εξής:

- 1. Μελέτη εφικτότητας/ σκοπιμότητας και ανάπτυξη πρωτοτύπων συστημάτων.** Ανάπτυξη πρωτοτύπου Ευφυούς Διδακτικού Συστήματος με «κινητά» χαρακτηριστικά για την ιατρική, Ανάπτυξη πρωτότυπης εκπαιδευτικής εφαρμογής με συναισθηματικά χαρακτηριστικά πάνω στον Παγκόσμιο Ιστό, Ανάπτυξη πρωτοτύπου συγγραφικού εργαλείου με «κινητά»

χαρακτηριστικά, Ανάπτυξη πρωτότυπου συγγραφικού εργαλείου με συναισθηματικά χαρακτηριστικά πάνω στον Παγκόσμιο Ιστό, Ανάπτυξη πρωτοτύπου εκπαιδευτικού συστήματος με «κινητά» χαρακτηριστικά για δυσλεκτικά άτομα, Ανάπτυξη πρωτοτύπου εκπαιδευτικού συστήματος με «κινητά» χαρακτηριστικά για άτομα με ειδικές ανάγκες, Μελέτη σκοπιμότητας κινητής εφαρμογής για Καθηγητές, Μελέτη σκοπιμότητας κινητής εκπαιδευτικής εφαρμογής για μαθητές, Διερεύνηση εφικτότητας ανίχνευσης προσώπου σε εικόνες, Ανάπτυξη πρωτότυπου συστήματος για την ανίχνευση προσώπου με τη χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, Διερεύνηση εφικτότητας αναγνώρισης εκφράσεων προσώπου, Ανάπτυξη πρωτότυπου συστήματος αναγνώρισης εκφράσεων προσώπου με τη χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, δημοσιεύσεις.

2. **Εμπειρικές μελέτες.** Προσδιορισμός αντιδράσεων (φωνητικών, γραπτό-απτικών και προσώπου) χρήστη σε e-learning και m-learning περιβάλλοντα, Αντιστοίχιση των αντιδράσεων με βάση σημάτων λόγου, Αντιστοίχιση των αντιδράσεων με κινήσεις στο πληκτρολόγιο, Αντιστοίχιση αντιδράσεων χρήστη με εκφράσεις του προσώπου του και δημιουργία αντίστοιχης βάσης δεδομένων εικόνων, Αναγνώριση των παραπάνω από άνθρωπο, Εμπειρική μελέτη για προσδιορισμό ειδικών περιπτώσεων (δυσλεξία, ΑΜΕΑ, κ.λπ.), Εμπειρική μελέτη για παροχή βοήθειας με βάση τα συναισθήματα του χρήστη, δημοσιεύσεις.

3. **Επεκτάσεις πρωτοτύπων συστημάτων και σχεδιασμός νέων συστημάτων.** Επέκταση συγγραφικού εργαλείου και διδακτικών εφαρμογών με «κινητά» χαρακτηριστικά ώστε να περιλαμβάνει αναγνώριση συναισθημάτων από φωνή, Επέκταση συγγραφικού εργαλείου και διδακτικών εφαρμογών

με «κινητά» χαρακτηριστικά ώστε να περιλαμβάνει αναγνώριση συναισθημάτων από γραπτο-απτική είσοδο, Επέκταση και βελτίωση συστήματος ανίχνευσης προσώπου σε δυσδιάστατες εικόνες, Επέκταση και βελτίωση συστήματος αναγνώρισης εκφράσεων χρήστη σε δυσδιάστατες εικόνες, Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης των κινήσεων του προσώπου (face tracking) με τη χρήση στερεοσκοπικών μεθόδων, Ανάπτυξη συστήματος αναγνώρισης εκφράσεων χρήστη με τη χρήση στερεοσκοπικών μεθόδων, δημοσιεύσεις.

4. **Μελέτες αξιολόγησης.** Αξιολόγηση του συγγραφικού εργαλείου και διδακτικών εφαρμογών με «κινητά» χαρακτηριστικά ώστε να περιλαμβάνει αναγνώριση συναισθημάτων από φωνή, Αξιολόγηση του συγγραφικού εργαλείου και διδακτικών εφαρμογών με «κινητά» χαρακτηριστικά ώστε να περιλαμβάνει αναγνώριση συναισθημάτων από γραπτό-απτική είσοδο, Αξιολόγηση συστήματος ανίχνευσης προσώπου σε δυσδιάστατες εικόνες, Αξιολόγηση συστήματος αναγνώρισης εκφράσεων χρήστη σε δυσδιάστατες εικόνες, Αξιολόγηση συστήματος παρακολούθησης των κινήσεων του προσώπου (face tracking) με τη χρήση στερεοσκοπικών μεθόδων, Αξιολόγηση συστήματος αναγνώρισης εκφράσεων χρήστη με χρήση στερεοσκοπικών μεθόδων, δημοσιεύσεις.

5. **Συνδυασμός τρόπων αλληλεπίδρασης κατά ζεύγη και αξιολόγηση.** Συνδυασμοί τρόπων αλληλεπίδρασης κατά ζεύγη, ήχος-πληκτρολόγιο, ήχος-εικόνα, πληκτρολόγιο-εικόνα, Εντοπισμός αδυναμιών από αξιολογήσεις στα παραπάνω, δημοσιεύσεις.

6. **Ολοκλήρωση συστημάτων.** Συνδυασμός των 3 τρόπων αλληλεπίδρασης, Παροχή προσαρμοστικής βοήθειας με βάση την διάγνωση συναισθημάτων, Επέκταση για την περίπτωση

ατόμων με ειδικές ανάγκες, δημοσιεύσεις.

- 7. Ανάπτυξη- αξιολόγηση πιλοτικής εφαρμογής.** Ανάπτυξη πιλοτικού εκπαιδευτικού συστήματος με «κινητά» χαρακτηριστικά για την διδασκαλία κεφαλαίων της ιατρικής επιστήμης και παροχή βοήθειας, Αξιολόγηση από καθηγητές και φοιτητές της Ιατρικής, δημοσιεύσεις.

2.6.2 Συνεισφορά με άλλη διατριβή

Στο πλαίσιο της συνέργιας την παρούσας διατριβής με τη διατριβή της κ. Σταθοπούλου, για λόγους βελτίωσης του προκύπτοντος συστήματος συναισθηματικής αλληλεπίδρασης, προέκυψαν δημοσιεύσεις σε διεθνή συνέδρια και περιοδικά, καθώς και σε κεφάλαια και τόμους βιβλίων. Στη συνέχεια παραθέτονται οι κοινές δημοσιεύσεις των υποψήφιων διδασκτόρων, οι οποίες προέκυψαν από την αλληλοσυμπλήρωση των παραγόμενων συστημάτων, με στόχο τη βελτίωση της δυνατότητας αναγνώρισης ανθρώπινου συναισθήματος από υπολογιστή:

1. Virvou, M., Tsihrintzis, G., Alepis, E., Stathopoulou I.O. & Kabassi, K., (2007) Combining Empirical Studies of Audio-Lingual and Visual-Facial Modalities for Emotion Recognition. In Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems – KES 2007, Lecture Notes in Artificial Intelligence, subseries of Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, Volume 4693/2007, Pages 1130-1137.
2. Tsihrintzis, G., Virvou, M., Alepis, E. & Stathopoulou I.O. (2008). Towards Improving Visual-Facial Emotion Recognition through Use of Complementary Keyboard-Stroke Pattern Information. ITNG 2008, pp. 32-37.
3. Virvou, M., Tsihrintzis, G. Alepis, E. & Stathopoulou I.O. (2008). Designing a multi-modal affective knowledge-based user interface: combining empirical studies. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Proceedings of the Eighth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering, Volume 180, pp. 250-259.
4. Tsihrintzis, G., Virvou, M., Stathopoulou I.O. & Alepis, E. (2008). On improving visual-facial emotion recognition with audio-lingual and keyboard stroke pattern information, Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, WI-IAT '08, Volume 1, pp. 810-816.

Ο κοινός γνώμονας σε όλες τις προαναφερθείσες μελέτες ήταν η βελτίωση των δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων χρηστών, με το συνδυασμό ή την πρόσθετη παροχή πολύ-τροπικών πληροφοριών αλληλεπίδρασης. Σε όλες τις περιπτώσεις η δυνατότητα ενός

μεμονωμένου τρόπου αλληλεπίδρασης βελτιώνεται σημαντικά με την προσθήκη των επιπλέον πληροφοριών. Εξίσου σημαντική υπήρξε και η από κοινού ανάλυση των δεδομένων των εμπειρικών μελετών σε ανθρώπους, ώστε να προκύψουν συνδυαστικά δεδομένα και να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες, οι αδυναμίες τα δυνατά σημεία κατά την επεξεργασία στοιχείων αναγνώρισης συναισθημάτων σε κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης. Οι συνδυασμοί των τρόπων αλληλεπίδρασης πραγματοποιήθηκαν αρχικά κατά ζεύγη, ενώ στις τελευταίες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν και οι τρεις τρόποι αλληλεπίδρασης μαζί.

Η ύπαρξη ενός ακόμα τρόπου αλληλεπίδρασης, οδήγησε σε περαιτέρω βελτίωση τη δυνατότητας αναγνώρισης συναισθήματος από υπολογιστή. Η ένδειξη αυτή επιβεβαιώνει επιπρόσθετα τη χρησιμότητα και τη συμβολή της παρούσας θεωρητικής προσέγγισης, ενώ παρέχει και βάσιμες ενδείξεις για περαιτέρω έρευνα και ενσωμάτωση ακόμα περισσότερων τρόπων αλληλεπίδρασης.

2.6.3 Συμπεράσματα συνέργιας με άλλη διατριβή

Λόγω της ιδιαιτερότητας του τρόπου έκφρασης των ανθρώπων, ανάλογα με την κουλτούρα, τα ήθη και έθιμα τους και ήδη ψυχολογική κατάσταση τη δεδομένη στιγμή, η ανάπτυξη συστημάτων «συναισθηματικής» διεπαφής με το χρήστη, δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί ως μια τετριμμένη εφαρμογή «πληροφορικής ρουτίνας», αλλά πρέπει να αντιμετωπιστεί με σημαντική βασική έρευνα, στο πλαίσιο της συντονισμένης δραστηριότητας μιας επιστημονικής ομάδας με συγκεκριμένα και συμπληρωματικά ερευνητικά ενδιαφέροντα.

Οι δυσκολίες σχεδιασμού ενός συστήματος συναισθηματικής αλληλεπίδρασης, οι οποίες αναφέρονται αναλυτικά, στα κεφάλαια 7-9, μετατρέπουν την υλοποίηση του σε πρόκληση. Παράλληλα η τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων (κεφάλαια 4-6) αναπτύσσεται ραγδαία τον τελευταίο καιρό και δεν έχει δοθεί ακόμα η δυνατότητα στους ερευνητές να αξιοποιήσουν τα μέσα που παρέχουν. Για τους παραπάνω λόγους, η επισκόπηση στο ερευνητικό πεδίο, έχει δείξει ότι δεν υπάρχουν συναφή έργα που να εκτελούνται σήμερα στην Ελλάδα και σε διεθνές γενικότερα επίπεδο.

Μετά από τη συλλογή και την επεξεργασία των πληροφοριών των δύο διατριβών καταλήξαμε σε ενδιαφέροντα αποτελέσματα που οδήγησαν στο σχεδιασμό του συναισθηματικού μοντέλου της εκπαιδευτικής εφαρμογής. Για το λόγο αυτό, προσδιορίστηκαν κάποια κοινά θετικά και αρνητικά συναισθήματα. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση ενός συναισθήματος, ενώ ταυτόχρονα χτίστηκε και μια βάση δεδομένων έτσι ώστε αυτά τα κριτήρια να αποκτήσουν τη δέουσα χρησιμότητα.

Οι εμπειρικές μελέτες των διατριβών αποκάλυψαν πρωτίστως ότι οι χρήστες θα εκτιμούσαν την προσαρμογή της αλληλεπίδρασης του συστήματος στη συναισθηματική τους κατάσταση. Επομένως, το σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τα στοιχεία της συναισθηματικής κατάστασης ενός χρήστη που συλλέχθηκαν από μια πολύ-τροπική διεπαφή προκειμένου να ενημερωθεί το σύστημα, να προσαρμόσει τη συμπεριφορά του πράκτορα-βοηθού στο συγκεκριμένο χρήστη που αλληλεπιδρά με αυτό και να το καταστήσει κατά συνέπεια το σύστημα πιο αποδοτικό και πιο φιλικό.

Ένα σημαντικό συμπέρασμα που αφορά στο συνδυασμό των τρόπων αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ότι οι τρεις (πληκτρολόγιο, μικρόφωνο/ παρούσα διατριβή, κάμερα/ διατριβή κ. Σταθοπούλου) τρόποι συμπληρώνουν ο ένας τον άλλον σε μεγάλο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα μπορεί να παράγει μια υπόθεση για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη με έναν υψηλότερο βαθμό βεβαιότητας εάν λαμβάνει υπόψη τα στοιχεία από το συνδυασμό των τρόπων παρά από έναν τρόπο. Η χαρά ως συναίσθημα έχει θετικά αποτελέσματα κατά την αλληλεπίδραση, ενώ ο θυμός ή η πλήξη έχουν αρνητικά αποτελέσματα που μπορούν να μετρηθούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία καταλλήλως, προκειμένου να δοθούν οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας συναισθηματικής αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή. Παραδείγματος χάριν, όταν ο χρήστης πληκτρολογεί συχνότερα το πλήκτρο `backspace` (οπισθοδιάστημα), αυτό μπορεί να σημαίνει ότι κάνει περισσότερα λάθη λόγω ενός αρνητικού συναισθήματος. Εντούτοις αυτή η υπόθεση μπορεί να ενισχυθεί από τα στοιχεία της ομιλίας, εάν ο χρήστης εκφράσει λεκτικά κάτι κακό που προσδιορίζει αρνητικά συναισθήματα ή αν αυτό είναι ορατό από μια έκφραση του προσώπου του.

Η κατοχή στοιχείων για τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών μπορεί να οδηγήσει τις προσεγγίσεις αναγνώρισης συναισθημάτων στο να εστιάσουν σε ένα συγκεκριμένο τρόπο αλληλεπίδρασης. Παραδείγματος χάριν, εάν το σύστημα ξέρει ότι είναι πιθανότερο να αναγνωρίσει τη συναισθηματική κατάσταση ενός χρήστη με την ανάλυση των στοιχείων από τη φωνή του μέσω του μικροφώνου θα πρέπει να λάβει υπόψη κυρίως τον ακουστικό τρόπο. Επομένως, τα στερεότυπα των χρηστών χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με μια θεωρία απόφασης πολλαπλών κριτηρίων προκειμένου να ανακαλυφθεί η σημασία κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης στην επιλογή του συναισθήματος του χρήστη. Κατά αυτόν τον τρόπο, η αναγνώριση συναισθήματος είναι δυναμική και προσαρμοσμένη στα χαρακτηριστικά κάθε χρήστη.

Όπως προέκυψε από την μέχρι τώρα έρευνα που έχει διεξήχθη στο πλαίσιο των διατριβών του προτεινόμενου έργου, η υπηρεσία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης μέσω κινητών τηλεφώνων είχε πολύ μεγάλη αποδοχή από την εκπαιδευτική κοινότητα, ειδικά από εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενους που έχουν βεβαρημένο πρόγραμμα μετακινήσεων, όπως είναι αυτό των ιατρών. Γι αυτό στο πλαίσιο του προτεινόμενου έργου δημιουργήθηκε μία πιλοτική εφαρμογή που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκμάθηση κάποιου διδακτικού αντικειμένου, όπως η ιατρική επιστήμη. Σε αυτήν την επιστήμη θεωρούμε ότι η ενσωμάτωση κινητών τηλεφώνων στο εκπαιδευτικό έργο είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, δεδομένου του φόρτου εργασίας και της κινητικότητας σε διάφορα μέρη (γραφείο, νοσοκομείο, ιατρείο, αίθουσες διδασκαλίας) των εκπαιδευτών-ιατρών και εκπαιδευομένων. Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο του προτεινόμενου έργου διερευνήθηκε η δυνατότητα χρήσης της «συναισθηματικής» αλληλεπίδρασης μέσω κινητών για την υποστήριξη διδακτικών συστημάτων για άτομα με ειδικές ανάγκες (π.χ. δυσλεκτικά άτομα, άτομα με κινητικά προβλήματα ή προβλήματα όρασης κ.λπ.). Η

τεχνολογία της κινητής τηλεφωνίας αναμένεται να εξυπηρετήσει πολύ τα άτομα με ειδικές ανάγκες εφόσον βέβαια τα συστήματα λογισμικού που θα χρησιμοποιήσουν έχουν σχεδιαστεί κατάλληλα.

Από την εκπόνηση του προτεινόμενου έργου, προέκυψαν επίσης σημαντικά αποτελέσματα βασικής έρευνας, τα οποία γνωστοποιήθηκαν με τη μορφή ολοκληρωμένων διδακτορικών διατριβών, ανακοινώσεων σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια και εργασιών δημοσιευμένων σε διεθνή έγκριτα επιστημονικά περιοδικά. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργήθηκε μια ομάδα νέων ερευνητών με την εξειδικευμένη τεχνογνωσία, ώστε να μετεξερίξουν τα αποτελέσματα της βασικής έρευνας σε διεθνώς πρωτοπόρα συστήματα Πληροφορικής. Πρέπει να τονιστεί ότι οι εφαρμογές του παραγόμενου εργαλείου, αν και αρχικά αναφέρονται στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση των χρηστών, θα μπορούν να εφαρμοστούν και σε άλλες εφαρμογές για να δίδεται η δυνατότητα «συναισθηματικής αλληλεπίδρασης» με το χρήστη.

Η σημασία και η αποτελεσματικότητα του συστήματος φαίνεται από την άμεση συμμετοχή μιας από τις μεγαλύτερες εταιρείες κινητής τηλεφωνίας, που είναι η Ericsson. Εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος μπορεί να γίνει μελλοντικά και από την ίδια την εταιρεία, καθώς ασχολείται άμεσα με την ανάπτυξη λογισμικού για κινητά τηλέφωνα.

2.7 Συμπεράσματα

Βάσει της παρούσας ανασκόπησης στα γενικότερα πεδία που αφορούν το εκπαιδευτικό λογισμικό, καθώς και σε ειδικότερα πεδία που έχουν σχέση με την κινητή τεχνολογία λογισμικού και τη συναισθηματική νοημοσύνη σε συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, οδηγούμαστε σε ορισμένα συμπεράσματα. Η ηλεκτρονική και η κινητή μάθηση, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, τα συγγραφικά εργαλεία, καθώς και το εξατομικευμένο λογισμικό για άτομα με ειδικές ανάγκες αναπτύσσονται ραγδαία, τόσο για κοινωνικούς και οικονομικούς λόγους, όσο και για την αποδεδειγμένα ουσιαστική συνεισφορά στους τομείς της εκπαίδευσης.

Η συναισθηματική νοημοσύνη, αν και εξελίσσεται και προσαρμόζεται σε ολοένα και περισσότερες εφαρμογές λογισμικού, αποτελεί εξαιρετικά μεγάλη πρόκληση, ως από τη φύση της δύσκολη να προσεγγιστεί και να αντιμετωπιστεί με μεγάλη ακρίβεια. Ακόμα και οι πιο πρόσφατες προσπάθειες στον τομέα της αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή, υποδεικνύουν ότι υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος να διανυθεί (ίσως και πολλές δεκαετίες), ώστε να προκύψουν πραγματικά συστήματα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο. Εντούτοις, όλες οι προαναφερθείσες ερευνητικές προσπάθειες συνεισφέρουν στην έρευνα υποδεικνύοντας αδυναμίες καθώς και αποτελεσματικές αντιμετώπισεις σε συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων.

Η παρούσα διατριβή πραγματεύεται την δυνατότητα αναγνώρισης συναισθημάτων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αλληλεπίδρασης και προτείνει έναν πρωτότυπο τρόπο προσέγγισης του προβλήματος της αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή, ο οποίος βασίζεται σε μια πολυκριτήρια θεωρία λήψης αποφάσεων και σε στερεότυπα που έχουν προκύψει από εμπειρικές μελέτες σε ανθρώπους. Η ουσιαστική λειτουργία της εν λόγω προσέγγισης είναι η προσθήκη πληροφοριών από την ανθρώπινη εμπειρία, κατά την αναγνώριση συναισθημάτων από άνθρωπο σε άνθρωπο, σε ένα υπολογιστικό σύστημα, το οποίο δύναται έτσι να βελτιώσει την πολύ-τροπική του ικανότητα εξαγωγής συμπερασμάτων για τη συναισθηματική κατάσταση των ανθρώπων χρηστών που το

χρησιμοποιούν. Τόσο οι εμπειρικές μελέτες που προηγούνται, όσο και η θεωρία της προσέγγισης αυτής αναλύονται στα κεφάλαια 6 έως 10, ενώ το προκύπτον από τη διατριβή σύστημα παρουσιάζεται νωρίτερα στο κεφάλαιο 3. Η ενσωμάτωση κινητών χαρακτηριστικών στο εκπαιδευτικό σύστημα, του προσδίδει μεγαλύτερες δυνατότητες σε σχέση με τις ευκολίες χρήσης του ανά πάσα στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος, καθώς και πολλές γενικότερες διευκολύνσεις που αφορούν τους καθηγητές και τους μαθητές που το χρησιμοποιούν. Τα «κινητά» χαρακτηριστικά περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4, ενώ οι αξιολογήσεις αυτών από τους εκπαιδευτές και τους μαθητές παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 5.

Κεφάλαιο 3

Εκπαιδευτικό πολυμεσικό σύστημα – Συγγραφικό εργαλείο με εκπαιδευτικούς βοηθούς

3.1 Εισαγωγή

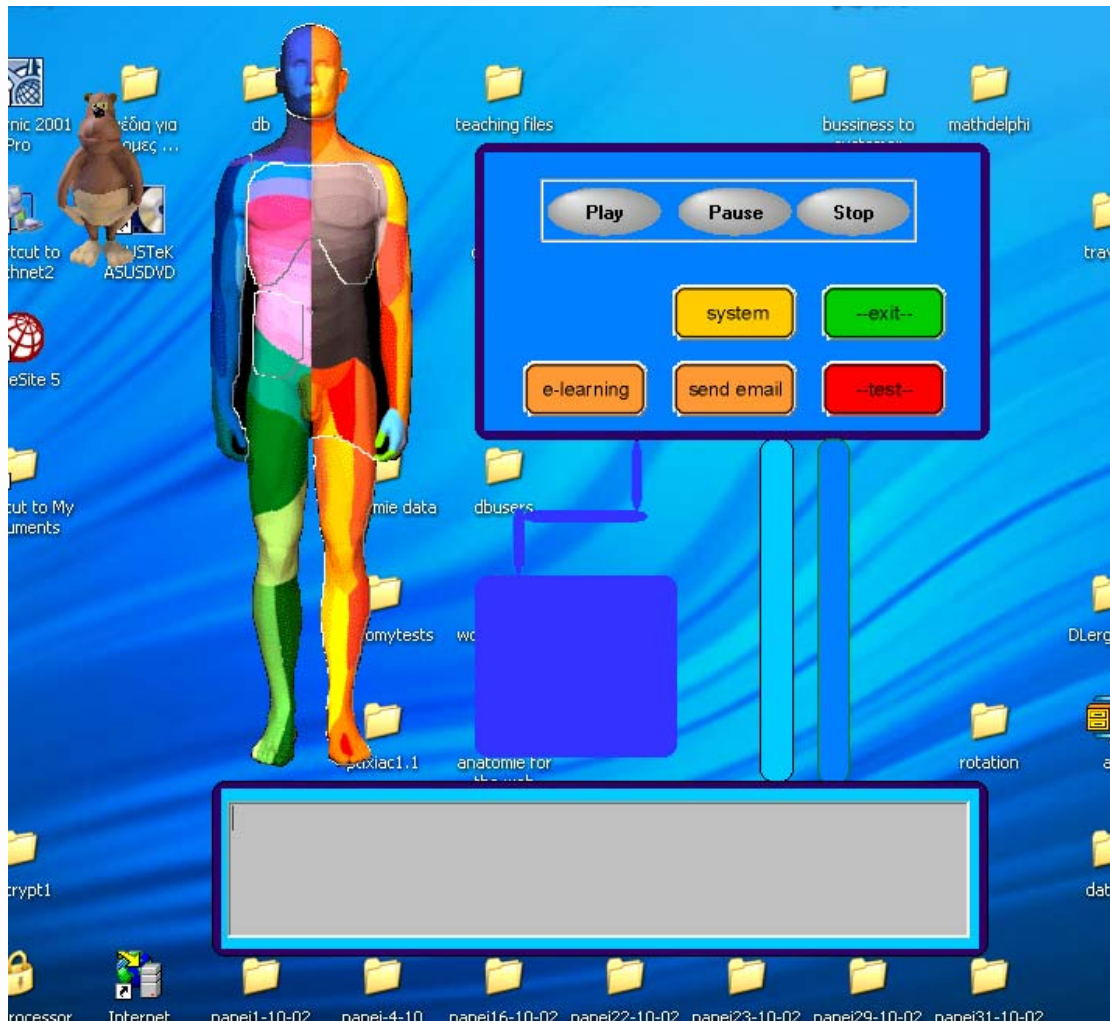
Η εκπαίδευση μέσω του Διαδικτύου είναι ιδιαίτερα αποδοτική και χρήσιμη ως προς την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και την ανεξαρτήτως χώρου και χρόνου εκμάθηση, μακριά από σχολικές αίθουσες και χωρίς κατά ανάγκη τη φυσική παρουσία ενός δασκάλου. Ωστόσο, η ανεξαρτησία του εκπαιδευτικού λογισμικού γενικότερα από αληθινούς δασκάλους και σχολικές αίθουσες μπορεί να προκαλέσει συναισθηματικά προβλήματα στους μαθητές, οι οποίοι μπορεί να αισθανθούν ότι υστερούν από τα πλεονεκτήματα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου με άνθρωπο. Στο κεφάλαιο αυτό της διατριβής προσπαθούμε να προσεγγίσουμε αυτό το πρόβλημα προσπαθώντας να κάνουμε την αλληλεπίδραση ανθρώπου υπολογιστή περισσότερο ανθρώπινη και φιλική προς τον χρήστη, περισσότερο συναισθηματική. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός εκπαιδευτικού συστήματος-συγγραφικού εργαλείου το οποίο μπορούν να χρησιμοποιήσουν και οι δάσκαλοι, έτσι ώστε να δημιουργήσουν τα δικά

τους εργαλεία εκμάθησης για μαθητές με εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Μέσω αυτού του συγγραφικού εργαλείου, οι δάσκαλοι μπορούν επίσης να δημιουργήσουν τους δικούς τους εκπαιδευτικούς πράκτορες για τις διεπαφές χρηστών σε εκπαιδευτικά προγράμματα. Οι εκπαιδευτικούς πράκτορες μπορούν να παραμετροποιηθούν με πολλούς τρόπους, όπως ο τρόπος με τον οποίο μιλάνε, η χροιά της φωνής τους, καθώς και η ένταση της φωνής τους. Παραμετροποίηση επιδέχεται επιπλέον η γλώσσα του σώματός τους, καθώς και το περιεχόμενο των μηνυμάτων τους. Υπό αυτούς τους όρους, μια τέτοια εφαρμογή θα μπορούσε να αντανakλά το όραμα των εκπαιδευτών κατά τη διδασκαλία.

Σε πολλές περιπτώσεις ηλεκτρονική μάθηση σημαίνει ότι η εκπαίδευση μπορεί να λαμβάνει χώρα στο σπίτι ή και σε κάποιο άλλο χώρο, ενώ επιβλέπεται ασύρματα και ασύγχρονα από έναν άνθρωπο εκπαιδευτή, μακριά από τις εγκαταστάσεις μιας πραγματικής σχολικής αίθουσας. Ωστόσο, αυτό μπορεί επίσης να δημιουργήσει συναισθηματικά προβλήματα στους μαθητές οι οποίοι μπορεί να δυσανασχετήσουν λόγω της έλλειψης αλληλεπιδράσεις ανθρώπου με άνθρωπο δηλαδή μεταξύ αυτών και ενός δασκάλου. Αυτό μπορεί να επηρεάσει τη διαδικασία εκμάθησης με αρνητικό τρόπο γιατί όπως ο Goleman υποστηρίζει (Goleman, 1995), το πως αισθάνονται οι άνθρωποι μπορεί να παίξει ένα σημαντικό ρόλο στις γνωστικές μας διαδικασίες.

Παρά όλα αυτά, το να μιμηθούμε την συμπεριφορά ενός ανθρώπου δασκάλου μπορεί να έχει πολλές πτυχές. Συγκεκριμένα πρότυπα ανθρώπινης συμπεριφοράς ενσωματωμένα μέσα σε ένα σύστημα διδασκαλίας, μπορεί να μην είναι αποδεκτά από ανθρώπους και δασκάλους οι οποίοι είναι υπεύθυνοι σε ένα μάθημα ή μπορεί να μην είναι ιδανικά για τους μαθητές τους. Ενόψει των παραπάνω, υλοποιήθηκε αρχικά ένα συγγραφικό εργαλείο με διαδικτυακές δυνατότητες για λογισμικό διδασκαλίας, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ανθρώπους δασκάλους ώστε να δημιουργήσουν τα δικά τους συστήματα διδασκαλίας καθώς και τους δικούς τους πραγματικούς χαρακτήρες διδασκαλίας. Τα συγγραφικά εργαλεία γενικότερα είναι φτιαγμένα ώστε να χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους διδασκάλους για τη δημιουργία

έξυπνων διδακτικών συστημάτων. Οι άνθρωποι εκπαιδευτές οι οποίοι θα χρησιμοποιήσουν αυτά τα συγγραφικά εργαλεία δεν χρειάζεται απαραίτητα να είναι έμπειροι χρήστες υπολογιστών και θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν εξελιγμένες εκπαιδευτικές εφαρμογές με τρόπο εύκολο και με χαμηλό κόστος. Έτσι, τα συγγραφικά εργαλεία μπορούν να παρέχουν μηχανισμούς συλλογιστικής και συστατικά χρηστών διεπαφής, χρήσιμα για το προκύπτον εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο θα ήταν δύσκολο να δημιουργηθεί από το μηδέν (Vίνου, 2002). Εντούτοις, εκτενής μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας υποδεικνύει ότι μέχρι αυτή τη στιγμή δεν υπάρχουν συγγραφικά εργαλεία τα οποία να παρέχουν παραμετροποίηση σε συστατικά ανθρώπινης διεπαφής όπως κινούμενοι πράκτορες με δυνατότητες ομιλίας. Το παρόν συγγραφικό εργαλείο, παρέχει τη δυνατότητα στους συγγραφείς να δημιουργήσουν εκπαιδευτικά συστήματα τα οποία ενσωματώνουν ομιλούντες κινούμενους πράκτορες, οι οποίοι μπορούν να παραμετροποιηθούν από τους ανθρώπους-δασκάλους με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να αντανakλούν την ανθρώπινη συμπεριφορά ενός διδασκάλου κατά την αλληλεπίδραση χρήστη-υπολογιστή. Στο σχήμα 1 απεικονίζεται η κύρια φόρμα της εκπαιδευτικής εφαρμογής, μαζί με τον κινούμενο βοηθό.



Σχήμα 1. Η κύρια φόρμα της εκπαιδευτική εφαρμογής

Εντούτοις, σε πολλές περιπτώσεις θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο να υπάρξουν τέτοια εκπαιδευτικά μέσα στις φορητές συσκευές, παρά σε υπολογιστές γραφείου ή φορητούς υπολογιστές έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό σε μια συσκευή που μπορούν να μεταφέρουν οπουδήποτε αυτοί πηγαίνουν. Οι φορητές συσκευές καθιστούν το λογισμικό χρησιμοποιήσιμο σε κάθε περίπτωση, ακόμα και όταν στέκεται κάποιος όρθιος. Οποσδήποτε, μεταξύ των φορητών συσκευών, οι οποίες περιλαμβάνουν Η/Υ παλάμης ή τσέπης και τα κινητά τηλέφωνα, τα δεύτερα παρέχουν το επιπρόσθετο πλεονέκτημα της ανεξάρτητης συσκευής υπολογιστή. Αυτό συμβαίνει επειδή αντίθετα με τα κινητά τηλέφωνα, οι Η/Υ παλάμης ενδείκνυται να αγοράζονται από ένα πρόσωπο για τους πρόσθετους λόγους της χρήσης υπολογιστών. Αφ' ενός, τα κινητά τηλέφωνα είναι πολύ ευρέως διαδεδομένες συσκευές, οι οποίες

97

χρησιμοποιούνται πρώτιστα για λόγους τηλεφωνίας. Εντούτοις, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως υπολογιστές. Κατά συνέπεια, οι ενδεχόμενοι χρήστες των φορητών συσκευών δεν χρειάζεται να αγοράσουν τον πρόσθετο εξοπλισμό υπολογιστών δεδομένου ότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν το κινητό τηλέφωνό τους, το οποίο θα αγόραζαν και θα μετέφεραν ούτως ή άλλως. Από αυτή την άποψη, η χρήση του κινητού τηλεφώνου ως φορητού υπολογιστή είναι μια ιδιαίτερα αποδοτική λύση που παρέχει πολλά προτερήματα. Τέτοια προτερήματα περιλαμβάνουν την ανεξαρτησία συσκευών καθώς επίσης και περισσότερη ανεξαρτησία όσον αφορά στο χρόνο και στον τόπο σε σύγκριση με διαδικτυακή εκπαίδευση χρησιμοποιώντας τα τυποποιημένα PC. Πράγματι, υπάρχουν καταστάσεις όπου οι σπουδαστές και οι εκπαιδευτές θα μπορούσαν να περάσουν εποικοδομητικά τον ελεύθερο χρόνο τους ολοκληρώνοντας τις εργασίες τους και προετοιμάζοντας μαθήματα αντίστοιχα, σε καταστάσεις όπου κανένας υπολογιστής δεν μπορεί να είναι διαθέσιμος. Τέτοιες καταστάσεις μπορούν να προκύψουν σε τρένα, λεωφορεία και επιβατηγά οχήματα, ενώ κινούμαστε προς το χώρο εργασίας, ή αναμένοντας σε μακροσκελείς ουρές αναμονής, ή γενικότερα όταν εμφανίζεται απροσδόκητος ελεύθερος χρόνος. Στους έντονους ρυθμούς της σύγχρονης ζωής τέτοιες καταστάσεις μπορεί να είναι πολύ συχνές.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις επιτακτικές ανάγκες, η ερευνητική εργασία που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο καταπιάστηκε επιπλέον με το πρόβλημα του εμπλουτισμού της υπάρχουσας τεχνολογίας εκπαιδευτικού λογισμικού με «κινητά» χαρακτηριστικά (ενότητα 3.3). Η διατριβή οδήγησε στην ανάπτυξη ενός συγγραφικού εργαλείου με κινητές δυνατότητες που μπορεί να παράγει ΕΔΣ πολλαπλών πεδίων. Το συγγραφικό εργαλείο ονομάζεται MMT (Mobile Multimedia Tutor).

Ως τελικό επίπεδο υλοποίησης του συστήματος της διατριβής, υπήρξε η ενσωμάτωση της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης (Affective Interaction). Η εκμάθηση είναι μια σύνθετη γνωστική διαδικασία και υποστηρίζεται πλέον από πολλούς ερευνητές ότι τα ανθρώπινα συναισθήματα μπορούν να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή (Goleman, 1995). Πράγματι, όπως επισημαίνει ο Coles

(1999) η ελλιπής εκμάθηση μπορεί να προάγει αρνητικά συναισθήματα, τα οποία αντιστοίχως δυσχεραίνουν την εκμάθηση ενώ οι θετικές συγκινήσεις μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη της εκμάθησης και αντίστροφα. Επομένως, ένας τρόπος βελτίωσης τη διαδικασίας εκμάθησης είναι η αναγνώριση των συναισθημάτων των χρηστών με την παρακολούθησή τους κατά τη διάρκεια της επαφής τους με το εκπαιδευτικό λογισμικό και έπειτα με την προσαρμογή της αλληλεπίδρασης του συστήματος στη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών.

Οι Ahn και Picard (2005) επισημαίνουν ότι οι συναισθηματικές καταστάσεις των χρηστών που προκύπτουν από συναισθηματικές προκαταβολικές ανταμοιβές μπορούν να εφαρμοστούν για τη βελτίωση της ταχύτητας της εκμάθησης, ρυθμίζοντας το βαθμό συγκέντρωσης των χρηστών και αξιοποιώντας καλύτερα τις δυνατότητες των χρηστών, για αποτελεσματικότερη εκμάθηση. Στον Kim et. al (2007) καθώς επίσης και στον Burleson (2006) προτείνεται η παρουσία παιδαγωγών-πρακτόρων που βρίσκονται σε συναισθηματική αλληλεπίδραση με τους μαθητές στα περιβάλλοντα εκμάθησης. Τα συμπεράσματα αυτών των μελετών υπονοούν ότι οι συναισθηματικές καταστάσεις των συμμαθητών μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση του κινήτρου, της εκμάθησης και της επιμονής για μάθηση των σπουδαστών. Για αυτόν το λόγο διαφορετικές προσεγγίσεις έχουν προταθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Παραδείγματος χάριν, οι Karoor και Picard (2005) προτείνουν έναν πολυαισθητήρα αναγνώρισης στόχων που επηρεάζει το σύστημα εκμάθησης σε παιδιά που προσπαθούν να λύσουν έναν εκπαιδευτικό γρίφο στον υπολογιστή.

Εντούτοις, ένα πρόβλημα που προκύπτει σε τέτοιες προσεγγίσεις είναι ο τρόπος με τον οποίο αυτές οι διεπαφές αλληλεπίδρασης συνδυάζονται προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια και η γενική απόδοση της αναγνώρισης συναισθημάτων σε ένα Έξυπνο Διδακτικό Σύστημα. Στην πραγματικότητα, τα μαθηματικά εργαλεία και οι θεωρίες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση συναισθήματος μπορούν να οδηγήσουν σε μια ταξινόμηση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθήματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου (ενότητα 3.4) αυτού γίνεται η ανάλυση απαιτήσεων και ο σχεδιασμού ενός ΕΔΣ με δυνατότητες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης, αποκαλούμενου Affective MMT, το οποίο επεκτείνει τα προαναφερθέντα. Το προτεινόμενο ΕΔΣ στοχεύει αρχικά να χρησιμοποιηθεί από πρωτοετείς σπουδαστές ιατρικής και το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι μπορεί να προσαρμόσει την αλληλεπίδρασή του στη συναισθηματική κατάσταση κάθε χρήστη. Για αυτόν το λόγο, το σύστημα χρησιμοποιεί μια μέθοδο λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια αποκαλούμενη Απλή Προσθετική Στάθμιση (SAW) (Fishburn 1967, Hwang & Yoon 1981) για το συνδυασμό δύο τρόπων αλληλεπίδρασης, δηλαδή πληκτρολογίου και μικροφώνου. Πιο συγκεκριμένα, η SAW χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση διαφορετικών συναισθημάτων, λαμβάνοντας υπόψη την εισαγωγή των δύο διαφορετικών τρόπων αλληλεπίδρασης (πληκτρολόγιο και μικρόφωνο), και επιλέγει αυτόν που φαίνεται πιθανότερο να δώσει σωστά αποτελέσματα για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη.

Τέλος το υπάρχον σύστημα εξατομικεύεται και επεκτείνεται για άτομα με ειδικές ανάγκες, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.5.

3.2 Παρουσίαση του συστήματος

- Κινούμενος βοηθός.

Στις εκπαιδευτικές εφαρμογές οι οποίες προκύπτουν κατά την συγγραφική διαδικασία που περιγράφεται στη διατριβή αυτή, ο κινούμενος βοηθός είναι μια αρκούδα κινούμενο σχέδιο. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε ένα κινούμενο σχέδιο, είναι το γεγονός ότι σε μια μελέτη η οποία είχε γίνει στο παρελθόν στο πλαίσιο ενός άλλου εκπαιδευτικού συστήματος, αποδείχτηκε ότι τα κινούμενα σχέδια με φωνή, είναι περισσότερο αρεστά από τους μαθητές από την «κλασική» βοήθεια με ανθρώπινη μορφή (Moundridou, 2002). Αυτό προφανώς συμβαίνει επειδή τα κινούμενα σχέδια δείχνουν πιο διασκεδαστικά και προκαλούν λιγότερο άγχος στους μαθητές από τα κινούμενα σχέδια με ανθρώπινη μορφή.

- Εξωτερικές ιδιομορφίες του κινούμενου βοηθού.

Το κινούμενο σχέδιο αρκούδα είναι ένας κινούμενος βοηθός οποίος μπορεί να κινηθεί στην οθόνη, στο πλαίσιο της εφαρμογής, και μπορεί να παρουσιάσει εν μέρει τις θεωρίες τις οποίες θα έπρεπε να διαβάσει ένας μαθητής. Ο βοηθός αναπαρίσταται στο σχήμα 2. Επίσης ενσωματώνει δυνατότητες της ανθρώπινης γλώσσας του σώματος. Δείχνει υπομονή όταν ο μαθητής διαβάζει τη θεωρία, η όπι βαριέται όταν ο μαθητής δεν αντιδρά στο σύστημα, έκπληξη όταν ο μαθητής κάνει μια απροσδόκητη κίνηση. Παραπέρα, ο συγγραφέας εκπαιδευτής μπορεί να διαλέξει ανάμεσα από 27 μηχανές ομιλίας τις οποίες ενσωματώνει το σύστημά μας. Αυτές οι μηχανές ομιλίας είναι συνθέτες φωνής οι οποίες παράγουν διαφορετικές φωνές. Τελικά, το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα της παραμετροποίησης αυτών των φωνών αλλάζοντας το ηχόχρωμα, την ταχύτητα καθώς και την ένταση του ήχου. Έτσι στο προκύπτον εκπαιδευτικό σύστημα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι φωνές αυτές σε διαφορετικές περιπτώσεις, όταν για παράδειγμα θέλουμε να δείξουμε ενθουσιασμό όταν ο μαθητής τα πηγαίνει ιδιαίτερα καλά, μπορούν να προσομοιώσουν τον ψίθυρο όταν το σύστημα κρίνει ότι ο μαθητής χρειάζεται μια μικρή βοήθεια, η ακόμα και να δείξουν θυμό όταν ο μαθητής αδιαφορεί και δεν δίνει καμιά σημασία στο εκπαιδευτικό σύστημα. Βέβαια, ο ακριβής τρόπος με τον οποίο το

σύστημα θα αντιδράσει σε κάθε μια από αυτές περιπτώσεις είναι κάτι το οποίο θα προσδιοριστεί από τους ίδιους τους συγγραφείς εκπαιδευτές.



Σχήμα 2. Ο κινούμενος βοηθός

- Η συλλογιστική του συστήματος.

Η συμπεριφορά του κινούμενου βοηθού μέσα στην εφαρμογή προσδιορίζεται από τον τρόπο με τον οποίο είναι προγραμματισμένος να αντιδρά σε συγκεκριμένες εκπαιδευτικές συνθήκες. Έτσι μετατρέπεται ο κινούμενος βοηθός σε έναν εκπαιδευτικό χαρακτήρα. Όμως, ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας πρέπει να διαθέτει κάποιους μηχανισμούς συλλογιστικής έτσι ώστε να είναι σε θέση να αναγνωρίζει διαφορετικές εκπαιδευτικές συνθήκες για κάθε έναν μεμονωμένο μαθητή. Η ελλοχεύουσα συλλογιστική των εκπαιδευτικών χαρακτήρων βασίζεται σε ένα συστατικό μοντελοποίησης μαθητών για εκπαιδευτικές εφαρμογές. Γενικότερα, το συστατικό μοντελοποίησης μαθητών σε μια εκπαιδευτική εφαρμογή περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός μοντέλου αναπαράστασης της συμπεριφοράς των μαθητών σε όρους των υπάρχουσών γνώσεων των μαθητών για κάθε ένα εκπαιδευτικό πεδίο (Sison & Shimura, 1998). Στο παρόν σύστημα το συστατικό μοντελοποίησης μαθητών, παρατηρεί τις ενέργειες των μαθητών και το πως χρησιμοποιούν το εκπαιδευτικό σύστημα και προσπαθεί να διαγνώσει πιθανά προβλήματα, ώστε να αναγνωρίσει πιθανούς στόχους των μαθητών καθώς και να καταγράψει συνήθειες και λάθη τα οποία γίνονται επαναλαμβανόμενα. Το συστατικό του μοντέλου των χρηστών περιλαμβάνει μια τεχνική στερεοτύπων (Kay, 2000) έτσι ώστε να είναι σε θέση να βρίσκει το επίπεδο γνώσης του κάθε μαθητή για κάθε ένα συγκεκριμένο πεδίο γνώσης (Stansfield et al. 1976).

Επιπροσθέτως, καταγράφει τα χαρακτηριστικά των μαθητών που έχουν σχέση με το επίπεδο γνώσης των μαθητών. Έτσι, βασισμένος στις δυνατότητες των μαθητών, ο κινούμενος βοηθός μπορεί να παρέχει εξατομικευμένη βοήθεια σε κάθε μαθητή αναφορικά με κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις όπου ένας μαθητής κάνει λάθος μια ερώτηση σε ένα τεστ, το σύστημα προσπαθεί πρώτα να προσδιορίσει εάν το λάθος οφείλεται σε λανθασμένη πληκτρολόγηση ή σε κάποια απροσεξία του μαθητή. Αυτή η διαδικασία υποβολής πληροφοριών για το μοντέλο μαθητή καταγράφεται στη βάση δεδομένων του συστήματος. Σε κάθε περίπτωση και με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά για κάθε μαθητή, η αντίδραση του κινούμενου βοηθού χαρακτηρίζεται από αλλαγή στη φωνή του, στην ένταση και στην ταχύτητα της φωνής, καθώς και από κινήσεις του σώματός του, ακριβώς όπως έχει προγραμματιστεί από έναν εκπαιδευτικό που χρησιμοποιεί το συγγραφικό εργαλείο.

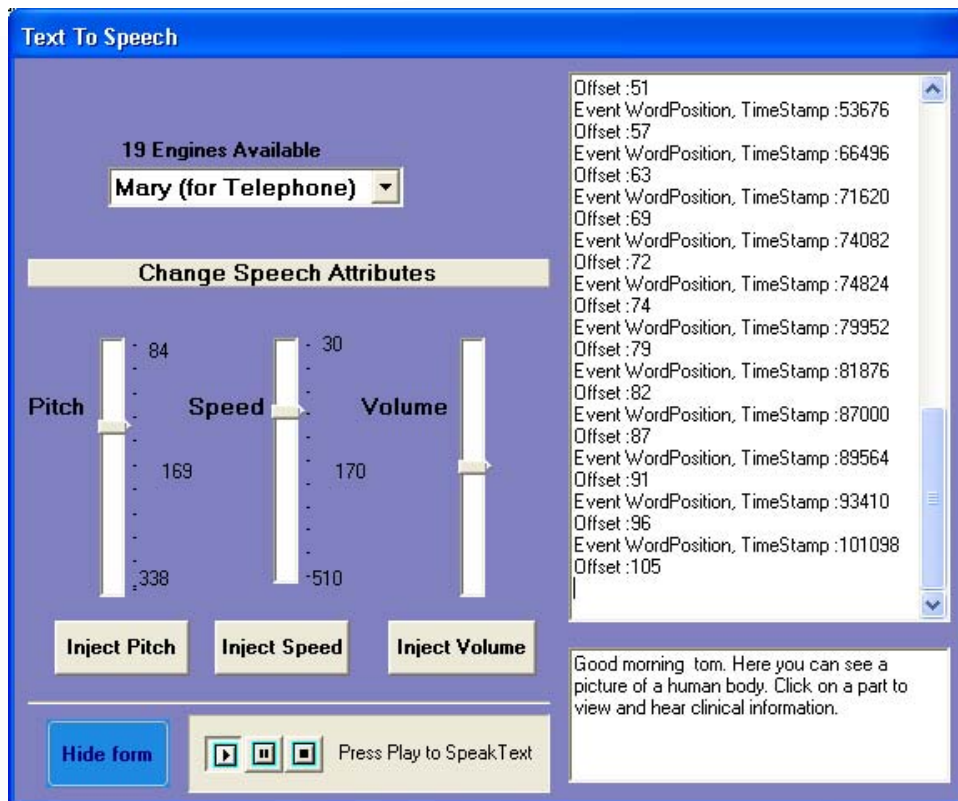
- Δημιουργία των εκπαιδευτικών χαρακτήρων.

Μέσω ενός ιδιαίτερα φιλικού συστήματος διεπαφής οι εκπαιδευτές έχουν πολλές δυνατότητες ώστε να δημιουργήσουν τους δικούς τους εκπαιδευτικούς χαρακτήρες. Αυτή τη διαδικασία δημιουργίας μπορεί να γίνει είτε σε μια εφαρμογή υπολογιστή του συγγραφικού εργαλείου είτε σε μια έκδοση με διαδικτυακές δυνατότητες. Οι εκπαιδευτές μπορούν να προγραμματίσουν τις κινήσεις του κινούμενου βοηθού, καθώς και τη φωνή του, έτσι ώστε να αλλάζουν κατά τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτές επιθυμούν, τη συμπεριφορά του, η οποία είναι βασισμένη και ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένες εκπαιδευτικές συνθήκες.

- Βασικές δυνατότητές του εκπαιδευτικού χαρακτήρα.

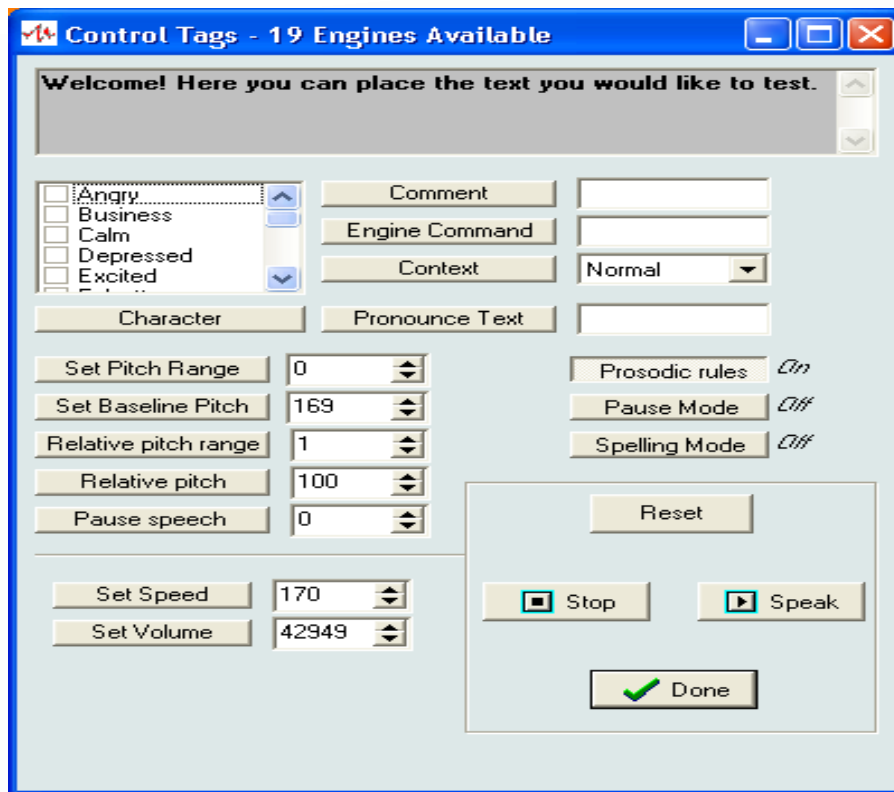
Ο κινούμενος βοηθός αποτελείται από ένα αρκετά μεγάλο σύνολο από εντολές οι οποίες τον ελέγχουν προγραμματιστικά. Αυτές οι εντολές όχι μόνο ορίζουν τις κινήσεις του πάνω στην οθόνη, αλλά επίσης ελέγχουν τα χέρια του, το πρόσωπό του, τα πόδια του και τον κάνουν να φαίνεται ότι μιλάει. Οι κινήσεις του προσώπου του σε συνδυασμό με το σύστημα σύνθεσης φωνής δίνουν την εντύπωση ενός αρκετά ρεαλιστικού ανθρωπόμορφου βοηθού. Στους εκπαιδευτές δίνεται η δυνατότητα να

επιλέξουν μέσα από ένα μεγάλο αριθμό διαθέσιμων μηχανών ομιλίας, οι οποίες είναι ενσωματωμένες στο σύστημά. Ο ακριβής αριθμός των μηχανών ομιλίας εξαρτάται επίσης από το εγκατεστημένο λογισμικό στον προσωπικό υπολογιστή του εκπαιδευτή που τον χρησιμοποιεί. Αυτό σημαίνει ότι παρ όλο που το συγγραφικό εργαλείο ελέγχει και εγκαθιστά ένα προκαθορισμένο σύνολο από μηχανές ομιλίας, ο χρήστης μπορεί ο ίδιος να εγκαταστήσει και να χρησιμοποιήσει ακόμα περισσότερες μηχανές ομιλίας. Αυτές οι μηχανές ομιλίας ως μέρος του λειτουργικού συστήματος ελέγχονται από το συγγραφικό εργαλείο. Ειδικότερα, το συγγραφικό εργαλείο έχει ειδικούς χειρισμούς έτσι ώστε να παράγει επιθυμητά αποτελέσματα στην παραγόμενη ομιλία. Βέβαια, το βασικό βήμα είναι να ελέγξουμε την ταχύτητα, την ένταση και το ηχόχρωμα του ήχου. Στο σχήμα 3 μπορούμε να δούμε τρεις μπάρες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αλλάξουμε τα βασικά χαρακτηριστικά του ήχου. Με αυτά τα χαρακτηριστικά οι εκπαιδευτές μπορούν να δημιουργήσουν και να αποθηκεύσουν για μελλοντική χρήση προκαθορισμένες συμπεριφορές του βοηθού, όπως χαρούμενους τόνους, ψίθυρους, καθώς και πολλές ακόμα, ανάλογα με το τι χρειάζεται η εκπαιδευτική εφαρμογή. Για παράδειγμα, αυξάνοντας την χροιά και επίσης την ταχύτητα και την ένταση της ομιλίας μπορούμε να επιτύχουμε έναν πιο άγριο τόνο ομιλίας. Αυτό βέβαια μπορεί επίσης να επιτευχθεί με το να επιλέξει ο χρήστης την αντίστοιχη μηχανή ομιλίας. Μπορούμε να έχουμε μια ειδική μηχανή ομιλίας η οποία να συνθέτει φωνή με πάντα άγριο τόνο.



Σχήμα 3. Παράμετροι για τη φωνή του εκπαιδευτικού χαρακτήρα

Επιπροσθέτως ο εκπαιδευτής μπορεί να χρησιμοποιήσει τη φόρμα του σχήματος 4, η οποία παρέχει πιο ειδικούς χειρισμούς και μεγαλύτερες λεπτομέρειες ως προς τον ήχο. Σε αυτή την φόρμα ο εκπαιδευτής έχει επίσης τη δυνατότητα να εγγράψει ο ίδιος την προφορά μιας λέξης χρησιμοποιώντας φωνήματα. Οι επιπτώσεις στον ήχο οι οποίες δημιουργούνται από τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά της φωνής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή για εκπαιδευτικούς λόγους.



Σχήμα 4. Ειδικότεροι έλεγχοι της φωνής του εκπαιδευτικού βοηθού



Σχήμα 5. Προγραμματίζοντας τη συμπεριφορά του κινούμενου βοηθού σε σχέση με ειδικές εκπαιδευτικές καταστάσεις

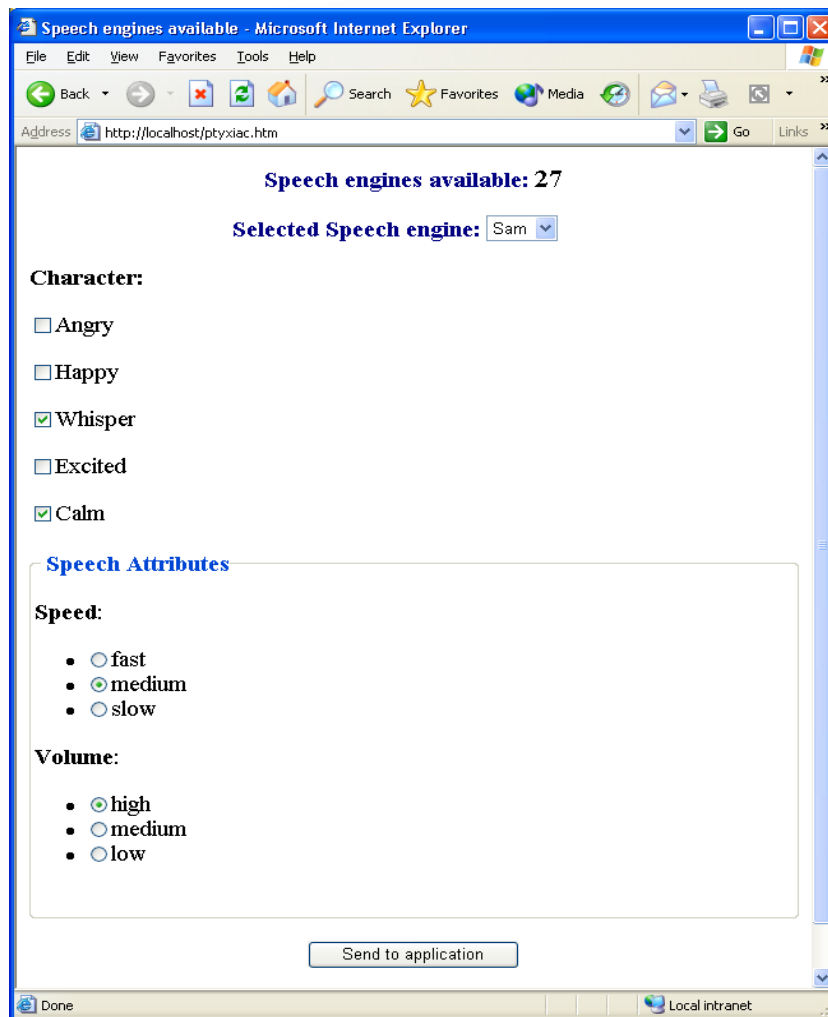
Για παράδειγμα στο σχήμα 5 παρουσιάζεται μια φόρμα με τέσσερις επιλογές, όπου κάθε επιλογή αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη κατάσταση ενός μαθητή, ο οποίος παίρνει μέρος σε ένα τεστ. Σε αυτή τη φόρμα ο εκπαιδευτής μπορεί να καθορίσει την συμπεριφορά του κινούμενου βοηθού όταν ο μαθητής δίνει μια απάντηση, η οποία είτε είναι σωστή, η τελείως λάθος και ακόμα μια περίπτωση όταν η απάντηση είναι λανθασμένη αλλά αρκετά κοντά στην σωστή απάντηση. Το πόσο κοντά σε μια από σωστή απάντηση βρίσκεται ένας μαθητής προσδιορίζεται από την φωνητική ομοιότητα της απάντησης που έδωσε ο χρήστης με τη σωστή απάντηση. Εάν η σωστή απάντηση είναι φωνητικά ίδια με την απάντηση την οποία έδωσε ο μαθητής αλλά έχουν γίνει ορθογραφικά λάθη τότε αυτό εγγράφεται ως ορθογραφικό λάθος και όχι ως κατ' ανάγκην λανθασμένη απάντηση. Τέλος η τέταρτη επιλογή αντιστοιχεί στην περίπτωση όπου μαθητής τελειώνει το τεστ και έχει μια πολύ καλή βαθμολογία. Εύκολα, σε κάθε περίπτωση, ο εκπαιδευτής μπορεί να προσθέσει κείμενο το οποίο θα ειπωθεί από τον κινούμενο βοηθό, εμπλουτισμένο από φωνητικές εντολές οι οποίες διαχωρίζονται. Όπως μπορεί να δει κανείς στο σχήμα 5, ο εκπαιδευτής μπορεί να εισάγει μια εντολή πολύ απλά επιλέγοντας την και πληκτρολογώντας την τιμή της μεταβλητής μέσα σε ένα πεδίο κειμένου. Με αυτό τον τρόπο το φωνητικό αποτέλεσμα σε συνδυασμό με μια προγραμματισμένη κίνηση του βοηθού πάνω στην οθόνη γίνεται μέρος της όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας του συστήματος. Στο παράδειγμά μας το κείμενο το οποίο πρέπει να ειπωθεί είναι το «πολύ καλά, συνέχισε έτσι». Ο εκπαιδευτής έχει επίσης εισάγει δύο εντολές. Η πρώτη εντολή λέει στο σύστημα σύνθεσης φωνής ότι σε αυτήν την περίπτωση ο χαρακτήρας θα πρέπει να χρησιμοποιήσει μια προγραμματισμένη κίνηση του σώματος. Σε αυτήν την περίπτωση η φωνή του θα έχει χαρούμενο τόνο. Αυτό επιτυγχάνεται από αλλαγές στα χαρακτηριστικά της φωνής, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Αυτές οι ειδικές τιμές για την χροιά, την ένταση και την ταχύτητα σε συνδυασμό με ένα γραφικό του κινούμενου βοηθού αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του συστήματος ως «ο χαρούμενος χαρακτήρας», ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί όταν κριθεί

απαραίτητο. Χρησιμοποιώντας το συγγραφικό εργαλείο, πολλοί ακόμα χαρακτήρες και συμπεριφορές χαρακτήρων μπορούν να δημιουργηθούν και να αποθηκευτούν για μελλοντική χρήση. Στο παράδειγμά μας, η δεύτερη εντολή εισάγει μια παύση των χιλίων χιλιοστών του δευτερολέπτου (ένα δευτερόλεπτο) στην ομιλία. Υπάρχουν επίσης πολλές ακόμα εντολές οι οποίες μπορούν να επιλεγούν από μια αναδιπλούμενη λίστα και να εισαχθούν μέσα στο κείμενο αφού πρώτα προσδιοριστεί η τιμή τους. Όλες αυτές οι δυνατότητες στοχεύουν στο να κάνουν το σύστημα εύχρηστο από τους καθηγητές, οι οποίοι δεν είναι προγραμματιστές και ως εκ τούτου δεν είναι υποχρεωμένοι να εισάγουν τις εντολές καθαρά προγραμματιστικά. Υπάρχει επίσης και ένα μεγάλο σύνολο από 60 εντολές οι οποίες αναφέρονται στην γραφική κίνηση του βοηθού. Αυτές συμπεριλαμβάνουν κινήσεις πάνω στην οθόνη και δίνουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευτές να κάνουν τη συμπεριφορά του κινούμενου βοηθού όσο πιο ανθρώπινη γίνεται. Ο βοηθός αρκούδα του παραδείγματός μας μπορεί να κουνήσει τα χέρια του, τα πόδια, το κεφάλι και το στόμα, επιτυγχάνοντας πολλές εκφράσεις προσώπου, ιδιαίτερα χρήσιμες για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Ο βοηθός επίσης υποστηρίζεται από ένα σύνολο από εντολές διαβάσματος, γραψίματος, να δίνει συγχαρητήρια, καθώς και φιγούρες αποδοκίμασias ή επιδοκίμασias. Αυτές χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στα τεστ. Ο εκπαιδευτής μπορεί επίσης να επιλέξει εάν το κείμενο το οποίο εκφωνεί ο κινούμενος βοηθός χρειάζεται να φαίνεται πάνω από τον κινούμενο βοηθό. Τέλος, με τις αλλαγές στο χαρακτήρα του κινούμενου βοηθού, όλη αυτή η δουλειά μπορεί να αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση. Ανά πάσα στιγμή, οι εκπαιδευτές μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν το συγγραφικό εργαλείο ώστε να ανοίξουν και να μεταβάλουν τη δουλειά την οποία έχουν κάνει και έχουν αποθηκεύσει στο παρελθόν. Μπορούν επίσης να φορτώσουν προγραμματισμένες συμπεριφορές των κινούμενων βοηθών από άλλους υπολογιστές. Η εφαρμογή έχει ενσωματωμένα εργαλεία, στα οποία μόνο οι εκπαιδευτές έχουν πρόσβαση. Αυτά τα εργαλεία υποβοηθούν τους εκπαιδευτές να μεταβάλουν ακόμα περισσότερο τη συμπεριφορά των εκπαιδευτικών χαρακτήρων που δημιουργούν. Όχι μόνο μπορεί ο εκπαιδευτής να προγραμματίσει τον χαρακτήρα να πει κάτι κάτω από ορισμένες συνθήκες,

αλλά μπορεί επίσης να προσθέσει εντολές μέσα στο κείμενο το οποίο θα ειπωθεί. Αυτές οι εντολές αναγνωρίζονται από το σύστημα σύνθεσης φωνής και μεταφράζονται με αλλαγές στα χαρακτηριστικά της ομιλίας.

- Δυνατότητες μέσω του Διαδικτύου.

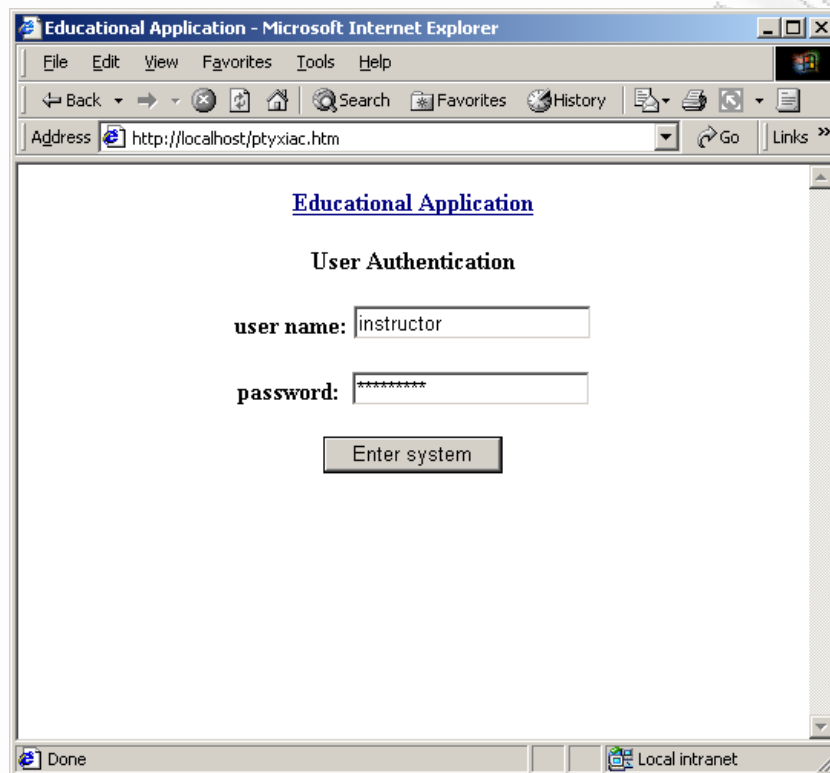
Η διαδικτυακές δυνατότητες παρέχονται στους εκπαιδευτές έτσι ώστε το σύστημα να είναι ευπροσάρμοστο και εύχρηστο καθώς και προσβάσιμο από παντού. Στην περίπτωση μιας διαδικτυακής προσέγγισης, ο εκπαιδευτής μπορεί να χρησιμοποιήσει τον προσωπικό του υπολογιστή, ή έναν υπολογιστή τσέπης, η ακόμα και το κινητό του τηλέφωνο, εάν αυτό υποστηρίζει διαδικτυακή πλοήγηση κι είναι συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο χρήστης μπορεί εύκολα να μεταβάλει τη συμπεριφορά του εκπαιδευτικού χαρακτήρα χρησιμοποιώντας μια ειδικά σχεδιασμένη ιστοσελίδα, συνδεδεμένη με το εκπαιδευτικό σύστημα και τη βάση δεδομένων του. Μέσω αυτής της προσέγγισης ο εκπαιδευτής έχει το πλεονέκτημα να έχει πολλαπλή πρόσβαση σε πολλούς προσωπικούς υπολογιστές των μαθητών του, καθώς και να κάνει συγκεκριμένες αλλαγές σε αυτούς, εξαρτώμενες από κάθε περίπτωση χρήστη-μαθητή. Φυσικά, θα πρέπει να γνωρίζει το όνομα και τη διεύθυνση καθενός υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το εκπαιδευτικό δίκτυο και αυτό είναι και ο μοναδικός περιορισμός του εν λόγω συστήματος. Μέσω μιας ιστοσελίδας, ο εκπαιδευτής έχει πρόσβαση στην ενεργή εφαρμογή και στη βάση δεδομένων του εκπαιδευτικού συστήματος.



Σχήμα 6. Διαχείριση του συγγραφικού εργαλείου μέσω διαδικτύου

Στο σχήμα 6 μπορούμε να δούμε ένα παράδειγμα μιας ιστοσελίδας στο δίκτυο συνδεδεμένης με το εκπαιδευτικό σύστημα. Όπως φαίνεται στο παράδειγμά μας, ο εκπαιδευτής είναι συνδεδεμένος τοπικά σε μια ιστοσελίδα η οποία αλληλεπιδρά με την εκπαιδευτική εφαρμογή. Η αλληλεπίδραση βασίζεται στη βάση δεδομένων του συστήματος όπου ο εκπαιδευτής έχει δικαιώματα ανάγνωσης και γραφής. Στην ιστοσελίδα, μπορούν να γίνουν αλλαγές όχι μόνο στη μηχανή ομιλίας αλλά επίσης και στα χαρακτηριστικά της ομιλίας, όπως ακριβώς περιγράφηκαν παραπάνω. Πιέζοντας το αντίστοιχο κουμπί η πληροφορία στέλνεται μέσω του διαδικτύου στο σύστημά μας. Ειδικότερα, η πληροφορία πρώτα εγγράφεται στη βάση δεδομένων και μετά μεταφέρεται στην βασική εφαρμογή. Με αυτό τον τρόπο οι εκπαιδευτές έχουν ασύρματη πρόσβαση σε όλες τις εγκατεστημένες εφαρμογές και για αυτό τον λόγο απαιτείται

πιστοποίηση των στοιχείων τους. Ένας ακόμα λόγος που κάνει αναγκαία την πιστοποίηση των στοιχείων των χρηστών είναι το ότι η δικτυακή έκδοση του συστήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του διαγωνισμάτων.



Σχήμα 7. Διαδικασία πιστοποίησης χρηστών

Στο σχήμα 7 μπορούμε να δούμε ένα παράδειγμα τις διαδικασίας πιστοποίησης χρήστη. Ο εκπαιδευτής εισάγει το όνομά του καθώς και τον κωδικό του και αν η διαδικασία πιστοποίησης είναι θετική, του παρέχεται η δυνατότητα εισόδου στο σύστημα. Με αυτό τον τρόπο πρόσβασης, οι εκπαιδευτές μπορούν να κάνουν αλλαγές στις εφαρμογές, που αφορούν ειδικά χαρακτηριστικά και γνωρίσματα των χρηστών οι οποίοι τις χρησιμοποιούν. Μπορούν επίσης να μεταβάλουν τα διαγωνίσματα και την θεωρία των μαθημάτων, καθώς και τη συμπεριφορά των κινούμενων βοηθών, οι οποίοι συνοδεύουν αυτά τα διαγωνίσματα. Οι εκπαιδευτές μπορούν να μεταβάλλουν τα δικά τους διαγωνίσματα αφήνοντας άλλους συναδέλφους να κάνουν αλλαγές στα δικά τους πεδία διδασκαλίας. Όσον αφορά το διαδικτυακό κομμάτι του εκπαιδευτικού συστήματος η μόνη προϋπόθεση, όπως ειπώθηκε πρωτύτερα, είναι να είναι συνδεδεμένο το

μηχάνημα του μαθητή-χρήστη στο Διαδίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι οι εκπαιδευτές μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση στη δουλειά των μαθητών τους για να μεταβάλλουν το εκπαιδευτικό σύστημα. Επιπροσθέτως είναι μια διαδικασία η οποία μπορεί να λάβει χώρα ανά πάσα στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος, εξοικονομώντας πολύτιμο χρόνο για τους εκπαιδευτές. Το γεγονός ότι οι ιστοσελίδες του συστήματος έχουν τις απαραίτητες λειτουργίες και περιλαμβάνουν βασικές ενέργειες πρόσβασης στη βάση δεδομένων τις κάνουν πολύ πρακτικές. Τεχνολογικά βελτιωμένες συσκευές κινητών τηλεφώνων, οι οποίες υπάρχουν ήδη στην αγορά, μπορούν εύκολα να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτές τις ιστοσελίδες και να αλληλεπιδράσουν με αυτές.

3.3 Συγγραφικό εργαλείο με κινητά χαρακτηριστικά

Η προσθήκη «κινητών» χαρακτηριστικών στο υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα επιτρέπει στους εκπαιδευτές να δημιουργούν τα δικά τους ΕΔΣ στο πεδίο που ενδιαφέρονται, με τη χρήση των κινητών τηλεφώνων. Για το σκοπό αυτό, οι εκπαιδευτές έχουν τη δυνατότητα να παρεμβάλουν τα δεδομένα πεδίου μέσω μιας φιλικής προς το χρήστη διεπαφής, από οποιαδήποτε υπολογιστή ή κινητή συσκευή επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν. Ταυτοχρόνως, ο κινητός συγγραφέας MMT παρέχει τους μηχανισμούς συλλογισμού που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός πλήρους ΕΔΣ.

Η γενική αρχιτεκτονική του κινητού συγγραφέα παρουσιάζεται στο σχήμα 1. Οι εκπαιδευτές μπορούν να επικοινωνούν με το σύστημα μέσω ενός κεντρικού εξυπηρετητή IIS. Έτσι μπορούν να παρεμβάλουν τα δεδομένα πεδίου προκειμένου να διαμορφώσουν το ΕΔΣ τους. Όλα τα δεδομένα πεδίου που παρεμβάλλονται από τους εκπαιδευτές κρατούνται στις βάσεις διδακτικών δεδομένων πεδίου, οι οποίες επικοινωνούν με την εκπαιδευτική εφαρμογή και μπορούν έτσι να διαμορφώσουν ΕΔΣ που παραδίδονται στους σπουδαστές. Η εκπαιδευτική εφαρμογή παρέχει τους ανεξάρτητους πεδίου μηχανισμούς συλλογισμού, που αφορούν τις ενέργειες των σπουδαστών ενώ αλληλεπιδρούν με το ΕΔΣ. Κατά συνέπεια, η εκπαιδευτική εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιήσει μοντέλα σπουδαστών και να αποδώσει μια αλληλεπίδραση με τους σπουδαστές, πιο εξατομικευμένη στις ανάγκες τους. Οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα που έχουν διεξαχθεί από την εκπαιδευτική εφαρμογή για τους σπουδαστές μεμονωμένα αποθηκεύονται στα μακροπρόθεσμα μοντέλα χρηστών (long term user models). Αυτά τα μοντέλα αντιπροσωπεύουν τα μακροπρόθεσμα χαρακτηριστικά των σπουδαστών και του τρόπου που μαθαίνουν, παραδείγματος χάριν τις εμμένουσες παρερμηνείες τους κατά την διεξαγωγή των τεστ.

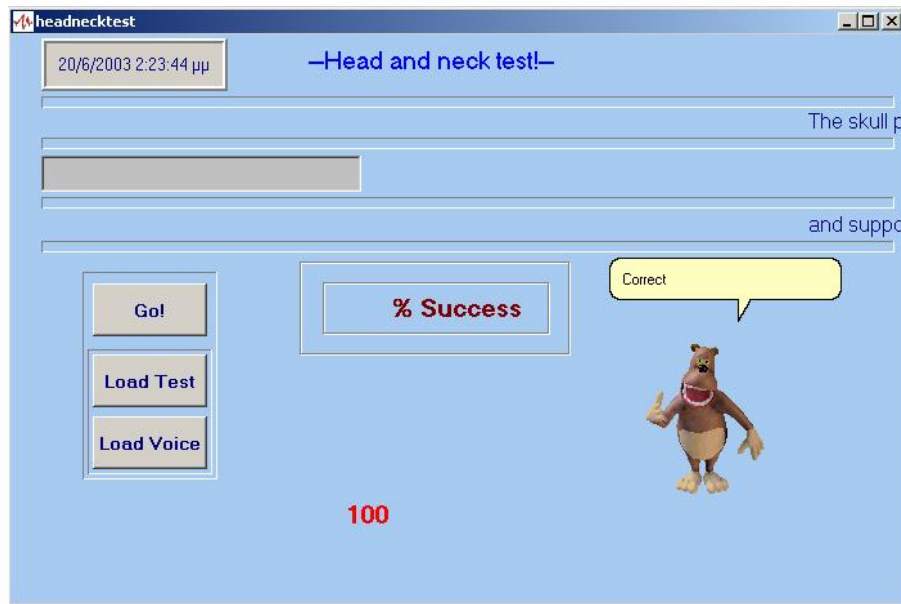
Η αρχιτεκτονική του MMT, αποτελείται από την εκπαιδευτική εφαρμογή, μια βάση δεδομένων, ιστοσελίδες κινητών τηλεφώνων καθώς

και μερικές υπηρεσίες Διαδικτύου. Ενώ χρησιμοποιούμε την εκπαιδευτική εφαρμογή από έναν προσωπικό υπολογιστή, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εξάγουν πληροφορίες για ένα συγκεκριμένο μάθημα. Η πληροφορία δίνεται ως κείμενο, ενώ ταυτόχρονα ένας κινούμενος βοηθός την εκφωνεί χρησιμοποιώντας μια μηχανή σύνθεσης ομιλίας. Ο μαθητής μπορεί να επιλέξει ένα συγκεκριμένο μέρος του ανθρώπινου σώματος και όλη η απαραίτητη πληροφορία παρουσιάζεται αφού έχει ανακτηθεί από τη βάση δεδομένων του συστήματος. Ειδικότερα, η κύρια εφαρμογή είναι εγκατεστημένη είτε σε έναν υπολογιστή κοινής χρήσης όπου όλοι οι μαθητές έχουν πρόσβαση, ή εναλλακτικά κάθε μαθητής μπορεί να έχει ένα αντίγραφο της εφαρμογής στον προσωπικό του υπολογιστή. Η άρχουσα συλλογιστική του συστήματος βασίζεται στο μοντέλο μαθητή του εκπαιδευτικού συστήματος. Ο κινούμενος βοηθός είναι παρών κατά την αλληλεπίδραση ώστε να κάνει την επαφή του με το χρήστη όσο το δυνατόν πιο ανθρώπινη. Εναλλακτικά ένας μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο ώστε να συνδεθεί με την κυρία εκπαιδευτική εφαρμογή μέσω του Διαδικτύου και φυσικά χρησιμοποιώντας τις απαραίτητες σελίδες για κινητά τηλέφωνα (σχήμα 1). Οι κινητές αυτές σελίδες, παρέχουν στους μαθητές και τους εκπαιδευτές το κατάλληλο σύστημα διεπαφής για την αλληλεπίδρασή τους με την κυρία εφαρμογή μέσω των κινητών τηλεφώνων τους, ή των υπολογιστών παλάμης που αυτοί διαθέτουν. Οι σελίδες κινητών τηλεφώνων μπορούν να περιέχουν όσες φόρμες είναι απαραίτητες, ενώ οι κοινές διαδικτυακές σελίδες μπορούν να περιέχουν μόνο μια. Αυτό είναι αρκετά σημαντικό επειδή δίνει μεγαλύτερη δυναμική στις κινητές αυτές σελίδες και επίσης μειώνει το κόστος χρήσης τους. Ειδικοί έλεγχοι των σελίδων των κινητών τηλεφώνων αυτόματα αναγνωρίζουν το περιεχόμενο σε σχέση με τη συσκευή πρόσβασης και στέλνουν τα απαραίτητα δεδομένα στον χρήστη που τα έχει ζητήσει. Με αυτό τον τρόπο η πληροφορία παρουσιάζεται στην κινητή συσκευή του χρήστη ανάλογα με την τεχνολογία που η συσκευή αυτή διαθέτει.

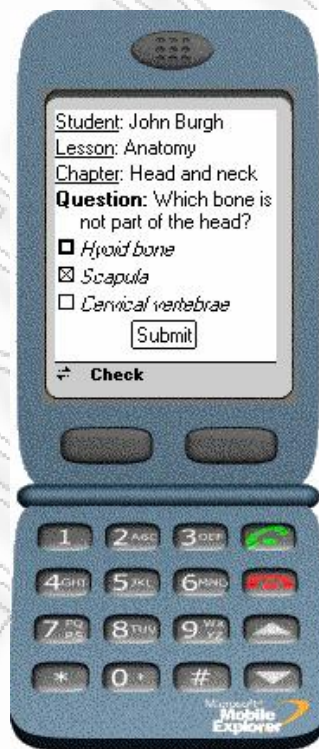


Σχήμα 1. Εκπαιδευτική εφαρμογή μέσω κινητού

Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το κινητό τους τηλέφωνο ή τον υπολογιστή τσέπης, ώστε να αλληλεπιδράσουν με την εκπαιδευτική εφαρμογή. Έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν με τις κινητές σελίδες της εφαρμογής και μετά την διαδικασία πιστοποίησης της ταυτότητάς τους, μπορούν να διαβάσουν κομμάτια της θεωρίας, είτε να δώσουν διαγωνίσματα σχετικά με διδασκαλία ιατρικού περιεχομένου. Η πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών είναι απαραίτητη για τη δημιουργία και τη βελτίωση του μοντέλου χρήστη για καθέναν από τους μαθητές. Αντίστοιχα, ο μαθητής μπορεί να δώσει διαγωνίσματα τα οποία περιλαμβάνουν ερωτήσεις-απαντήσεις, ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών κ.λπ, που αφορούν συγκεκριμένα κομμάτια της σχετικής θεωρίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Το γραφικό σύστημα διεπαφής είναι παρόμοιο και ο κινούμενος βοηθός είναι επίσης παρών, ώστε να κάνει την αλληλεπίδραση πιο ανθρώπινη. Η αντίστοιχη κινητή αλληλεπίδραση παρουσιάζεται στο σχήμα 3, όπου ένας μαθητής απαντά σε μια ερώτηση πολλαπλών απαντήσεων.



Σχήμα 2. Τεστ- Εκπαιδευτική εφαρμογή σε υπολογιστή γραφείου



Σχήμα 3. Τεστ- Εκπαιδευτική εφαρμογή σε κινητό

Η εφαρμογή κρατά στη βάση δεδομένων αναλυτικές περιγραφές της ώρας και της ημερομηνίας όπου οι μαθητές διεξάγουν αυτές τις ενέργειες, καθώς επίσης και την ακριβή διάρκεια του κάθε διαγωνίσματος. Κατά αυτόν τον τρόπο, ένας εκπαιδευτής μπορεί εύκολα να δει πόσο χρόνο

ξόδεψαν οι μαθητές του για διαγωνίσματα, ώστε να μπορεί να αποφασίσει τότε ένα διαγώνισμα είναι δύσκολο ή όχι. Η βάση δεδομένων του MMT χρησιμοποιείται κυρίως για να συλλέγει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες οι οποίες χρειάζονται στην εφαρμογή για να λειτουργήσει και σε δεύτερο ρόλο για να κρατάει αναλυτικές εγγραφές των επιδόσεων των μαθητών που χρησιμοποιούν την εκπαιδευτική εφαρμογή. Οι σελίδες κινητών τηλεφώνων παρέχουν στους μαθητές και στους εκπαιδευτές το απαραίτητο σύστημα διεπαφής για την αλληλεπίδρασή τους με την κυρία εφαρμογή μέσω των κινητών τηλεφώνων τους ή των υπολογιστών τσέπης με κινητή υποστήριξη. Τέλος, υπηρεσίες Διαδικτύου όπως η αλληλογραφία και τα σύντομα μηνύματα χρησιμοποιούνται ώστε να μεταφερθούν μηνύματα προς και από τους εκπαιδευτές και τους μαθητές κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης τους με τον ιατρικό εκπαιδευτή. Μηνύματα αλληλογραφίας συνήθως περιλαμβάνουν εκθέσεις αναφοράς των επιδόσεων των μαθητών. Σε αντίθεση, τα σύντομα μηνύματα είναι μικρότερα και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο από εκπαιδευτές και μαθητές για πολλούς άλλους σκοπούς όπως ενημερώσεις για αλλαγές στα μαθήματα και στα διαγωνίσματα, ή η αποστολή βαθμών σε συγκεκριμένα διαγωνίσματα. Μαθητές Ιατρικής μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον ιατρικό βοηθό για να διαβάσουν τη θεωρία για τις ιατρικές μελέτες τους καθώς και για να υποβάλουν σε δοκιμή τις γνώσεις τις οποίες έχουν αποκτήσει. Αντίστοιχα, οι εκπαιδευτές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ίδιο εργαλείο για να υποβάλλουν τη διδασκόμενη θεωρία και τα διαγωνίσματα. Στο σχήμα 4 μπορούμε να παρατηρήσουμε πως ένας εκπαιδευτής μπορεί να χρησιμοποιήσει τις κινητές δυνατότητες του συστήματος ώστε να υποβάλει μέρος ενός τεστ μαθηματικών πολλαπλής επιλογής.



Σχήμα 4. Υποβολή θεωρίας και τεστ από έναν εκπαιδευτή

Ένα μέρος της συνολικής αλληλεπίδρασης με το σύστημα μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας κινητές συσκευές. Ενώ οι μαθητές χρησιμοποιούν την εκπαιδευτική εφαρμογή από έναν προσωπικό υπολογιστή γραφείου, μπορούν να εξάγουν την πληροφορία που χρειάζονται για το μάθημα της επιλογής τους. Η πληροφορία δίνεται υπό τη μορφή κειμένου, ενώ ταυτόχρονα ένας κινούμενος βοηθός την εκφωνεί χρησιμοποιώντας μια μηχανή σύνθεσης ομιλίας. Εναλλακτικά ο μαθητής ή ο εκπαιδευτής μπορούν να χρησιμοποιήσουν την κινητή συσκευή τους ώστε να συνδεθούν με την κυρία εκπαιδευτική εφαρμογή μέσω του διαδικτύου και φυσικά χρησιμοποιώντας τις κινητές σελίδες Διαδικτύου. Οι βασικές διαφορές μεταξύ της εφαρμογής γραφείου και της κινητής πρόσβασης κατά την αλληλεπίδραση βρίσκονται κυρίως στο σύστημα διεπαφής των χρηστών. Η εφαρμογή γραφείου παρέχει μια ποικιλία από μηχανές ομιλίας, μηχανές αναγνώρισης φωνής, γραφικά και όλα αυτά με την υποστήριξη από έναν κινούμενο βοηθό, του οποίου η συμπεριφορά ελέγχεται προγραμματιστικά από τον εκπαιδευτή. Όσο αυτές οι δυνατότητες δεν παρέχονται από τα αντίστοιχα κινητά τηλέφωνα, το γραφικό σύστημα διατροφής των εφαρμογών των κινητών τηλεφώνων, είναι αρκετά πιο απλό. Τέλος, το σύστημα διεπαφής μέσω κινητού τηλεφώνου μπορεί να

είναι λιγότερο φιλικό προς το χρήστη, αλλά μπορεί να είναι αρκετά χρήσιμο για μαθητές οι οποίοι μπορούν να δώσουν διαγωνίσματα οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή με το να συνδεθούν στην κύρια εφαρμογή μέσω του διαδικτύου, καθώς και για την εποπτεία αυτών από τους εκπαιδευτές τους. Δεν είναι αναγκαίο να έχουν στη διάθεσή τους έναν προσωπικό υπολογιστή, ενώ ένα κινητό τηλέφωνο είναι αρκετά πιο φτηνό και χρησιμοποιείται σε καθημερινή βάση από την πλειοψηφία των χρηστών.

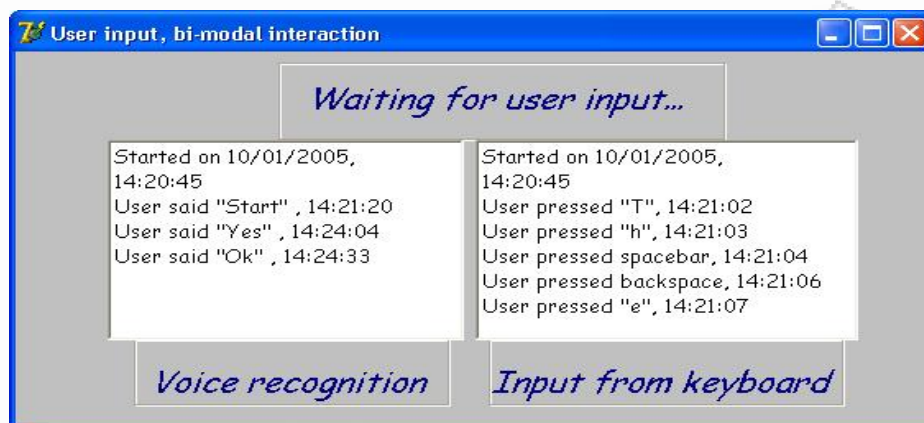
3.4 Προσθήκη συναισθηματικής αλληλεπίδρασης

Σε αυτή την παράγραφο, περιγράφονται η συνολική λειτουργικότητα και τα χαρακτηριστικά αναγνώρισης συναισθημάτων του συστήματός Affective MMT, ως επέκταση του MMT με την προσθήκη του πεδίου της συναισθηματικής ευφυΐας. Η αρχιτεκτονική του Affective MMT αποτελείται από την κύρια εκπαιδευτική εφαρμογή με την παρουσίαση της θεωρίας και των τεστ, έναν ανθρωπόμορφο εκπαιδευτικό πράκτορα που μπορεί να προγραμματισθεί, ένα συστατικό παρακολούθησης δι-τροπικής αλληλεπίδρασης των χρηστών και μια βάση δεδομένων.

Χρησιμοποιώντας την εκπαιδευτική εφαρμογή από έναν υπολογιστή γραφείου, οι σπουδαστές διδάσκονται ένα συγκεκριμένο ιατρικό μάθημα. Οι πληροφορίες δίνονται με μορφή κειμένων ενώ συγχρόνως ο κινούμενος πράκτορας τις εκφωνεί χρησιμοποιώντας μια λεκτική μηχανή. Ο σπουδαστής μπορεί να επιλέξει ένα συγκεκριμένο μέρος του ανθρώπινου σώματος και όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες ανακτώνται από τη βάση δεδομένων του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, η κύρια εφαρμογή εγκαθίσταται είτε σε έναν δημόσιο υπολογιστή όπου όλοι οι σπουδαστές έχουν πρόσβαση, ή εναλλακτικά κάθε σπουδαστής μπορεί να έχει ένα αντίγραφο στον προσωπικό υπολογιστή του.

Ενώ οι χρήστες αλληλεπιδρούν με την κύρια εκπαιδευτική εφαρμογή και για τις ανάγκες της αναγνώρισης συναισθημάτων ένα τμήμα παρακολούθησης καταγράφει τις ενέργειες των χρηστών από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο. Αυτές οι ενέργειες υποβάλλονται σε επεξεργασία από κοινού με το πρότυπο πολλαπλών κριτηρίων και ερμηνεύονται αναφορικά με τα συναισθήματα. Η βασική λειτουργία του τμήματος ελέγχου είναι να συλληφθούν όλα τα στοιχεία που παρεμβάλλονται από το χρήστη είτε προφορικά είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου και του ποντικιού του υπολογιστή. Το στοιχείο καταγράφεται σε μια βάση δεδομένων και τα αποτελέσματα επιστρέφονται στη βασική εφαρμογή με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης. Το σχήμα 1 απεικονίζει το συστατικό «ελέγχου» που καταγράφει το τι εισάγει ο

χρήστης μέσω του μικροφώνου και του πληκτρολογίου και τον ακριβή χρόνο κάθε γεγονότος.

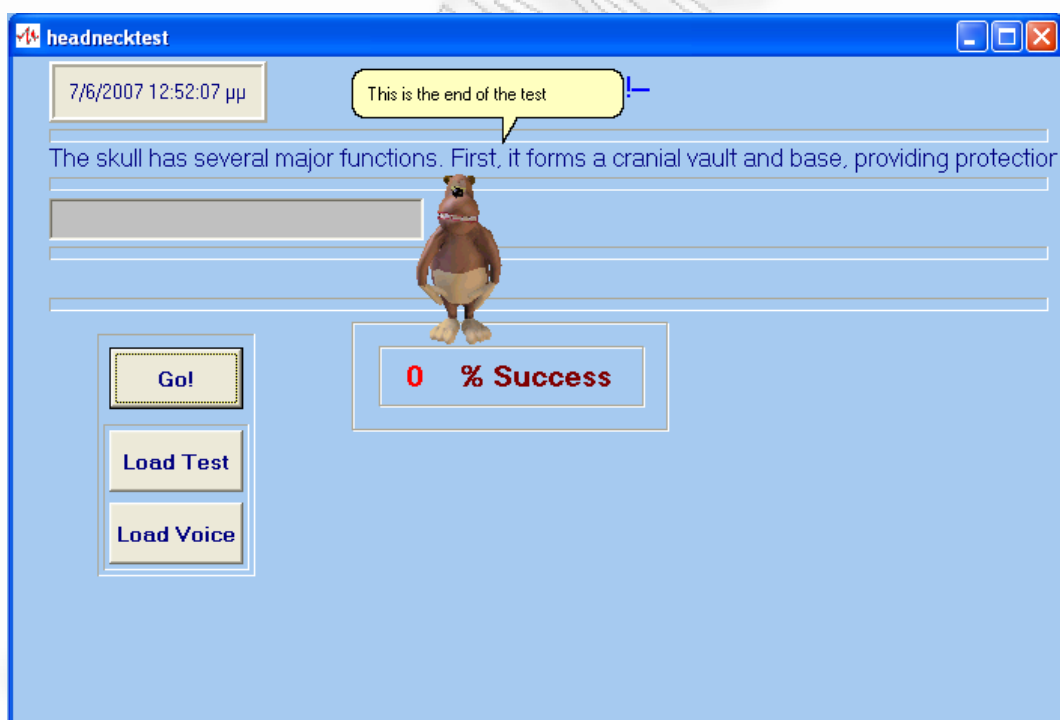


Σχήμα 1. Στιγμιότυπο της λειτουργίας του συστατικού μοντελοποίησης χρηστών

Οι εκπαιδευτές έχουν επίσης τη δυνατότητα να ελέγχουν τη συμπεριφορά των πρακτόρων όσον αφορά τις κινήσεις και τις χειρονομίες αυτών επί της οθόνης, καθώς επίσης τα λεκτικά χαρακτηριστικά που αφορούν τον ήχο, όπως η ταχύτητα, η ένταση και ο τόνος. Οι εκπαιδευτές μπορούν να παρέμβουν μέσω συστήματος στη συμπεριφορά του πράκτορα και στις αντιδράσεις του σχετικά με την επιδοκιμασία ή αποδοκιμασία συγκεκριμένων ενεργειών χρήστη. Αυτή η προσαρμογή στοχεύει στην ενίσχυση της συναισθηματικότητας ολόκληρης της αλληλεπίδρασης. Επομένως, το σύστημα είναι εμπλουτισμένο με έναν πράκτορα ικανό να εκφράσει συναισθήματα και, κατά συνέπεια, να ενισχύσει τη διάθεση του χρήστη να αλληλεπιδράσει με πιο «εμφανή» στοιχεία στη συμπεριφορά του. Αναλυτικότερη παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας των εκπαιδευτικών πρακτόρων για παραγωγή συναισθημάτων προς τον χρήστη γίνεται στην ενότητα 7.2.

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο ο εκπαιδευτής μπορεί να δημιουργήσει και να αποθηκεύσει για μελλοντική χρήση πολλά είδη τόνων φωνής, όπως ο τόνος χαράς, ο τόνος θυμού, ο ψίθυρος και πολλοί άλλοι που εξαρτώνται από την ανάγκη μιας συγκεκριμένης συναισθηματικής αλληλεπίδρασης

μεταξύ πράκτορα και χρήστη. Σε μερικές περιπτώσεις οι ενέργειες ενός χρήστη μπορεί να ανταμειφθούν με ένα θετικό μήνυμα από τον πράκτορα που συνοδεύεται από ένα χαμόγελο και έναν χαρούμενο τόνο στη φωνή του, ενώ σε άλλες περιπτώσεις μια πιο αυστηρή συμπεριφορά μπορεί να είναι απαραίτητη για τις εκπαιδευτικές ανάγκες. Οι εκπαιδευτές έχουν επίσης τη δυνατότητα της συγγραφής των δικών τους σημειώσεων για συγκεκριμένα μέρη της θεωρίας ώστε να προσαρμόσουν την εκπαιδευτική διαδικασία σε κάθε μεμονωμένο σπουδαστή. Στο σχήμα 2 απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο αλληλεπίδρασης μεταξύ ενός σπουδαστή και του κινούμενου πράκτορα ενώ ένας σπουδαστής δίνει μια εξέταση. Το σύστημα ελέγχει όλες τις ενέργειες χρηστών και σε περιπτώσεις όπου η δράση ενός σπουδαστή και ένα διευκρινισμένο από τον εκπαιδευτή γεγονός συσχετίζονται, ο πράκτορας εκτελεί μια εκ των προτέρων προγραμματισμένη συμπεριφορά (οπτική και προφορική) που αντιστοιχεί σε εκείνο το γεγονός.



Σχήμα 2. Ο συναισθηματικός πράκτορας αλληλεπιδρά με το σπουδαστή, αντίστοιχα με τις ενέργειες του σπουδαστή.

- Αναγνώριση συναισθήματος από τα υπάρχοντα δι-τροπικά δεδομένα

Για την αξιολόγηση κάθε εναλλακτικού συναισθήματος το σύστημα χρησιμοποιεί ως κριτήριο τις ενέργειες εισαγωγής που αφορούν τις συναισθηματικές καταστάσεις που μπορεί να εμφανίζονται ενώ ένας χρήστης αλληλεπιδρά με ένα εκπαιδευτικό σύστημα. Αυτές οι ενέργειες εισαγωγής προσδιορίστηκαν από τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες κατά τη διάρκεια των εμπειρικών μελετών που εξετάζονται στο κεφάλαιο 6 και θεωρούνται τα κριτήρια για την αξιολόγηση όλων των διαφορετικών συναισθημάτων και για την επιλογή αυτού που φαίνεται να είναι επικρατέστερο.

Σε κάθε στιγμή το σύστημα παίρνει τα στοιχεία από τη δι-τροπική διεπαφή και τα μεταφράζει σε ενέργειες πληκτρολογίου και το μικροφώνου. Οι ενέργειες εισόδου περιγράφονται στις ενότητες 8.3.1 και 8.3.2. Εάν μια ενέργεια έχει εμφανιστεί το αντίστοιχο κριτήριο παίρνει την τιμή 1, διαφορετικά η τιμή της τίθεται στο 0. Τα βάρη των ενεργειών και των κριτηρίων προσδιορίζονται για κάθε ένα βασικό συναίσθημα που μελετάται στη διατριβή και αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του συστήματος.

Προκειμένου να προσδιοριστεί το συναίσθημα του χρήστη που αλληλεπιδρά με το σύστημα, υπολογίζεται ο μέσος όρος των τιμών που έχουν προσδιοριστεί για εκείνο το συναίσθημα χρησιμοποιώντας τους τύπους της πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 8. Το σύστημα συγκρίνει τις τιμές από όλα τα διαφορετικά συναισθήματα και καθορίζει εάν ένα συναίσθημα αναγνωρίζεται κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης.

3.5 Επέκταση για άτομα με ειδικές ανάγκες

3.5.1 Λογισμικό για άτομα με κινητικά προβλήματα

Το εν λόγω λογισμικό έχει τη δυνατότητα εξατομίκευσης της αλληλεπίδρασης με άτομα που έχουν κινητικά προβλήματα στα άνω άκρα και δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν το πληκτρολόγιο ή/και το ποντίκι του υπολογιστή. Σε αυτή την περίπτωση η αλληλεπίδραση γίνεται οπτικά και ακουστικά. Ο χρήστης βλέπει με τη χρήση της οθόνης αλλά και ταυτόχρονα μπορεί να ακούσει με τη χρήση των ηχείων. Αντίστοιχα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να «περάσει» δεδομένα (input χρήστη) με τη βοήθεια της χρήσης ειδικού λογισμικού για επεξεργασία και αναγνώριση φωνής. Τόσο οι εντολές που περιλαμβάνει το σύστημα (όπως το πάτημα ενός κουμπιού), όσο και η πληκτρολόγηση κειμένου μπορούν να γίνουν φωνητικά με τη χρήση μικροφώνου. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα να εκπαιδεύεται και να βελτιώνεται βάσει του χρήστη, με την κατάλληλη μοντελοποίηση, η οποία συμπεριλαμβάνει χαρακτηριστικά της φωνής του. Το ποσοστό επιτυχίας αυξάνεται, όσο αυξάνεται ο χρόνος αλληλεπίδρασης με το σύστημα.

Τα άτομα με κινητικά προβλήματα (για παράδειγμα άτομα με προβλήματα στα κάτω άκρα) δεν έχουν μεγάλη ευκολία κίνησης και μετακίνησης. Μπορούμε να υποθέσουμε λοιπόν ότι η μετακίνηση αυτών των ατόμων σε ειδικούς χώρους εφοδιασμένους με ηλεκτρονικούς υπολογιστές με το κατάλληλο λογισμικό θα ήταν δύσκολη έως και ανέφικτη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η χρήση του υπολογιστή σε κάποιο προσωπικό χώρο (όπως το σπίτι του χρήστη) είναι προτιμότερη. Βέβαια αυτό προϋποθέτει ότι και το άτομο που θα επιβλέπει (γιατρός) το άτομο με ειδικές ανάγκες, θα έχει τη δυνατότητα μετακίνησης κατά τακτά χρονικά διαστήματα και επίσκεψης των ασθενών, ώστε να ελέγχει και να αξιολογεί την πρόδοό τους. Εύκολα μπορούμε να φανταστούμε ότι κάτι τέτοιο, για παράδειγμα για έναν γιατρό που θα είχε υπό την εποπτεία του πλέον των 15 ατόμων, θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο, αναλογιζόμενοι το ιδιαίτερα «φορτωμένο» πρόγραμμα των γιατρών. Για την διευκόλυνση αυτής τη

κατάστασης, το σύστημα διαθέτει, εναλλακτικά, υποστήριξη πρόσβασης μέσω ασύρματων δικτύων και συγκεκριμένα με τη χρήση κινητών συσκευών όπως τα κινητά τηλέφωνα. Ο γιατρός μπορεί χωρίς να πρέπει να αγοράσει κάποιο πρόσθετο εξοπλισμό, να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο, ώστε να συνδεθεί ασύρματα με το διαδίκτυο και στη συνέχεια (μέσω διαδικτύου) με τους προσωπικούς υπολογιστές των ασθενών. Αυτό μπορεί να διεκπεραιωθεί οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος, χάρη στη χρήση του κινητού του τηλεφώνου. Ο γιατρός έχει τη δυνατότητα να ελέγξει την πρόοδο των ασθενών του, να στείλει ή/και να πάρει μηνύματα σε ή/και από αυτούς, καθώς και να αλλάξει παραμέτρους και δεδομένα σε σχέση με την εκπαιδευτική ύλη, τη θεωρία και τα διαγωνίσματα, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες του κάθε χρήστη. Σίγουρα ο στόχος μας υπήρξε η υποστήριξη του γιατρού και όχι η αντικατάσταση της προσωπικής του επικοινωνίας με τους ασθενείς του.

3.5.2 Λογισμικό για άτομα με προβλήματα όρασης

Η αλληλεπίδραση μπορεί να γίνει εξ ολοκλήρου ακουστική, δηλαδή τόσο το σύστημα να μεταφέρει με τη βοήθεια μηχανών ομιλίας δεδομένα στο χρήστη, όσο και ο χρήστης να επικοινωνεί προφορικά με τη χρήση μικροφώνου με το σύστημα. Στη συνέχεια γίνεται επεξεργασία και αναγνώριση του προφορικού λόγου. Ταυτόχρονα ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί και το πληκτρολόγιο συμβατικό ή ειδικά διαμορφωμένο για άτομα με προβλήματα όρασης. Ακόμα και η χρήση ποντικιού είναι εφικτή εν μέρει, όταν οι διάφορες μετακινήσεις του ποντικιού συνοδεύονται από αντίστοιχη ηχητική απόκριση από το σύστημα. Για παράδειγμα το σύστημα μπορεί να ενημερώνει το χρήστη για το που βρίσκεται ανά πάσα στιγμή ο δείκτης του ποντικιού, καθώς και ποιες ενέργειες είναι διαθέσιμες να γίνουν.

Στην περίπτωση των ατόμων με προβλήματα όρασης, όπου η όραση είναι εξασθενημένη σε μικρό ή μεγαλύτερο ποσοστό, η εφαρμογή διαθέτει τη δυνατότητα να μεγαλώνει και να κάνει τα γραφικά πιο έντονα, ώστε να είναι καλύτερα ορατά. Στις περιπτώσεις ατόμων που δεν βλέπουν, ολόκληρη η θεωρία μπορεί να εκφωνηθεί από τον εκπαιδευτή-βοηθό, μέσω χρήσης μηχανών σύνθεσης φωνής. Αντίστοιχα, στα διαγωνίσματα ο εκπαιδευτής-βοηθός διαβάσει τις ερωτήσεις και το AMEA μπορεί να απαντήσει ηχητικά, μέσω μικροφώνου, αφού υποστηρίζεται η αναγνώριση της φωνής του.

Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα μέρος ή και ολόκληρο το input από το πληκτρολόγιο να αντικατασταθεί με input από το μικρόφωνο με τη χρήση αναγνώρισης φωνής. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα όχι μόνο να εισάγει κείμενο ηχητικά αλλά και να χειριστεί το πρόγραμμα με τη φωνή του. Η αναγνώριση φωνής έχει προχωρήσει πολύ τα τελευταία χρόνια και μπορούμε να πούμε ότι το ποσοστό επιτυχίας της είναι πλέον ιδιαίτερα ικανοποιητικό. Ειδικότερα, αν το σύστημα «εκπαιδευτεί» με βάση τη φωνή του χρήστη το ποσοστό επιτυχίας αυξάνεται ακόμα περισσότερο. Η εισαγωγή δεδομένων με τη χρήση της φωνής μας είναι κάτι που θα

διευκόλυνε ιδιαίτερα οποιονδήποτε, πόσο μάλλον κάποια άτομα με δυσχέρεια στην εισαγωγή γραπτών δεδομένων με το πληκτρολόγιο, όπως τα άτομα με προβλήματα όρασης.

3.5.3 Λογισμικό για δυσλεξικά άτομα

Η εποπτεία των δυσλεκτικών ατόμων κατά την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημά μας μπορεί να γίνει από κάποιον ειδικό και με τη χρήση ασύρματης επικοινωνίας με κινητό τηλέφωνο. Οποσδήποτε, κάποιος ειδικός θα πρέπει να ελέγχει την πρόοδο των δυσλεκτικών ατόμων κατά την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημα, να αξιολογεί τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης (οφέλη, προβλήματα, κ.λπ), καθώς επίσης και να «προσαρμόζει» το σύστημα με βάση τις εκάστοτε ανάγκες. Το να συγκεντρώνονται όλα τα άτομα με δυσλεξία στον ίδιο χώρο (που θα διαθέτει υπολογιστές) έχει προφανείς ελλείψεις και μειονεκτήματα σε σχέση με το να γίνεται η χρήση του συστήματος σε οποιονδήποτε υπολογιστή μπορεί να έχει πρόσβαση το δυσλεκτικό άτομο και μάλιστα οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Η δεύτερη εκδοχή, με τη σειρά της δυσχεραίνει τη δουλειά του «ειδικού», ο οποίος θα πρέπει να επισκέπτεται τους υπολογιστές αυτούς στους χώρους που βρίσκονται (π.χ. οικιακοί προσωπικοί υπολογιστές) για να κάνει τους παραπάνω ελέγχους. Η λύση που προτείνουμε, στην συγκεκριμένη διατριβή, είναι η πρόσβαση σε αυτούς τους υπολογιστές μέσω του διαδικτύου και μάλιστα με τη χρήση ειδικού λογισμικού το οποίο υποστηρίζει ασύρματες συσκευές, όπως τα κινητά τηλέφωνα. Ο «ειδικός» δεν χρειάζεται να αγοράσει ή να διαθέτει κάποιον υπολογιστή, επιτραπέζιο ή φορητό παρά να χρησιμοποιήσει το κινητό τηλέφωνο που πιθανώς διαθέτει. Επιπλέον, δεν χρειάζεται να έχει πρόσθετες γνώσεις του τρόπου λειτουργίας ηλεκτρονικών υπολογιστών, αφού θα μπορεί να φέρει εις πέρας το μεγαλύτερο μέρος του έργου του με τη χρήση ενός ιδιαίτερα «εύκολου» και «φιλικού στη χρήση» περιβάλλοντος «ιστοσελίδων» για κινητές συσκευές. Επιπλέον, η πρόσβαση και ο έλεγχος μπορεί να γίνει ανά πάσα στιγμή, σε οποιοδήποτε μέρος και όσες φορές χρειάζεται, ως ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των κινητών τηλεφώνων. Τέλος με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας ενισχύεται και η επικοινωνία μεταξύ των δυσλεκτικών ατόμων και των ή του ατόμου που θα τους επιβλέπει αφού μπορεί να γίνεται άμεσα χρονικά και χωρίς τον περιορισμό του που θα βρίσκεται ο εκάστοτε χρήστης. Όπως περιγράφηκε

νωρίτερα, το δυσλεξικό άτομο είναι ένα άτομο με «ειδικές» ανάγκες και «ιδιαιτέρα» χαρίσματα. Οποσδήποτε, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη ψυχολογική κατάσταση του ατόμου αυτού. Η ενσωμάτωση της θεωρίας συναισθηματική αλληλεπίδρασης, όπως περιγράφεται σε επόμενα κεφάλαια της διατριβής, μπορεί να δώσει κάποιες λύσεις σε αυτή την περίπτωση, καθώς και να παράσχει ένα πιο «ανθρώπινο» και φιλικό περιβάλλον.

Το υπάρχον σύστημα παρέχει υποβοήθηση κατά την ανάγνωση: Ο δυσλεκτικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να «ακούσει» το γραπτό κείμενο με τη βοήθεια της σύνθεσης φωνής μέσω μηχανών ομιλίας. Έτσι μπορούν να αποφευχθούν τυχόν παρερμηνεύσεις λέξεων και εννοιών λόγω λανθασμένης οπτικής ανάγνωσης. Επίσης για τα περισσότερα δυσλεκτικά άτομα θα ήταν πιο «ξεκούραστο» να ακούσουν κάτι από το να προσπαθήσουν να το διαβάσουν, αφού εκτός των άλλων σε δυσλεκτικά άτομα παρατηρείται και ιδιαίτερη αδυναμία συγκέντρωσης κατά την ανάγνωση. Πολλά από τα ερωτηθέντα άτομα επισήμαναν ότι πολλές φορές «προτιμούν κάποιον να τους διαβάσει ένα κείμενο, γιατί δεν μπορούν να συγκεντρωθούν ταυτόχρονα στην ανάγνωση και στο να καταλάβουν το νόημα του κειμένου».

Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται υποβοήθηση κατά την γραπτή έκφραση και ιδιαίτερα στα τεστ. Ειδικότερα στο πληκτρολόγιο του υπολογιστή παρατηρείται η σύγχυση και η «αντιστροφή» κάποιων γραμμάτων ή/και αριθμών. Η υποβοήθηση της γραπτής έκφρασης του δυσλεξικού χρήστη γίνεται σε πολλά επίπεδα: Για να αναγνωρίσει το σύστημα ένα λάθος δυσλεξίας μπορεί αρχικά να συγκρίνει τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης (αλφαριθμητικά) με δεδομένα του λεξικού της γλώσσας που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Σε αυτή την περίπτωση μπορούν να εντοπιστούν τα περισσότερα ορθογραφικά λάθη και όχι λάθη κατ' ανάγκη δυσλεξίας. Στη συνέχεια μπορεί να προτείνει στο χρήστη να αντικαταστήσει τη λανθασμένη λέξη με κάποια ή κάποιες που να «μοιάζουν».

Στοχεύοντας περισσότερο σε λάθη δυσλεξίας το σύστημά μας ενσωματώνει έναν ειδικό έλεγχο-σύγκριση αλφαριθμητικών, που βασίζεται στην «ηχητική σύγκριση» αλφαριθμητικών. Συγκεκριμένα κατά την

υποβολή αλφαριθμητικών δεδομένων από τον χρήστη στα διάφορα τεστ γίνεται σύγκριση του εισαχθέντος από το πληκτρολόγιο αλφαριθμητικού και του «σωστού» με τη χρήση ενός ηχητικού ελέγχου. Τόσο το εισαχθέν, όσο και το «σωστό» αλφαριθμητικό μετατρέπονται σε φωνητικούς φθόγγους με τη χρήση κατάλληλων κανόνων και στη συνέχεια δεν γίνεται καμία σύγκριση με «γράμματα» αλλά με φωνητικούς φθόγγους. Η ιδέα που κρύβεται πίσω από τον συγκεκριμένο έλεγχο είναι ότι πολλές φορές γράφονται λάθος λέξεις που μοιάζουν ηχητικά. Επίσης παρατηρείται και μια ιδιαίτερα αυξημένη τάση τα δυσλεκτικά άτομα να εναλλάσσουν σύμφωνα, γεγονός που τις περισσότερες φορές δεν αλλοιώνει τόσο την ηχητική υπόσταση μιας λέξης, όσο η λανθασμένη χρήση ενός φωνήεντος.

Σε κάθε περίπτωση το σύστημα διαθέτει την ιδιαίτερα χρήσιμη δυνατότητα να γίνεται ανάγνωση από την ίδια την εφαρμογή με τη χρήση μηχανής ομιλίας του κειμένου που πληκτρολογεί ο χρήστης, σε πραγματικό χρόνο. Δηλαδή ο δυσλεκτικός χρήστης έχει τη δυνατότητα να ακούει αυτό που γράφει, ενώ γράφει, με το πληκτρολόγιο στον υπολογιστή του. Σε αυτό το σημείο αξίζει να παρατηρηθεί ότι όπως πολλά από τα ερωτηθέντα άτομα της εμπειρικής μελέτης επισήμαναν, τις περισσότερες φορές «βάζουν κάποιον να τους διαβάσει κάτι που έχουν γράψει, ώστε να παρατηρήσουν τυχόν λάθη που έκαναν». Επίσης ενώ μπερδεύουν πολύ εύκολα λέξεις «παρεμφερείς» ως προς την «οπτική» ομοιότητά τους (αλλά και ταυτόχρονα και ως προς την νοηματική ομοιότητά τους), ο εντοπισμός του λάθους γίνεται πολύ γρήγορα και εύκολα αν τις ακούσουν. Για παράδειγμα θα μπορούσαν να γράψουν ή να διαβάσουν «Πέτρος» αντί για «Παύλος», ως λέξεις που μοιάζουν γιατί: 1ον είναι ονόματα, 2ον οπτικά έχουν το ίδιο μέγεθος, 3ον αρχίζουν και οι δύο από «Π», 4ον τελειώνουν σε «ος». Παρόλα αυτά αν οι παραπάνω λέξεις «διαβαστούν» με τη βοήθεια σύνθεσης φωνής, η διαφοροποίησή τους γίνεται αμέσως πολύ πιο προφανής για ένα δυσλεκτικό άτομο.

3.6 Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκε το υλοποιημένο σύστημα που προέκυψε κατά την εκπόνηση της διατριβής, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευτές και μαθητές στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού λογισμικού. Το σύστημα αυτό αποτελεί ένα εργαλείο που παρέχει τη σημαντική δυνατότητα στους εκπαιδευτές, να μπορούν να δημιουργούν τους δικούς τους εκπαιδευτικούς κινούμενους χαρακτήρες, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν στο σύστημα διεπαφής των χρηστών σε μια εκπαιδευτική εφαρμογή. Κατά αυτόν τον τρόπο, οι εκπαιδευτικοί χαρακτήρες, μπορούν να αναπαριστούν τη συμπεριφορά των καθηγητών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για εξ αποστάσεως μαθήματα. Οι εκπαιδευτικοί χαρακτήρες μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να παράγουν διαφορετικές ομιλίες και διαφορετικές κινήσεις του σώματός τους, καθώς και να αλλάζουν τη χροιά, την ένταση και την ταχύτητα της φωνής τους, ανάλογα με τις υπάρχουσες εκπαιδευτικές συνθήκες. Έτσι, με τη γλώσσα του σώματος των εκπαιδευτικών χαρακτήρων καθώς και με τον τρόπο με τον οποίο ομιλούν, μπορούν να δημιουργήσουν την εντύπωση παιδαγωγικών συναισθημάτων σε μαθητές, όπως για παράδειγμα η συμπόνια και η κατανόηση όταν οι μαθητές συναντάμε προβλήματα, ενθουσιασμού όταν οι μαθητές θα πάνε αρκετά καλά και εκνευρισμού όταν οι μαθητές δεν δίνουν την απαραίτητη σημασία στην εφαρμογή. Ταυτόχρονα, οι μαθητές οι οποίοι πρόκειται να χρησιμοποιήσουν την εκπαιδευτική εφαρμογή μέσω του Διαδικτύου διαθέτουν ένα σύστημα διεπαφής το οποίο θα είναι περισσότερο ανθρώπινο και ευχάριστο για αυτούς. Με αντικειμενικό στόχο να νιώθουν ότι έχουν στερηθεί λιγότερα από την έλλειψη ενός πραγματικού εκπαιδευτή στο χώρο του, όπως θα συνέβαινε σε μια πραγματική εκπαιδευτική αίθουσα.

Στη συνέχεια παρουσιάστηκε το πώς ένα κινητό συγγραφικό εργαλείο ΕΔΣ μπορεί να παρέχει τις σχετικά νέες κινητές δυνατότητες, τόσο στους εκπαιδευτές, όσο και στους σπουδαστές, διατηρώντας υψηλή την ποιότητα της εκπαιδευτικής εφαρμογής όσον αφορά την αλληλεπίδραση, την προσαρμοστικότητα και την εξατομίκευση. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε, οδήγησε στην ανάπτυξη του MMT και

αξιολογήθηκε μεταξύ των εκπαιδευτών και των σπουδαστών. Τα αποτελέσματα αξιολόγησης ήταν πολύ ενθαρρυντικά και έδειξαν ότι η συμβολή των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων λογισμικού στην εκπαίδευση χαίρουν της εκτίμησης των εκπαιδευτών και των σπουδαστών.

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε επιπλέον η περιγραφή της προσθήκης ενός συστατικού συναισθηματικής αλληλεπίδρασης το οποίο αναγνωρίζει τα συναισθήματα των σπουδαστών βασισμένα στα δεδομένα εισαγωγής και τις ενέργειές τους που προσδιορίζονται από το μικρόφωνο και το πληκτρολόγιο, αντίστοιχα. Το σύστημα χρησιμοποιεί μια καινοτόμο προσέγγιση που συνδυάζει τα στοιχεία από τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης χρησιμοποιώντας μια θεωρία λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων.

Το κύριο πλεονέκτημα της προτεινόμενης προσέγγισης είναι ότι ολόκληρη η διαδικασία είναι βασισμένη σε εμπειρικές πειραματικές μελέτες στις οποίες συμμετέχουν πραγματικοί χρήστες. Επομένως, οι δυνητικοί χρήστες του λογισμικού και οι ανθρωπίνι εμπειρογνώμονες έχουν συμμετάσχει σε μια εμπειρική μελέτη. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της εμπειρικής μελέτης έδωσε στοιχεία για το σχεδιασμό της συναισθηματικής ενότητας της εκπαιδευτικής εφαρμογής. Δεδομένου ότι η συναισθηματική ενότητα (μονάδα) χρησιμοποιεί μια θεωρία λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων για το συνδυασμό των στοιχείων από τους δύο διαφορετικούς τρόπους, τα αποτελέσματα της εμπειρικής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή των κριτηρίων και τον υπολογισμό του βάρους σπουδαιότητάς τους.

Τα άτομα με ειδικές ανάγκες χρήζουν βοήθειας, η οποία θα έπρεπε να παρέχεται τόσο από την ίδια την οικογένεια των ΑΜΕΑ όσο και από το σχολείο, διάφορους οργανισμούς και ιδρύματα, αλλά και από την κοινωνία γενικότερα. Από τη στιγμή που η παροχή «βοήθειας από κάποιον άνθρωπο» είναι ακριβή, αναλογιζόμενοι το γεγονός ότι τα άτομα με ειδικές ανάγκες έχουν ανάγκη από συνεχή παρακολούθηση, το λογισμικό που προτείνουμε έχει δημιουργηθεί για να συμπληρώνει το έργο του γιατρού ή εμπειρογνώμονα, καθώς και να παρέχει αξιόλογες και χρήσιμες

πληροφορίες στους γονείς. Παράλληλα εξατομικεύεται για ειδικές κατηγορίες ΑΜΕΑ, ώστε να υποβοηθήσει την αλληλεπίδρασή τους κατά την εκπαιδευτική διαδικασία χρήσης του συστήματος. Έτσι, υπήρξε ιδιαίτερη έμφαση κατά την ανάπτυξη του λογισμικού της διατριβής, ώστε να ενισχυθεί η δυνατότητα συμμετοχής των ατόμων με ειδικές ανάγκες στα εκπαιδευτικά συστήματα της κάθε κοινωνίας.

Κεφάλαιο 4

Κινητά χαρακτηριστικά σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και συγγραφικά εργαλεία

4.1. Εισαγωγή

Πολλά είναι τα πλεονεκτήματα και οι χρησιμότητες που βασίζονται στο διαδικτυακό εκπαιδευτικό λογισμικό και έχουν αναγνωριστεί από τους εκπαιδευτές και τα εκπαιδευτικά συστήματα γενικότερα. Μερικά σημαντικά προτερήματα περιλαμβάνουν την ανεξαρτησία πλατφόρμας και την πρακτική δυνατότητα που προσφέρεται στους σπουδαστές να μάθουν κάτι οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιοδήποτε χώρο. Σε πολλές καταστάσεις αυτό σημαίνει ότι η εκμάθηση μπορεί να πραγματοποιηθεί στο σπίτι ή σε κάποια άλλη περιοχή, εποπτευόμενη εξ' αποστάσεως και ασύγχρονα από έναν άνθρωπο εκπαιδευτή, πέρα από τις εγκαταστάσεις μιας πραγματικής τάξης.

Εντούτοις, σε πολλές περιπτώσεις θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο να υπάρξουν τέτοια εκπαιδευτικά μέσα στις φορητές συσκευές, παρά σε υπολογιστές γραφείου ή φορητούς υπολογιστές έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό σε μια συσκευή που μπορούν

να μεταφέρουν οπουδήποτε αυτοί πηγαίνουν. Οι φορητές συσκευές καθιστούν το λογισμικό χρησιμοποιήσιμο σε κάθε περίπτωση, ακόμα και όταν στέκεται κάποιος όρθιος. Οπωσδήποτε, μεταξύ των φορητών συσκευών, οι οποίες περιλαμβάνουν Η/Υ παλάμης ή τσέπης και τα κινητά τηλέφωνα, τα δεύτερα παρέχουν το επιπρόσθετο πλεονέκτημα της ανεξάρτητης συσκευής υπολογιστή. Αυτό συμβαίνει επειδή αντίθετα με τα κινητά τηλέφωνα, οι Η/Υ παλάμης ενδείκνυται να αγοράζονται από ένα πρόσωπο για τους πρόσθετους λόγους της χρήσης υπολογιστών. Αφ' ενός, τα κινητά τηλέφωνα είναι πολύ ευρέως διαδεδομένες συσκευές, οι οποίες χρησιμοποιούνται πρώτιστα για λόγους τηλεφωνίας. Εντούτοις, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως υπολογιστές. Κατά συνέπεια, οι ενδεχόμενοι χρήστες των φορητών συσκευών δεν χρειάζεται να αγοράσουν τον πρόσθετο εξοπλισμό υπολογιστών δεδομένου ότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν το κινητό τηλέφωνό τους, το οποίο θα αγόραζαν και θα μετέφεραν ούτως ή άλλως. Από αυτή την άποψη, η χρήση του κινητού τηλεφώνου ως φορητού υπολογιστή είναι μια ιδιαίτερα αποδοτική λύση που παρέχει πολλά προτερήματα. Τέτοια προτερήματα περιλαμβάνουν την ανεξαρτησία συσκευών καθώς επίσης και περισσότερη ανεξαρτησία όσον αφορά στο χρόνο και στον τόπο σε σύγκριση με διαδικτυακή εκπαίδευση χρησιμοποιώντας τα τυποποιημένα PC. Πράγματι, υπάρχουν καταστάσεις όπου οι σπουδαστές και οι εκπαιδευτές θα μπορούσαν να περάσουν εποικοδομητικά τον ελεύθερο χρόνο τους ολοκληρώνοντας τις εργασίες τους και προετοιμάζοντας μαθήματα αντίστοιχα, σε καταστάσεις όπου κανένας υπολογιστής δεν μπορεί να είναι διαθέσιμος. Τέτοιες καταστάσεις μπορούν να προκύψουν σε τρένα, λεωφορεία και επιβατηγά οχήματα, ενώ κινούμαστε προς το χώρο εργασίας, ή αναμένοντας σε μακροσκελείς ουρές αναμονής, ή γενικότερα όταν εμφανίζεται απροσδόκητος ελεύθερος χρόνος. Στους έντονους ρυθμούς της σύγχρονης ζωής τέτοιες καταστάσεις μπορεί να είναι πολύ συχνές.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις επιτακτικές ανάγκες, η ερευνητική εργασία που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο καταπιάστηκε με το πεδίο της τεχνολογίας εκπαιδευτικού λογισμικού που αφορά «κινητά» χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται τα συγγραφικά εργαλεία

και τα έξυπνα διδακτικά συστήματα (ΕΔΣ) με προσθήκες από την κινητή τεχνολογία λογισμικού.

Τα συγγραφικά εργαλεία γενικά προορίζονται να χρησιμοποιηθούν από τους ανθρώπινους εκπαιδευτές (δυναμικοί συντάκτες μαθημάτων) για τη δημιουργία βοηθών-δασκάλων σε ένα ευρύ φάσμα πεδίων, συμπεριλαμβανομένης της εξυπηρέτησης πελατών, των μαθηματικών, της συντήρησης εξοπλισμού και της δημόσιας πολιτικής, αυτοί οι δάσκαλοι στοχεύουν σε ένα ευρύ φάσμα σπουδαστών, από τους μαθητές σχολικών τάξεων μέχρι εταιρικούς εκπαιδευόμενους (Murray, 1999). Πιο συγκεκριμένα, τα συγγραφικά εργαλεία που ειδικεύονται σε ΕΔΣ στοχεύουν στην παροχή των περιβαλλόντων για αποδοτική ανάπτυξη διδακτικών συστημάτων που μπορεί να είναι ευφυή (Intelligent) και προσαρμοστικά (Adaptive) στους μεμονωμένους σπουδαστές. Ο κύριος στόχος των ΕΔΣ σε σύγκριση με άλλες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, είναι να παρασχεθεί υψηλή εξατομικευμένη καθοδήγηση στους σπουδαστές. Αποτελεί απλή λογική το γεγονός ότι οι απαντήσεις που εξατομικεύονται για έναν συγκεκριμένο σπουδαστή πρέπει να βασιστούν σε κάποιες πληροφορίες για εκείνο τον σπουδαστή. Στην τεχνολογία των ΕΔΣ αυτή η πραγματοποίηση οδήγησε στη μοντελοποίηση μαθητών, η οποία έγινε πυρήνας ή ακόμα και καθοριστικό θέμα για τον εν λόγω ερευνητικό τομέα (Cumming & McDougall, 2000).

Ένα εκπαιδευτικό σύστημα με κινητά χαρακτηριστικά οφείλει να επιτρέπει στους εκπαιδευτές να δημιουργήσουν και να διαχειριστούν τις βάσεις δεδομένων σχετικά με τα χαρακτηριστικά των σπουδαστών, του πεδίου που θα διδαχθεί, όπως επίσης των τεστ και των εργασιών. Η δημιουργία και η διαχείριση αυτών των βάσεων δεδομένων μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω μιας φιλικής προς το χρήστη διεπαφής από οποιοδήποτε υπολογιστή ή κινητό τηλέφωνο. Κατά αυτόν τον τρόπο η δημιουργία ενός κινητού ΕΔΣ διευκολύνεται πάρα πολύ, ενώ εξασφαλίζεται και ένας υψηλός βαθμός δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης.

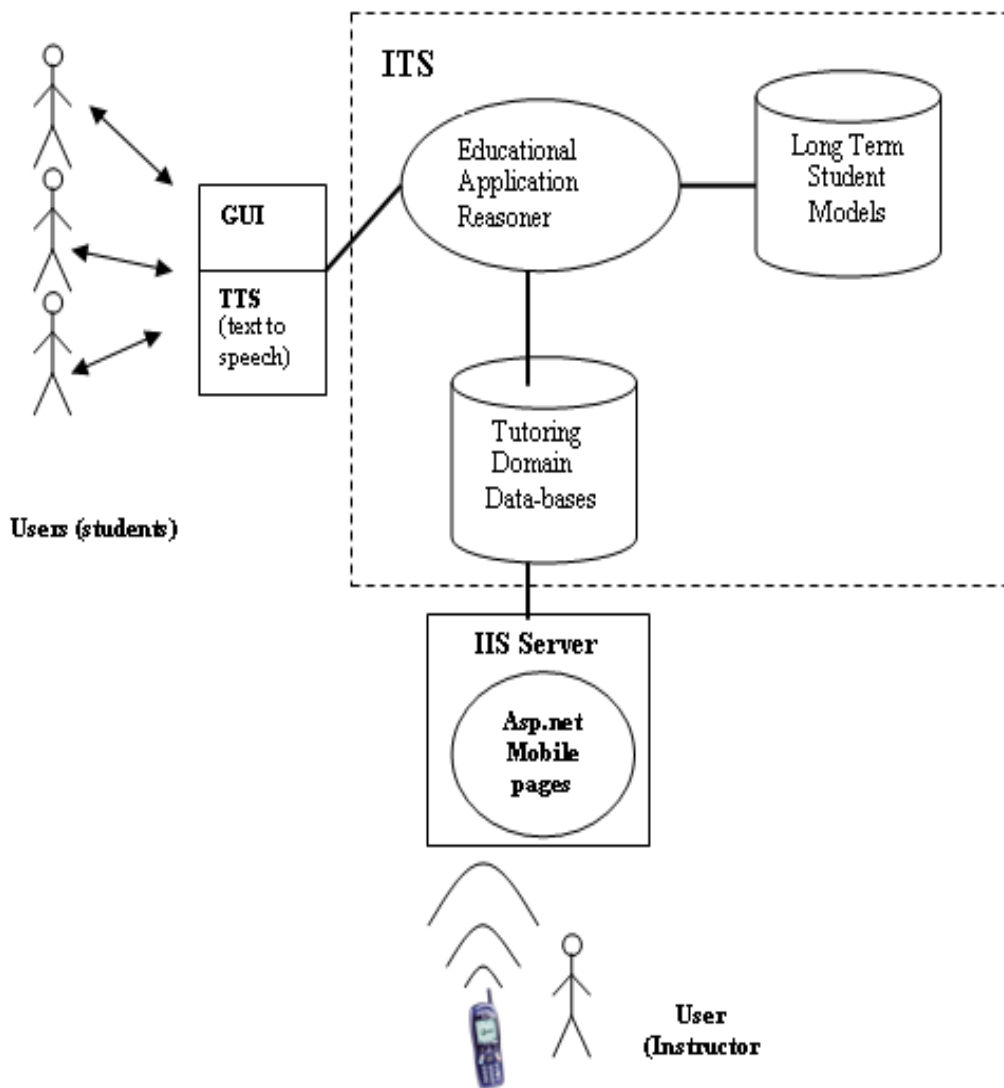
Ομοίως, στις προκύπτουσες διδακτικές εφαρμογές, οι σπουδαστές μπορούν να απαντήσουν στις ερωτήσεις εξέτασης και μπορούν να

διαβάσουν τα μέρη της θεωρίας από οποιοδήποτε υπολογιστή ή κινητό τηλέφωνο. Η ελλοχέουσα συλλογιστική των διδακτικών συστημάτων βασίζεται στο τμήμα διαμόρφωσης του σπουδαστή των προκυπτουσών εκπαιδευτικών εφαρμογών. Το τμήμα διαμόρφωσης σπουδαστών επιτηρεί τις ενέργειες τους ενώ χρησιμοποιούν το εκπαιδευτικό σύστημα και προσπαθεί να εντοπίσει τα πιθανά προβλήματα, να αναγνωρίσει τους στόχους, να καταχωρήσει τις μόνιμες συνήθειες και τα λάθη που γίνονται επανειλημμένα. Τα συμπεράσματα που διεξάγονται από το σύστημα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των σπουδαστών καταγράφονται στο πρότυπο σπουδαστών τους που χρησιμοποιείται από το σύστημα για να προσφέρει τις συμβουλές που προσαρμόζονται στις ανάγκες των μεμονωμένων σπουδαστών. Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά των σπουδαστών μπορούν να προσεγγιστούν από τους ανθρώπους εκπαιδευτές που μπορεί να επιθυμήσουν να ελέγξουν την πρόοδο των σπουδαστών τους.

4.2. Κινητή, ασύρματη αλληλεπίδραση σε εκπαιδευτικό λογισμικό

Ο Κινητός Συγγραφέας MMT που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3 επιτρέπει στους εκπαιδευτές να δημιουργούν τα δικά τους ΕΔΣ στο πεδίο που ενδιαφέρονται. Για το σκοπό αυτό, οι εκπαιδευτές έχουν τη δυνατότητα να παρεμβάλουν τα δεδομένα πεδίου μέσω μιας φιλικής προς το χρήστη διεπαφής, από οποιαδήποτε υπολογιστή ή κινητή συσκευή επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν. Ταυτοχρόνως, το σύστημα παρέχει τους μηχανισμούς συλλογισμού που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός πλήρους ΕΔΣ.

Μια γενική αρχιτεκτονική ενός εκπαιδευτικού συστήματος με ενσωματωμένα κινητά χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης παρουσιάζεται στο σχήμα 1. Οι εκπαιδευτές μπορούν να επικοινωνούν με το σύστημα μέσω ενός κεντρικού εξυπηρετητή server. Μπορούν να παρεμβάλουν τα δεδομένα πεδίου προκειμένου να διαμορφώσουν το ΕΔΣ τους. Όλα τα δεδομένα πεδίου που παρεμβάλλονται από τους εκπαιδευτές αποθηκεύονται στις βάσεις διδακτικών δεδομένων πεδίου, οι οποίες επικοινωνούν με την εκπαιδευτική εφαρμογή ώστε να μπορούν να διαμορφωθούν ΕΔΣ που παραδίδονται στους σπουδαστές. Η εκπαιδευτική εφαρμογή παρέχει τους ανεξάρτητους πεδίου μηχανισμούς συλλογισμού, που αφορούν τις ενέργειες των σπουδαστών ενώ αλληλεπιδρούν με το ΕΔΣ. Κατά συνέπεια, η εκπαιδευτική εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιήσει μοντέλα σπουδαστών και να αποδώσει μια αλληλεπίδραση με τους σπουδαστές, πιο εξατομικευμένη στις ανάγκες τους. Οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα που έχουν διεξαχθεί από την εκπαιδευτική εφαρμογή για τους σπουδαστές μεμονωμένα αποθηκεύονται στα μακροπρόθεσμα μοντέλα χρηστών (long term user models). Αυτά τα μοντέλα αντιπροσωπεύουν τα μακροπρόθεσμα χαρακτηριστικά των σπουδαστών και του τρόπου που μαθαίνουν, παραδείγματος χάριν τις εμμένουσες παρερμηνείες τους κατά την διεξαγωγή των τεστ.



Σχήμα 1: Η αρχιτεκτονική του Κινητού Συγγραφέα

- Το πεδίο διδασκαλίας

Κατά τη διάρκεια της συγγραφικής διαδικασίας, ο κύριος στόχος του συγγραφέα ενός διδακτικού συστήματος (εκπαιδευτή) είναι να υποβάλλει τα δεδομένα πεδίου στην εκπαιδευτική εφαρμογή. Τα στοιχεία των πεδίων μπορούν να αποτελούνται από τα μαθήματα που οι εκπαιδευτές επιθυμούν να διδάξουν, και από τα τεστ αξιολόγησης των σπουδαστών που συνοδεύουν αυτά τα μαθήματα. Στα μαθήματα οι εκπαιδευτές έχουν επιπλέον τη δυνατότητα να δημιουργήσουν αρχεία υπερκειμένων. Στις εργασίες, κάθε ερώτηση αξιολόγησης μπορεί να συνδεθεί με ένα μέρος της

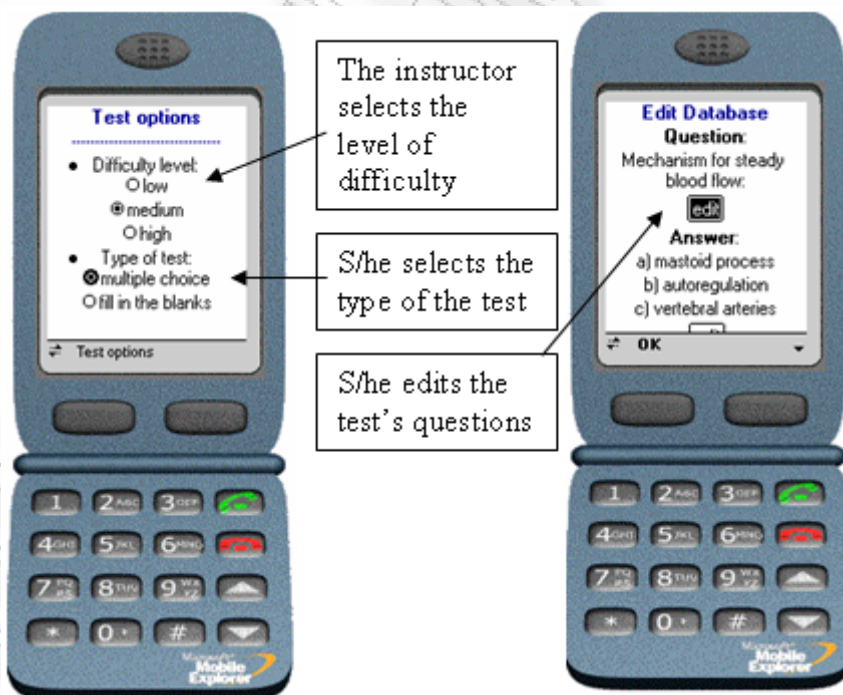
θεωρίας που οι σπουδαστές θα πρέπει να ξέρουν έτσι ώστε να μπορούν να απαντήσουν στην ερώτηση σωστά. Τα τεστ μπορούν να αποτελούνται από θέματα των ακόλουθων τύπων: Πολλαπλής επιλογής ερωτήσεις, συμπλήρωση κενού και ερωτήσεις σωστού/λάθους.

Κάθε τύπος ερώτησης συνδέεται με ορισμένες δυνατότητες που μπορεί να παρέχει ο κινητός συγγραφέας στους εκπαιδευτές για τη δημιουργία μιας έξυπνης εκπαιδευτικής εφαρμογής. Στις πολλαπλής επιλογής και σωστού/λάθους ερωτήσεις οι εκπαιδευτές έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν έναν κατάλογο με συχνά λάθη για κάθε ερώτηση ή μπορούν να δακτυλογραφήσουν εξηγήσεις των διαφόρων λαθών. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να συνδέσουν τις λανθασμένες απαντήσεις με ιδιαίτερες αιτίες και επεξηγήσεις των λαθών έτσι ώστε τα δεδομένα αυτά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το σύστημα για την παροχή πιο λεπτομερούς και πληροφοριακά χρήσιμης ανατροφοδότησης στους σπουδαστές. Επιπλέον, αυτές οι εξηγήσεις χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν το προφίλ κάθε σπουδαστή, το οποίο καταγράφεται μόνιμα στο μακροπρόθεσμο μοντέλο σπουδαστών και ενημερώνεται μετά από κάθε αλληλεπίδραση του σπουδαστή με την εκπαιδευτική εφαρμογή. Παραδείγματος χάριν, η ίδια εξήγηση λάθους μπορεί να εφαρμοστεί σε περισσότερες από μία λανθασμένες απαντήσεις του σπουδαστή. Σε αυτήν την περίπτωση το μακροπρόθεσμο μοντέλο σπουδαστών αποθηκεύει των τύπου επεξηγήσεων στις αλληλεπιδράσεις του σπουδαστή με το ΕΔΣ. Κατόπιν συγκρίνει τον αριθμό περιστατικών των διαφορετικών εξηγήσεων και βρίσκει τα πιο συνήθη λάθη του σπουδαστή και τη ροπή του σε αυτά. Αυτοί οι αριθμοί χρησιμοποιούνται επίσης για να αποκαλυφθεί εάν οι σπουδαστές έχουν σημειώσει οποιαδήποτε πρόοδο από την τελευταία φορά που αλληλεπίδρασαν με την εκπαιδευτική εφαρμογή ή εάν έχουν ξεχάσει μέρη της διδακτέας ύλης που φάνηκε να γνώριζαν σε προηγούμενες αλληλεπιδράσεις.



The instructor enters the name of the chapter with specific sections that students should attend at 10/6/2003.

Σχήμα 2: Ο εκπαιδευτής συγγράφει ένα μάθημα



The instructor selects the level of difficulty

S/he selects the type of the test

S/he edits the test's questions

Σχήμα 3: Παράδειγμα μιας δημιουργίας τεστ από έναν εκπαιδευτή.

Ένα παράδειγμα της δημιουργίας ενός νέου κεφαλαίου θεωρίας με τίτλο <<κεφάλι και λαιμός>> κατά τη διάρκεια της κινητής συγγραφικής

διαδικασίας παρουσιάζεται στο σχήμα 2. Ένα παράδειγμα της δημιουργίας των τεστ παρουσιάζεται στο σχήμα 3. Σε αυτό το παράδειγμα, ένας συγγραφέας (εκπαιδευτής) έχει αρχίσει να δημιουργεί μια πολλαπλής επιλογής τεστ μέσου επιπέδου δυσκολίας, στην ιατρική και έχει αρχίσει να επεξεργάζεται τις ερωτήσεις της βάσεων δεδομένων.

- Η διεπαφή με τις κινητές συσκευές

Ο πραγματικός τρόπος με τον οποίο ο εκπαιδευτής μπορεί να επικοινωνήσει με το συγγραφικό εργαλείο είναι μέσω του κεντρικού υπολογιστή IIS. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτές είναι σε θέση να συνδέσουν τις βάσεις δεδομένων του συστήματος με την ασύρματη συσκευή τους, είτε κινητό τηλέφωνο είτε κινητό PC τσέπης απλά με την είσοδο του αντίστοιχου υπερσυνδέσμου URL στη συσκευή τους, η οποία αποτελείται από το IP του κεντρικού υπολογιστή και το όνομα της κινητής ASP.NET σελίδας (παράδειγμα: <http://195.252.225.118/mobilepage.aspx>). Προκειμένου να γίνει αυτό υπάρχουν κινητές ιστοσελίδες που χρησιμοποιούν τους κινητούς ελέγχους ASP.NET με τη Visual Basic.NET ως γλώσσα προγραμματισμού. Ο κεντρικός υπολογιστής του κινητού συγγραφέα απαιτεί τη χρήση των Windows 2000 ή ανώτερου λειτουργικού συστήματος, με τον εξυπηρετητή IIS Server εγκατεστημένο. Για την επεξεργασία των κινητών ιστοσελίδων έχει χρησιμοποιηθεί το .NET Framework SDK και επιπρόσθετα το Mobile Web SDK. Οποιοσδήποτε χρήστης μπορεί να συνδεθεί με αυτές τις σελίδες, απλά χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε συσκευή που υποστηρίζει την Ασύρματη Γλώσσα Διαμόρφωσης (WML) ή την HTML, αν και κάποιες συσκευές ίσως διαφέρουν στην παρουσίαση των ιστοσελίδων. Όλα αυτά υποστηρίζονται από το Ασύρματο Πρωτόκολλο Εφαρμογών (WAP) που είναι μια ανοικτή, παγκόσμια προδιαγραφή, που παρέχει εξουσιοδοτήσεις στους χρήστες με τις ασύρματες συσκευές ώστε να έχουν εύκολη πρόσβαση και άμεση αλληλεπίδραση με τις πληροφορίες και τις διαθέσιμες υπηρεσίες.

Η φόρτωση των νέων σελίδων είναι συχνά χρονοβόρα λόγω του περιορισμένου εύρους ζώνης των κινητών συσκευών. Για να επιληφθούν αυτού του προβλήματος, οι κινητές σελίδες περιέχουν τόσες φόρμες (mobile forms) από την πλευρά του διακομιστή IIS, όσες είναι αναγκαίες,

ενώ συνηθισμένες ιστοσελίδες μπορεί να περιέχουν μόνο μια. Κάθε φόρμα μπορεί να περιλαμβάνει διαφορετικές πληροφορίες και ελέγχους προς προβολή. Αυτό ελαχιστοποιεί την ανάγκη να φορτωθούν νέες σελίδες στη συσκευή. Επιπλέον οι κινητές μας σελίδες είναι «προγραμματισμένες» να χειρίζονται αυτόματα την απόδοση κάθε κινητού ελέγχου ανάλογα με τη συσκευή που χρησιμοποιείται. Για αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα <DeviceSpecific> στοιχεία, τα οποία εξαρτώνται από τις παραμέτρους που διευκρινίζονται από τη συσκευή του εκάστοτε χρήστη.

Οι κινητές σελίδες ASP.NET αποτελούνται από φόρμες Ιστού (Web forms), συστατικά ελέγχου από την πλευρά των διακομιστών (Server control components) και φραγμούς σελιδοποίησης. Οι κινητοί έλεγχοι ASP.NET σχεδιάζονται για να ανιχνεύουν τον τύπο των εξυπηρετούμενων (clients) και να αποδίδουν το σωστό κώδικα σήμανσης έτσι ώστε οι κινητές σελίδες να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται σε ποικίλες υποστηριζόμενες κινητές συσκευές που χρησιμοποιούν ένα σύνολο κώδικα. Αυτό παρέχει περισσότερη λειτουργικότητα στις κινητές σελίδες μας, δεδομένου ότι μπορούν να προσεγγιστούν είτε από ένα κινητό τηλέφωνο είτε ένα κινητό PC παλάμης. Ανάλογα με τις ικανότητες των συσκευών καθορίζονται τα «φίλτρα συσκευών» (device filters) για την εκπαιδευτική εφαρμογή και διευκρινίζονται έπειτα τα αντίστοιχα φίλτρα για κάθε τύπο συσκευής. Αξίζει επίσης να δοθεί έμφαση σε δύο πτυχές της αρχιτεκτονικής των κινητών σελίδων, οι οποίες τους δίνουν περισσότερη «δύναμη» και (επίσης πολύ σημαντικό) μειώνουν τις οικονομικές δαπάνες. Οι κινητές σελίδες μπορούν να περιέχουν τόσες πολλές φόρμες από την πλευρά του διακομιστή όσες είναι αναγκαίες, ενώ οι κανονικές ιστοσελίδες μπορούν να περιέχουν μόνο μια. Οι κινητοί έλεγχοι σελιδοποιούν αυτόματα το περιεχόμενο σύμφωνα με τη συσκευή που κρατά τα σελιδοποιημένα δεδομένα στον κεντρικό υπολογιστή μέχρι να ζητηθούν από το χρήστη. Οι έλεγχοι γραφικών επιτρέπουν να προσδιορίζονται τα πολλαπλά αρχεία εικόνας για μια σελίδα εικόνας, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες διαστάσεις και το σωστό αρχείο εικόνας επιλέγεται βασισμένο στα χαρακτηριστικά των συσκευών. Οι προαναφερθείσες πτυχές είναι πολύ σημαντικές εξετάζοντας το

περιορισμένο εύρος ζώνης των σημερινών κινητών δικτύων σε σχέση με τα αντίστοιχα ενσύρματα ADSL δίκτυα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΔΑΛΗ

4.3. Αρχιτεκτονική κινητών συστημάτων αλληλεπίδρασης και θεωρητικό υπόβαθρο

Αφού δημιουργηθεί ένα ΕΔΣ από έναν συγγραφέα (εκπαιδευτή), στη συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους σπουδαστές ως εκπαιδευτικό μέσο, ενώ οι εκπαιδευτές μπορούν να υποβοηθηθούν στη διαχείριση των μαθημάτων τους και στην αξιολόγηση των σπουδαστών τους. Κατά συνέπεια, σε αυτή τη φάση και τα δύο είδη χρήστη (σπουδαστές και εκπαιδευτές) μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή για να συνεργαστούν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ο εκπαιδευτής και οι σπουδαστές είναι όχι μόνο ικανοί να έχουν εύκολη πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων της εφαρμογής, αλλά μπορούν επίσης να επικοινωνήσουν ο ένας με τον άλλον με τη χρήση των κινητών δυνατοτήτων του συγγραφικού εργαλείου.

Η επικοινωνία μεταξύ των εκπαιδευτών και των σπουδαστών μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πολλά επίπεδα. Με τη χρήση ενός κινητού τηλεφώνου (και φυσικά τη σύνδεση με τις κινητές σελίδες της εφαρμογής) οι εκπαιδευτές μπορούν να στείλουν σύντομα μηνύματα μέσω της σύντομης υπηρεσίας μηνυμάτων (SMS), είτε άμεσα στους σπουδαστές τους (εάν έχουν επίσης κινητά τηλέφωνα) είτε μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Εναλλακτικά οι εκπαιδευτές μπορούν «να εγγράψουν» το μήνυμα στη βάση δεδομένων της εφαρμογής. Σε αυτήν την περίπτωση, οι εκπαιδευτές πρέπει να δηλώσουν το όνομα του παραλήπτη και η εφαρμογή θα χρησιμοποιήσει την οπτικοακουστική διεπαφή της για να τον ενημερώσει μόλις ανοίξει την εφαρμογή του.

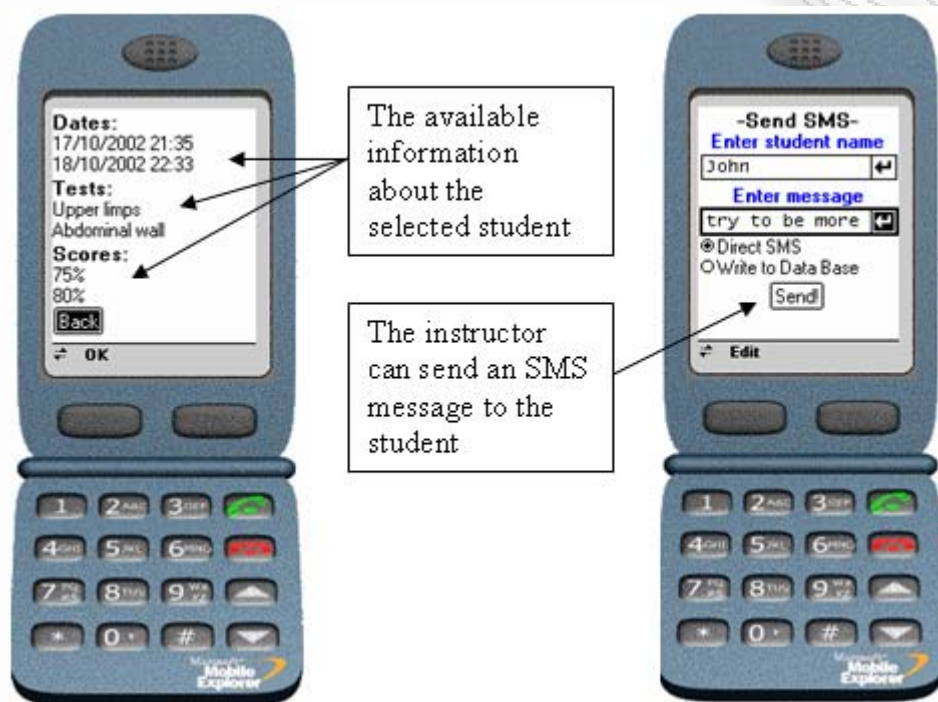
Στην πρώτη περίπτωση (μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή SMS) το μήνυμα γράφεται στη βάση δεδομένων και έπειτα στέλνεται σε μια υπηρεσία Διαδικτύου που παρέχει αποστολή μηνύματος SMS και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Οι εκπαιδευτές έχουν επίσης τη δυνατότητα να στείλουν ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου άμεσα μέσω των κινητών τηλεφώνων τους, αλλά ίσως είναι προτιμότερο για αυτούς να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή για να το σκοπό αυτό. Ο κύριος λόγος για αυτό, είναι το γεγονός ότι τα κινητά δίκτυα είναι αρκετά πιο αργά και

κοστίζουν πολύ και έτσι μπορεί να μην είναι κατάλληλα για τους χρήστες της εφαρμογής. Κατά συνέπεια η εφαρμογή αναμένεται να στείλει ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στην υπηρεσία Διαδικτύου. Ο κορμός αυτού του μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου θα είναι ο κορμός του σύντομου μηνύματος και το «θέμα» του μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου θα καθορίσει τον παραλήπτη από τον αριθμό του κινητού τηλεφώνου του. Τα μηνύματα (εάν στέλνονται από τον εκπαιδευτή) μπορεί να περιέχουν πληροφορίες για το ποια τεστ θα έπρεπε να ολοκληρώσει ο σπουδαστής, ή για οτιδήποτε πιστεύει ο εκπαιδευτής ότι είναι άξιο της προσοχής του εκάστοτε σπουδαστή. Τα μηνύματα μπορούν επίσης να σταλούν από τους σπουδαστές που μπορούν πολύ εύκολα να στείλουν τις εκθέσεις προόδου τους στους εκπαιδευτές τους.

Οι εκπαιδευτές έχουν εύκολη πρόσβαση στην «κύρια» βάση δεδομένων της εφαρμογής μέσω του κινητού τηλεφώνου τους, το οποίο σημαίνει ότι μπορούν να μένουν ενημερωμένοι για την πρόοδο των σπουδαστών τους οπουδήποτε βρίσκονται και όποτε το θελήσουν. Ένα παράδειγμα ενός εκπαιδευτή που παρακολουθεί την πρόοδο ενός σπουδαστή που καλείται John, μέσω ενός κινητού τηλεφώνου και που του στέλνει ένα SMS παρουσιάζεται στο σχήμα 4, ενώ ολόκληρη η διαδικασία της αλληλεπίδρασης διευκρινίζεται στο σχήμα 5. Φυσικά, οι σπουδαστές έχουν επίσης το «προνόμιο» να έχουν πρόσβαση στη βάση δεδομένων από το κινητό τους τηλέφωνο. Οι σπουδαστές έχουν πρόσβαση στη βάση δεδομένων για διαφορετικούς λόγους από τους εκπαιδευτικούς. Παραδείγματος χάριν, εάν θέλουν να δουν ποια θα είναι τα επόμενα τεστ, ή για να διαβάσουν τις παρατηρήσεις του εκπαιδευτή τους για τις προηγούμενες εργασίες τους.

Επιπλέον, οι εκπαιδευτές και οι σπουδαστές είναι σε θέση να αποστέλλουν σύντομα μηνύματα (SMSs) που περιέχουν παρατηρήσεις και πρόσθετες πληροφορίες. Το κύριο μέρος (ο κορμός) του SMS εισάγεται στον τομέα «εισαγωγή μηνύματος» και το όνομα του παραλήπτη αναγράφεται στον τομέα «εισαγωγή ονόματος σπουδαστή». Τελικά, μετά την επιλογή «άμεσο SMS ή Γράψε στη βάση δεδομένων» το μήνυμα αποστέλλεται με την πίεση του πλήκτρου «Αποστολή!». Εάν ο χρήστης

επιλέξει «άμεσο SMS» το SMS παραδίδεται άμεσα στην κινητή συσκευή του παραλήπτη μέσω μιας υπηρεσίας Διαδικτύου που περιγράφηκε προηγουμένως. Μόνο το όνομα χρήστη απαιτείται δεδομένου ότι όλοι οι κινητοί τηλεφωνικοί αριθμοί αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του συστήματος.

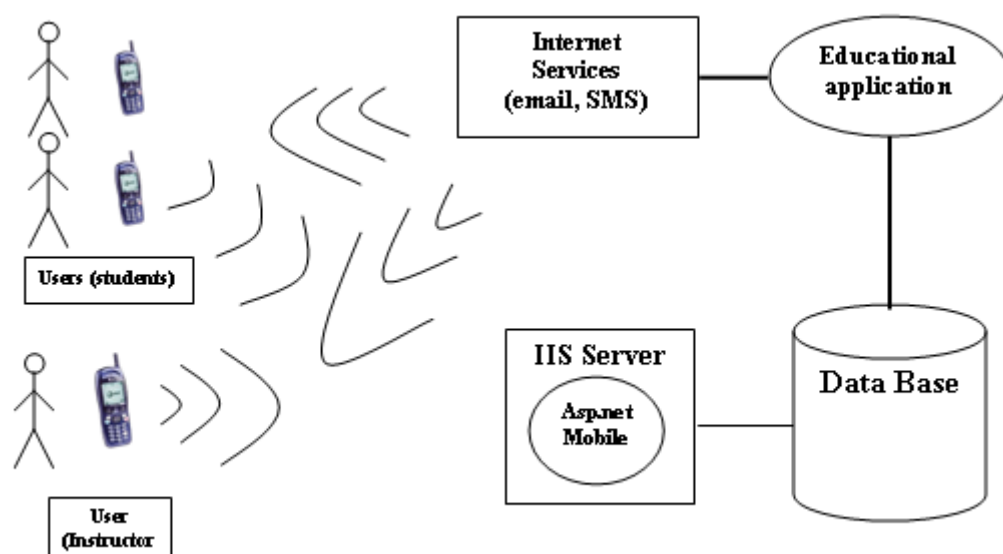


Σχήμα 4: παράδειγμα: Ένας εκπαιδευτής παρακολουθεί την πρόοδο ενός σπουδαστή και στέλνει SMS

Η διάκριση μεταξύ εκπαιδευτή και απλού χρήστη γίνεται από την εφαρμογή (που εγκαθίσταται στον κεντρικό υπολογιστή) και για κάθε διαφορετικό χρήστη ένα προσωπικό προφίλ δημιουργείται και αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων. Προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, το όνομα χρήστη και ο κωδικός πρόσβασης απαιτούνται πάντα για την απόκτηση πρόσβασης στις κινητές ιστοσελίδες. Στο πρώτο επίπεδο επικύρωσης η εφαρμογή καθορίζει εάν υπάρχει έγκυρο όνομα χρήστη-έγκυρος κωδικός πρόσβασης ή όχι. Στο δεύτερο επίπεδο επικύρωσης οι χρήστες προσδιορίζονται ως απλοί χρήστες (σπουδαστές) ή επόπτες (εκπαιδευτές).

Αναφερόμενοι στις πτυχές ασφάλειας και μυστικότητας της κινητής εφαρμογής, χρησιμοποιείται επιπλέον το Ασφαλές Στρώμα Υποδοχών

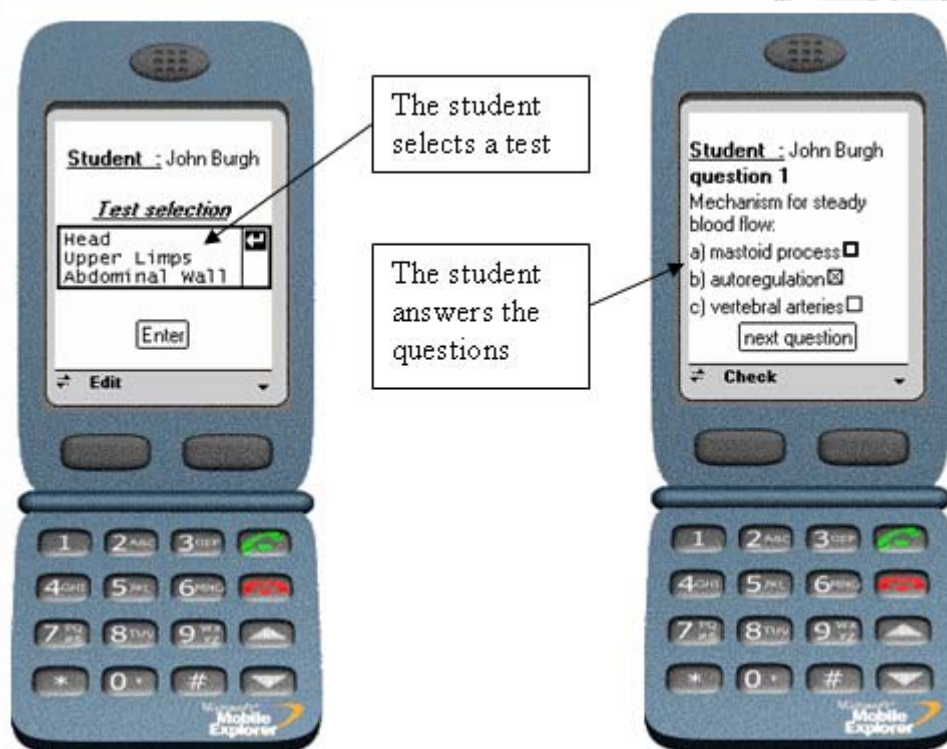
(SSL), προκειμένου να κρυπτογραφηθούν τα διάφορα δεδομένα κατά τη διάρκεια σημαντικών συναλλαγών δεδομένων. Τόσο ο κεντρικός υπολογιστής IIS, όσο και το .NET Framework για τις κινητές συσκευές υποστηρίζουν αυτήν την λειτουργία απλά με την παρεμβολή ενός έγκυρου πιστοποιητικού υπογεγραμμένου από μια αρχή πιστοποιητικού ελέγχου (όπως η VeriSign). Ο χρήστης μπορεί εύκολα να χρησιμοποιήσει αυτήν την «παροχή» με την παρεμβολή ενός «S» στο URL του/της: <https://195.252.225.118/mobilepage.aspx>



Σχήμα 5: Επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτών και σπουδαστών

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, το ΕΔΣ που έχει προκύψει από τη συγγραφική διαδικασία, χρησιμοποιεί την εκπαιδευτική εφαρμογή για να αναλύσει τον τρόπο εκμάθησης των σπουδαστών. Κατόπιν, όλα τα μακροπρόθεσμα χαρακτηριστικά που προκύπτουν για ένα συγκεκριμένο σπουδαστή αποθηκεύονται στο μακροπρόθεσμο μοντέλο σπουδαστών, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την ίδια την εφαρμογή και να είναι πιο προσαρμοστικά στις ανάγκες του σπουδαστή ή από τον εκπαιδευτικό έτσι ώστε να μπορεί να παρέχει διδακτικές συμβουλές προσαρμοσμένες σε κάθε μεμονωμένο σπουδαστή. Κατά συνέπεια, η εκπαιδευτική εφαρμογή εποπτεύει τις ενέργειες των σπουδαστών καθώς αυτοί εργάζονται με το σύστημα. Διατηρείται ένα αρχείο επισκεψιμότητας των σπουδαστών για κάθε συγκεκριμένη ιστοσελίδα θεωρίας και έπειτα

δημιουργείται ένα αρχείο με τις επιδόσεις των σπουδαστών στα τεστ. Κατόπιν, όλες οι πληροφορίες που έχουν συγκεντρωθεί χρησιμοποιούνται από το σύστημα έτσι ώστε να δημιουργείται ένα προσωπικό προφίλ σπουδαστών και να ελέγχεται η πρόοδός τους.



Σχήμα 6: Ένας σπουδαστής δίνει μια εξέταση

Οι σπουδαστές μπορούν να δώσουν σύντομες εξετάσεις μέσω των κινητών τηλεφώνων τους. Ένα παράδειγμα ενός σπουδαστή που δίνει μια εξέταση παρουσιάζεται στο σχήμα 6. Ενώ οι σπουδαστές απαντούν στις ερωτήσεις, το διδακτικό σύστημα προσπαθεί να εκτελέσει τη διάγνωση λάθους σε περιπτώσεις όπου οι απαντήσεις των σπουδαστών είναι ανακριβείς. Η διάγνωση λάθους στοχεύει στην παράθεση μιας εξήγησης για το λάθος ενός σπουδαστή, λαμβάνοντας υπόψη το αρχείο ιστορίας του και των ιδιαίτερων περιστάσεων όπου το λάθος έχει εμφανιστεί. Η παράθεση μιας σωστής εξήγησης ενός λάθους μπορεί να είναι ένας δύσκολος στόχος για ένα διδακτικό σύστημα. Ένα πρόβλημα που περιπλέκει περαιτέρω αυτόν τον στόχο είναι η αντικειμενική ασάφεια των απαντήσεων, δεδομένου ότι μπορεί να υπάρξουν διαφορετικές εξηγήσεις για τις παρατηρημένες ανακριβείς ενέργειες των χρηστών. Παραδείγματος χάριν,

στη συμπλήρωση κενού ένας σπουδαστής μπορεί να δώσει μια ανακριβή απάντηση απλά επειδή έχει την έχει δακτυλογραφήσει λάθος. Εντούτοις, αυτό μπορεί εύκολα να εμφανιστεί ως έλλειψη γνώσης στο πεδίο που διδάσκεται.

Πιο συγκεκριμένα, τα ορθογραφικά λάθη που προκύπτουν κατά την αλληλεπίδραση στο εκπαιδευτικό περιβάλλον μπορούν να προσδιοριστούν από την ακόλουθη διαδικασία. Κάθε φορά που δακτυλογραφείται μια ανακριβής απάντηση από έναν σπουδαστή, αυτή η απάντηση μετατρέπεται στον πραγματικό ήχο προφοράς της λέξης που δακτυλογραφείται και συγκρίνεται έπειτα με τον ήχο προφοράς της σωστής απάντησης που ο σπουδαστής πρέπει να έχει δώσει. Εάν αυτές οι απαντήσεις είναι παρόμοιες ίσως ο σπουδαστής να έχει κάνει ένα ορθογραφικό λάθος. Εάν αυτό συμβαίνει, δεν σημαίνει ότι δεν ξέρει την απάντηση καθόλου. Εάν ο σπουδαστής έχει δακτυλογραφήσει μια λέξη, που είναι απολύτως διαφορετική από τη σωστή τότε έχει κάνει ένα λάθος πεδίου. Τέτοιες πληροφορίες για την αιτία ενός λάθους καταγράφονται έπειτα στο μοντέλο σπουδαστών. Κατά συνέπεια, η διδακτική εφαρμογή καταγράφει και τις πληροφορίες των εξαρτώμενων πεδίων και των ανεξάρτητων πεδίων για συγκεκριμένους σπουδαστές στα μακροπρόθεσμα μεμονωμένα μοντέλα τους. Παραδείγματος χάριν, ένας σπουδαστής μπορεί να κάνει επιμόνως πολλά ορθογραφικά λάθη όταν δακτυλογραφεί τις απαντήσεις στις ερωτήσεις που τίθενται από τη διδακτική εφαρμογή. Αυτό είναι ένα ανεξάρτητο πεδίου χαρακτηριστικό του σπουδαστή σχετικά με τις δεξιότητες του στην ορθογραφία, παρά στη γνώση πεδίου.

Τα λάθη περιοχών μπορούν να εξεταστούν περαιτέρω για τον προσδιορισμό μιας βαθύτερης αιτίας του λάθους. Παραδείγματος χάριν, ο εκπαιδευτής μπορεί να έχει παραδώσει έναν κατάλογο συχνών λαθών και κάθε ένα από αυτά μπορεί να είχε συνδεθεί με μια ελλοχεύουσα αιτία του λάθους. Κατά αυτόν τον τρόπο οι εκπαιδευτές μπορούν να δημιουργήσουν έναν κατάλογο σφαλμάτων, ο οποίος θα είναι βασισμένος στην εμπειρία σχετικά με τα λάθη των σπουδαστών. Τέτοιοι κατάλογοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω ταξινόμηση των λαθών σε πεδία ώστε να ενημερώνεται και το μοντέλο σπουδαστών.

4.4. Αξιολογήσεις κινητών χαρακτηριστικών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα

Το λογισμικό που προορίζεται να υποβοηθήσει την εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί επιτυχές εάν εγκρίνεται από τους ανθρώπινους εκπαιδευτές και είναι εκπαιδευτικά ευεργετικό στους σπουδαστές. Διαφορετικά ίσως δεν μπορεί να συμπεριληφθεί ακόμη στην εκπαιδευτική διαδικασία και δεν μπορεί να γίνει αποδεκτό από τους δυνητικούς χρήστες του. Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση αυτού του είδους λογισμικού είναι μια σημαντική φάση που θα πρέπει να παρακολουθεί την ανάπτυξη ανά πάσα στιγμή. Πιο συγκεκριμένα, η διαμορφωτική αξιολόγηση είναι ένα από τα κρισιμότερα βήματα στην ανάπτυξη των υλικών εκμάθησης επειδή βοηθά το σχεδιαστή να βελτιώσει την αποδοτικότητα του λογισμικού και αυτό αυξάνει την πιθανότητα το τελικό προϊόν να επιτύχει τους δηλωμένους στόχους του (Chou, 1999).

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές αποτελούν μια πρόσθετη κατηγορία λογισμικού που πρέπει να διαμορφώσει και να βοηθήσει πολλές πτυχές των γνωστικών διαδικασιών των ανθρώπων είτε αυτοί είναι αρχάριοι είτε εκπαιδευτικοί. Εντούτοις, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν μέθοδοι αξιολόγησης που είναι ειδικευμένες κυρίως στο εκπαιδευτικό λογισμικό. Ένα τέτοιο πλαίσιο αξιολόγησης περιγράφει τρεις διαστάσεις που αξιολογούνται: (i) το περιεχόμενο (ii) οι αλληλεπιδράσεις και (iii) οι τοποθετήσεις και οι εκβάσεις (Jones, Scanlon, Tosunoglu, Morris, Ross, Butcher και λοιποί, 1999). Το περιεχόμενο καθορίζει το λόγο για τον οποίο το εκπαιδευτικό λογισμικό υιοθετείται κατά πρώτο λόγο, δηλαδή η ελλοχεύουσα λογική για την ανάπτυξη και τη χρήση του. Οι διαφορετικές λογικές απαιτούν διαφορετικές προσεγγίσεις αξιολόγησης. Οι αλληλεπιδράσεις των σπουδαστών με το λογισμικό αποκαλύπτουν πληροφορίες για τις διαδικασίες εκμάθησης τους. Το στάδιο «εκβάσεων» εξετάζει τις πληροφορίες από ποικίλες πηγές, όπως τεστ πριν και μετά την ολοκλήρωση της μελέτης, συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια με τους σπουδαστές και τους δασκάλους. Αυτό το πλαίσιο έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του Κινητού Συγγραφέα.

Η ελλοχεύουσα λογική της ενσωμάτωσης κινητών χαρακτηριστικών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα περιλαμβάνει την προσφορά περισσότερης ευκολίας όσον αφορά το χρόνο, τον τόπο και το είδος συσκευής στους χρήστες της (εκπαιδευτές και αρχάριοι), επομένως το πλαίσιο της αξιολόγησης απαιτεί έμφαση στην κινητή πτυχή του συστήματος. Κατά συνέπεια, οι αλληλεπιδράσεις των σπουδαστών με το λογισμικό αξιολογήθηκαν με βάση τις διαδικασίες εκμάθησής τους, ενώ χρησιμοποιούσαν τις κινητές συσκευές. Τέλος, το στάδιο «εκβάσεων» περιέλαβε τα επιτεύγματα των εξετάσεων πριν και μετά τη χρήση κινητής συσκευής. Επιπλέον, περιέλαβε πολλές συνεντεύξεις των σπουδαστών και των εκπαιδευτών, οι οποίες εστίασαν κυρίως στην αξιολόγηση της χρήσης των κινητών συσκευών. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά, η αξιολόγηση του κινητού συγγραφέα περιέλαβε τους εκπαιδευτές και τους σπουδαστές και διευθύνθηκε σε δύο διαφορετικές φάσεις. Στην πρώτη φάση, η συγγραφική διαδικασία αξιολογήθηκε από τους εκπαιδευτές, οι οποίοι πέρασαν από συνέντευξη αφού πρώτα είχαν αναπτύξει ένα ΕΔΣ. Η δεύτερη φάση αφορούσε στην αξιολόγηση των προκυπτουσών εκπαιδευτικών εφαρμογών και περιέλαβε και τους εκπαιδευτές και τους σπουδαστές. Οι εκπαιδευτές της δεύτερης φάσης ήταν ακριβώς οι ίδιοι με αυτούς της πρώτης φάσης, έτσι ώστε να μπορούν να έχουν πληρέστερη εμπειρία με τον κινητό συγγραφέα, για τη δημιουργία ενός ΕΔΣ και για τη διαχείριση των μαθημάτων τους.

Στην πρώτη και δεύτερη φάση, 10 εκπαιδευτές συμμετείχαν στην αξιολόγηση. Έξι από τους ήταν εκπαιδευτές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και κλήθηκαν να προετοιμάσουν τα μαθήματα και τις τεστ στη γεωγραφία, την ιστορία, τη βιολογία, τη φυσική, τη χημεία και τα αγγλικά αντίστοιχα, ανάλογα με το πεδίο της πείρας τους. Οι υπόλοιποι εκπαιδευτές ήταν πανεπιστημιακοί. Δύο από αυτούς ήταν εκπαιδευτές ιατρικής επιστήμης και δύο από αυτούς ήταν εκπαιδευτές πληροφορικής. Όλοι όσοι συμμετείχαν στο πείραμα εξοικειώθηκαν με τη χρήση των υπολογιστών. Επιπλέον, είχαν εκπαιδευτεί για τη χρήση του Κινητού Συγγραφέα πριν από το πείραμα.

Μετά το στάδιο της συνέντευξης, όλοι οι συγγραφείς επιβεβαίωσαν ότι ο Κινητός Συγγραφέας είχε μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή και ότι

οι κινητές εγκαταστάσεις ήταν είτε χρήσιμες είτε πολύ χρήσιμες. Πιο συγκεκριμένα, 7 από αυτούς δήλωσαν ότι βρήκαν τις κινητές παροχές-δυνατότητες του Κινητού Συγγραφέα είτε χρήσιμες είτε πολύ χρήσιμες για τη δημιουργία και για τη συντήρηση των μαθημάτων τους, ενώ 3 από αυτούς είπαν ότι δεν είχαν χρησιμοποιήσει τα κινητά χαρακτηριστικά γνωρίσματα καθόλου κατά τη διάρκεια της δημιουργίας της σειράς μαθημάτων, ωστόσο τα βρήκαν χρήσιμα κατά τη διάρκεια της εποπτείας μαθημάτων-μαθητών. Οι ακριβείς απαντήσεις των εκπαιδευτών στις ερωτήσεις για τα κινητά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του εργαλείου δημιουργίας παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2. Όπως αναμενόταν, όλοι από τους 7 εκπαιδευτές που βρήκαν χρήσιμα τα κινητά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της εφαρμογής και για τις δύο φάσεις, έκαναν σαφές ότι είχαν χρησιμοποιήσει τις κινητές δυνατότητες με συμπληρωματικό τρόπο με έναν υπολογιστή γραφείου, δεδομένου ότι η συγγραφική διαδικασία περιλαμβάνει την εισαγωγή πολλών δεδομένων. Κατά συνέπεια θα ήταν δύσκολο για τον οποιονδήποτε να αναπτύξει ολόκληρη τη σειρά μαθημάτων χρησιμοποιώντας ένα κινητό τηλέφωνο.

Πίνακας 1. Απόψεις εκπαιδευτών για τη χρησιμότητα της κινητής δημιουργίας σειράς μαθημάτων

| | | <i>Instructors' answers to the question: "How do you rate the usefulness of the facility of mobile creation of a course"</i> | | |
|----------|-------------------------|--|------------------|-----------------------|
| | Instructors | a. not useful at all | b. useful | c. very useful |
| | University level | | | |
| 1 | Computer Science | | √ | |
| 2 | Computer Science | | √ | |

| | | | | |
|----|---------------------|---|---|---|
| 3 | Medicine | | | √ |
| 4 | Medicine | | √ | |
| | School level | | | |
| 5 | Geography | | √ | |
| 6 | History | √ | | |
| 7 | Physics | √ | | |
| 8 | Biology | | √ | |
| 9 | Chemistry | | | √ |
| 10 | English | √ | | |

Πίνακας 2. Απόψεις εκπαιδευτών για τη χρησιμότητα της κινητής συντήρησης σειράς μαθημάτων

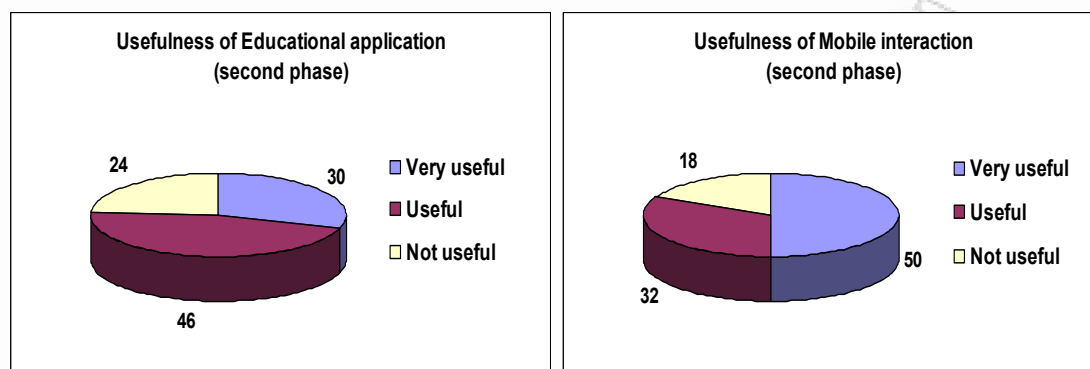
| | | <i>Instructors' answers to the question: "How do you rate the usefulness of the facility of mobile maintenance of courses"</i> | | |
|---|-------------------------|--|------------------|-----------------------|
| | Instructors | a. not useful at all | b. useful | c. very useful |
| | University level | | | |
| 1 | Computer Science | | | √ |
| 2 | Computer Science | | √ | |
| 3 | Medicine | | | √ |
| 4 | Medicine | | | √ |
| | School level | | | |
| 5 | Geography | | √ | |
| 6 | History | | √ | |
| 7 | Physics | | √ | |
| 8 | Biology | | | √ |

| | | | | |
|----|-----------|--|---|---|
| 9 | Chemistry | | | √ |
| 10 | English | | √ | |

Πρέπει να σημειωθεί ότι μεταξύ των πιο ενθουσιασμένων για τα κινητά χαρακτηριστικά γνωρίσματα εκπαιδευτών, ήταν οι πανεπιστημιακοί εκπαιδευτές πληροφορικής και ιατρικής. Ως ένα βαθμό, αναμενόταν ότι οι εκπαιδευτές πληροφορικής θα ικανοποιούνταν από τον Κινητό Συγγραφέα, πιθανώς περισσότερο από τους άλλους εμπειρογνώμονες, λόγω της οικειότητάς τους με την τεχνολογία. Πράγματι, εκτίμησαν τη χρησιμότητα των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ιδιαίτερα, ωστόσο η εφαρμογή εκτιμήθηκε ακόμα περισσότερο από τους εκπαιδευτές της ιατρικής επιστήμης. Αυτό συνέβη πιθανώς εξαιτίας του γεγονότος ότι οι εκπαιδευτές της ιατρικής επιστήμης εξαρτώνται συνήθως πολύ από τα κινητά τηλέφωνα τους, λόγω του βεβαρημένου φόρτου εργασίας τους και του γεγονότος ότι έπρεπε να είναι σε πολλές διαφορετικές θέσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας (νοσοκομείο, τάξεις κολεγίων, επισκέψεις στους ασθενείς κ.λπ.).

Η δεύτερη φάση περιελάμβανε συνολικά 50 σπουδαστές, 5 σπουδαστές από κάθε μια από τις αντίστοιχες κατηγορίες των 10 εκπαιδευτών που συμμετείχαν στην αξιολόγηση. Η ελλοχεύουσα λογική του κινητού ΕΔΣ στηρίζεται στην υπόθεση ότι αυτές οι εφαρμογές είναι καταλληλότερες και πιο εύχρηστες ως προς τη χρήση, ενώ διατηρούν την εκπαιδευτική ποιότητα. Με μια πρώτη ματιά, η ισχύς αυτής της υπόθεσης ίσως φαινόταν προφανής. Εντούτοις, μπορεί να υπάρξουν σπουδαστές που δεν εξοικειώνονται με το εκπαιδευτικό λογισμικό γενικά και έτσι πιθανώς να μην προτιμήσουν τις συγκεκριμένες εφαρμογές. Αφετέρου, μπορεί να υπάρξουν σπουδαστές, οι οποίοι εξοικειώνονται πολύ με τους υπολογιστές και τα κινητά τηλέφωνα και είναι πολύ ευτυχείς χρησιμοποιώντας τους για εκπαιδευτικούς λόγους. Ως εκ τούτου, μια σημαντική πτυχή της αξιολόγησης ήταν να ανακαλυφθεί εάν οι σπουδαστές ενισχύθηκαν πράγματι από το κινητό περιβάλλον. Μια άλλη πολύ σημαντική πτυχή ήταν

να ανακαλυφθεί εάν οι σπουδαστές είχαν αποκομίσει τα εκπαιδευτικά οφέλη από τα ΕΔΣ.



Σχήμα 7: Ποσοστό χρησιμότητας της εκπαιδευτικής εφαρμογής και της κινητής αλληλεπίδρασης σύμφωνα με τους σπουδαστές

Οι σπουδαστές κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν τα ΕΔΣ ως τμήμα της εργασίας τους για τις σειρές μαθημάτων τους. Αφότου ολοκληρώθηκαν οι σειρές μαθημάτων, οι σπουδαστές πέρασαν από συνέντευξη. Ένα μέρος των ερωτήσεων που υποβλήθηκαν στους σπουδαστές παρουσιάζεται στον πίνακα 3. Ένα σημαντικό ποσοστό 76% των σπουδαστών βρήκε ολόκληρη την εκπαιδευτική εφαρμογή λογισμικού χρήσιμη ή πολύ χρήσιμη. Ένα ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό (82%) βρήκε τις εγκαταστάσεις κινητής επικοινωνίας εκπαιδευτών-σπουδαστών χρήσιμες ή πολύ χρήσιμες κατά τη διάρκεια της σειράς μαθημάτων. Κυκλικά διαγράμματα που αντιπροσωπεύουν αυτά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 7. Οι σπουδαστές που ήταν πιο ενθουσιασμένοι για αυτές τις εγκαταστάσεις ήταν είτε αυτοί που παρευρέθηκαν σε πολλές διαλέξεις κατά τη διάρκεια της ημέρας και έτσι είχαν ένα πολύ «κινητό» χρονοδιάγραμμα, είτε αυτοί που επιθύμησαν να χρησιμοποιήσουν SMS στην καθημερινή τους ζωή, για όλους τους τύπους επικοινωνίας τους με άλλους ανθρώπους, είτε αυτοί ήταν φίλοι, συμμαθητές είτε εκπαιδευτικοί. Πιο συγκεκριμένα, για αυτήν την κατηγορία σπουδαστών που αποτέλεσαν το 34% των συνολικών σπουδαστών, η δυνατότητα χρήσης των κινητών συσκευών έκανε ολόκληρη την εκπαιδευτική εφαρμογή λογισμικού ελκυστικότερη και πιο αποδοτική, απλά επειδή συμπάθησαν το κινητό τηλέφωνο ως μέσο αλληλεπίδρασης.

Πίνακας 3. Ένα μέρος των ερωτήσεων που υποβλήθηκαν στους σπουδαστές

| | |
|---|--|
| 1 | <i>How do you rate the usefulness of the whole application?</i> a. not useful b. useful c. very useful |
| 2 | <i>How do you rate the usefulness of the instructor-students mobile communication facilities?</i> a. not useful b. useful c. very useful |
| 3 | <i>Did you consider the application attractive? If yes, what did you like about the application?</i> |

Σε αυτό το κεφάλαιο διερευνήθηκαν τα νεοεμφανιζόμενα κινητά χαρακτηριστικά σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και ιδιαίτερα οι χρήσεις τους ως συγγραφικά εργαλεία. Παρουσιάστηκε το πώς ένα κινητό συγγραφικό εργαλείο ΕΔΣ μπορεί να παρέχει σχετικά νέες κινητές δυνατότητες τόσο στους εκπαιδευτές όσο και στους σπουδαστές, διατηρώντας υψηλή την ποιότητα της εκπαιδευτικής εφαρμογής όσον αφορά την αλληλεπίδραση, την προσαρμοστικότητα και την εξατομίκευση. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ήταν πολύ ενθαρρυντικά και έδειξαν ότι η συμβολή των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων λογισμικού στην εκπαίδευση χαίρουν της εκτίμησης των εκπαιδευτών και των σπουδαστών.

Κεφάλαιο 5

Μελέτες αξιολόγησης κινητής ασύρματης διαδικτυακής εκπαίδευσης (m-learning)

5.1. Εισαγωγή

Κατά την τελευταία δεκαετία, η εκπαίδευση μέσω του διαδικτύου έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής και πολλή έρευνα και ανάπτυξη έλαβε χώρα στο πλαίσιο κάθε είδους εκπαιδευτικού λογισμικού βασισμένου στο Διαδίκτυο. Δικαίως και η εκπαιδευτική τεχνολογία λογισμικού, υπήρξε αρκετά ώριμη, έτσι ώστε να έχει αξιολογηθεί σε πολλές πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων μπορεί να λειτουργήσει ως βοήθημα στις διαδικτυακές εφαρμογές, παρέχοντας υπηρεσίες στις περισσότερες εκπαιδευτικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων και των εκπαιδευτικών εφαρμογών. Τα κινητά χαρακτηριστικά μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τις εκπαιδευτικές διαδικασίες αφού μπορούν και παρέχουν την λεγόμενη «φορητότητα» τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτές τους.

Η τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά την εκπαιδευτική διαδικασία γενικότερα, αφού τόσο οι μαθητές, όσο και οι εκπαιδευτές τους μπορούν να έχουν πρόσβαση στο εκπαιδευτικό

λογισμικό από οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή, μέσω κινητών συσκευών και γενικότερα κινητών τηλεφώνων. Οι επιπλέον δυνατότητες χρήσης κινητών τηλεφώνων σε εκπαιδευτικά συστήματα, παρέχουν το πρόσθετο πλεονέκτημα της εύκολης πρόσβασης στο εκπαιδευτικό σύστημα από οποιαδήποτε κινητή συσκευή, χωρίς τη χρήση προσωπικού υπολογιστή. Αυτό συνεπάγεται ότι οι χρήστες δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν κάποιο ειδικό προσωπικό υπολογιστή, αφού μπορούν να έχουν πρόσβαση στην εκπαιδευτική εφαρμογή από το προσωπικό τους κινητό τηλέφωνο όπου και αν βρίσκονται. Αυτό δείχνει αρκετά σημαντικό, τη στιγμή που η βιομηχανία των κινητών τηλεφώνων αναπτύσσεται ραγδαία. Πράγματι εάν παρατηρήσουμε τον αριθμό των πωλήσεων των κινητών τηλεφώνων, φαίνεται ότι είναι πολλοί οι άνθρωποι που ήδη χρησιμοποιούν ένα κινητό τηλέφωνο, ενώ ταυτόχρονα οι ίδιοι άνθρωποι μπορεί να μην διαθέτουν έναν προσωπικό υπολογιστή. Βέβαια, οι κινητές συσκευές παρέχουν πιο περιορισμένη αλληλεπίδραση με τους χρήστες από ότι οι προσωπικοί υπολογιστές. Αυτό δεν είναι μεγάλο πρόβλημα για τις απλές χρήσεις των κινητών υπηρεσιών όπως τα σύντομα μηνύματα (SMS), που αποτελούν μια εύκολη εργασία, αλλά μπορεί να είναι σημαντικό μειονέκτημα κατά μια εκπαιδευτική αλληλεπίδραση χρήστη-υπολογιστή, η οποία θα έπρεπε να είναι αρκετά πιο σύνθετη. Έτσι, θα έπρεπε να συζητηθεί εάν οι κινητές δυνατότητες που παρέχουν τα κινητά τηλέφωνα αξίζουν την προσπάθεια εισαγωγής τους στα εκπαιδευτικά συστήματα. Αυτό προβάλλει ένα σημαντικό θέμα το οποίο πρέπει να ξεκαθαριστεί πριν γίνει πολλή δουλειά και έρευνα στο χώρο της κινητής εκπαίδευσης μέσω του διαδικτύου. Σήμερα, τα περισσότερα εκπαιδευτικά συστήματα κινητών τηλεφώνων, δεν έχουν ωριμάσει αρκετά, έτσι ώστε να παράγουν αποτελέσματα που θα κρίνουν το ποσό είναι χρήσιμα ή όχι. Επιπροσθέτως, μπορεί να υπάρχουν και μειονεκτήματα σε μια τέτοιου είδους προσέγγιση, όπως οι δυσκολίες στη χρήση καθώς και το πόσο φιλικό στη χρήση είναι ένα τέτοιο, νέο, περιβάλλον αλληλεπίδρασης. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει το ποσοστό αποδοχής και χρησιμότητας των κινητών διεργασιών σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα από μαθητές, σε αντιδιαστολή με τη χρήση του ίδιου εκπαιδευτικού συστήματος, μέσω ενός προσωπικού υπολογιστή. Για να υποβάλουμε σε δοκιμή το σύστημά μας

χρησιμοποιήσαμε ένα ήδη υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα για την ιατρική το οποίο περιγράφεται στο κεφάλαιο 3.

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζουμε τον βαθμό της χρησιμότητας της χρήσης κινητών τηλεφώνων από μαθητές και εκπαιδευτές. Οι μαθητές, κατά κύριο λόγο, επιθυμούν να διαβάσουν μέρος ολόκληρης της θεωρίας από ένα συγκεκριμένο μάθημα, καθώς και να συμμετέχουν σε διαγωνίσματα χρησιμοποιώντας μια κινητή συσκευή, ως ένα εναλλακτικό τρόπο αλληλεπίδρασης. Σε αντιπαράθεση, διερευνούμε κατά πόσο αυτό είναι χρήσιμο. Η προσέγγισή που χρησιμοποιήσαμε για αυτή τη διερεύνηση, είναι μέσω μιας εμπειρικής μελέτης στην οποία συμμετέχουν μαθητές και εκπαιδευτές από διαφορετικά πανεπιστημιακά τμήματα, όπου θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουν τόσο την κινητή συσκευή, όσον και μια συνηθισμένου εφαρμογή γραφείου σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα, έτσι ώστε να μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα και από τους δύο τρόπους διεπαφής.

Ως αποτέλεσμα της παρούσας αξιολόγησης, η πλειοψηφία των χρηστών βρήκε τις κινητές δυνατότητες χρήσιμες και ταυτόχρονα φιλικές ως προς τον χρήστη, αφού χρησιμοποιήθηκαν κατά την διεπαφή τους με το σύστημα σε καθημερινή βάση. Όμως, οι χρήστες οι οποίοι ήταν έμπειροι στη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, αναφέρθηκαν στις κινητές δυνατότητες ως ένα συμπληρωματικό τρόπο αλληλεπίδρασης με το κύριο σύστημα. Σε αντιδιαστολή, οι φοιτητές οι οποίοι είχαν ανεπαρκή πείρα με υπολογιστές βρήκαν αρκετά ελκυστική την αποκλειστική χρήση του κινητού τους τηλεφώνου, το οποίο βρήκαν και πολύ εύκολο στη χρήση. Η ευκολία αυτή, θα μπορούσε σίγουρα να βελτιωθεί με τις απαραίτητες αντίστοιχες βελτιώσεις στο λογισμικό. Το παρόν σύστημα μπορεί να ενσωματώσει τεχνολογίες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή μέσω αναγνώρισης σημάτων από το μικρόφωνο και το πληκτρολόγιο. Με αυτό τον τρόπο το υπάρχον σύστημα θα καταστεί περισσότερο προσαρμοστικό, ακόμα πιο φιλικό ως προς το χρήστη και ελκυστικό.

5.2. Αξιολόγηση των κινητών δυνατοτήτων από τη μεριά των εκπαιδευτικών

Για να προσδιορίσουμε την έκταση της χρησιμότητας και τη δυνατότητα χρησιμοποίησης των κινητών δυνατοτήτων του εκπαιδευτικού συστήματος πραγματοποιήσαμε μια μελέτη αξιολόγησης. Αυτή η μελέτη αξιολόγησης επεκτείνει μια προηγούμενη που είχαμε διευθύνει μεταξύ των εκπαιδευτικών που εξοικειώθηκαν με τη χρήση των υπολογιστών και κινητών συγγραφικών εργαλείων (Virvou & Alerpis 2003). Σε εκείνη την μελέτη διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών βρήκε τις κινητές εγκαταστάσεις χρήσιμες και μόνο η μειονότητα τους δεν τις είχε χρησιμοποιήσει καθόλου. Η παρούσα μελέτη αξιολόγησης εστίασε στη χρησιμότητα και στη δυνατότητα χρησιμοποίησης των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων σε σύγκριση με τις τυποποιημένες συσκευές υπολογιστών γραφείου. Επομένως μια σημαντική ερώτηση ήταν εάν οι δάσκαλοι ενισχύθηκαν από τις κινητές εγκαταστάσεις και εάν τις βρήκαν εύχρηστες σε σύγκριση με τις βασισμένες στο WEB εγκαταστάσεις υπολογιστών γραφείου του εκπαιδευτικού συστήματος.

Η μελέτη αξιολόγησης που περιγράφουμε σε αυτή την ενότητα περιέλαβε 12 εκπαιδευτές διάφορων εκπαιδευτικών περιοχών. Η επιλογή των εκπαιδευτών έγινε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι μισοί (6) εκ των εκπαιδευτών να κατέχουν επαρκείς γνώσεις σε σχέση με τη χρήση των υπολογιστών, ενώ οι υπόλοιποι να μην έχουν οποιαδήποτε σημαντική εμπειρία με τη χρήση των υπολογιστών. Ο λόγος για αυτό το είδος επιλογής των εκπαιδευτών ήταν να ανακαλυφθεί εάν οι κινητές εγκαταστάσεις μπορούν να παρέχουν την υποστήριξη στους χρήστες ανεξάρτητα από τη γνώση υπολογιστών τους και τις δυνατότητες των υπολογιστών γραφείου.

Κατά τη διάρκεια της μελέτης αξιολόγησης στους προαναφερθέντες 12 εκπαιδευτές δόθηκε πρόσβαση στις εγκαταστάσεις τόσο των προσωπικών υπολογιστών, όσο και των κινητών συσκευών με σύνδεση

στην κύρια εκπαιδευτική εφαρμογή. Κατόπιν υποβλήθηκαν σε ερωτήσεις σχετικές με την εμπειρία τους σε σχέση τον κινητό εξοπλισμό.

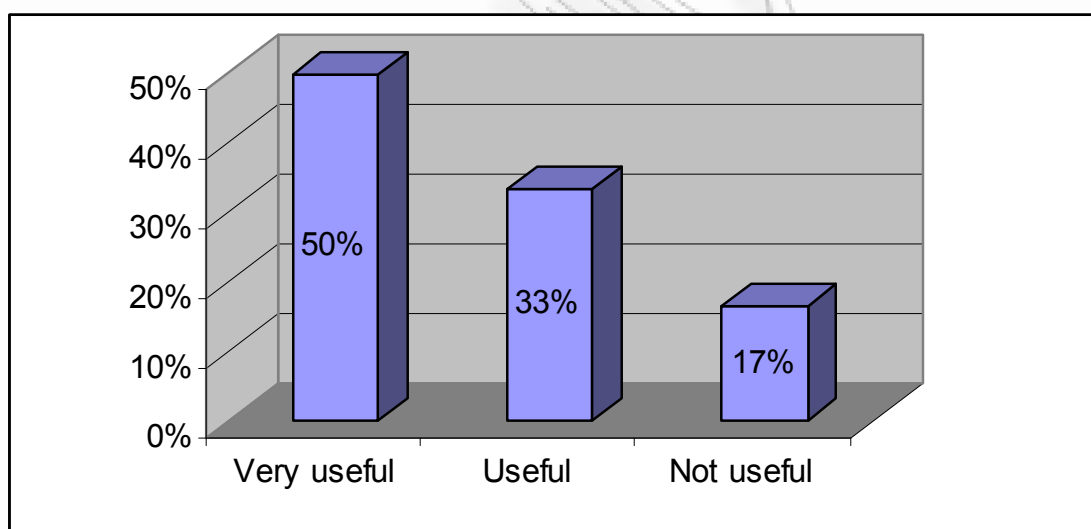
Για να προσδιοριστεί η χρησιμότητα των κινητών δυνατοτήτων, οι εκπαιδευτές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με τη χρησιμότητα των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του κινητού συστήματος. Ένα δείγμα των ερωτήσεων που υποβλήθηκαν στους 12 εκπαιδευτές είναι το ακόλουθο:

1. Πώς εκτιμάτε τη χρησιμότητα της εκπαιδευτικής-συγγραφικής εφαρμογής;
2. Πώς εκτιμάτε τη χρησιμότητα των δυνατοτήτων κινητής επικοινωνίας;
3. Προτιμάτε τη χρησιμοποίηση του κινητού τηλεφώνου σας, παρά ένα PC για την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή; Εάν ναι, σε ποιές περιπτώσεις πιστεύετε ότι προτιμάται η «κινητή αλληλεπίδραση»;
4. Σκέφτεστε ότι είναι δυνατό να διαχειριστείτε ένα ολόκληρο μάθημα από μια φορητή συσκευή;
5. Σκέφτεστε ότι η εναλλακτική χρήση του κινητού τηλεφώνου σας σε ολόκληρη την εκπαιδευτική διαδικασία θα μπορούσε να σας εξοικονομήσει πολύτιμο χρόνο;
6. Σκέφτεστε ότι η ανάγκη της ενσωμάτωσης των κινητών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων στις εκπαιδευτικές εφαρμογές θα αυξηθεί στο μέλλον; Εάν ναι, γιατί;

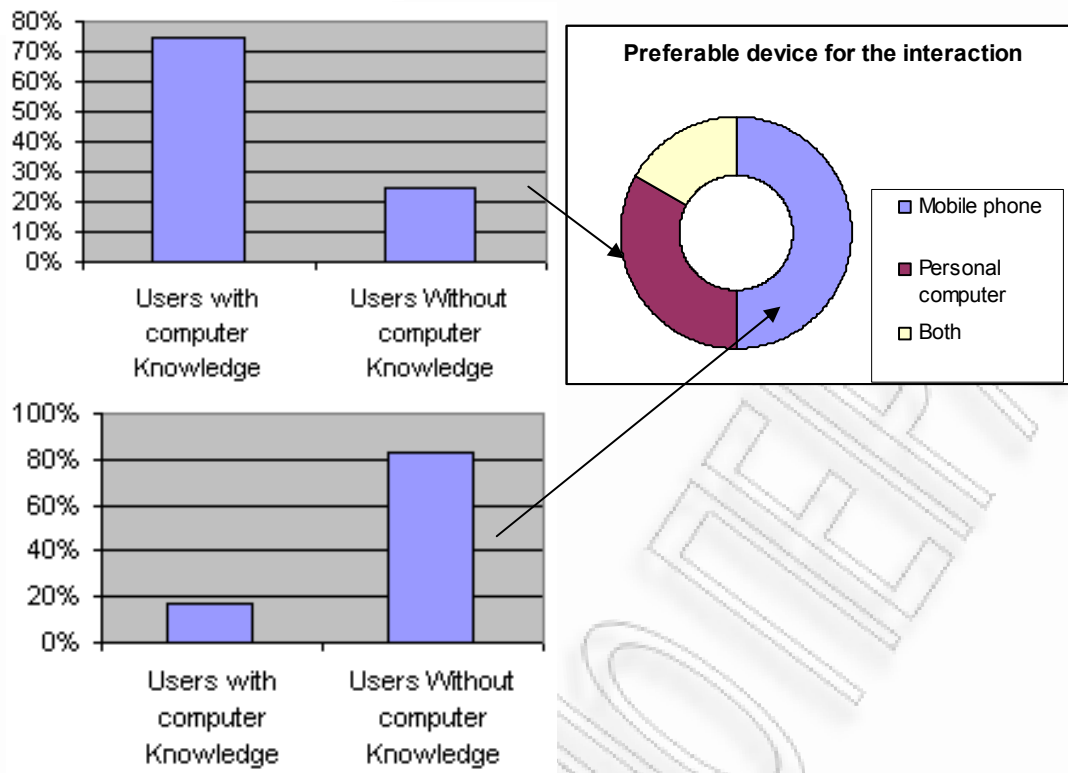
Μια περίληψη μερικών σημαντικών αποτελεσμάτων παρουσιάζεται στον πίνακα 1 και επίσης γραφικά στα σχήματα 1 και 2. Η πλειοψηφία των δασκάλων εκτίμησε ολόκληρη τη διαδικασία δημιουργία-καθοδήγησης ως χρήσιμη ή πολύ χρήσιμη.

Πίνακας 1: Περίληψη ενός μέρους των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων

| Preferable device for the administration of a whole lesson | | | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------|
| Mobile phone | | Personal computer | | Both |
| 16,6 % | | 25 % | | 58,3 % |
| Preferable device for the interaction | | | | |
| Mobile phone | | Personal computer | | Both |
| 50 % | | 33,3 % | | 16.6 % |
| Users with computer Knowledge | Users Without computer Knowledge | Users with computer Knowledge | Users Without computer Knowledge | |
| 17 % | 83 % | 75 % | 25 % | |



Σχήμα 1: Χρησιμότητα της κινητής αλληλεπίδρασης ως προς την εξοικονόμηση χρόνου



Σχήμα 2: Προτιμώμενη συσκευή αλληλεπίδρασης

Πρέπει να σημειώσουμε ότι οι εκπαιδευτές με βαριά φορτωμένα προγράμματα εργασίας βρήκαν την ιδέα μιας εναλλακτικής «κινητής» αλληλεπίδρασης αρκετά ελκυστική. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι η διαδικασία συγγραφής-καθοδήγησης-εποπτείας μαθητών θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί από οπουδήποτε, οποιαδήποτε στιγμή. Ένα άλλο πολύ σημαντικό αποτέλεσμα είναι ότι τα κινητά χαρακτηριστικά γνωρίσματα προτιμώνται συνήθως από τους δασκάλους με την ανεπαρκή γνώση υπολογιστών. Οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτές, που δεν έχουν πολλή εμπειρία στη χρήση των υπολογιστών, ωστόσο κατέχουν ένα κινητό τηλέφωνο και επομένως ξέρουν πώς να το χρησιμοποιήσουν. Φυσικά η χρήση ενός κινητού τηλέφωνο είναι ευκολότερη από τη συνολική χρήση ενός υπολογιστή, ακόμη και στις σύγχρονες φιλικές προς το χρήστη διεπαφές. Εντούτοις οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτές οι οποίοι ήταν πιο οικείοι με τη καθημερινή χρήση των υπολογιστών, προτίμησαν τους υπολογιστές για την αλληλεπίδρασή τους. Ο λόγος για αυτό ήταν ότι οι

υπολογιστές παρέχουν μια μεγαλύτερη ποικιλία δυνατοτήτων αλληλεπίδρασης όπως τα μεγάλα πληκτρολόγια, το ποντίκι καθώς και πιο φιλικές προς το χρήστη επιλογές. Κατά συνέπεια, οι δάσκαλοι που ήξεραν ήδη πώς να χρησιμοποιήσουν τους υπολογιστές προτίμησαν τους υπολογιστές για την τυπική αλληλεπίδρασή τους με την εφαρμογή. Τέλος, σχεδόν όλοι οι εκπαιδευτές θεώρησαν ότι θα υπάρξει μια αύξηση στην «ανάγκη» για την κινητή επέκταση των εκπαιδευτικών συστημάτων στο κοντινό μέλλον.

5.3. Αξιολόγηση των κινητών δυνατοτήτων από τη μεριά των μαθητών

Η μελέτη αξιολόγησης των κινητών δυνατοτήτων του εκπαιδευτικού συστήματος από την πλευρά των μαθητών υλοποιήθηκε σε δύο επίπεδα.

1. Επίπεδο χρησιμότητας. Σε αυτό το επίπεδο, αξιολογείται η χρησιμότητα τόσο της εφαρμογής γραφείου όσο και της κινητής εφαρμογής του εκπαιδευτικού συστήματος. 2. Επίπεδο φιλικότητας προς τον χρήστη. Σε αυτό το επίπεδο, αξιολογείται το κατά πόσο η εφαρμογή γραφείου όσο και η κινητή εφαρμογή του εκπαιδευτικού συστήματος είναι φιλικά ως προς τον χρήστη. Ένα δείγμα από τις ερωτήσεις αυτές είναι το παρακάτω:

- Ερωτήσεις που αφορούν το πρώτο επίπεδο αξιολόγησης.
 1. Πως αξιολογείτε τη χρησιμότητα της εκπαιδευτικής εφαρμογής;
 2. Πως αξιολογείτε τη χρησιμότητα της κινητής αλληλεπίδρασης με το σύστημα;
 3. Θα προτιμούσατε να χρησιμοποιήσετε το κινητό σας τηλέφωνο αντί για μια εφαρμογή γραφείου κατά την αλληλεπίδραση σας με το σύστημα; Και αν ναι η όχι τι σας άρεσε είτε δεν σας άρεσε περισσότερο;
- Σχετικά με το δεύτερο μέρος αξιολόγησης.
 1. Πιστεύετε τα κινητά χαρακτηριστικά σας εμπόδισαν από το να καταλάβετε τις διαδικασίες στην εκπαιδευτική εφαρμογή καλύτερα;
 2. Πιστεύετε ότι η εφαρμογή είναι ελκυστική; Εάν ναι, τι σας άρεσε περισσότερο σε σχέση με την εφαρμογή;

Τα στατιστικά αποτελέσματα και τα ποσοστά από τις απαντήσεις των χρηστών στις κύριες ερωτήσεις της μελέτης αξιολόγησης παρουσιάζονται στους πίνακες 1, 2, 3 και 4.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα που αφορούν τη χρησιμότητα της εκπαιδευτικής εφαρμογής

| Χρησιμότητα της εκπαιδευτικής εφαρμογής | | |
|---|--------|------------|
| Very useful | Useful | Not useful |
| 20 % | 45 % | 35 % |

Πίνακας 2. Αποτελέσματα που αφορούν τη χρησιμότητα της κινητής εφαρμογής

| Χρησιμότητα της κινητής αλληλεπίδρασης | | |
|--|--------|------------|
| Very useful | Useful | Not useful |
| 30 % | 45 % | 25 % |

Πίνακας 3. Ποσοστά που αφορούν την πιο ελκυστική ως προς τη χρήση συσκευή (προσωπικός υπολογιστής/κινητό τηλέφωνο)

| Προτιμώμενη συσκευή αλληλεπίδρασης | | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------|
| Mobile phone | | Personal computer | | Both |
| 48 % | | 30 % | | 22 % |
| Users with computer Knowledge | Users Without computer Knowledge | Users with computer Knowledge | Users Without computer Knowledge | |
| 30 % | 70 % | 80 % | 20 % | |

Πίνακας 4. Αποτελέσματα που αφορούν την ευκολία πλοήγησης μέσω των κινητών σελίδων

| Ευκολία στην πλοήγηση μέσω κινητών σελίδων | | |
|---|--|-----------------|
| Quite easy | Not easy | Device depended |
| 26 % | 20 % | 54 % |
| | Do you think that the appropriate software might improve the situation? | |
| | Yes | No |
| | 85 % | 15 % |

Ως αποτέλεσμα της μελέτης αξιολόγησης, οι φοιτητές εκτίμησαν τόσο την εφαρμογή γραφείου όσο και τις κινητές δυνατότητες του εκπαιδευτικού συστήματος για διαφορετικούς λόγους. Οι δυνατότητες της εφαρμογής γραφείου φάνηκαν αρκετά φιλικές ως προς τους χρήστες, κυρίως για φοιτητές με προϋπάρχουσα πείρα πάνω στους υπολογιστές. Όμως, ένα πολύ σημαντικό εύρημα της μελέτης αξιολόγησης βγήκε από τους φοιτητές οι οποίοι δεν είχαν μεγάλη σχέση με προσωπικούς υπολογιστές. Οι κινητές δυνατότητες του εκπαιδευτικού συστήματος προτιμήθηκαν περισσότερο από αυτή την ομάδα φοιτητών. Οι περισσότεροι από τους φοιτητές, οι οποίοι δεν είχαν εμπειρία στη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, διαθέτουν ένα κινητό τηλέφωνο και γι αυτό το λόγο ξέρουν πως να το χρησιμοποιήσουν. Αυτοί οι λόγοι κάνουν τη κινητή αλληλεπίδραση περισσότερο ελκυστική και αποδεκτή από την πλειοψηφία των φοιτητών της Ιατρικής. Όσο για το επίπεδο φιλικότητας ως προς τον χρήστη των κινητών δυνατοτήτων, φάνηκε ξεκάθαρα, ότι είχε σχέση με τη διαθέσιμη κινητή συσκευή. Εντούτοις, οι περισσότεροι από τους φοιτητές πρότειναν ότι θα έπρεπε να υπάρξουν βελτιώσεις στο λογισμικό έτσι ώστε να βελτιωθεί και η κινητή επικοινωνία με συσκευές οι οποίες δεν είναι τόσο φιλικές προς το χρήστη.

Παρατηρήθηκε, ότι ενώ οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες φοιτητές προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν το κινητό τους τηλέφωνο κατά την αλληλεπίδραση, οι περισσότεροι από αυτούς ήταν χρήστες με ανεπαρκείς γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών. Από την άλλη, οι

χειριστές οι οποίοι είχαν καλύτερη σχέση με τους υπολογιστές, τους προτίμησαν και την αλληλεπίδρασή τους. Η αξιολόγηση, αποκάλυψε ξεκάθαρα, ότι το επίπεδο της φιλικότητας προς το χρήστη εξαρτάται από την διαθέσιμη κινητή συσκευή και την τεχνολογία που αυτή παρέχει. Εντούτοις, οι περισσότεροι από τους ανικανοποίητους χρήστες, παρατήρησαν ότι βελτιώσεις στο λογισμικό θα μπορούσαν να αντισταθμίσουν τα προβλήματα που είχαν με τα μηχανικά μέρη της κινητής τους αλληλεπίδρασης.

Κεφάλαιο 6

Εμπειρικές μελέτες για αναγνώριση συναισθημάτων μέσω πληκτρολογίου και μικροφώνου

6.1. Εισαγωγή

Ως πρώτο βήμα στο σχεδιασμό του πρωτότυπου συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω διαφορετικών τρόπων αλληλεπίδρασης (μικρόφωνο, πληκτρολόγιο) υλοποιήσαμε εμπειρικές μελέτες βασισμένες στη συναισθηματική αλληλεπίδραση μέσω του ακουστικού/προφορικού τρόπου και του πληκτρολογίου. Ο προφορικός τρόπος αλληλεπίδρασης χρησιμοποιεί το μικρόφωνο ως συσκευή εισαγωγής ενώ η αλληλεπίδραση πληκτρολογίου χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο του προσωπικού υπολογιστή. Για την ανάλυση απαιτήσεων και την αποτελεσματική εφαρμογή της παρούσας προσέγγισης πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές πειραματικές μελέτες. Οι πειραματικές μελέτες περιέλαβαν τους πραγματικούς τελικούς χρήστες καθώς επίσης και ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Κατά αυτόν τον τρόπο η εφαρμογή του προτύπου

πολλαπλών κριτηρίων στο σύστημα ήταν ακριβέστερη καθώς βασίστηκε σε γεγονότα της συλλογιστικής διαδικασίας των πραγματικών χρηστών. Ο κύριος στόχος της πρώτης μελέτης ήταν να συγκεντρωθούν τα βίντεο με την αλληλεπίδραση του πραγματικού χρήστη με το σύστημα και κατά συνέπεια την ανακάλυψη του πώς οι χρήστες εκφράζουν τα συναισθήματα τους αλληλεπιδρώντας με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Η δεύτερη εμπειρική μελέτη περιέλαβε τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να καθορίσουν τα κριτήρια που χρησιμοποιούν συνήθως για να εκτελέσουν την αναγνώριση συναισθημάτων των σπουδαστών τους κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας καθώς επίσης και το βάρος σπουδαιότητάς τους.

Η μελέτες στόχευαν στο να αποκαλύψουν τις κοινές αντιδράσεις χρηστών που εκφράζουν τα συναισθήματα τους ενώ αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές. Μόλις αυτές οι αντιδράσεις προσδιορίστηκαν, συνδέθηκαν με συγκεκριμένα συναισθήματα μέσα στο πλαίσιο ορισμένων ομάδων χρηστών που εξαρτώνται από την ηλικία τους, το επίπεδο οικειότητας με τους υπολογιστές, το εκπαιδευτικό επίπεδο και το φύλο. Τα στερεότυπα χρησιμοποιήθηκαν στην συνέχεια (περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 10) προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων επιδεικνύοντας τις πιο κοινές αντιδράσεις σε ορισμένα συναισθήματα. Η εμπειρικές μελέτες έδωσαν επίσης σημαντικά αποτελέσματα για τις ικανότητες καθώς και τις αδυναμίες της αναγνώρισης συναισθημάτων που είναι βασισμένη σε κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης (ακουστικό, γραπτό-απτικό).

6.2. Περιγραφή εμπειρικών μελετών

Οι εμπειρικές μελέτες περιέλαβαν 200 χρήστες (αρσενικού και θηλυκού γένους) ποικίλων εκπαιδευτικών υποβάθρων, ηλικιών και επιπέδων εμπειρίας υπολογιστών. Αναλύοντας τη διανομή των συμμετεχόντων στην εμπειρική μελέτη από άποψη ηλικίας, 14% των συμμετεχόντων ήταν κάτω από την ηλικία των 18, περίπου 20% των συμμετεχόντων μεταξύ των ηλικιών 18 και 30 και ένα σημαντικό ποσοστό των συμμετεχόντων μας μετά την ηλικία των 40. Εξετάζοντας το γένος των συμμετεχόντων, οι χρήστες διαιρέθηκαν σχεδόν κατά το ήμισυ. Η κατανομή των θεμάτων λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο γνώσης υπολογιστών:

- άπειροι χρήστες 20%,
- αρχάριοι χρήστες 30%,
- χρήστες μέσου επιπέδου 32% και
- πεπειραμένοι χρήστες υπολογιστών 18%.

Η εμπειρική μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση της εμπειρικής μελέτης δόθηκαν στους συμμετέχοντες ερωτηματολόγια σχετικά με τις συναισθηματικές αντιδράσεις τους σε διάφορες καταστάσεις χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή σύμφωνα με τις ενέργειές τους καθώς πληκτρολογούν και μιλάνε. Συγκεκριμένα, τα θέματα έπρεπε να φανταστούν ή να υπενθυμίσουν μια αλληλεπίδραση με έναν υπολογιστή ενώ χρησιμοποιούσαν μια εκπαιδευτική εφαρμογή και την επιρροή στη φωνή τους και στον τρόπο που δακτυλογραφούν. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ενδεικτικά ένα μέρος από το ερωτηματολόγιο της πρώτης φάσης της εμπειρικής μελέτης:

Ερωτηματολόγιο

Καλείστε να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις που αφορούν την αλληλεπίδρασή σας με ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Σε περιπτώσεις που δεν έχετε την αντίστοιχη πραγματική εμπειρία για να απαντήσετε (δεν σας έχει συμβεί), μπορείτε να «φανταστείτε» την συγκεκριμένη περίπτωση και να απαντήσετε θεωρητικά.

Όνοματεπώνυμο:

Ηλικία:

Εμπειρία με υπολογιστές:

- Ελλιπής
- Μέτρια (2-6 μήνες)
- Καλή (6-12 μήνες)
- Πολύ καλή (πάνω από 1 χρόνο)

Γνώσεις:

- Απολυτήριο Λυκείου:.....
- Πανεπιστημιακές:.....
- Μεταπτυχιακές:.....

Όταν εντοπίσετε στο κείμενό σας «λάθη» (κυρίως ορθογραφικά) τι κάνετε συνήθως;

- Το αφήνω λάθος
- Το σβήνω πατώντας το backspace και το ξαναγράφω
- Πηγαίνω στο συγκεκριμένο σημείο με το ποντίκι και το διορθώνω
- Περιμένω να τα εντοπίσει κάποιος «έξυπνος» ορθογραφικός έλεγχος και να τα διορθώσει

Όταν κάνετε ένα λάθος σε κείμενο, όπως στην παραπάνω περίπτωση, τι λέτε;

- Τίποτα
- Λέω.....
- Ένα επιφώνημα
- Μια βρισιά, π.χ.

Αν συμμετείχατε σε ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι υπό τη μορφή ερωτήσεων-απαντήσεων (π.χ. Trivial Pursuit) τι θα λέγατε στις παρακάτω περιπτώσεις:

1) Όταν απαντήσετε σωστά:

- Τίποτα
- «Ωραία»
- Ένα επιφώνημα
- Κάτι άλλο

2) Όταν απαντήσετε λάθος:

- Τίποτα
- Λέω.....
- Ένα επιφώνημα
- Μια βρισιά, π.χ.

Κατά τη συνολική σας επαφή με τον υπολογιστή, τι συμβαίνει στις παρακάτω περιπτώσεις:

1) Όταν νευριάζετε με κάτι, αυτό φαίνεται :

A) στο πληκτρολόγιο(πατάτε κάτι):.....

B) στη φωνή σας (λέτε κάτι).....

- Είναι ανεβασμένος ο τόνος της φωνής μου
- Απλά λέω κάτι που μου έρχεται εκείνη τη στιγμή
- Τίποτα

2) Όταν χαρείτε με κάτι, αυτό φαίνεται :

A) στο πληκτρολόγιο(πατάτε κάτι):.....

B) στη φωνή σας (λέτε κάτι).....

- Είναι ανεβασμένος ο τόνος της φωνής μου
- Απλά λέω κάτι που μου έρχεται εκείνη τη στιγμή
- Τίποτα

Πιστεύετε ότι θα σας βοηθούσε (στη δουλειά σας ή σε ό,τι κάνετε) να «εισάγετε δεδομένα» όχι μόνο από το πληκτρολόγιο, αλλά και φωνητικά με κάποιο μικρόφωνο;

- Όχι δεν θα το ήθελα
- Θα ήθελα να το δοκιμάσω
- Σίγουρα θα με βοηθούσε πολύ

Η επικοινωνία σας με τον υπολογιστή στο μέλλον θα θέλατε να είχε την εξής μορφή:

- Κυρίως φωνητική (δηλαδή να του μιλάτε και να σας μιλάει)
- Θα ήθελα να παραμείνει όπως είναι (δηλαδή οθόνη-πληκτρολόγιο-ποντίκι)
- Συνδυασμός των παραπάνω

Τα δεδομένα των εμπειρικών μελετών εισήχθησαν σε βάσεις δεδομένων, όπου και αναλύθηκαν στατιστικά. Οι συμμετέχοντες της εμπειρικής μελέτης ρωτήθηκαν στη συνέχεια ποιες ενέργειες εισαγωγής δεδομένων από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο θα τους βοηθούσε να ανακαλύψουν ποια ήταν τα συναισθήματα των χρηστών. Από τις ενέργειες εισαγωγής δεδομένων που εμφανίστηκαν στο πείραμα, μόνο εκείνες που επιβεβαιώθηκαν από την πλειοψηφία των ανθρώπινων εμπειρογνομόνων επιλέχτηκαν. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζοντας το πληκτρολόγιο έχουμε:

- α) ο χρήστης πληκτρολογεί κανονικά
- β) ο χρήστης πληκτρολογεί γρήγορα (ταχύτητα υψηλότερη από τη συνηθισμένη ταχύτητα του συγκεκριμένου χρήστη)
- γ) ο χρήστης πληκτρολογεί αργά (ταχύτητα χαμηλότερη από τη συνηθισμένη ταχύτητα του συγκεκριμένου χρήστη)
- δ) ο χρήστης χρησιμοποιεί το πλήκτρο του οπισθοδιαστήματος (backspace) πολύ συχνά
- ε) ο χρήστης πατά ασυναφή πλήκτρα στο πληκτρολόγιο
- στ) ο χρήστης δεν χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο.

Σύμφωνα με βασικές ενέργειες εισαγωγής από το χρήστη μέσω του μικροφώνου έχουμε 7 περιπτώσεις:

- α) ο χρήστης μιλά χρησιμοποιώντας έντονο φραστικό ύφος
- β) ο χρήστης χρησιμοποιεί επιφωνήματα
- γ) ο χρήστης μιλά με υψηλή ένταση φωνής (υψηλότερη από το μέσο καταγεγραμμένο επίπεδο)
- δ) ο χρήστης μιλά με χαμηλή ένταση φωνής (χαμηλότερη από το μέσο καταγεγραμμένο επίπεδο)
- ε) ο χρήστης μιλά με κανονική ένταση φωνής
- στ) ο χρήστης χρησιμοποιεί λέξεις από συγκεκριμένο κατάλογο λέξεων που υποδεικνύουν ένα συναίσθημα
- ζ) ο χρήστης δε λέει τίποτα

Στη δεύτερη φάση της μελέτης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν μια εφαρμογή, η οποία ενσωμάτωσε ένα τμήμα ελέγχου χρηστών. Αυτό το τμήμα κατέγραψε τις ενέργειες των χρηστών από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο και τις ερμήνευσε τελικά από άποψη συναισθημάτων. Η βασική λειτουργία αυτού του συστατικού(τμήματος) ήταν να συλληφθούν όλα τα στοιχεία που παρεμβλήθηκαν από το χρήστη είτε προφορικά είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου του υπολογιστή. Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε μια βάση δεδομένων και αναλύθηκαν έπειτα από τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι ένα πολύ υψηλό ποσοστό (85%) των νεαρών ατόμων (κάτω από 30 ετών) που ήταν επίσης άπειρα με τους υπολογιστές κατατέθηκε ή καταγράφηκε να έχουν προτιμήσει να εκφραστούν μέσω του προφορικού τρόπου παρά μέσω του πληκτρολογίου. Αντίθετα οι συμμετέχοντες που ήταν εμπειρογνώμονες υπολογιστών δεν μας έδωσαν σημαντικά δεδομένα για την αντίληψη επιρροής κατά τη διάρκεια της προφορικής επικοινωνίας με τον υπολογιστή τους.

Χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες συμφωνούν ότι όταν είναι νευρικοί η δυνατότητα σημείωσης λάθους αυξάνεται ραγδαία. Αυτό συμβαίνει επίσης όταν έχουν

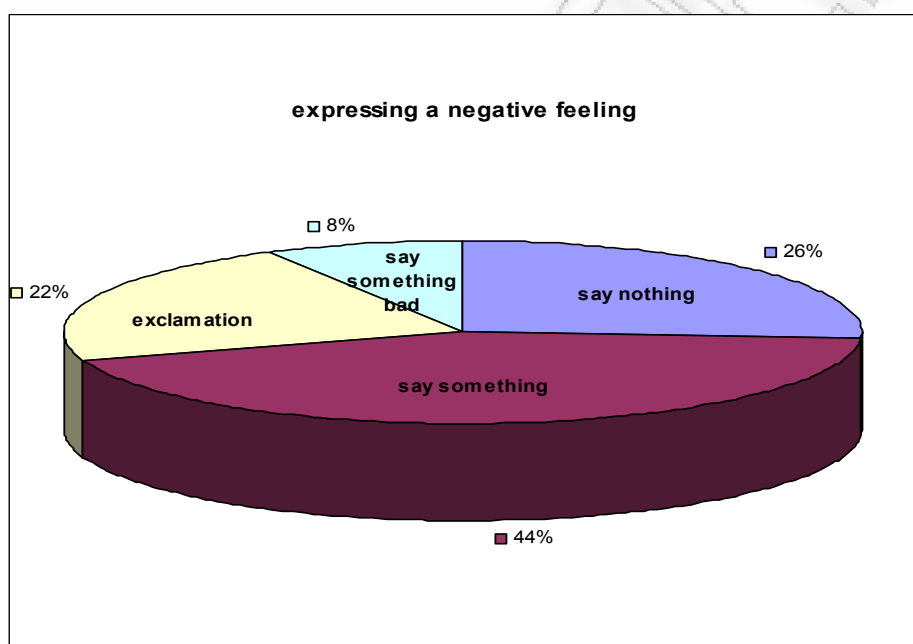
αρνητικά συναισθήματα. Τα λάθη στη δακτυλογράφηση ακολουθούνται από πολλές χρήσεις του πλήκτρου οπισθοδιαστήματος (backspace) στο πληκτρολόγιο και ταυτόχρονες αλλαγές στη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη σε ένα ποσοστό 82%. Ακόμα χρήστες κάτω των 20 ετών και χρήστες άνω των 20 ετών με επίσης χαμηλό εκπαιδευτικό υπόβαθρο φαίνεται να είναι επιρρεπέστεροι στο να κάνουν ακόμα περισσότερα λάθη συνεπεία ενός αρχικού λάθους και να χάνουν τη συγκέντρωσή τους αλληλεπιδρώντας με μια εφαρμογή (67%). Οι χρήστες της ίδιας κατηγορίας επίσης αναγνωρίζουν ότι όταν είναι θυμωμένοι το ποσοστό σημείωσης λάθους αυξάνεται, το ποσοστό δακτυλογράφησης τους γίνεται πιο αργό κατά 62% (ενώ, όταν είναι ευτυχείς δακτυλογραφούν γρηγορότερα κατά 70%). Παρόμοια αποτελέσματα στο πληκτρολόγιο αναφέρθηκαν όταν το συναίσθημα είναι πλήξη αντί του θυμού. Ένα συμπέρασμα σχετικά με το συνδυασμό των δύο τρόπων από άποψη αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ότι αλληλοσυμπληρώνονται σε μεγάλο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα μπορεί να παράγει μια υπόθεση για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη με έναν υψηλότερο βαθμό βεβαιότητας εάν λάβει υπόψη τα στοιχεία από το συνδυασμό των δύο τρόπων αλληλεπίδρασης παρά από έναν τρόπο αλληλεπίδρασης.

6.3. Ανάλυση δεδομένων από το πληκτρολόγιο

Χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες συμφωνούν ότι η πιθανότητα λάθους αυξάνεται ραγδαία, όταν είναι νευρικοί. Το ίδιο συμβαίνει όταν έχουν αρνητικά συναισθήματα. Τα λάθη στη δακτυλογράφηση ακολουθούνται από πολλές έντονες πληκτρολογήσεις οπισθοδιαστήματος (backspace) και ταυτόχρονες αλλαγές στη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη σε ένα ποσοστό 82%. Ακόμα οι χρήστες κάτω των 20 ετών φαίνεται να είναι επιρρεπέστεροι σε ακόμα περισσότερα λάθη ως συνέπεια ενός αρχικού λάθους και να χάνουν τη συγκέντρωσή τους αλληλεπιδρώντας με μια εφαρμογή (67%). Οι σπουδαστές επίσης παραδέχονται ότι όταν είναι θυμωμένοι το ποσοστό των λαθών αυξάνεται, η ταχύτητα δακτυλογράφησης μειώνεται στο 62% (αντίθετα, όταν είναι ευτυχείς δακτυλογραφούν γρηγορότερα κατά 70%) και οι πληκτρολογήσεις στο πληκτρολόγιο γίνονται εντονότερες (65%). Φυσικά η πίεση των δάχτυλων του χρήστη στο πληκτρολόγιο είναι κάτι που δεν μπορεί να μετρηθεί χωρίς το κατάλληλο υλικό. Παρόμοια αποτελέσματα στο πληκτρολόγιο αναφέρθηκαν για μια ουδέτερη συναισθηματική κατάσταση αντί του θυμού.

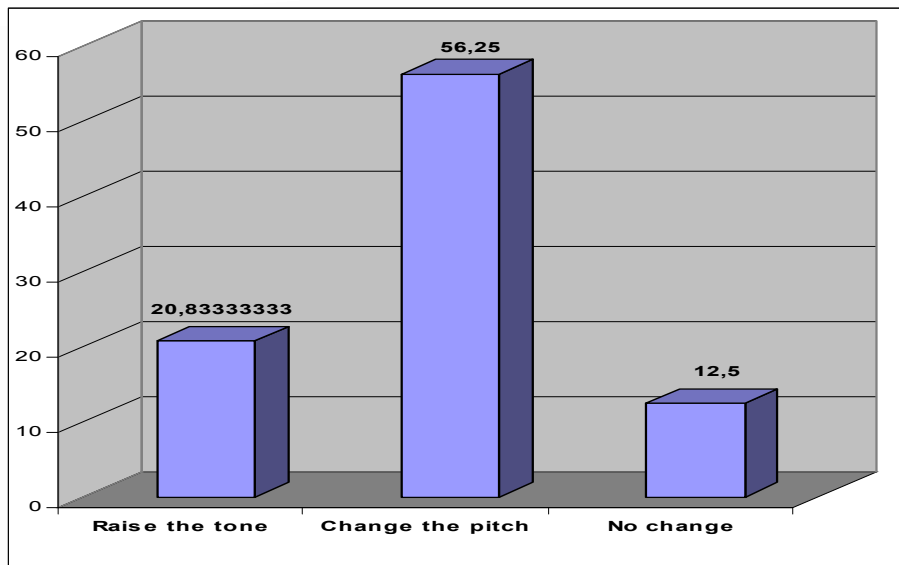
6.4. Ανάλυση δεδομένων από το μικρόφωνο

Ένα μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων λέει κάτι με το θυμό όταν κάνει ένα ορθογραφικό λάθος. Εντούτοις από τους συμμετέχοντες που όντως λένε κάτι, το 74% από αυτούς θεωρεί ότι έχει μικρή ή μέτρια (2-6 μήνες πρακτικής) γνώση υπολογιστών. Ένα πολύ ενδιαφέρον αποτέλεσμα είναι ότι οι άνθρωποι φαίνεται να είναι πιο εκφραστικοί όταν έχουν αρνητικά συναισθήματα (σχήμα 1), από ότι όταν έχουν θετικά συναισθήματα.



Σχήμα 1. Λεκτικές αντιδράσεις σε αρνητικά συναισθήματα

Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα που εμφανίζεται από τη μελέτη είναι ότι όταν οι άνθρωποι λένε κάτι που εκφράζει είτε ευτυχία είτε θυμό υποστηρίζεται ιδιαίτερα από τις αλλαγές της φωνής τους. Μπορεί να αυξήσουν τον τόνο της φωνής τους ή πιθανότερα μπορεί να αλλάξουν τη χροιά της φωνής τους, σχήμα 2.



Σχήμα 2. Αλλαγές στη φωνή κατά την έκφραση ενός συναισθήματος (είτε θετικού είτε αρνητικού)

Επιπλέον είναι ενδιαφέρον να παρατηρηθεί ότι ένα πολύ υψηλό ποσοστό (85%) των νέων σπουδαστών που είναι επίσης άπειροι με τους υπολογιστές βρήκε τον προφορικό τρόπο αλληλεπίδρασης πολύ χρήσιμο.

6.5. Συνδυασμός δεδομένων εμπειρικών μελετών

Μετά από τη συλλογή και την επεξεργασία των πληροφοριών των εμπειρικών μελετών καταλήξαμε σε ενδιαφέροντα αποτελέσματα που οδήγησαν στο σχεδιασμό του συναισθηματικού μοντέλου της εκπαιδευτικής εφαρμογής. Για το λόγο αυτό, προσδιορίστηκαν κάποια κοινά θετικά και αρνητικά συναισθήματα. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση ενός συναισθήματος, ενώ ταυτόχρονα χτίστηκε και μια βάση δεδομένων έτσι ώστε αυτά τα κριτήρια να αποκτήσουν τη δέουσα χρησιμότητα.

Οι εμπειρικές μελέτες αποκάλυψαν πρωτίστως ότι οι χρήστες θα εκτιμούσαν την προσαρμογή της αλληλεπίδρασης του συστήματος στη συναισθηματική τους κατάσταση. Επομένως, το σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τα στοιχεία της συναισθηματικής κατάστασης ενός χρήστη που συλλέχθηκαν από μια δί-τροπική διεπαφή προκειμένου να ενημερωθεί το σύστημα, να προσαρμόσει τη συμπεριφορά του πράκτορα-βοηθού στο συγκεκριμένο χρήστη που αλληλεπιδρά με αυτό και να το καταστήσει κατά συνέπεια το σύστημα πιο αποδοτικό και πιο φιλικό.

Ένα συμπέρασμα που αφορά στο συνδυασμό των δύο τρόπων αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ότι οι δύο τρόποι συμπληρώνουν ο ένας τον άλλον σε μεγάλο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα μπορεί να παράγει μια υπόθεση για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη με έναν υψηλότερο βαθμό βεβαιότητας εάν λαμβάνει υπόψη τα στοιχεία από το συνδυασμό των δύο τρόπων παρά από έναν τρόπο. Η χαρά ως συναίσθημα έχει θετικά αποτελέσματα κατά την αλληλεπίδραση, ενώ ο θυμός ή η πλήξη έχουν αρνητικά αποτελέσματα που μπορούν να μετρηθούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία καταλλήλως, προκειμένου να δοθούν οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας συναισθηματικής αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή. Παραδείγματος χάριν, όταν ο χρήστης πληκτρολογεί συχνότερα το πλήκτρο `backspace` (οπισθοδιάστημα), αυτό μπορεί να σημαίνει ότι κάνει περισσότερα λάθη λόγω ενός αρνητικού συναισθήματος. Εντούτοις αυτή η

υπόθεση μπορεί να ενισχυθεί από τα στοιχεία της ομιλίας, εάν ο χρήστης εκφράσει λεκτικά κάτι κακό που προσδιορίζει αρνητικά συναισθήματα.

Η κατοχή στοιχείων για τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών μπορεί να οδηγήσει τις προσεγγίσεις αναγνώρισης συναισθημάτων στο να εστιάσουν σε ένα συγκεκριμένο τρόπο αλληλεπίδρασης. Παραδείγματος χάριν, εάν το σύστημα ξέρει ότι είναι πιθανότερο να αναγνωρίσει τη συναισθηματική κατάσταση ενός χρήστη με την ανάλυση των στοιχείων από τη φωνή του μέσω του μικροφώνου θα πρέπει να λάβει υπόψη κυρίως τον ακουστικό τρόπο. Επομένως, τα στερεότυπα των χρηστών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με μια θεωρία απόφασης πολλαπλών κριτηρίων προκειμένου να ανακαλυφθεί η σημασία κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης στην επιλογή του συναισθήματος του χρήστη. Κατά αυτόν τον τρόπο, η αναγνώριση συναισθήματος είναι δυναμική και προσαρμοσμένη στα χαρακτηριστικά κάθε χρήστη.

Κεφάλαιο 7

Συναισθηματική ευφυΐα σε δι- τροπικό αντικειμενοστρεφές περιβάλλον αλληλεπίδρασης

7.1. Εισαγωγή

Η εκμάθηση είναι μια σύνθετη γνωστική διαδικασία και υποστηρίζεται πλέον από πολλούς ερευνητές ότι τα ανθρώπινα συναισθήματα μπορούν να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή (Goleman, 1995). Πράγματι, όπως επισημαίνει ο Coles (1999) η ελλιπής εκμάθηση μπορεί να προάγει αρνητικά συναισθήματα, τα οποία αντιστοίχως δυσχεραίνουν την εκμάθηση ενώ οι θετικές συγκινήσεις μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη της εκμάθησης και αντίστροφα. Επομένως, ένας τρόπος βελτίωσης τη διαδικασίας εκμάθησης είναι η αναγνώριση των συναισθημάτων των χρηστών με την παρακολούθησή τους κατά τη διάρκεια της επαφής τους με το εκπαιδευτικό λογισμικό και έπειτα με την προσαρμογή της αλληλεπίδρασής του συστήματος στη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών.

Οι Ahn και Picard (2005) επισημαίνουν ότι οι συναισθηματικές καταστάσεις των χρηστών που προκύπτουν από συναισθηματικές

προκαταβολικές ανταμοιβές μπορούν να εφαρμοστούν για τη βελτίωση της ταχύτητας της εκμάθησης, ρυθμίζοντας το βαθμό συγκέντρωσης των χρηστών και αξιοποιώντας καλύτερα τις δυνατότητες των χρηστών, για αποτελεσματικότερη εκμάθηση. Στον Kim et. al (2007) καθώς επίσης και στον Burleson (2006) προτείνεται η παρουσία παιδαγωγών-πρακτόρων που βρίσκονται σε συναισθηματική αλληλεπίδραση με τους μαθητές στα περιβάλλοντα εκμάθησης. Τα συμπεράσματα αυτών των μελετών υπονοούν ότι οι συναισθηματικές καταστάσεις των συμμαθητών μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση του κινήτρου, της εκμάθησης και της επιμονής για μάθηση των σπουδαστών. Για αυτόν το λόγο διαφορετικές προσεγγίσεις έχουν προταθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Παραδείγματος χάριν, οι Karoor και Picard (2005) προτείνουν έναν πολυαισθητήρα αναγνώρισης στόχων που επηρεάζει το σύστημα εκμάθησης σε παιδιά που προσπαθούν να λύσουν έναν εκπαιδευτικό γρίφο στον υπολογιστή.

Εντούτοις, ένα πρόβλημα που προκύπτει σε τέτοιες προσεγγίσεις είναι ο τρόπος με τον οποίο αυτές οι διεπαφές αλληλεπίδρασης συνδυάζονται προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια και η γενική απόδοση της αναγνώρισης συναισθημάτων σε ένα Έξυπνο Διδακτικό Σύστημα. Στην πραγματικότητα, τα μαθηματικά εργαλεία και οι θεωρίες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση συναισθήματος μπορούν να οδηγήσουν σε μια ταξινόμηση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθήματος. Μια τέτοια ταξινόμηση έχει σημειωθεί από τους Liao et. al, 2006. Ο Liao και οι συνάδελφοί του, έχουν ταξινομήσει τα συστήματα αναγνώρισης συναισθήματος σε δύο ομάδες βάσει των μαθηματικών εργαλείων που αυτά έχουν χρησιμοποιήσει: 1. την πρώτη ομάδα που χρησιμοποιεί τις παραδοσιακές μεθόδους ταξινόμησης στην αναγνώριση σχηματομορφών, συμπεριλαμβανομένων των βασισμένων σε κανόνες συστημάτων, της διακριτής ανάλυσης, των συγκεχυμένων κανόνων, της βασισμένης στη διάκριση κεφαλαίων και μικρών εκμάθησης, της γραμμικής και μη γραμμικής παλινδρόμησης, των νευρωνικών δικτύων, της Μπεύζιανής εκμάθησης και άλλων τεχνικών εκμάθησης. 2. τη δεύτερη ομάδα προσεγγίσεων που χρησιμοποιεί τα κρυμμένα πρότυπα Markov, τα Μπεύζιανά δίκτυα κ.λπ. Πράγματι, ένα πρόσφατο κομμάτι έρευνας

χρησιμοποιεί τις ανωτέρω προσεγγίσεις για την ολοκλήρωση των οπτικοακουστικών στοιχείων (Zeng et. al 2007). Συγκεκριμένα, για την οπτικό-εξαρτώμενη αναγνώριση, εφαρμόζουν τη μέθοδο της ψηφοφορίας για να συνδυάσουν τη βασισμένη σε πλαίσιο ταξινόμηση που προκύπτει και από ακουστικά και από οπτικά κανάλια. Για την ανεξάρτητη οπτικών δεδομένων δοκιμή, εφαρμόζουν τα πολυεπίπεδα κρυμμένα πρότυπα Markov(HMM) για να συνδυάσουν τις πληροφορίες με πολλαπλά συστατικά.

Σε αντίθεση με αυτές τις προσεγγίσεις, στην παρούσα διατριβή έχει χρησιμοποιηθεί μια μέθοδος λήψης αποφάσεων προκειμένου το ίδιο το σύστημα να αποφασίζει σχετικά με το ποιοι τρόποι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, καθώς και σε τι ποσοστό συμμετοχής, στην προσπάθεια αναγνώρισης διαφορετικών συναισθηματικών καταστάσεων. Για το λόγο αυτό δύο εμπειρικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν (περιγράφονται στο κεφάλαιο 6) και τα αποτελέσματα αυτών χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια για το προτεινόμενο μοντέλο λήψης αποφάσεων.

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση απαιτήσεων για τον μετέπειτα σχεδιασμό ενός ΕΔΣ με δυνατότητες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Το προτεινόμενο ΕΔΣ έχει ως κύριο χαρακτηριστικό του ότι μπορεί να προσαρμόσει την αλληλεπίδρασή του στη συναισθηματική κατάσταση κάθε χρήστη. Για αυτόν το λόγο, χρησιμοποιείται μια μέθοδος λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια αποκαλούμενη Απλή Προσθετική Στάθμιση (SAW) (Fishburn 1967, Hwang & Yoon 1981) για το συνδυασμό δύο τρόπων αλληλεπίδρασης, δηλαδή πληκτρολογίου και μικροφώνου. Οι δύο τρόποι αλληλεπίδρασης μοντελοποιούνται σύμφωνα με το αντικειμενοστρεφές μοντέλο του προγραμματισμού, ώστε να διαθέτουν σωστή παρουσίαση των δεδομένων τους, εύκολη αλληλεπίδραση με εξωτερικά συστήματα και ευελιξία κατά τον προγραμματισμό σε σχέση με την αναγνώριση συναισθημάτων.

Για την ανάλυση απαιτήσεων και την αποτελεσματική εφαρμογή της ιδιαίτερης προσέγγισης πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές πειραματικές μελέτες. Οι πειραματικές μελέτες περιέλαβαν τους

πραγματικούς τελικούς χρήστες καθώς επίσης και ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Κατά αυτόν τον τρόπο η εφαρμογή του προτύπου πολλαπλών κριτηρίων στο σύστημα ήταν ακριβέστερη καθώς βασίστηκε σε γεγονότα της συλλογιστικής διαδικασίας των πραγματικών χρηστών. Ο κύριος στόχος της πρώτης μελέτης ήταν να συγκεντρωθούν τα δεδομένα (οπτικοακουστικό και γραπτό-απτικό υλικό) αλληλεπίδρασης του πραγματικού χρήστη με το σύστημα και κατά συνέπεια να αποκαλύψουν πώς εκφράζουν οι χρήστες τα συναισθήματα τους αλληλεπιδρώντας με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Η δεύτερη εμπειρική μελέτη περιέλαβε τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να καθορίσουν τα κριτήρια που χρησιμοποιούν συνήθως για να εκτελέσουν την αναγνώριση συναισθημάτων των σπουδαστών τους κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας καθώς επίσης και το βάρος σπουδαιότητάς τους.

Στο κεφάλαιο αυτό, παράλληλα με το σχεδιασμό των απαιτήσεων για ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων χρηστών από υπολογιστή, αναλύεται και μια προσέγγιση παραγωγής συναισθημάτων από εκπαιδευτικούς πράκτορες. Η παραγωγή συναισθημάτων στοχεύει στο να δημιουργήσει ένα περισσότερο φιλικό και αλληλεπιδραστικό προς τον εκάστοτε χρήστη περιβάλλον, ώστε να παροτρύνει τον χρήστη να εκφράσει τα συναισθήματά του όσο το δυνατόν πιο ελεύθερα και αληθινά. Η προτεινόμενη μέθοδος παραγωγής συναισθημάτων από εκπαιδευτικούς πράκτορες ακολουθεί το μοντέλο συναισθημάτων που ορίζεται από τη θεωρία OCC (Ortony, Clore, & Collins, 1988).

7.2. Εκπαιδευτικοί βοηθοί για παραγωγή συναισθημάτων

Το κύριο μέρος της διατριβής επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός πρωτότυπου μοντέλου χρήσης όλων των διαθέσιμων δι-τροπικών πληροφοριών, σε ένα σύστημα αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή, μέσω μιας πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων, ώστε να μπορεί ένα σύστημα να αποφανθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ως προς την αναγνώριση των συναισθηματικών καταστάσεων των ανθρώπων χρηστών του. Ωστόσο, όπως υποδεικνύεται σε πολλές μελέτες και επιστημονικές έρευνες (Aleris & Virvou, 2007), (Aleris, Virvou & Kabassi, 2008), το ίδιο το περιβάλλον της αλληλεπίδρασης αποτελεί ένα πολύ σημαντικό λόγο για την υποκίνηση και την έκφραση των συναισθημάτων των χρηστών. Οι χρήστες αλληλεπιδρούν πιο ελεύθερα με ένα σύστημα όταν αισθάνονται πιο άνετα κατά την αλληλεπίδραση τους και όταν το περιβάλλον διεπαφής είναι όσο το δυνατόν πιο φιλικό. Οι ίδιες μελέτες αποκαλύπτουν ότι η χρήση ομιλούντων, κινούμενων εκπαιδευτικών πρακτόρων-βοηθών, οι οποίοι εν μέρει εκφράζουν τα συναισθήματά τους, υποκινεί και τους ίδιους τους χρήστες να κάνουν το ίδιο, αφού αισθάνονται επικοινωνούν με κάτι πιο «ανθρώπινο» και λιγότερο με μια απλή υπολογιστική μηχανή.

Ο Elliot και οι συνάδελφοί του (1992) υποστηρίζουν ότι οι παιδαγωγικοί πράκτορες θα είναι πιο αποτελεσματικοί ως εκπαιδευτές-διδάσκαλοι εάν μπορούν να εκφράσουν και να αντιληφθούν ανθρώπινα συναισθήματα. Ειδικότερα υποστηρίζουν τα ακόλουθα σημεία σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς πράκτορες σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα:

- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας οφείλει να ενδιαφέρεται για τους μαθητές και για την πρόοδο αυτών.
- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας οφείλει να είναι ευαίσθητος σε σχέση με τα συναισθήματα των μαθητών.
- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας οφείλει να προάγει τον ενθουσιασμό των μαθητών για συγκεκριμένα θέματα.
- Ο εκπαιδευτικός πράκτορας μπορεί να κάνει την εκμάθηση πιο διασκεδαστική, κατά συνέπεια πιο αποτελεσματική.

Εντούτοις, ακόμα και αν οι νέες πολυμεσικές δυνατότητες όπως τα 3D-video και η σύνθεση φωνής κατέστησαν τους εκπαιδευτικούς πράκτορες πιο «ανθρώπινους», υπάρχει μεγάλη ανάγκη προσδιορισμού του «πως» (τι ακριβώς θα έπρεπε να κάνει ένας πράκτορας) και του «πότε» (κάτω από ποιες συνθήκες) θα έπρεπε να λειτουργήσει ένας εκπαιδευτικός πράκτορας κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.

Η προσδοκώμενη λειτουργία παραγωγής συναισθημάτων και κινήτρων από τους εκπαιδευτές βοηθούς, στο πλαίσιο της διατριβής, επικεντρώνεται στη θετική επιρροή των αλληλεπιδρώντων μαθητών κατά τη γενικότερη διαδικασία εκπαίδευσής τους. Στους (Soldato & Du Boulay, 1995) προτείνεται ότι ένα εκπαιδευτικό σύστημα πρέπει να ενεργεί με αντικειμενική επιδίωξη την παρακίνηση και τη δημιουργία κινήτρων σε μαθητές που έχει αποσπαστεί η προσοχή τους, σε μαθητές με μειωμένη αυτοπεποίθηση, καθώς και να διατηρεί τη θετική προδιάθεση σε ήδη σωστά κινητοποιημένους μαθητές.

Βάσει των παραπάνω, στο πλαίσιο της διατριβής, το προτεινόμενο μαθησιακό μοντέλο ενσωματώνει ένα συναισθηματικό μηχανισμό συλλογιστικής, ο οποίος βασίζεται στην θεωρία της γνωστικής δομής των συναισθημάτων, στη θεωρία OCC (Ortony, Clore, & Collins, 1988). Η βασική λειτουργία του συστατικού αυτού είναι η μοντελοποίηση πιθανών συναισθηματικών καταστάσεων των μαθητών κατά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό σύστημα και η δημιουργία προτεινόμενων τακτικών συμπεριφοράς των εκπαιδευτικών πρακτόρων σε σχέση με τους επιδιωκόμενους στόχους εκμάθησης του συστήματος. Μέσω της ενσωμάτωσης της θεωρίας OCC, το σύστημα δύναται να αποφανθεί ότι ο εκπαιδευτικός πράκτορας θα έπρεπε να εκφράσει ένα συγκεκριμένο συναίσθημα προς τον μαθητή, ώστε να τον παρακινήσει ενώ ο μαθητής μαθαίνει. Κατά συνέπεια, ο εκπαιδευτής βοηθός γίνεται πιο αποτελεσματικός ως δάσκαλος-βοηθός.

Στη θεωρία OCC, οι συναισθηματικές καταστάσεις προκύπτουν από γνωστικά μοντέλα, τα οποία μετρούν θετικές και αρνητικές αντιδράσεις των χρηστών σε καταστάσεις αποτελούμενες από γεγονότα, πράκτορες και

αντικείμενα. Αντίστοιχα, τα γεγονότα συνταιριάζονται με τους επιδιωκόμενους στόχους των χρηστών, οι οποίοι αποτελούν συστατικά «κλειδιά» κατά τη θεωρία OCC.

Μεταβλητές γεγονότων

- Λάθη αλληλεπίδρασης (ο χρήστης μπορεί να λάβει μήνυμα λάθους από την εφαρμογή, ή να πλοηγηθεί λανθασμένα)
- Πολλά αλληπάλληλα λάθη
- Απουσία ενέργειας χρήστη για δεδομένη χρονική διάρκεια
- Ενέργεια ασυναφής με την κύρια εφαρμογή
- Πολλές διαδοχικές σωστές απαντήσεις (σε τεστ)
- Πολλές διαδοχικές λανθασμένες απαντήσεις (σε τεστ)
- Ο χρήστης διακόπτει μια άσκηση
- Ο χρήστης διακόπτει το διάβασμα της θεωρίας
- Ο χρήστης αναζητά βοήθεια από τον εκπαιδευτή βοηθό
- Ο χρήστης δίνει εύκολο τεστ
- Ο χρήστης δίνει δύσκολο τεστ
- Ο χρήστης δίνει τεστ που αφορά νέο πεδίο της θεωρίας
- Ο χρήστης δίνει τεστ που αφορά γνώριμο πεδίο της θεωρίας

Πίνακας 1. Μεταβλητές για τον υπολογισμό της έντασης των γεγονότων στη θεωρία OCC

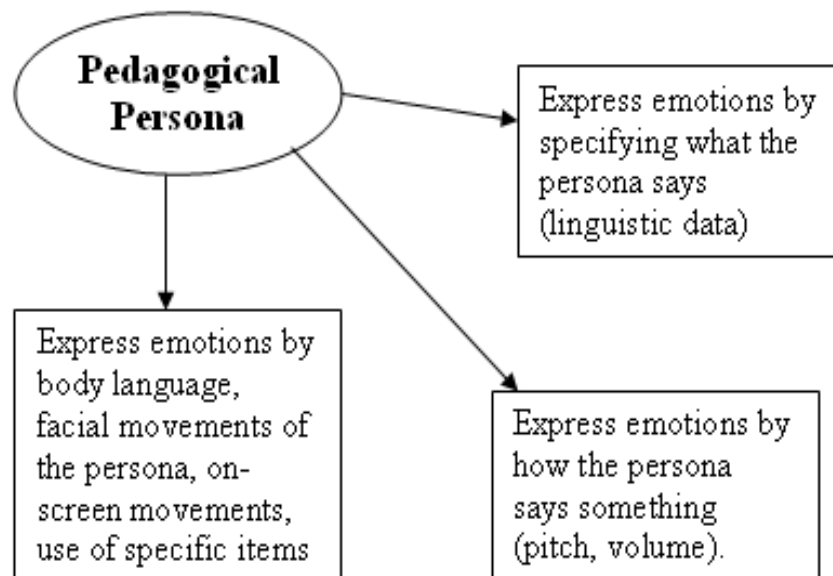
Μεταβλητές για τις ενέργειες χρηστών μέσω του μικροφώνου και του πληκτρολογίου

- Ο χρήστης πληκτρολογεί κανονικά
- Ο χρήστης πληκτρολογεί γρήγορα (ταχύτητα μεγαλύτερη της μέσης)
- Ο χρήστης πληκτρολογεί αργά (ταχύτητα μικρότερη της μέσης)
- Ο χρήστης χρησιμοποιεί συχνά το backspace
- Ο χρήστης πατά ασυναφή πλήκτρα στο πληκτρολόγιο
- Ο χρήστης δεν χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο

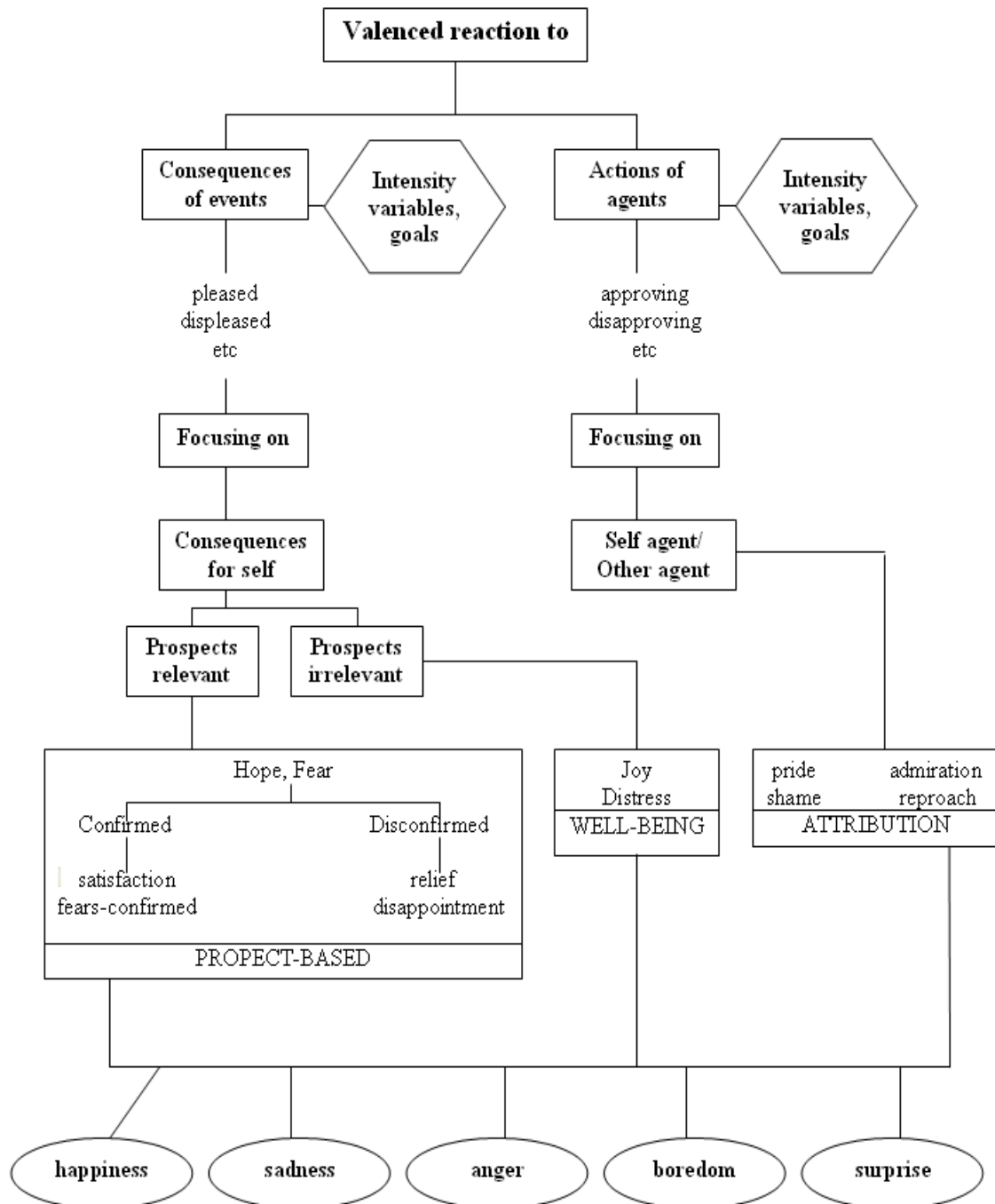
- Ο χρήστης εκφωνεί συγκεκριμένες λέξεις που υποδεικνύουν κάποιο συναίσθημα
- Ο χρήστης δεν λέει τίποτα
- Ο χρήστης ομιλεί με χαμηλή ένταση στη φωνή του
- Ο χρήστης ομιλεί με υψηλή ένταση στη φωνή του
- Ο χρήστης ομιλεί με μέση ένταση στη φωνή του

Πίνακας 2. Μεταβλητές για τις ενέργειες των χρηστών μέσω πληκτρολογίου και μικροφώνου

Στους πίνακες 1 και 2 απεικονίζονται μεταβλητές έντασης σε σχέση με τις ενέργειες εισόδου των χρηστών και τα γεγονότα των εφαρμογών, τα οποία χρησιμοποιούνται από το προσαρμοσμένο μοντέλο της θεωρίας OCC, ώστε να προταθεί μια εύστοχη συναισθηματική κατάσταση την οποία θα χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός πράκτορας για τους προαναφερθέντες εκπαιδευτικούς λόγους. Οι μεταβλητές που απεικονίζονται στους πίνακες 1 και 2 δημιουργήθηκαν βάσει της εφαρμογής της θεωρίας OCC στο υποστηριζόμενο από τη διατριβή εκπαιδευτικό σύστημα. Η αλληλεπιδραστική διεπιφάνεια χρήστη είναι πολυμεσική και αυτό καθιστά ικανό το σύστημα να δύναται να παρακολουθεί και να καταγράφει τις οποιεσδήποτε δι-τροπικές ενέργειες εισόδου των χρηστών, όπως η ταχύτητα του γραψίματος με το πληκτρολόγιο, η ένταση της φωνής του, κ.λπ. Το προτεινόμενο μοντέλο έκφρασης συναισθημάτων από ομιλούντα, κινούμενο βοηθό, ενσωματώνει τη θεωρία OCC, αποτελούμενο από ένα υποσύνολο των συναισθημάτων που μπορεί να μοντελοποιήσει, ήτοι πέντε βασικές συναισθηματικές καταστάσεις, η χαρά, η λύπη, ο θυμός, ο φόβος και η έκπληξη. Έτσι, το απλοποιημένο μοντέλο OCC, βάσει των περιγραφέντων παραδοχών απεικονίζεται στο σχήμα 2. Κάθε ένα από τα πέντε βασικά συναισθήματα που προκύπτουν, μπορούν να παραχθούν-εκφραστούν από τον εκπαιδευτικό βοηθό, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 1.



Εικόνα 1. Ενέργειες του εκπαιδευτή βοηθού για την παραγωγή συναισθημάτων



Εικόνα 2. Αναπαράσταση του ενσωματωμένου μοντέλου της θεωρίας OCC για παραγωγή συναισθημάτων από εκπαιδευτικό πράκτορα

Ως παράδειγμα, μπορούμε να θεωρήσουμε την περίπτωση όπου ένας χρήστης χρησιμοποιεί την εκπαιδευτική εφαρμογή και συγκεκριμένα δίνει

ένα τεστ πολλαπλών επιλογών, αφού πρώτα έχει διαβάσει την αντίστοιχη θεωρία του μαθήματος. Ο «εξ ορισμού» στόχος για κάθε χρήστη μαθητή είναι να απαντήσει σωστά τις ερωτήσεις του κάθε τεστ. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα υποθέτουμε ότι το επίπεδο δυσκολίας του τεστ είναι υψηλό και ότι ο χρήστης έχει ήδη απαντήσει μερικές ερωτήσεις σωστά. Σε αυτό το σημείο, σύμφωνα με το ενσωματωμένο OCC μοντέλο χρήστη αναμένεται να είναι ευχαριστημένος που έχει απαντήσει στις προηγούμενες ερωτήσεις σωστά και επιπλέον να αισθάνεται ελπίδα ότι θα συνεχίσει να απαντάει σωστά και στις υπόλοιπες ερωτήσεις. Οι αντίστοιχες μεταβλητές έντασης για την κατάσταση αυτή απεικονίζονται στον πίνακα 1. Η δεύτερη μεταβλητή υποδηλώνει ότι η επιτυχία σε ένα τέτοιο τεστ είναι αρκετά δύσκολο και αυτός είναι ο λόγος που μπορεί προκαλέσει τον θαυμασμό του εκπαιδευτικού πράκτορα. Έτσι, η ελπίδα του χρήστη να συνεχίσει να απαντάει σωστά, μπορεί να ενισχυθεί από επίδειξη του θαυμασμού του πράκτορα, ο οποίος επιπλέον θα τον ενθαρρύνει να συνεχίσει να απαντάει σωστά. Σε αυτή την περίπτωση θα ενισχυθεί ο στόχος του μαθητή να συνεχίσει να απαντάει σωστά στις ερωτήσεις του τεστ. Εάν ο μαθητής συνεχίσει την επιτυχή πορεία του, τότε ο εκπαιδευτικός πράκτορας θα εκφράσει τη χαρά του, είτε λέγοντας κάτι ευχάριστο, με χαρούμενο ύφος φωνής και προσώπου, χαμογελώντας, ακόμα και κάνοντας κάποια θετική χειρονομία. Αυτή η συμπεριφορά του πράκτορα προκύπτει από την ανάλυση των μεταβλητών γεγονότων της αλληλεπίδρασης, καθώς επίσης και από τους στόχους που τόσο ο μαθητής, όσο και ο ίδιος ο πράκτορας έχει θέσει. Η ενσωμάτωση του μοντέλου της OCC παρέχει το μηχανισμό συλλογιστικής του συστήματος, ώστε να αποφανθεί το σύστημα για το ποια συναισθηματική κατάσταση είναι η πιο κατάλληλη για να εκφραστεί σε κάθε στιγμή από τον πράκτορα. Κάθε μία από τις πιθανές OCC καταστάσεις που παρουσιάζονται στην εικόνα 2, μεταφράζεται με όρους των πέντε βασικών επιλεγμένων συναισθηματικών καταστάσεων. Για παράδειγμα η επιβεβαιωμένη ελπίδα, η απόλαυση και ο θαυμασμός, αποτελούν OCC καταστάσεις που αποδίδονται στην γενικότερη έκφραση της χαράς. Οι μεταβλητές έντασης καθώς και οι στόχοι των χρηστών και των πρακτόρων απεικονίζονται επίσης στην εικόνα 2 ως μέρος του μοντέλου OCC.

Η ελεγχόμενη από το μοντέλο OCC συμπεριφορά του εκπαιδευτή βοηθού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τον καθηγητή, ως πρόσθετο εργαλείο του κατά τη διαδικασία της συγγραφής ηλεκτρονικών μαθημάτων. Σε αυτή την περίπτωση ο καθηγητής μπορεί να ορίσει τη συμπεριφορά του εκπαιδευτή βοηθού, είτε «χειροκίνητα», προγραμματιστικά, δηλαδή να υποδείξει τον ακριβή τρόπο που θα αντιδρά ο βοηθός σε κάθε ενέργεια του χρήστη (περιγράφεται στο κεφάλαιο 3), είτε δυναμικά, αφήνοντας το ενσωματωμένο μοντέλο της θεωρίας OCC, να αποφασίζει σε κάθε περίπτωση για το ποια συναισθηματική κατάσταση είναι η πιο κατάλληλη από την μεριά του βοηθού σε κάθε περίπτωση εκπαιδευτικής αλληλεπίδρασης. Αυτό το μέρος της συγγραφής- αλληλεπίδρασης του καθηγητή με το εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να διεκπεραιωθεί και με τη χρήση κινητών τηλεφώνων, ως πρόσθετη δυνατότητα του συστήματος της διατριβής.

7.3. Φιλτράρισμα δεδομένων εισόδων διεπαφής για αναγνώριση συναισθήματος

Η ανάλυση απαιτήσεων και ο σχεδιασμός του συναισθηματικού δι-τροπικού έξυπνου διδακτικού συστήματος προέκυψαν από την ανάλυση μια μελέτης σε χρήστες. Τα δεδομένα εισόδου των χρηστών συλλέχθηκαν ώστε να επεξεργασθούν μετέπειτα για τον προσδιορισμό νέων δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή. Ο κύριος στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αποκαλυφθεί το πώς εκφράζουν οι χρήστες τα συναισθήματα τους μέσω μιας δι-τροπικής διεπαφής που συνδυάζει την αναγνώριση φωνής και την εισαγωγή δεδομένων από το πληκτρολόγιο. Η εν λόγω μελέτη περιέλαβε 50 χρήστες (αρσενικού και θηλυκού γένους), ηλικίας 17-19 και στο επίπεδο των αρχάριων αναφορικά με τους υπολογιστές. Οι συγκεκριμένοι χρήστες επιλέχτηκαν επειδή ένα τέτοιο πρότυπο περιγράφει την πλειοψηφία των σπουδαστών ιατρικής του πρώτου έτους σε ένα ελληνικό πανεπιστήμιο, στο οποίο μέρος της εκπαιδευτικής εφαρμογής αξιολογήθηκε. Οι χρήστες αυτοί βρίσκονται συνήθως μεταξύ των ηλικιών 17 έως 19 ετών και διαθέτουν περιορισμένη εμπειρία σε υπολογιστές, δεδομένου ότι η γνώση που απαιτείται για τις ιατρικές μελέτες δεν περιλαμβάνει προηγμένες δεξιότητες στη χρήση υπολογιστών.

Οι χρήστες κλήθηκαν να καθορίσουν ποιες θα ήταν οι πιθανές αντιδράσεις τους εφόσον βρίσκονταν σε συγκεκριμένη συναισθηματική κατάσταση κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής τους. Ο στόχος μας ήταν να αναγνωρίσουμε τις πιθανές αλλαγές στη συμπεριφορά των χρηστών και έπειτα να συνδέσουμε αυτές τις αλλαγές με συναισθηματικές καταστάσεις όπως το θυμό, τη χαρά, κ.λπ.

Αφού συλλέξαμε και επεξεργαστήκαμε τις πληροφορίες της μελέτης καταλήξαμε σε αποτελέσματα που οδήγησαν στο σχεδιασμό του συναισθηματικού δομικού στοιχείου της εκπαιδευτικής εφαρμογής. Για το λόγο αυτό, κάποια κοινά θετικά και αρνητικά συναισθήματα προσδιορίστηκαν. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση

ενός συναισθήματος και ακολούθησε η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων, ώστε αυτά τα κριτήρια να αποκτήσουν τη δέουσα χρησιμότητα.

Η μελέτη επίσης αποκάλυψε ότι οι χρήστες θα εκτιμούσαν επίσης την προσαρμογή της αλληλεπίδρασης του συστήματος στη συναισθηματική τους κατάσταση. Επομένως, το σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τα στοιχεία της συναισθηματικής κατάστασης ενός χρήστη που συλλέχθηκαν από μια δι-τροπική διεπαφή προκειμένου να ενημερωθεί το σύστημα, να προσαρμόσει τη συμπεριφορά του πράκτορα στο συγκεκριμένο χρήστη που αλληλεπιδρά με αυτό και να το καταστήσει κατά συνέπεια πιο εύχρηστο και φιλικό.

Ένα συμπέρασμα που αφορά στο συνδυασμό των δύο τρόπων αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ότι οι δύο τρόποι συμπληρώνουν ο ένας τον άλλον σε μεγάλο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα μπορεί να παράγει μια υπόθεση για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη με έναν υψηλότερο βαθμό βεβαιότητας εάν λαμβάνει υπόψη τα στοιχεία από το συνδυασμό των δύο τρόπων παρά από έναν τρόπο. Η χαρά έχει θετικά αποτελέσματα και ο θυμός ή η πλήξη έχουν αρνητικά αποτελέσματα που μπορούν να μετρηθούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία κατάλληλα προκειμένου να δοθούν οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας συναισθηματικής αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή. Παραδείγματος χάριν, όταν ο χρήστης πληκτρολογεί συχνότερα το πλήκτρο `backspace` (οπισθοδιάστημα), αυτό μπορεί να σημαίνει ότι κάνει περισσότερα λάθη λόγω ενός αρνητικού συναισθήματος. Εντούτοις αυτή η υπόθεση μπορεί να ενισχυθεί από τα στοιχεία της ομιλίας, εάν ο χρήστης λέει κάτι κακό που εκφράζει τα αρνητικά συναισθήματα.

Οι συμμετέχοντες της εμπειρικής μελέτης ρωτήθηκαν ποια ενέργεια εισαγωγής από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο θα τους βοηθούσε να ανακαλύψουν ποια ήταν τα συναισθήματα των χρηστών. Από τις ενέργειες εισαγωγής που εμφανίστηκαν στο πείραμα, μόνο εκείνες που προτάθηκαν από την πλειοψηφία των ανθρώπινων εμπειρογνομώνων επιλέχτηκαν. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζοντας το πληκτρολόγιο έχουμε:

- a) ο χρήστης πληκτρολογεί κανονικά

β) ο χρήστης πληκτρολογεί γρήγορα (ταχύτητα υψηλότερη από τη συνηθισμένη ταχύτητα του συγκεκριμένου χρήστη)

γ) ο χρήστης πληκτρολογεί αργά (ταχύτητα χαμηλότερη από τη συνηθισμένη ταχύτητα του συγκεκριμένου χρήστη)

δ) ο χρήστης χρησιμοποιεί το πλήκτρο του οπισθοδιαστήματος (backspace) πολύ συχνά

ε) ο χρήστης πατά ασυναφή πλήκτρα στο πληκτρολόγιο

στ) ο χρήστης δεν χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο.

Σύμφωνα με βασικές ενέργειες εισαγωγής από το χρήστη μέσω του μικροφώνου καταλήξαμε σε 7 διακριτές περιπτώσεις:

α) ο χρήστης μιλά χρησιμοποιώντας έντονο φραστικό ύφος

β) ο χρήστης χρησιμοποιεί επιφωνήματα

γ) ο χρήστης μιλά με υψηλή ένταση φωνής (υψηλότερη από το μέσο καταγεγραμμένο επίπεδο)

δ) ο χρήστης μιλά με χαμηλή ένταση φωνής (χαμηλότερη από το μέσο καταγεγραμμένο επίπεδο)

ε) ο χρήστης μιλά με κανονική ένταση φωνής

στ) ο χρήστης χρησιμοποιεί λέξεις από συγκεκριμένο κατάλογο λέξεων που υποδεικνύουν ένα συναίσθημα

ζ) ο χρήστης δε λέει τίποτα.

Οι παραπάνω ενέργειες εισαγωγής δεδομένων από το μικρόφωνο και το πληκτρολόγιο παρουσιάζονται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 8, όπου αποτελούν κριτήρια για την αναγνώριση συναισθημάτων, σε σχέση με τους διαθέσιμους τρόπους αλληλεπίδρασης. Στο ίδιο κεφάλαιο περιγράφονται και τα υπόλοιπα κριτήρια τα οποία θα συνδυαστούν μέσω μιας πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων για τον προσδιορισμό του επικρατέστερου ανά περίπτωση

συναισθήματος σε ένα σύστημα αναγνώρισης ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή.

7.4. Αντικειμενοστρεφής αρχιτεκτονική συστήματος διεπαφής για πολυτροπική αναγνώριση συναισθημάτων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο σχεδιασμός της πρωτότυπης προσέγγισης αναγνώρισης συναισθημάτων, μέσω του κατάλληλου θεωρητικού υποβάθρου που ενσωματώνει στερεότυπα και μια θεωρία λήψης αποφάσεων, αποβλέπει στη γενικότερη παρουσίαση και περιγραφή ενός μοντέλου το οποίο να μπορεί να συνδυάζει δεδομένα από διαφορετικά πεδία και τρόπους διεπαφής. Ο συνδυασμός των δεδομένων οφείλει να είναι πρακτικός, ευέλικτος και κυρίως αποδοτικός, ως προς την παραγωγή συμπερασμάτων συναισθηματικής φύσεως με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας. Έτσι το εν λόγω θεωρητικό μοντέλο δύναται να εφαρμοστεί σε πολλά και ποικίλα συστήματα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης, βελτιώνοντας την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν τα ανθρώπινα συναισθήματα.

Ωστόσο, πέραν της αλγοριθμικής προσέγγισης που ακολουθείται και των μοντέλων που αυτή ενσωματώνει, ένα σημαντικό θέμα είναι η χρήση των δεδομένων και η παρουσίαση των διάφορων πληροφοριών από τους διαθέσιμους τρόπους αλληλεπίδρασης (modes of interaction). Ανεξάρτητες έρευνες σε έναν τρόπο αλληλεπίδρασης (για παράδειγμα τον ακουστικό), μπορούν να παράγουν δεδομένα τα οποία να διαφέρουν ουσιαστικά από τα δεδομένα ενός άλλου τρόπου αλληλεπίδρασης (για παράδειγμα τον οπτικό). Για να μπορέσει ένα σύστημα να αντλήσει τις κατάλληλες πληροφορίες από κάθε διαθέσιμο μέσο και ταυτόχρονα και τα μέσα αυτά να μπορούν να διατηρήσουν την ανεξαρτησία τους, θα πρέπει να υπάρχει ένας σαφώς ορισμένος τρόπος επικοινωνίας, ο οποίος να διασφαλίζει ότι δεν έχουμε απώλειες δεδομένων και ότι τα παρεχόμενα δεδομένα θα είναι αξιοποιήσιμα από το τελικό σύστημα.

Στην παρούσα διατριβή, ως βέλτιστη λύση στο προαναφερθέν πρόβλημα κρίθηκε η αντικειμενοστρεφής προσέγγιση για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των πολυτροπικών συστημάτων διεπαφής. Σύμφωνα με την αντικειμενοστρεφή προσέγγιση τα δεδομένα της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης εκφράζονται και χρησιμοποιούνται ως αντικείμενα, τα

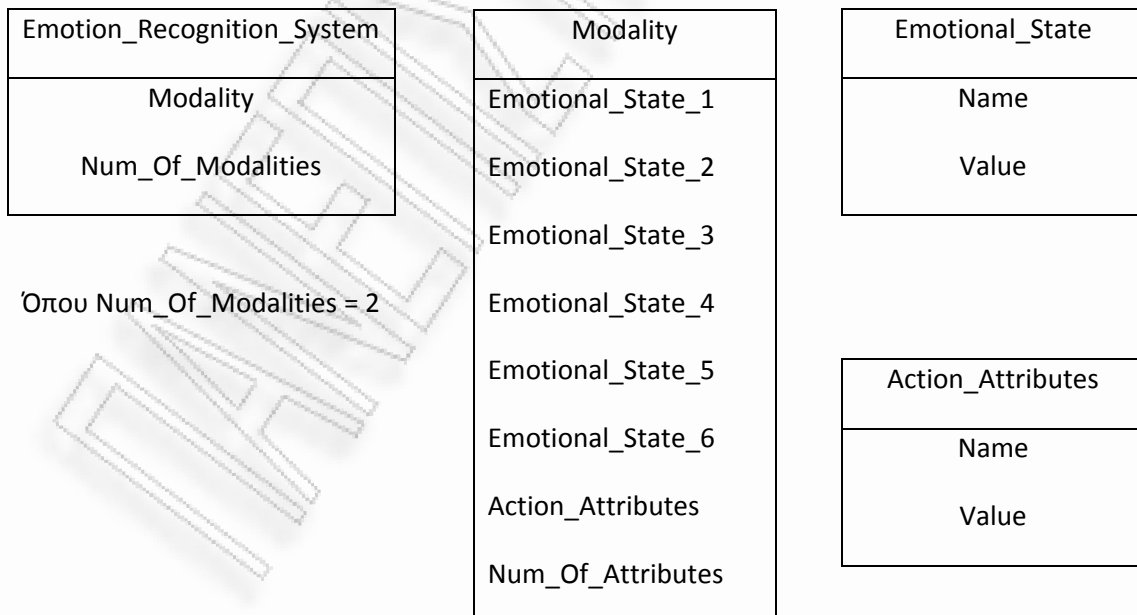
οποία διαθέτουν χαρακτηριστικά και ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα τα κυρίαρχα αντικείμενα στην παρούσα προσέγγιση είναι οι τρόποι αλληλεπίδρασης. Κάθε τρόπος αλληλεπίδρασης διαθέτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να μεταφραστούν με όρους ενεργειών εισόδου δεδομένων στο σύστημα, καθώς και υπό-αντικείμενα, τις υπάρχουσες υπό αναγνώριση συναισθηματικές καταστάσεις.

Ειδικότερα υλοποιούνται οι τάξεις αντικειμένων «Τρόπος αλληλεπίδρασης» (Modality), οι οποίες περιέχουν χαρακτηριστικά ενεργειών (Action Attributes) και συναισθηματικές καταστάσεις (emotional states). Εν συνεχεία, κάθε συναισθηματική κατάσταση απαρτίζεται από το όνομά της και το ποσοστό της πιθανής αναγνώρισής της σε κάθε χρονική στιγμή από το εκάστοτε σύστημα διεπαφής. Τέλος, κάθε χαρακτηριστικό ενέργειας εισόδου από την συσχετιζόμενη με αυτό διεπαφή απαρτίζεται από το όνομα του χαρακτηριστικού καθώς και την τιμή που λαμβάνει αυτό το χαρακτηριστικό. Πρέπει να τονιστεί, πως ενώ για να λειτουργήσει σωστά η παρούσα προσέγγιση θα πρέπει να υπάρχει συμφωνία σε σχέση με τις αναγνωριζόμενες από κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης συναισθηματικές καταστάσεις, δεν χρειάζεται να ισχύει το ίδιο και για τα χαρακτηριστικά των τρόπων αυτών. Τα χαρακτηριστικά συνδυάζονται και παρέχουν επιπλέον χρήσιμες πληροφορίες αλληλεπιδραστικής φύσεως και μπορούν να είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, ωστόσο οι διακριτές συναισθηματικές καταστάσεις οφείλουν να είναι ίδιες σε αριθμό αλλά και σε σχέση με το τι αντιπροσωπεύουν σε σχέση με τα συναισθήματα των χρηστών.

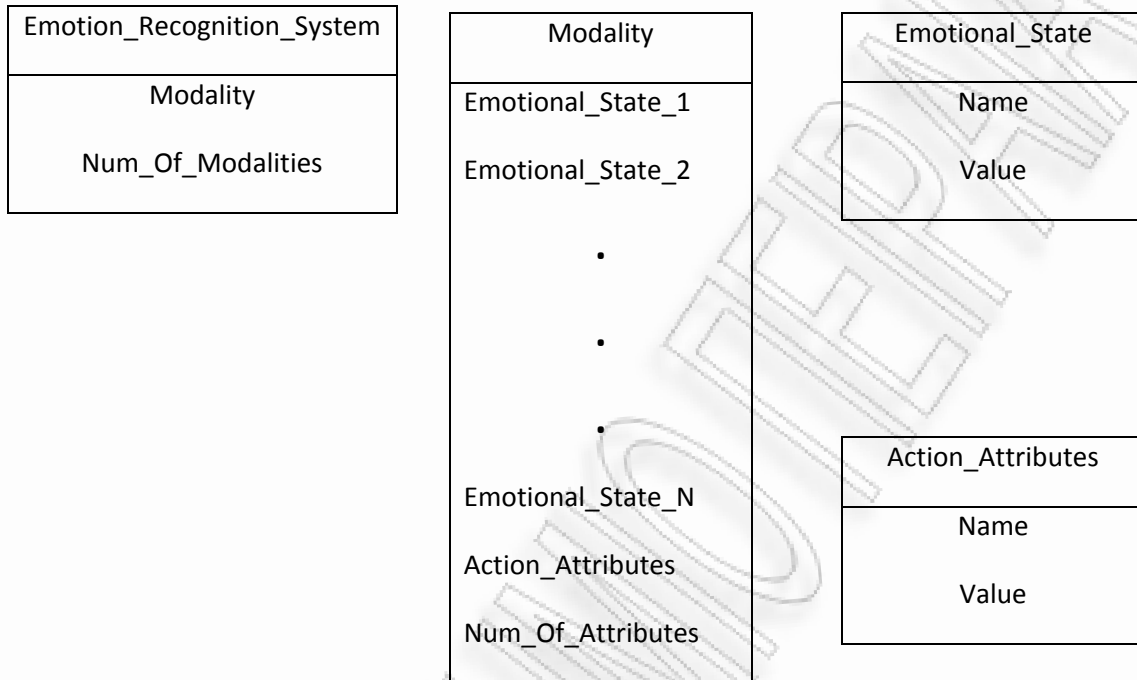
Στην παρούσα υλοποίηση του θεωρητικού μοντέλου, οι συναισθηματικές καταστάσεις είναι έξη, η χαρά, η λύπη, η έκπληξη, ο θυμός, η αηδία και το ουδέτερο συναίσθημα. Οι τρόποι αλληλεπίδρασης είναι δύο, ο ακουστικός και ο γραπτό-απτικός. Τα χαρακτηριστικά των τρόπων αλληλεπίδρασης είναι έξι, για τον γραπτό-απτικό και επτά για τον ακουστικό και αναλύονται εκτενώς στο κεφάλαιο 8. Εντούτοις η αντικειμενοστρεφής παρούσα προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί γενικότερα, σε πολύ-τροπικά συστήματα διεπαφής, εφόσον τα δεδομένα παρουσιαστούν με τη μορφή των προαναφερθέντων αντικειμένων. Μια επέκταση στο υπάρχον δι-τροπικό μοντέλο έλαβε χώρα με την προσθήκη

ενός ακόμη τρόπου αλληλεπίδρασης, του οπτικού αυτή τη φορά, κατά τη συνέργια της παρούσας διατριβής με τη διατριβή της κ. Σταθοπούλου. Η συνέργια αυτή αναλύεται στο κεφάλαιο 11. Κατά την ενσωμάτωση του τρίτου τρόπου αλληλεπίδρασης, ο οπτικός έλεγχος αναλύει τα διαθέσιμα δεδομένα και τα εκφράζει με όρους υπό ποσοστό αναγνωρισμένων συναισθηματικών καταστάσεων. Τα δεδομένα αυτά λαμβάνονται από το τελικό σύστημα ως αντικείμενα, με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά και τις τιμές τους. Έτσι ενσωματώνονται εύκολα και λειτουργικά τόσο στο σύστημα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης, όσο και στο θεωρητικό μοντέλο που τα συνδυάζει για να παράγει ακόμα πιο βελτιωμένες προβλέψεις για τη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών.

Τα αντικείμενα "Modality", "Emotional_State" και "Action_Attributes" παριστάνονται διαγραμματικά στο σχήμα 1, όπως αυτά παρουσιάζονται στο δι-τροπικό σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων. Η γενικότερη εικόνα τους, σε ένα πολύ-τροπικό σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων παρουσιάζεται στο σχήμα 2.



Σχήμα 1. Το αντικειμενοστρεφές μοντέλο για το υπάρχον δι-τροπικό σύστημα



Σχήμα 2. Το αντικειμενοστρεφές μοντέλο για ένα γενικότερο πολύ-τροπικό σύστημα

7.5. Συμπεράσματα-Επεκτάσεις

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφηκε η διαδικασία φιλτραρίσματος των δεδομένων εισόδου των χρηστών, ώστε να προκύψουν οι αντίστοιχες ενέργειές τους που προσδιορίζονται από το μικρόφωνο και το πληκτρολόγιο, για τις ανάγκες της παροχής συναισθηματικής ευφυΐας σε ένα αλληλεπιδραστικό περιβάλλον. Οι ενέργειες αυτές θα ενσωματωθούν σε μια καινοτόμο προσέγγιση που συνδυάζει τα στοιχεία από τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης χρησιμοποιώντας μια θεωρία λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων. Η ενσωμάτωση των δεδομένων από τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης γίνεται σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού.

Ένα βασικό πλεονέκτημα της προτεινόμενης προσέγγισης είναι ότι ολόκληρη η διαδικασία είναι βασισμένη σε μελέτες στις οποίες συμμετέχουν πραγματικοί χρήστες. Επομένως, οι χρήστες του λογισμικού καθώς και οι άνθρωποι εμπειρογνώμονες που έχουν συμμετάσχει στις μελέτες αυτές, μπορούν να βοηθήσουν στο να αποκαλυφθούν οι τρόποι με τους οποίους εμείς ως άνθρωποι χρησιμοποιούμε στη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων για τη συναισθηματική κατάσταση άλλων ανθρώπων. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της μελέτης έδωσε περαιτέρω στοιχεία για το σχεδιασμό της συναισθηματικής ενότητας της εκπαιδευτικής εφαρμογής.

Στο κεφάλαιο 9, ως πρόσθετη βελτίωση της προτεινόμενης προσέγγισης αναγνώρισης συναισθημάτων, προτείνεται η ενσωμάτωση στερεοτύπων σχετικά με τους χρήστες διαφόρων ηλικιών, εκπαιδευτικών υποβάθρων και επιπέδων γνώσης υπολογιστών. Επιπλέον, υπάρχει τρέχουσα ερευνητική εργασία υπό εξέλιξη που εκμεταλλεύεται έναν τρίτο τρόπο αλληλεπίδρασης, οπτικό αυτή τη φορά (Stathoroulou & Tsihrintzis, 2005), για να προσθέσει τις πληροφορίες στη βάση δεδομένων του συστήματος και να συμπληρώσει τα συμπεράσματα του συστατικού μοντελοποίησης χρήστη σχετικά με τα συναισθήματα αυτού. Ο τρίτος τρόπος πρόκειται να ενσωματωθεί στο τελικό σύστημα με την προσθήκη φωτογραφικών μηχανών λήψης οπτικών δεδομένων και επίσης με την παροχή του κατάλληλου λογισμικού, το οποίο θα καταστήσει δυνατή την

ενσωμάτωση των οπτικών δεδομένων στο πολυκριτήριο σύστημα επιλογής συναισθημάτων.

Κεφάλαιο 8

Λήψη απόφασης πολλαπλών κριτηρίων για αναγνώριση συναισθήματος

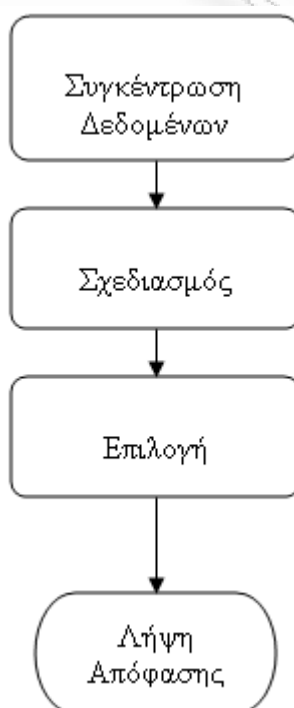
8.1. Διαδικασία λήψης αποφάσεων για αναγνώριση συναισθήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται μια νέα ερευνητική προσέγγιση για την αναγνώριση ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή, που στοχεύει στη βελτίωση της αναγνώρισης των συναισθημάτων των χρηστών μέσα σε μια εκπαιδευτική εφαρμογή. Η νέα προσέγγιση είναι βασισμένη σε πληροφορίες για τους χρήστες που προκύπτουν από δύο τρόπους αλληλεπίδρασης (πληκτρολόγιο και μικρόφωνο) και υποβάλλεται σε επεξεργασία βασισμένη σε έναν συνδυασμό των ενεργειών εισόδου των χρηστών και της θεωρίας λήψης αποφάσεων.

Μια μάλλον ελπιδοφόρος προσέγγιση που δεν έχει προσελκύσει την επαρκή προσοχή παρά τα πιθανά οφέλη της εφαρμογής της είναι οι θεωρίες λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης προέρχονται από το γεγονός ότι η αλληλεπίδραση χρήστη-υπολογιστή είναι, από τη φύση της, βασισμένη σε

πολλαπλά κριτήρια. Οι ενσωματώσεις των θεωριών λήψης αποφάσεων έχουν ήδη εφαρμοστεί στο πεδίο των ευφυών συστημάτων. Στην εργασία των (Kabassi, K., Despotis, D.,K. & Virvou, M., 2005) "A multicriteria approach to dynamic reasoning in an intelligent user interface" προτείνεται μια πολυκριτήρια προσέγγιση για την παροχή δυναμικής αιτιολόγησης σε ένα ευφύες σύστημα αλληλεπίδρασης χρηστών.

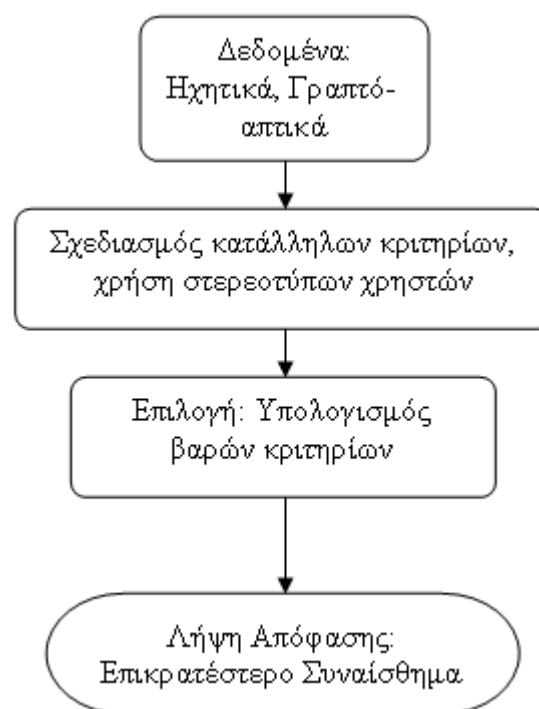
Η λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια απαιτεί διάφορα βήματα ανάπτυξης για την εφαρμογή τους. Σύμφωνα με τον Simon (1980), η βασική διαδικασία που ακολουθείται κατά τις θεωρίες λήψης αποφάσεων, περιγράφεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1. Βασική διαδικασία θεωριών λήψης αποφάσεων.

Στο πρώτο στάδιο γίνεται η συλλογή όλων των διαθέσιμων προς επεξεργασία δεδομένων. Κατά το στάδιο του σχεδιασμού, επιλέγεται η θεωρία που θα χρησιμοποιηθεί για τη λήψη απόφασης, καθώς και τα κριτήρια βάσει των οποίων θα αποφασίσει η θεωρία. Στο στάδιο της επιλογής, επιλέγεται η επικρατέστερη απόφαση, μέσω της επιλεγμένης θεωρίας λήψης απόφασης αφού προηγηθεί ο υπολογισμός των βαρών των κριτηρίων των αποφάσεων. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκε και στην

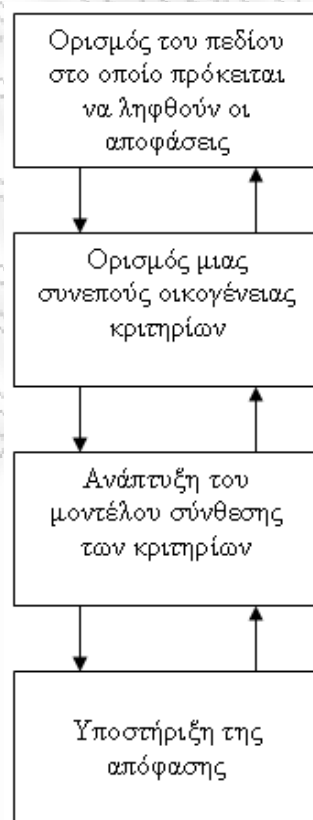
προσέγγιση του προβλήματος αναγνώρισης συναισθήματος σε δι-τροπικά περιβάλλοντα αλληλεπίδρασης, το οποίο πραγματεύεται η παρούσα διατριβή. Αντίστοιχα, η συλλογή των διαθέσιμων δεδομένων εισόδου γίνεται μέσω δύο τρόπων αλληλεπίδρασης, του ηχητικού μέσω του μικροφώνου και του γραπτού, μέσω του πληκτρολογίου. Η επιλεγείσα θεωρία για το σχεδιασμό του μοντέλου λήψης απόφασης είναι η SAW, ενώ τα κριτήρια των δεδομένων εισόδου συνδυάζονται και με άλλα κριτήρια που προκύπτουν από μια πρωτότυπη ενσωμάτωση την θεωρίας των στερεοτύπων χρηστών στο πεδίο της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Δύο εμπειρικές μελέτες σε πραγματικούς χρήστες και μια εμπειρική μελέτη με ανθρώπους εμπειρογνώμονες στα πεδία της ψυχολογίας και των υπολογιστών προσδιορίζουν τα βάρη των παραπάνω κριτηρίων (συμπεριλαμβανομένων των στερεοτύπων), ώστε να γίνει η επιλογή ανάμεσα στις έξι συναισθηματικές καταστάσεις (θυμός, λύπη, χαρά, αηδία, έκπληξη και η ουδέτερη συναισθηματική κατάσταση) με τις οποίες ασχολείται η διατριβή και να γίνει λήψη απόφασης, δηλαδή η επιλογή της συναισθηματικής κατάστασης η οποία πιθανολογείται ως η επικρατέστερη των υπολοίπων.



Σχήμα 2. Τροποποιημένη διαδικασία λήψης απόφασης για αναγνώριση συναισθήματος από υπολογιστή.

Τονίζεται ότι τα δεδομένα τα οποία εισάγονται στη διαδικασία λήψης απόφασης είναι είτε ηχητικά, είτε δεδομένα μέσω της διεπαφής του πληκτρολογίου του υπολογιστή. Μέσα στη διαδικασία σχεδιασμού κριτηρίων συμπεριλαμβάνονται τα στερεότυπα των χρηστών, ενώ στην τελική λήψη απόφασης, η επικρατέστερη απόφαση υποδηλώνει ουσιαστικά το συναίσθημα που έχει υπολογίσει η διαδικασία ως πιο πιθανό να έχει ανιχνευθεί από το σύστημα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα τέσσερα βασικά στάδια που ακολουθούνται κατά τις θεωρίες λήψης αποφάσεων και χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του μοντέλου αναγνώρισης συναισθήματος, μέσω της ενσωμάτωσης μιας πολυκριτήριας θεωρίας λήψης απόφασης. Σύμφωνα με τον Roy (1996) τα βασικά στάδια στη θεωρία λήψης αποφάσεων είναι τέσσερα και περιγράφονται σχηματικά στο σχήμα 3.



Σχήμα 3. Βασικά στάδια στη θεωρία λήψης αποφάσεων.

Σύμφωνα με τα τέσσερα βασικά στάδια του σχήματος 3 και την προσέγγιση που ακολουθήθηκε στη διατριβή ως προς την επιλογή του επικρατέστερου συναισθήματος κατά την προσπάθεια αναγνώρισης συναισθημάτων χρηστών στην αλληλεπίδραση ανθρώπου υπολογιστή, το προκύπτον μοντέλο περιγράφεται ως εξής. Στο πρώτο στάδιο ορίζεται ως πεδίο ή αντικείμενο αποφάσεων η αναγνώριση συναισθημάτων από υπολογιστή. Συγκεκριμένα, ορίζονται έξι συναισθήματα, ως τα βασικά συναισθήματα της παρούσας έρευνας. Αυτά είναι η χαρά, ο θυμός, η έκπληξη, η λύπη, η αηδία και το ουδέτερο συναίσθημα (ή αλλιώς η απουσία συναισθήματος). Κατά το δεύτερο στάδιο, όπου ορίζεται μια συνεπής οικογένεια κριτηρίων, προηγήθηκαν εμπειρικές μελέτες από απλούς χρήστες και από εμπειρογνώμονες, τα αποτελέσματα των οποίων οδήγησαν στον σαφή προσδιορισμό των κριτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη λήψη απόφασης για το επικρατέστερο συναίσθημα. Στο επόμενο στάδιο χρησιμοποιήθηκε η θεωρία του απλού σταθμισμένου αθροίσματος (SAW), για την ανάπτυξη του μοντέλου χρήσης των κριτηρίων. Τα βάρη για τα κριτήρια αυτά προέκυψαν από την ανάλυση των προαναφερθέντων μελετών. Τέλος στο στάδιο της υποστήριξης της απόφασης, αναλύονται στατιστικά τα αποτελέσματα της αναγνώρισης συναισθήματος έπειτα από την ενσωμάτωση την πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων.

8.2. Προσδιορισμός κριτηρίων για αναγνώριση συναισθήματος

Εξετάζοντας το σημαντικό πρόβλημα της επιλογής αποδοτικότερου τρόπου αλληλεπίδρασης ή του βαθμού που πρέπει τα στοιχεία από κάθε τρόπο να λαμβάνονται υπόψη, στο πλαίσιο της διατριβής προτείνεται μια νέα προσέγγιση για τον υπολογισμό της δέουσας βαρύτητας κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης, βασισμένη σε κριτήρια εισόδου δεδομένων και σε μια θεωρία πολλαπλών κριτηρίων.

Τα κριτήρια διαχωρίζονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Αρχικά υπάρχουν τα κριτήρια σε σχέση με τις ενέργειες των χρηστών, είτε αυτοί βρίσκονται σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον, είτε αναφερόμαστε στη γενικότερη αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Στη συνέχεια υπάρχουν τα κριτήρια σε σχέση με χαρακτηριστικά των χρηστών, όπως η ηλικία τους, η σχέση εξοικείωσής τους με τους υπολογιστές, το μορφωτικό τους επίπεδο και το φύλο τους. Τα κριτήρια αυτά αναλύονται βάσει της θεωρίας των στερεοτύπων όπως αυτή περιγράφεται και αναλύεται στο κεφάλαιο 10. Τέλος υπάρχουν και τα κριτήρια που αφορούν τους τρόπους αλληλεπίδρασης (πληκτρολόγιο και μικρόφωνο) και είναι ανεξάρτητα σε μεγάλο βαθμό από τους χρήστες των συστημάτων συναισθηματικής ευφυΐας. Αυτά ανταποκρίνονται στη δυνατότητα κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης να αναγνωρίσει κάθε ένα από τα έξι βασικά συναισθήματα με τα οποία ασχολείται η παρούσα διατριβή.

8.3. Κριτήρια σε σχέση με τις ενέργειες χρηστών

8.3.1. Ενέργειες χρηστών κατά την αλληλεπίδραση

Σε αυτή την ενότητα περιγράφονται ενέργειες των χρηστών κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα σύστημα (υπολογιστή), χωρίς να εστιάζεται η ερεύνα στην περιοχή του εκπαιδευτικού λογισμικού. Στην περιοχή των εκπαιδευτικών εφαρμογών, η οποία και αφορά ειδικότερα τη διατριβή, έχει γίνει ξεχωριστή μελέτη σε σχέση με τις ενέργειες των χρηστών, οι οποίες περιγράφονται στην επόμενη ενότητα. Η συλλογή και η ομαδοποίηση των ενεργειών των χρηστών σε ένα γενικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης, ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν, να αναλυθούν και τελικά να δώσουν ενδιαφέρουσες πληροφορίες σε σχέση με τη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών, κατέληξε στις εξής 5 κατηγορίες επιγραμματικά:

- 1) Λάθος (μήνυμα λάθους, λάθος πλοήγηση)
- 2) Λάθη , πολλά, κοντά-κοντά, στην εισαγωγή δεδομένων
- 3) Απουσία ενέργειας: α)διάβασμα β)τίποτα
- 4) Ενέργεια άσχετη με την εφαρμογή
- 5) Κανονική, επιτυχής, αλληλεπίδραση (χωρίς λάθη)

Στο πλαίσιο ενός γενικού περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης, ο εκάστοτε χρήστης μπορεί να οδηγηθεί σε λανθασμένες ενέργειες. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται ενέργειες όπου ο χρήστης του εκάστοτε προγράμματος δεν είναι η αναμενόμενη, με αποτέλεσμα να οδηγηθεί (εφόσον υπάρχει πρόβλεψη από το σύστημα) σε μήνυμα λάθους. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται και οι ενέργειες από λανθασμένη πλοήγηση, για παράδειγμα σε περιβάλλον ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning), ή και κινητής μάθησης (m-learning), όπου ένας χρήστης πλοηγείται σε διαφορετική σελίδα από αυτή που πραγματικά θέλει και αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό από το σύστημα. Στη συνέχεια εντοπίζουμε τα λάθη που κάνει ο χρήστης στο γράψιμο και τα οποία μπορούν να είναι αλληλάλληλα ή επαναλαμβανόμενα, όπως για παράδειγμα η συχνή χρήση του

οπισθοδιαστήματος (backspace). Κατά την απουσία ενέργειας (δεν υπάρχουν δεδομένα που να υποδεικνύουν αλληλεπίδραση με το σύστημα) μπορούμε να εντοπίσουμε ως πιθανές αιτίες, το διάβασμα ή την επεξεργασία δεδομένων από την πλευρά του χρήστη (για παράδειγμα όταν διαβάζει ένα κείμενο, ή όταν ο χρήστης σκέφτεται μια απάντηση ή λύση), το ενδεχόμενο να βαριέται, καθώς και το ενδεχόμενο να μην ασχολείται πια με την εφαρμογή αλλά με κάτι άλλο. Στην περίπτωση που ο χρήστης δεν ασχολείται με την εφαρμογή που μας ενδιαφέρει, αλλά παρόλα αυτά έχουμε εισαγωγή δεδομένων, ηχητικών ή γραπτό-απτικών, οι ενέργειες αυτές καταγράφονται ως επιπλέον βοηθητικά στοιχεία. Τέλος έχουμε την κανονική ή επιτυχή αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα, ή οποία είναι αυτή που ακριβώς αναμένεται να γίνει σε σχέση με τη χρήση του εν λόγω συστήματος. Πρέπει να τονιστεί ότι σε όλα τα σημεία ορισμού ή περιγραφής ενεργειών αλληλεπίδρασης, η προσδοκώμενη και μελετηθείς αλληλεπίδραση είναι αυτή που ορίζεται από τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης: τον ηχητικό μέσω ενός μικροφώνου και του γραπτού, μέσω της χρήσης του πληκτρολογίου, ανεξαρτήτως υπολογιστικού συστήματος (προσωπικός υπολογιστής, κινητό τηλέφωνο, PDA) και πλατφόρμας. Αξίζει τέλος να τονιστεί ότι μια παραδοχή που έχει γίνει στο πλαίσιο αυτής της διατριβής είναι η απουσία εξωτερικών παραγόντων και δεδομένων, όπως η παρουσία άλλων χρηστών, η παρουσία θορύβων από άλλες πηγές, κ.λπ. Η συνεξέταση αυτών των παραγόντων μπορεί να αποτελέσει μελλοντικό στόχο ή επέκταση του υπάρχοντος συστήματος.

8.3.2. Ενέργειες των χρηστών σε εκπαιδευτικό περιβάλλον

Στην προηγούμενη ενότητα εξετάστηκαν και αναλύθηκαν ενέργειες χρηστών σε ένα γενικό πλαίσιο-περιβάλλον αλληλεπίδρασης, όπου η εφαρμογή που χρησιμοποιείται από τον χρήστη δεν εστιάζει σε κάποιο συγκεκριμένο πεδίο και οι ενέργειες αυτές καταγράφονται και αναλύονται για λόγους αναγνώρισης της συναισθηματικής κατάστασης των χρηστών. Στην ενότητα αυτή ασχολούμαστε με ενέργειες χρηστών που προκύπτουν σε λογισμικό εκπαιδευτικού περιεχομένου, όπως για παράδειγμα e-learning και m-learning περιβάλλοντα. Οι ενέργειες αυτές είναι ως αναμενόμενο περισσότερες και ανταποκρίνονται ειδικότερα στον αντικειμενικό στόχο του εκάστοτε χρήστη, ήτοι να χρησιμοποιήσει εκπαιδευτικό λογισμικό. Στην περίπτωση αυτή έχουμε:

- 1) Λάθος απροσεξίας (λανθασμένη απάντηση, η λανθασμένη απάντηση είναι πολύ κοντά στη σωστή)
- 2) Λάθος γνώσης
- 3) Σωστή απάντηση
- 4) Διάβασμα (θεωρίας)
- 5) Διάβασμα (εκφώνησης άσκησης)
- 6) Παρατεταμένη πλοήγηση
- 7) Κανονική πλοήγηση
- 8) Λάθος πλοήγηση
- 9) Απουσία ενέργειας
- 10) Ενέργεια άσχετη με την εφαρμογή

Στην πρώτη ομάδα ενεργειών, όπου περιλαμβάνονται τα λάθη απροσεξίας, έχουμε τα λάθη που κάνει κάποιος χρήστης, αλλά τα οποία δεν οφείλονται σε λάθος ή απουσία γνώσης, παρά σε λανθασμένη απόδοση της απάντησης μέσω του εκάστοτε τρόπου διεπαφής. Για παράδειγμα ένας χρήστης μπορεί, απρόσεκτα, να πληκτρολογήσει κάτι λάθος, ή να πει κάτι το οποίο να αναγνωριστεί λανθασμένα από το σύστημα αναγνώρισης φωνής του συστήματος, ενώ ο ίδιος γνωρίζει τη σωστή απάντηση. Φυσικά αυτό προϋποθέτει τον εφοδιασμό του εκπαιδευτικού συστήματος με τους

κατάλληλους μηχανισμούς συλλογιστικής, ώστε να μπορεί να αποφανθεί εάν μια τέτοια περίπτωση ενέργειας μπορεί πραγματικά να υφίσταται. Το υπάρχον σύστημα της διατριβής διαθέτει αντίστοιχους μηχανισμούς εντοπισμού και αξιολόγησης λαθών χρηστών σε εκπαιδευτικό περιβάλλον και έχει αναλυθεί στο κεφάλαιο 3.

Στη συνέχεια έπονται οι περιπτώσεις πραγματικών λαθών, όπως λαθών γνώσης, όπου ο χρήστης δίνει μια λανθασμένη απάντηση, ή εκτελεί λανθασμένες ενέργειες λόγω έλλειψης γνώσεων χειρισμού του συστήματος. Όπως και στην προηγούμενη ομάδα ενεργειών, έτσι και στην συγκεκριμένη, για να υπάρχει η δυνατότητα διαχωρισμού της «φύσης» των λαθών των χρηστών, προϋποτίθεται η ύπαρξη εξελιγμένων τεχνικών και μηχανισμών στο πεδίο της τεχνολογίας λογισμικού για εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Ως τρίτη ομάδα ενεργειών χρηστών, έχουμε τις περιπτώσεις όπου ένας χρήστης δίνει σωστή/ σωστές απάντηση/ απαντήσεις στην αλληλεπίδρασή του με την εκπαιδευτική εφαρμογή, όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις αξιολογήσεων γνώσεων ή σε τεστ. Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα δεδομένα των απαντήσεων μπορούν να δοθούν είτε ηχητικά, είτε γραπτά, ενώ οι απαντήσεις μπορούν να είναι πολλών μορφών, όπως απαντήσεις πολλαπλών επιλογών (multiple choice), ή συμπλήρωσης κενών, ή και απαντήσεις όπου απαιτείται η εισαγωγή κειμένου (φωνητικά ή γραπτά) ως απάντηση σε αντίστοιχη ερώτηση.

Στη συνέχεια έχουμε δύο περιπτώσεις αλληλεπίδρασης του χρήστη με το εκπαιδευτικό σύστημα, όπου ο χρήστης διαβάζει μέρος της θεωρίας, ή γενικότερα των δεδομένων που περιλαμβάνει η εκπαιδευτική εφαρμογή, καθώς και την περίπτωση που ένας εκπαιδευτικός βοηθός εκφωνεί ή παρουσιάζει μέρος των υπάρχοντων δεδομένων. Επίσης η ανάγνωση, ή η ακουστική παρουσίαση, μπορούν να συμβαίνουν τόσο στις περιπτώσεις όπου ένας χρήστης αντλεί γνώση (θεωρία), όσο και στις περιπτώσεις όπου ένας χρήστης είναι έτοιμος να εξεταστεί σε κάποιο τεστ (για παράδειγμα η εκφώνηση μιας άσκησης). Ο διαχωρισμός αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός, γιατί στην περίπτωση της εξέτασης, οι χρήστες είναι

συνήθως περισσότερο φορτισμένοι συναισθηματικά, με αποτέλεσμα να υπάρχουν και διαφορετικές επιρροές στις συναισθηματικές του καταστάσεις.

Σε σχέση με την πλοήγηση του χρήστη στο περιβάλλον της εκπαιδευτικής εφαρμογής, είτε πρόκειται για περιβάλλον ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning), είτε για εκπαιδευτική εφαρμογή εγκατεστημένη σε προσωπικό υπολογιστή (educational application), έχουμε τρεις πιθανές περιπτώσεις ενεργειών. Η πλοήγηση αυτή, αφού μπορούμε να ελέγξουμε πλήρως τις διαθέσιμες από την εκπαιδευτική εφαρμογή δυνατότητες χρήσης της (για παράδειγμα ύπαρξη θεωρίας, τεστ, βαθμολογίες, κ.λπ.), μπορεί στη συνέχεια να χαρακτηριστεί ως η προσδοκώμενη, ή επιτυχής. Ως λανθασμένη, όταν ένας χρήστης δεν χρησιμοποιεί σωστά τους μηχανισμούς της εκπαιδευτικής εφαρμογής ή πλοηγείται σε λάθος μέρη (για παράδειγμα να μεταβαίνει σε μέρη της θεωρίας που δεν θέλει ή δεν πρέπει να διαβάσει) και τέλος ως διαρκής ή παρατεταμένη, όταν ο χρήστης αφιερώνει περισσότερο χρόνο στην πλοήγηση από το χρόνο που έχει οριστεί ως «φυσιολογικός». Σε αυτή την περίπτωση, για παράδειγμα, περιλαμβάνονται οι περιπτώσεις όπου ένας χρήστης βαριέται ή όταν είναι αφηρημένος και χρησιμοποιεί την εκπαιδευτική εφαρμογή, χωρίς πραγματικό σκοπό, ή ακόμα και στην περίπτωση όπου ένας χρήστης θέλει απλά να δει ολόκληρη την εφαρμογή και να μην ακολουθήσει το προϋπάρχον μοντέλο προτεινόμενης παρουσίασης της θεωρίας. Επίσης στην ίδια κατηγορία ενεργειών τοποθετούνται και οι περιπτώσεις χρηστών όπου δεν ξέρουν ακριβώς τι να κάνουν, «έχουν χαθεί» και πλοηγούνται αναζητώντας πληροφορίες ή παροχή βοήθειας.

Τέλος έχουμε δύο κατηγορίες ενεργειών που χαρακτηρίζονται από απουσία ενεργειών στο περιβάλλον της εκπαιδευτικής εφαρμογής, ή παρουσία ενεργειών μη συσχετιζόμενων με την εκπαιδευτική εφαρμογή. Οι ενέργειες αυτές δύναται να χαρακτηρίζονται από εισαγωγή ηχητικών δεδομένων, ή δεδομένων πληκτρολογίου, που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την εκπαιδευτική εφαρμογή, καθώς και από την απόλυτη απουσία εισαγωγής δεδομένων. Σε αυτό το σημείο, πρέπει πάλι να τονιστεί ότι ενώ κάποιες κατηγορίες ενεργειών φαίνεται να ταυτίζονται με

κάποιες άλλες (για παράδειγμα η απουσία ενέργειας μπορεί να ταυτίζεται με την ενέργεια του «διαβάσματος της θεωρίας» ή του «διαβάσματος των ασκήσεων»), μπορούμε να αποφανθούμε για το ποια κατηγορία χαρακτηρίζει την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον υπολογιστή, εφόσον έχουμε στη διάθεση μας επιπλέον στοιχεία από την εφαρμογή, σε συνδυασμό με έξυπνους μηχανισμούς αιτιολόγησης για τη μεριά του χρήστη. Ειδικότερα, όπως αναφέρεται και επεξηγείται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3, στην περιγραφή του ολοκληρωμένου συστήματος, η καταγραφή όλων των ενεργειών του χρήστη, από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο, γίνεται από ένα ανεξάρτητο πλατφόρμας και εφαρμογής συστατικό, το οποίο «φιλτράρει», καταγράφει όλη την εισερχόμενη από τον χρήστη πληροφορία και στη συνέχεια τη αποδίδει στην εφαρμογή, για την οποία την προορίζει ο χρήστης. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να έχουμε ενδιαφέρουσες επιπλέον πληροφορίες για τις ενέργειες του χρήστη, είτε αυτός αλληλεπιδρά με την εκπαιδευτική μας εφαρμογή, είτε ασχολείται με κάποια άλλη ενέργεια.

8.4. Κριτήρια σε σχέση με τους τρόπους αλληλεπίδρασης

- Ενέργειες εισόδου από το πληκτρολόγιο

Ενώ ο χρήστης χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο και για της ανάγκες της ανάλυσης των δεδομένων πληκτρολογίου για αναγνώριση του συναισθήματος του χρήστη από τον υπολογιστή, έχουμε τις παρακάτω έξι κατηγοριοποιημένες ενέργειες-κριτήρια εισόδου από τη μεριά του χρήστη:

- 1) Πληκτρολογεί κανονικά
- 2) Πληκτρολογεί πιο γρήγορα από το συνηθισμένο
- 3) Πληκτρολογεί πιο αργά από το συνηθισμένο
- 4) Χρήση backspace
- 5) Χρήση άσχετων πλήκτρων
- 6) Απουσία γραπτών δεδομένων

- Ενέργειες εισόδου από το μικρόφωνο

Αντίστοιχα, ενώ ο χρήστης χρησιμοποιεί το μικρόφωνο του υπολογιστή του και για της ανάγκες της ανάλυσης των δεδομένων πληκτρολογίου για αναγνώριση του συναισθήματος του χρήστη από τον υπολογιστή, έχουμε τις παρακάτω επτά κατηγοριοποιημένες ενέργειες-κριτήρια εισόδου από τη μεριά του χρήστη:

- 1) Έντονο φραστικό ύφος (βρισιές)
- 2) Επιφωνήματα
- 3) Φωνή χαμηλής έντασης
- 4) Φωνή υψηλής έντασης
- 5) Φωνή φυσιολογικής έντασης
- 6) Εκφώνηση λέξεων από μια «ειδική» λίστα λέξεων, που υποδηλώνουν κάποιο συναίσθημα
- 7) Απουσία ηχητικών δεδομένων

Οι ενέργειες αυτές προέκυψαν και αναλύθηκαν στο πλαίσιο των εμπειρικών μελετών της διατριβής, όπως περιγράφηκα στο κεφάλαιο 6, ενώ από αυτές προέκυψαν κριτήρια και βάρη κριτηρίων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως επόμενο βήμα σε συνδυασμό με μια πολυκριτήρια θεωρία λήψης αποφάσεων, ως μηχανισμό συμπερασμού για την συναισθηματική κατάσταση των χρηστών. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν και σε συνδυασμό με τη θεωρία των στερεοτύπων, ως ενεργοποιήσιμα συγκεκριμένων στερεοτύπων που αφορούν το μοντέλο των χρηστών και το πως κάποια χαρακτηριστικά τους μπορούν να βελτιώσουν τη δυνατότητα ενός συστήματος να αναγνωρίζει τα ανθρώπινα συναισθήματα. Αυτά περιγράφονται αναλυτικότερα στα επόμενα κεφάλαια, 9 και 10.

Κεφάλαιο 9

Στερεότυπα χρηστών και τρόποι αλληλεπίδρασης για αναγνώριση συναισθημάτων

9.1. Εισαγωγή

Σε πολλές περιπτώσεις τα δεδομένα από τη φωνητική αλληλεπίδραση ή την αλληλεπίδραση μέσω του πληκτρολογίου παρέχουν στο σύστημα στοιχεία συναισθημάτων με αρκετά παρόμοιο βαθμό πιθανότητας. Παραδείγματος χάριν μπορούμε να έχουμε στοιχεία ότι ένας χρήστης είναι είτε θυμωμένος καθώς λέει ή πληκτρολογεί κάτι είτε αγχωμένος ή ακόμα και μπερδεμένος. Η ενσωμάτωση των στερεοτύπων στο σύστημα του παρέχει ένα μηχανισμό συλλογισμού που μπορεί να αναγνωρίσει ένα συναίσθημα μεταξύ άλλων ή να μας δώσει στοιχεία για τη διάκριση συναισθημάτων. Τα στοιχεία για το χαρακτήρα ή την προσωπικότητα ενός συγκεκριμένου χρήστη μπορούν να αυξήσουν το ποσοστό της πιθανότητας για ορισμένα συναισθήματα. Επιπλέον η κατοχή των στοιχείων για τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών μπορεί να οδηγήσει το σύστημα να επικεντρώσει τους αλγορίθμους αναγνώρισης συναισθημάτων του σε έναν ορισμένο τρόπο αλληλεπίδρασης. Εάν το

σύστημα ξέρει ότι είναι πιθανότερο να αναγνωρίσει τη συναισθηματική κατάσταση ενός χρήστη αναλύοντας τα δεδομένα από έναν συγκεκριμένο τρόπο (π.χ. από τη φωνή του μέσω του μικροφώνου) τότε θα πρέπει να επικεντρωθεί περισσότερο σε αυτόν τον τρόπο.

Η παρούσα προσέγγιση είναι βασισμένη σε πληροφορίες για τους χρήστες που προκύπτουν από δύο τρόπους αλληλεπίδρασης (πληκτρολόγιο και μικρόφωνο) και υποβάλλεται σε επεξεργασία βασισμένη σε έναν συνδυασμό της θεωρίας στερεοτύπων των χρηστών.

Εξετάζοντας το σημαντικό πρόβλημα της επιλογής αποδοτικότερου τρόπου αλληλεπίδρασης ή του βαθμού που πρέπει τα στοιχεία από κάθε τρόπο να λαμβάνονται υπόψη, προτείνουμε μια νέα προσέγγιση για τον υπολογισμό της δέουσας βαρύτητας κάθε τρόπου βασισμένη σε στερεότυπα και μετέπειτα στο συνδυασμό αυτών μέσω μιας θεωρίας πολλαπλών κριτηρίων. Ο συλλογισμός που βασίζεται σε στερεότυπα παίρνει μια αρχική εικόνα του χρήστη και τη χρησιμοποιεί για να χτίσει ένα πρότυπο χρήστη βασισμένο σε προεπιλεγμένες υποθέσεις [5]. Τα στερεότυπα αποτελούν έναν ισχυρό μηχανισμό για τα μοντέλα χρηστών [5]. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα στερεότυπα αντιπροσωπεύουν τις πληροφορίες που επιτρέπουν στο σύστημα να διεξάγει ένα μεγάλο αριθμό εύλογων συμπερασμάτων, βάσει ενός ουσιαστικά μικρότερου αριθμού παρατηρήσεων [6].

9.2. **Εμπειρική μελέτη για προσδιορισμό στερεοτύπων χρηστών**

Ως πρώτο βήμα στο σχεδιασμό των στερεοτύπων χρηστών για την αναγνώριση συναισθημάτων πραγματοποιήθηκε μια εμπειρική μελέτη βασισμένη στη συναισθηματική αλληλεπίδραση μέσω του ηχητικού τρόπου και του πληκτρολογίου. Ο ηχητικός-προφορικός τρόπος αλληλεπίδρασης χρησιμοποιεί το μικρόφωνο ως συσκευή εισαγωγής δεδομένων, ενώ η γραπτή αλληλεπίδραση χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο του προσωπικού υπολογιστή.

Η μελέτη στόχευε στο να ανακαλύψει τις κοινές αντιδράσεις χρηστών που εκφράζουν τα συναισθήματα τους ενώ αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές. Μόλις αυτές οι αντιδράσεις προσδιορίστηκαν, συνδέθηκαν με συγκεκριμένα συναισθήματα μέσα στο πλαίσιο ορισμένων ομάδων χρηστών που εξαρτώνται από την ηλικία τους, το επίπεδο οικειότητας με τους υπολογιστές, το εκπαιδευτικό επίπεδο και το φύλο. Τα στερεότυπα χρησιμοποιούνται προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων επιδεικνύοντας τις πιο κοινές αντιδράσεις σε ορισμένα συναισθήματα. Η εμπειρική μελέτη έδωσε επίσης σημαντικά αποτελέσματα για τις ικανότητες καθώς και τις αδυναμίες της αναγνώρισης συναισθημάτων που είναι βασισμένη σε κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης.

Η εμπειρική μελέτη περιέλαβε 200 χρήστες (και των δύο φύλων) ποικίλων εκπαιδευτικών υποβάθρων, ηλικιών και επιπέδων εμπειρίας υπολογιστών. Αναλύοντας την κατανομή των συμμετεχόντων στην εμπειρική μελέτη από άποψη ηλικίας, 14% των συμμετεχόντων ήταν κάτω από την ηλικία των 18, περίπου 20% των συμμετεχόντων μεταξύ των ηλικιών 18 και 30 και ένα σημαντικό ποσοστό των συμμετεχόντων μας μετά την ηλικία των 40. Εξετάζοντας το γένος των συμμετεχόντων, οι χρήστες διαιρέθηκαν σχεδόν κατά το ήμισυ. Η κατανομή των συμμετεχόντων λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο γνώσης υπολογιστών είναι η ακόλουθη:

- άπειροι χρήστες 20%,

- αρχάριοι χρήστες 30%,
- χρήστες μέσου επιπέδου 32% και
- πεπειραμένοι χρήστες υπολογιστών 18%.

Η εμπειρική μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση της εμπειρικής μελέτης δόθηκαν στους συμμετέχοντες ερωτηματολόγια σχετικά με τις συναισθηματικές αντιδράσεις τους σε διάφορες καταστάσεις χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή σύμφωνα με τις ενέργειές τους καθώς πληκτρολογούν και μιλάνε. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες έπρεπε να φανταστούν ή να αναθυμηθούν μια αλληλεπίδραση με έναν υπολογιστή ενώ χρησιμοποιούσαν μια εκπαιδευτική εφαρμογή και να προσδιορίσουν την επιρροή στη φωνή τους και στον τρόπο που δακτυλογραφούν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες αλληλεπίδρασης. Στη δεύτερη φάση της μελέτης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν μια εφαρμογή, η οποία ενσωμάτωσε ένα τμήμα ελέγχου χρηστών. Αυτό το τμήμα κατέγραψε τις ενέργειες των χρηστών από το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο και τις ερμήνευσε τελικά από άποψη συναισθημάτων. Η βασική λειτουργία αυτού του συστατικού ήταν να συλληφθούν όλα τα στοιχεία που παρεμβλήθηκαν από το χρήστη είτε προφορικά είτε με τη χρήση του πληκτρολογίου του υπολογιστή. Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε μια βάση δεδομένων και αναλύθηκαν έπειτα από τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι ένα πολύ υψηλό ποσοστό (85%) των νεαρών ατόμων (κάτω από 30 ετών) που ήταν επίσης άπειρα με τους υπολογιστές κατατέθηκε ή καταγράφηκε να έχουν προτιμήσει να εκφραστούν μέσω του προφορικού τρόπου παρά μέσω του πληκτρολογίου. Αντίθετα οι συμμετέχοντες που ήταν εμπειρογνώμονες υπολογιστών δεν μας έδωσαν σημαντικά δεδομένα για την αντίληψη επιρροής κατά τη διάρκεια της προφορικής επικοινωνίας με τον υπολογιστή τους.

Χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες συμφωνούν ότι όταν είναι νευρικοί η δυνατότητα σημείωσης λάθους αυξάνεται ραγδαία. Αυτό συμβαίνει επίσης όταν έχουν

αρνητικά συναισθήματα. Τα λάθη στη δακτυλογράφηση ακολουθούνται από πολλές χρήσεις του πλήκτρου οπισθοδιαστήματος (backspace) στο πληκτρολόγιο και ταυτόχρονες αλλαγές στη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη σε ένα ποσοστό 82%. Ακόμα χρήστες κάτω των 20 ετών και χρήστες άνω των 20 ετών με επίσης χαμηλό εκπαιδευτικό υπόβαθρο φαίνεται να είναι επιρρεπέστεροι στο να κάνουν ακόμα περισσότερα λάθη συνεπεία ενός αρχικού λάθους και να χάνουν τη συγκέντρωσή τους αλληλεπιδρώντας με μια εφαρμογή (67%). Οι χρήστες της ίδιας κατηγορίας επίσης αναγνωρίζουν ότι όταν είναι θυμωμένοι το ποσοστό σημείωσης λάθους αυξάνεται, το ποσοστό δακτυλογράφησής τους γίνεται πιο αργό κατά 62% (ενώ, όταν είναι ευτυχείς δακτυλογραφούν γρηγορότερα κατά 70%). Παρόμοια αποτελέσματα στο πληκτρολόγιο αναφέρθηκαν όταν το συναίσθημα είναι πλήξη αντί του θυμού. Ένα συμπέρασμα σχετικά με το συνδυασμό των δύο τρόπων από άποψη αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ότι αλληλοσυμπληρώνονται σε μεγάλο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα μπορεί να παράγει μια υπόθεση για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη με έναν υψηλότερο βαθμό βεβαιότητας εάν λάβει υπόψη τα στοιχεία από το συνδυασμό των δύο τρόπων παρά από έναν τρόπο.

9.3. Σχεδιασμός των στερεοτύπων χρηστών

Ο κύριος λόγος της χρήσης στερεοτύπων είναι ότι επιτρέπουν σε ένα σύστημα να διεξάγει ένα μεγάλο αριθμό συμπερασμάτων βασισμένων σε έναν μικρότερο αριθμό παρατηρήσεων. Σύμφωνα με τα [5], [6], ένα στερεότυπο περιλαμβάνει:

- Ένα σύνολο όρων ενεργοποίησης, οι οποίοι αποτελούν Boolean μεταβλητές που ενεργοποιούν ένα συγκεκριμένο στερεότυπο
- Ένα σύνολο στερεοτυπικών συμπερασμάτων, τα οποία χρησιμεύουν ως υποθέσεις προεπιλογής για το χρήστη, μόλις ο χρήστης προσδιοριστεί από ένα στερεότυπο.

Στη μελέτη μας, έχουμε ταξινομήσει τους χρήστες μας στα στερεότυπα σχετικά με την ηλικία τους, το εκπαιδευτικό επίπεδό τους, το επίπεδο γνώσης υπολογιστών τους και το φύλο τους. Για κάθε χρήστη υπάρχει μια τιμή που αντιστοιχεί σε ένα τεσσάρων διαστάσεων στερεοτυπικό διάνυσμα της μορφής:

(User_Name, Stereotypic Characteristic1, Stereotypic Characteristic2, Stereotypic Characteristic3, Stereotypic Characteristic4).

Το Stereotypic Characteristic1(Στερεοτυπικό Χαρακτηριστικό 1) αναφέρεται στην ηλικία του χρήστη και είναι ένα στοιχείο της ακόλουθου συνόλου σχετικά με ηλικίες: [(10-16), (16-24), (24-36), (36-50), (άνω των 50)]. Το Stereotypic Characteristic2 (Στερεοτυπικό Χαρακτηριστικό 2) αναφέρεται στο επίπεδο γνώσης υπολογιστών του χρήστη και είναι ένα στοιχείο του ακόλουθου συνόλου σχετικά με την εμπειρία υπολογιστών του χρήστη σε μήνες (χρησιμοποιώντας έναν προσωπικό υπολογιστή): [(λιγότερο από 1), (1-6), (6-12), (πάνω από 12)]. Ομοίως έχουμε καθορίσει τα Stereotypic Characteristics 3,4 (Στερεοτυπικά Χαρακτηριστικά 3 και 4) που αναφέρονται στο εκπαιδευτικό επίπεδο του χρήστη και στο γένος του χρήστη αντίστοιχα. Τα συμπεράσματα αυτού του στερεότυπου διανύσματος παρέχουν πληροφορίες για το βάρος σπουδαιότητας κάθε τρόπου για τους χρήστες που ανήκουν σε εκείνο το στερεότυπο.

Παραδείγματος χάριν εάν ένας χρήστης ανήκει στο στερεότυπο [(16-24)] προκύπτει να έχει μια τάση να εκφράσει τα συναισθήματά του μέσω του προφορικού τρόπου αλληλεπίδρασης. Τα στερεότυπα μπορούν να παρέχουν συμπεράσματα σχετικά με υποθέσεις που αφορούν τα συναισθήματα των χρηστών και σχετικά με το σημαντικότερο τρόπο παροχής στοιχείων για τα συναισθήματα των χρηστών. Πιο συγκεκριμένα, σε πολλές περιπτώσεις, τα δεδομένα από τη φωνητική αλληλεπίδραση ή την αλληλεπίδραση μέσω του πληκτρολογίου αποδεικνύουν τα διαφορετικά συναισθήματα με αρκετά παρόμοιους βαθμούς βεβαιότητας. Παραδείγματος χάριν, το σύστημα μπορεί να έχει στοιχεία ότι ένας χρήστης είναι είτε θυμωμένος καθώς λέει ή πληκτρολογεί κάτι είτε αγχωμένος ή ακόμα και μπερδεμένος. Η ενσωμάτωση των στερεοτύπων στο σύστημα παρέχει συμπεράσματα σχετικά με ανθρώπους που ανήκουν στην ίδια κατηγορία με το χρήστη και μπορούν να βοηθήσουν στην αναγνώριση ενός συναισθήματος που είναι πιο κοινό για τους χρήστες αυτής της κατηγορίας μεταξύ των άλλων ή ακόμα και να διακρίνει συναισθήματα. Τα στοιχεία για το χαρακτήρα ή την προσωπικότητα ενός χρήστη μπορούν να αυξήσουν το βαθμό βεβαιότητας για ένα συγκεκριμένο συναίσθημα που αναγνωρίζεται.

Πιο συγκεκριμένα, οι κατηγορίες στερεοτύπων αποτελούν τα κριτήρια που θα μας βοηθήσουν να επιλέξουμε τον επικρατέστερο τρόπο που θα οδηγήσει το σύστημα στην ακριβέστερη αναγνώριση ενός συναισθήματος.

Για τη δημιουργία των στερεοτυπικών χαρακτηριστικών έχουμε ταξινομήσει όλους τους χρήστες σε τέσσερις κατηγορίες σχετικά με την ηλικία τους, το εκπαιδευτικό επίπεδό τους, το επίπεδο γνώσης υπολογιστών και το φύλο τους. Κάθε κατηγορία αντιπροσωπεύεται από ένα σύνολο δύο ή περισσότερων στοιχείων όπως διευκρινίζεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατηγορίες χρηστών

| Categories | Sets | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|---------|---------|
| Age (years) | 10-16 | 16-24 | 24-36 | 36-50 | Over 50 |
| Computer Knowledge | 0-1 | 1-6 | 6-12 | Over 12 | |

| | | | | |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|
| (months) | | | | |
| Educational Level | University level, Arts | University level, Science | Postgraduate level | High School level |
| Gender | Female | | Male | |

Για κάθε χρήστη ένα στερεότυπο ενεργοποιείται για κάθε από τις τέσσερις κατηγορίες στερεοτύπων. Ο πίνακας 2 προκύπτει από τον πίνακα 1 και παρουσιάζει τα διαθέσιμα στερεότυπα των τεσσάρων διαφορετικών κατηγοριών. Παραδείγματος χάριν, ag1 είναι το στερεότυπο που αντιστοιχεί στο στερεότυπο των χρηστών ηλικίας 10-16 ετών, το ck 3 είναι το στερεότυπο που αντιστοιχεί στους χρήστες που χρησιμοποιούν έναν υπολογιστή για 6 έως 12 μήνες, κ.λπ.

Πίνακας 2. Κατηγορίες χρηστών με στερεοτυπικές μεταβλητές

| Categories | Variables | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|
| Age (years) | ag1 | ag2 | ag3 | ag4 | ag5 |
| Computer Knowledge (months) | ck1 | ck2 | ck3 | ck4 | |
| Educational Level | ed1 | ed2 | ed3 | ed4 | |
| Gender | gd1 | | gd2 | | |

Παραδείγματος χάριν, οι στερεοτυπικές μεταβλητές που ενεργοποιήθηκαν (τιμή ίση με 1) για έναν χρήστη θηλυκού γένους, 20 ετών, με χαμηλό επίπεδο γνώσης υπολογιστών (1 μήνας κατάρτισης) και εκπαιδευτική γνώση επιπέδου γυμνασίου, θα είναι «ag2», «ck1», «ed4», «gd1».

Προκειμένου να ανακαλυφθεί το βάρος που προτείνεται από το στερεοτυπικό μηχανισμό για το συγκεκριμένο χρήστη, υπολογίζουμε το

βάρος που προτείνεται από κάθε διαφορετικό στερεότυπο που έχει ενεργοποιηθεί για εκείνο τον χρήστη. Πιο συγκεκριμένα, έχουμε διαμορφώσει τις ακόλουθες εξισώσεις που θα παράγουν τα αναμενόμενα βάρη για κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης, δηλαδή τον προφορικό τρόπο αλληλεπίδρασης και την αλληλεπίδραση μέσω ηλεκτρολογίου. Οι εξισώσεις αυτές χρησιμοποιούνται σύμφωνα με την πολυκριτήρια θεωρία λήψης αποφάσεων που περιγράφεται στο κεφάλαιο 8, ώστε να ενσωματωθούν οι διαθέσιμες πληροφορίες από τα στερεότυπα στο τελικό προκύπτον σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων. Ο συνδυασμός των στερεοτύπων με τη θεωρία λήψης αποφάσεων για την αναγνώριση των συναισθημάτων των χρηστών από υπολογιστή περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 10. Όσον αφορά τον ακουστικό τρόπο αλληλεπίδρασης και τις προαναφερθείσες στερεοτυπικές εξισώσεις έχουμε τους παρακάτω τύπους:

$$AG_O = ag1 * W_{oag1} + ag2 * W_{oag2} + ag3 * W_{oag3} + ag4 * W_{oag4} + ag5 * W_{oag5}$$

(Τύπος 3)

$$CK_O = ck1 * W_{ock1} + ck2 * W_{ock2} + ck3 * W_{ock3} + ck4 * W_{ock4}$$

(τύπος 4)

$$ED_O = ed1 * W_{oed1} + ed2 * W_{oed2} + ed3 * W_{oed3} + ed4 * W_{oed4}$$

(τύπος 5)

$$GD_O = gd1 * W_{ogd1} + gd2 * W_{ogd2}$$

(τύπος 6)

Για την αλληλεπίδραση των χρηστών μέσω ηλεκτρολογίου έχουμε τους ακόλουθους τέσσερις τύπους (7-10) αντίστοιχα:

$$AG_K = ag1 * W_{kag1} + ag2 * W_{kag2} + ag3 * W_{kag3} + ag4 * W_{kag4} + ag5 * W_{kag5}$$

(Τύπος 7)

$$CK_K = ck1 * W_{kck1} + ck2 * W_{kck2} + ck3 * W_{kck3} + ck4 * W_{kck4}$$

(τύπος 8)

$$ED_K = ed1 * W_{ked1} + ed2 * W_{ked2} + ed3 * W_{ked3} + ed4 * W_{ked4}$$

(τύπος 9)

$$GD_k = gd1 * W_{kgd1} + gd2 * W_{kgd2}$$

(τύπος 10)

Σε καθένα από τους ανωτέρω τύπους τα κεφαλαία γράμματα στην αριστερή πλευρά αντιστοιχούν στις τέσσερις προαναφερθείσες κατηγορίες για τα χαρακτηριστικά των χρηστών, ενώ η υπόστιξή τους αντιστοιχεί στον τρόπο αλληλεπίδρασης. Τα βάρη για κάθε κατηγορία και για κάθε τρόπο προκύπτουν από τη στατιστική ανάλυση της αντίστοιχης εμπειρικής μελέτης και αντιπροσωπεύουν το ποσοστό από το οποίο κάθε κατηγορία χρηστών παρέχει χαρακτηριστικά στοιχεία σε κάθε τρόπο για την αναγνώριση των συναισθημάτων. Οι τιμές για αυτά τα βάρη δίνονται ως συμπέρασμα των στερεοτύπων. Οι ανωτέρω τύποι θα αποκαλύψουν μόνο τα βάρη που είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο χρήστη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μεταβλητές ag , cki , edi και gdi των ενεργοποιημένων στερεοτύπων είναι ίσες με 1 και πολλαπλασιάζονται στα βάρη ενώ το υπόλοιπο των βαρών αποβάλλεται, δεδομένου ότι πολλαπλασιάζονται με το μηδέν.

Παραδείγματος χάριν, η εμπειρική μελέτη αποκάλυψε ότι οι νεώτεροι χρήστες έχουν μια τάση να χρησιμοποιούν τον προφορικό τρόπο αλληλεπίδρασης περισσότερο από τους μεγαλύτερους χρήστες. Αυτό καταλήγει σε ένα μεγαλύτερο βάρος για τη μεταβλητή W_{oag1} . Αυτό το συγκεκριμένο βάρος συσχετίζεται με την κατηγοριοποίηση της ηλικίας των χρηστών και τον προφορικό τρόπο αλληλεπίδρασης. Μετά από την αύξηση της τιμής του βάρους W_{oag1} , έχουμε τις αντίστοιχες μειώσεις στις τιμές των μεταβλητών W_{oag2} , W_{oag3} , W_{oag4} και W_{oag5} .

Τέλος, προκειμένου να βρεθεί το βάρος κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης που είναι πιθανότερο να δώσει περισσότερα στοιχεία για

τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη, χρησιμοποιούμε τη θεωρία SAW για το συνδυασμό των στοιχείων από τα ενεργοποιημένα στερεότυπα. Ως επόμενο βήμα πρέπει να καθορίσουμε τους τύπους που θα δώσουν την ακριβή αναλογία για καθέναν από τους δύο τρόπους προς το συσχετισμό των πολύμορφων δεδομένων για την επιτυχή αναγνώριση του συναισθήματος. Εντούτοις, μπορούμε να σημειώσουμε ότι κατά τη διάρκεια της ανάλυσης στερεοτύπων προκύπτει ότι τα στοιχεία από τις στερεοτυπικές κατηγορίες των χρηστών δεν είναι εξίσου σημαντικά στην αναγνώριση συναισθημάτων. Η ηλικία ενός συγκεκριμένου χρήστη καθώς επίσης και η γνώση του στη χρήση υπολογιστών φαίνεται να έχει επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο τρόπο αλληλεπίδρασης με έναν προσωπικό υπολογιστή περισσότερο από ότι το γένος του. Κατά συνέπεια, για τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης, ενεργοποιούνται οι ακόλουθοι δύο τύποι:

Για τον προφορικό τρόπο:

$$WM_1 = W_{AG_O} * AG_O + W_{CK_O} * CK_O + W_{ED_O} * ED_O + W_{GD_O} * GD_O$$

(Τύπος 11)

Για την αλληλεπίδραση μέσω του πληκτρολογίου:

$$WM_2 = W_{AG_K} * AG_K + W_{CK_K} * CK_K + W_{ED_K} * ED_K + W_{GD_K} * GD_K$$

(Τύπος 12)

Οι τιμές AG_O, CK_O, ED_O, GD_O και AG_K, CK_K, ED_K, GD_K έχουν υπολογιστεί από τους τύπους 3-10. Τα βάρη $W_{AG_O}, W_{CK_O}, W_{ED_O}, W_{GD_O}$ και $W_{AG_K}, W_{CK_K}, W_{ED_K}, W_{GD_K}$ έχουν συγκεκριμένες τιμές ασυναφείς των στερεοτύπων. Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται τελικά κατά το συνδυασμό όλων των δεδομένων αλληλεπίδρασης, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 10, όπου η ενσωμάτωση της θεωρίας λήψης αποφάσεων οδηγεί στην βελτίωση της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης.

Κεφάλαιο 10

Συνδυασμός στερεοτύπων με θεωρία λήψης αποφάσεων για αναγνώριση συναισθημάτων χρηστών

10.1. Εισαγωγή

Όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 8, ο καθορισμός των κριτηρίων για την αναγνώριση συναισθημάτων περιλαμβάνει ενέργειες χρηστών που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε πολλαπλά επίπεδα, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής (εκπαιδευτική ή γενική εφαρμογή), καθώς και του τρόπου που γίνεται η αλληλεπίδραση του χρήστη (π.χ. ηχητικός, γραπτός, οπτικός, κ.λπ). Η διατριβή επικεντρώνεται σε δύο τρόπους αλληλεπίδρασης, τον ηχητικό μέσω του μικροφώνου και τον γραπτό, μέσω του πληκτρολογίου. Ωστόσο, η πρωτότυπη μέθοδος που ακολουθείται, παρουσιάζεται και σε θεωρητικό επίπεδο και δύναται να εφαρμοστεί και για περισσότερους τρόπους αλληλεπίδρασης.

Στη συνέργια της παρούσας διατριβής (περιγραφή στο κεφάλαιο 11), με μια διατριβή που επικεντρώνει την έρευνά της στην

αναγνώριση των συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών κατά τον οπτικό τρόπο αλληλεπίδρασης, οι διατριβές συνδυάζονται και αλληλοσυμπληρώνονται, ώστε να προσφέρουν ακόμα μεγαλύτερες βελτιώσεις σε ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή. Οι τρόποι αλληλεπίδρασης γίνονται τρεις (οπτικός, ηχητικός και γραπτός), ενώ ο τρόπος συνδυασμού και αξιοποίησης των διαθέσιμων δεδομένων ακολουθεί την προσέγγιση που προτείνεται στην παρούσα διατριβή, δηλαδή μέσω της χρήσης στερεοτύπων και μιας πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων. Τα αποτελέσματα και οι ερευνητικές εργασίες που προκύπτουν, υποδεικνύουν σε πρώτο επίπεδο ότι η ενσωμάτωση ενός ακόμα τρόπου αλληλεπίδρασης υποστηρίζεται από την προτεινόμενη θεωρία και καταλήγει σε επιπλέον βελτίωση την αναγνώρισης συναισθήματος. Σε δεύτερο επίπεδο ενισχύεται η πεποίθηση ότι η προσέγγιση που προτείνεται στη διατριβή μπορεί να εφαρμοστεί επιτυχώς σε περισσότερα συστήματα και τρόπους αλληλεπίδρασης ως προς το πεδίο της συναισθηματικής ευφυΐας.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η θεωρία λήψης αποφάσεων, η οποία χρησιμοποιείται ως μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων πολλαπλών κριτηρίων για την αναγνώριση πιθανών συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών. Περιγράφονται τα πολύ-επίπεδα στερεότυπα τα οποία ενεργοποιούνται από τις ενέργειες εισόδου των χρηστών και δίνουν επιπλέον πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ακρίβειας των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή. Τέλος παρουσιάζεται θεωρητικά η ενσωμάτωση των πολύ-επίπεδων στερεοτύπων με τη χρήση της πολυκριτήριας θεωρίας SAW.

10.2. Θεωρία λήψης απόφασης πολλαπλών κριτηρίων SAW

Ένα πρόβλημα απόφασης πολλαπλών κριτηρίων είναι μια κατάσταση στην οποία, καθορίζοντας ένα σύνολο A ενεργειών και μιας συνεπούς οικογένειας F από τα κριτήρια $v_1, g_1, g_2, \dots, g_n$ ($n \geq 3$) στο A , κάποιος επιθυμεί να ταξινομήσει τις ενέργειες του A από το καλύτερο στο χειρότερο και να καθορίσει ένα υποσύνολο ενεργειών που θεωρούνται το καλύτερο όσον αφορά το F (Vincke 1992).

Όταν το DM (σύστημα λήψης αποφάσεων) πρέπει να συγκρίνει δύο ενέργειες a και b , υπάρχουν τρεις περιπτώσεις που μπορούν να περιγράψουν την έκβαση της σύγκρισης: το DM προτιμά το a από το b , το DM είναι αδιάφορο μεταξύ των δύο ή οι δύο ενέργειες είναι ασυμβίβαστες.

Η παραδοσιακή προσέγγιση είναι να μεταφραστεί ένα πρόβλημα απόφασης στη βελτιστοποίηση κάποιας λειτουργίας g που καθορίζεται στο A . Εάν $g(a) > g(b)$ τότε το DM προτιμά το a από το b , ενώ εάν $g(a) = g(b)$ τότε το DM είναι αδιάφορο μεταξύ των δύο.

Για τον υπολογισμό της λειτουργίας g πολλές διαφορετικές θεωρίες λήψης αποφάσεων εισάγονται στη βασική εκπαίδευση. Η μέθοδος της Απλής Προσθετικής Στάθμισης (SAW) (Fishburn, 1967, Hwang & Yoon, 1981) είναι μια από τις πιο γνωστές και ευρύτατα χρησιμοποιημένες μεθόδους λήψης αποφάσεων. Η SAW αποτελείται από δύο βασικά βήματα:

- **Κλιμάκωση των τιμών των κριτηρίων n για να τους καταστήσει συγκρίσιμους.** Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι τιμές μερικών κριτηρίων λαμβάνουν τις τιμές τους στο $[0, 1]$ ενώ σε άλλες λαμβάνουν τις τιμές τους στο $[0, 1000]$. Τέτοιες τιμές δεν είναι εύκολα συγκρίσιμες. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνεται με το μετασχηματισμό των τιμών των κριτηρίων κατά τέτοιο τρόπο ώστε είναι στο ίδιο διάστημα. Εάν

οι τιμές των κριτηρίων έχουν ήδη κλιμακωθεί αυτό το βήμα παραλείπεται.

- **Σύνοψη των τιμών των κριτηρίων v για κάθε εναλλακτική λύση.** Μόλις τα βάρη και οι τιμές των κριτηρίων v καθοριστούν, η τιμή μιας λειτουργίας πολλαπλών κριτηρίων υπολογίζεται για κάθε εναλλακτική λύση ως γραμμικός συνδυασμός των τιμών των κριτηρίων v .

Η προσέγγιση SAW αποτελείται από τη μετάφραση ενός προβλήματος απόφασης στη βελτιστοποίηση κάποιας λειτουργίας χρησιμότητας U πολλαπλών κριτηρίων καθορισμένης στο A . Το σύστημα λήψης αποφάσεων υπολογίζει την τιμή της λειτουργίας $U(X_j)$ για κάθε εναλλακτικό X_j και επιλέγει αυτό με την υψηλότερη τιμή. Η λειτουργία χρησιμότητας πολλαπλών κριτηρίων U μπορεί να υπολογισθεί με τη μέθοδο SAW ως γραμμικό συνδυασμό των τιμών των κριτηρίων v :

(1)

$$U(X_j) = \sum_{i=1}^n w_i x_{ij}$$

όπου X_j είναι μια εναλλακτική λύση και x_{ij} είναι η τιμή του κριτηρίου i για την εναλλακτική X_j .

10.3. Πολύ-επίπεδα στερεότυπα για αναγνώριση συναισθημάτων

Σύμφωνα με το σχεδιασμό των στερεοτύπων του κεφαλαίο 9, ένα στερεότυπο περιλαμβάνει ένα σύνολο όρων ενεργοποίησης, οι οποίοι αποτελούν Boolean μεταβλητές που ενεργοποιούν ένα συγκεκριμένο στερεότυπο. Οι όροι ενεργοποίησης που χρησιμοποιούνται στην προτεινόμενη προσέγγιση είναι οι ενέργειες χρηστών, εισόδου και αλληλεπίδρασης που περιγράφονται στο κεφάλαιο 8.

Συγκεκριμένα βάσει των τρόπων αλληλεπίδρασης έχουμε τους τις παρακάτω κατηγορίες ενεργειών:

- Σε γενική αλληλεπίδραση
 - 6) Λάθος (μήνυμα λάθους, λάθος πλοήγηση)
 - 7) Λάθη , πολλά, κοντά-κοντά, στην εισαγωγή δεδομένων
 - 8) Απουσία ενέργειας: α)διάβασμα β)τίποτα
 - 9) Ενέργεια άσχετη με την εφαρμογή
 - 10) Κανονική, επιτυχής, αλληλεπίδραση (χωρίς λάθη)
- Σε αλληλεπίδραση σε εκπαιδευτικό περιβάλλον
 - 11) Λάθος απροσεξίας (λανθασμένη απάντηση, η λανθασμένη απάντηση είναι πολύ κοντά στη σωστή)
 - 12) Λάθος γνώσης
 - 13) Σωστή απάντηση
 - 14) Διάβασμα (θεωρίας)
 - 15) Διάβασμα (εκφώνησης άσκησης)
 - 16) Παρατεταμένη πλοήγηση
 - 17) Κανονική πλοήγηση
 - 18) Λάθος πλοήγηση
 - 19) Απουσία ενέργειας
 - 20) Ενέργεια άσχετη με την εφαρμογή

Βάσει των ενεργειών εισόδου από τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης έχουμε τις παρακάτω κατηγορίες ενεργειών:

- Σε σχέση με το πληκτρολόγιο
- 7) Πληκτρολογεί κανονικά (ο χρήστης)
 - 8) Πληκτρολογεί πιο γρήγορα από το συνηθισμένο (ο χρήστης)
 - 9) Πληκτρολογεί πιο αργά από το συνηθισμένο (ο χρήστης)
 - 10) Χρήση backspace
 - 11) Χρήση άσχετων πλήκτρων
 - 12) Απουσία γραπτών δεδομένων

- Σε σχέση με το μικρόφωνο
- 8) Έντονο φραστικό ύφος (βρισιές)
 - 9) Επιφωνήματα
 - 10) Φωνή χαμηλής έντασης
 - 11) Φωνή υψηλής έντασης
 - 12) Φωνή φυσιολογικής έντασης
 - 13) Εκφώνηση λέξεων από μια «ειδική» λίστα λέξεων, που υποδηλώνουν κάποιο συναίσθημα
 - 14) Απουσία ηχητικών δεδομένων

Επιπλέον τα πολύ-επίπεδα στερεότυπα δημιουργούνται και με βάση συγκεκριμένων κατηγοριών χρηστών. Οι κατηγορίες αυτές δημιουργούνται με συνάρτηση με την ηλικία του χρήστη, το μορφωτικό του επίπεδο, το επίπεδο γνώσης του χρήστη σε σχέση με τους υπολογιστές και το φύλλο του. Οι κατηγορίες και τα υποσύνολα των κατηγοριών αυτών περιγράφονται στο κεφάλαιο 9. Έτσι, για κάθε χρήστη υπάρχει μια τιμή που αντιστοιχεί σε ένα τεσσάρων διαστάσεων στερεοτυπικό διάνυσμα της μορφής:

(User_Name, Stereotypic Characteristic1, Stereotypic Characteristic2, Stereotypic Characteristic3, Stereotypic Characteristic4).

Το Στερεοτυπικό Χαρακτηριστικό 1 αναφέρεται στην ηλικία του χρήστη και είναι ένα στοιχείο της ακόλουθου συνόλου σχετικά με ηλικίες: [(10-16), (16-24), (24-36), (36-50), (άνω των 50)]. Το Στερεοτυπικό Χαρακτηριστικό 2 αναφέρεται στο επίπεδο γνώσης υπολογιστών του

χρήστη και είναι ένα στοιχείο του ακόλουθου συνόλου σχετικά με την εμπειρία υπολογιστών του χρήστη σε μήνες (χρησιμοποιώντας έναν προσωπικό υπολογιστή): [(λιγότερο από 1), (1-6), (6-12), (πάνω από 12)]. Ομοίως ορίζονται τα Στερεοτυπικά Χαρακτηριστικά 3 και 4 που αναφέρονται στο εκπαιδευτικό επίπεδο του χρήστη και στο γένος του χρήστη αντίστοιχα, ως στοιχεία των συνόλων: [(πανεπιστημιακή εκπαίδευση, θεωρητικές επιστήμες), (πανεπιστημιακή εκπαίδευση, θετικές επιστήμες), (μεταπτυχιακή εκπαίδευση), (απολυτήριο λυκείου)] και [(Ανδρας), (Γυναίκα)], αντίστοιχα.

Για κάθε ένα από τα προαναφερθέντα στοιχεία των στερεοτύπων, δημιουργούνται Boolean μεταβλητές που ορίζουν την εμφάνιση ή μη, μιας ή περισσότερων εκ των παραπάνω κατηγοριών, καθώς και τα αντίστοιχα βάρη που συνοδεύουν τις μεταβλητές αυτές και υποδηλώνουν πως αυτές οι μεταβλητές συμμετέχουν στην ανάλυση της αναγνώρισης συναισθημάτων από τα υπάρχοντα δεδομένα στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Τα βάρη αυτά προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων των εμπειρικών μελετών, όπως αυτές περιγράφηκαν στα κεφάλαια 6 και 9. Στην επόμενη ενότητα οι μεταβλητές και τα βάρη των στερεοτύπων ενσωματώνονται σε εξισώσεις που δημιουργούνται βάσει της πολυκριτήριας θεωρίας λήψης απόφασης SAW.

10.4. Ενσωμάτωση της θεωρίας λήψης αποφάσεων

Η λειτουργία χρησιμότητας πολλαπλών κριτηρίων σύμφωνα με τη μέθοδο SAW υπολογίζεται ως γραμμικός συνδυασμός των τιμών των κριτηρίων n :

$$(1) \quad U(X_j) = \sum_{i=1}^n w_i x_{ij}$$

όπου X_j είναι μια εναλλακτική λύση και x_{ij} είναι η τιμή του κριτηρίου i για την εναλλακτική λύση X_j . Οι τιμές μερικών κριτηρίων λαμβάνουν τις τιμές τους στο $[0,1]$ ενώ σε κάποιες περιπτώσεις λαμβάνουν τις τιμές τους στο $[0,1000]$

Στην προτεινόμενη προσέγγισή μας ερευνούμε την αναγνώριση συναισθημάτων ως πρόβλημα πολλαπλών κριτηρίων. Η τελική απόφαση ορίζει μια συναισθηματική κατάσταση ως επικρατέστερη, πιθανότερη να συμβαίνει, σε σχέση με τις υπόλοιπες δυνατές. Σε σχέση με τους τρόπους αλληλεπίδρασης (γραπτός, ακουστικός) οι τιμές των κριτηρίων είναι η έκβαση κάθε τρόπου διεπαφής του συστήματος και το βάρος επιδεικνύει πόσο σημαντικός είναι κάθε τρόπος στη συλλογή των στοιχείων από το χρήστη για κάθε μεμονωμένο συναίσθημα. Κατά αυτόν τον τρόπο, η προσέγγιση λήψης απόφασης πολλαπλών κριτηρίων παρέχει στο σύστημα τα κατάλληλα βάρη που θα καθορίσουν το ποσοστό συμμετοχής κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης στην τελική ανίχνευση της συναισθηματικής κατάστασης ενός χρήστη.

Κατά συνέπεια, η λειτουργία χρησιμότητας πολλαπλών κριτηρίων διαμορφώνεται ως εξής:

$$(2) \quad U(E_j) = \sum_{i=1}^2 w m_i e_{ij}$$

Όπου E_j είναι ένα εναλλακτικό συναίσθημα και e_{ij} είναι η τιμή του τρόπου αλληλεπίδρασης i για το εναλλακτικό συναίσθημα j . Ομοίως ορίζονται και οι τύποι χρησιμότητας πολλαπλών κριτηρίων που αφορούν τις ενέργειες χρηστών και τα στερεότυπα των χρηστών.

Συγκεκριμένα σε σχέση με τις κατηγοριοποιημένες ομάδες στις οποίες μπορεί να ανήκει ένας χρήστης έχουμε ανά τρόπο αλληλεπίδρασης:

- Σε δεδομένα από το μικρόφωνο:

$$AG_O = ag1 * W_{oag1} + ag2 * W_{oag2} + ag3 * W_{oag3} + ag4 * W_{oag4} + ag5 * W_{oag5}$$

Ηλικία χρήστη

$$CK_O = ck1 * W_{ock1} + ck2 * W_{ock2} + ck3 * W_{ock3} + ck4 * W_{ock4}$$

Επίπεδο γνώσης χρήσης υπολογιστών

$$ED_O = ed1 * W_{oed1} + ed2 * W_{oed2} + ed3 * W_{oed3} + ed4 * W_{oed4}$$

Μορφωτικό επίπεδο χρήστη

$$GD_O = gd1 * W_{ogd1} + gd2 * W_{ogd2}$$

Φύλλο χρήστη

- Σε δεδομένα από το πληκτρολόγιο:

$$AG_K = ag1 * W_{kag1} + ag2 * W_{kag2} + ag3 * W_{kag3} + ag4 * W_{kag4} + ag5 * W_{kag5}$$

Ηλικία χρήστη

$$CK_K = ck1 * W_{kck1} + ck2 * W_{kck2} + ck3 * W_{kck3} + ck4 * W_{kck4}$$

Επίπεδο γνώσης χρήσης υπολογιστών

$$ED_K = ed1 * W_{ked1} + ed2 * W_{ked2} + ed3 * W_{ked3} + ed4 * W_{ked4}$$

Μορφωτικό επίπεδο χρήστη

$$GD_k = gd1 * W_{kgd1} + gd2 * W_{kgd2}$$

Φύλλο χρήστη

Κατά συνέπεια, για παραπάνω δύο τρόπους αλληλεπίδρασης, ενεργοποιούνται οι ακόλουθοι δύο συγκεντρωτικοί τύποι τα στοιχεία των οποίων έχουν υπολογιστεί από τους παραπάνω τύπους:

Για τον προφορικό τρόπο:

$$WM_1 = W_{AG_o} * AG_o + W_{CK_o} * CK_o + W_{ED_o} * ED_o + W_{GD_o} * GD_o$$

Για την αλληλεπίδραση μέσω του πληκτρολογίου:

$$WM_2 = W_{AG_K} * AG_K + W_{CK_K} * CK_K + W_{ED_K} * ED_K + W_{GD_K} * GD_K$$

Αντίστοιχα προκύπτουν οι τύποι που αφορούν τις ενέργειες εισόδου από τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης, οι τύποι που αφορούν τις ενέργειες χρηστών σε εκπαιδευτική ή γενική εφαρμογή και οι τύποι που αφορούν την ικανότητα αναγνώρισης συγκεκριμένων συναισθηματικών καταστάσεων ανά τρόπο διεπαφής. Εντούτοις, η παρουσίαση όλων των δυνατών συνδυασμών των πολύ-επίπεδων στερεοτύπων ξεφεύγει από τη θεωρητική παρουσίαση αυτής της ενότητας της διατριβής. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ενδεικτικά ένα μέρος των τύπων που προκύπτουν από την εφαρμογή της πολυκριτήριας θεωρίας SAW στα πολύ-επίπεδα στερεότυπα, για συγκεκριμένες κατηγορίες χρηστών.

- Σε σχέση με συγκεκριμένες κατηγορίες χρηστών (ενδεικτικές), και συγκεκριμένα συναισθήματα, για είσοδο από πληκτρολόγιο και μικρόφωνο (τριπλό στερεότυπο: χρήστες, συναισθήματα, ενέργειες εισόδου).

| Στερεότυπο συναισθήματος(πληκτολόγιο/μικρόφωνο)/Στερεότυπο χρηστών | Χαρά |
|--|--|
| νέος-άπειρος | $e_{111} = w_{s11k1}k_1 + w_{s11k2}k_2 + w_{s11k3}k_3 + w_{s11k4}k_4 + w_{s11k5}k_5 + w_{s11k6}k_6$ |
| | $e_{112} = w_{s11m1}m_1 + w_{s11m2}m_2 + w_{s11m3}m_3 + w_{s11m4}m_4 + w_{s11m5}m_5 + w_{s11m6}m_6 + w_{s11m7}m_7$ |
| νέος-έμπειρος | $e_{211} = w_{s21k1}k_1 + w_{s21k2}k_2 + w_{s21k3}k_3 + w_{s21k4}k_4 + w_{s21k5}k_5 + w_{s21k6}k_6$ |
| | $e_{212} = w_{s21m1}m_1 + w_{s21m2}m_2 + w_{s21m3}m_3 + w_{s21m4}m_4 + w_{s21m5}m_5 + w_{s21m6}m_6 + w_{s21m7}m_7$ |
| ηλικιωμένος-άπειρος | $e_{311} = w_{s31k1}k_1 + w_{s31k2}k_2 + w_{s31k3}k_3 + w_{s31k4}k_4 + w_{s31k5}k_5 + w_{s31k6}k_6$ |
| | $e_{312} = w_{s31m1}m_1 + w_{s31m2}m_2 + w_{s31m3}m_3 + w_{s31m4}m_4 + w_{s31m5}m_5 + w_{s31m6}m_6 + w_{s31m7}m_7$ |
| ηλικιωμένος-έμπειρος | $e_{411} = w_{s41k1}k_1 + w_{s41k2}k_2 + w_{s41k3}k_3 + w_{s41k4}k_4 + w_{s41k5}k_5 + w_{s41k6}k_6$ |
| | $e_{412} = w_{s41m1}m_1 + w_{s41m2}m_2 + w_{s41m3}m_3 + w_{s41m4}m_4 + w_{s41m5}m_5 + w_{s41m6}m_6 + w_{s41m7}m_7$ |
| average user (age, computer knowledge) | $e_{511} = w_{s51k1}k_1 + w_{s51k2}k_2 + w_{s51k3}k_3 + w_{s51k4}k_4 + w_{s51k5}k_5 + w_{s51k6}k_6$ |
| | $e_{512} = w_{s51m1}m_1 + w_{s51m2}m_2 + w_{s51m3}m_3 + w_{s51m4}m_4 + w_{s51m5}m_5 + w_{s51m6}m_6 + w_{s51m7}m_7$ |

| Στερεότυπο συναισθήματος(πληκτολόγιο/μικρόφωνο)/Στερεότυπο χρηστών | Θυμός |
|--|--|
| νέος-άπειρος | $e_{121} = w_{s12k1}k_1 + w_{s12k2}k_2 + w_{s12k3}k_3 + w_{s12k4}k_4 + w_{s12k5}k_5 + w_{s12k6}k_6$ |
| | $e_{122} = w_{s12m1}m_1 + w_{s12m2}m_2 + w_{s12m3}m_3 + w_{s12m4}m_4 + w_{s12m5}m_5 + w_{s12m6}m_6 + w_{s12m7}m_7$ |
| νέος-έμπειρος | $e_{221} = w_{s22k1}k_1 + w_{s22k2}k_2 + w_{s22k3}k_3 + w_{s22k4}k_4 + w_{s22k5}k_5 + w_{s22k6}k_6$ |
| | $e_{222} = w_{s22m1}m_1 + w_{s22m2}m_2 + w_{s22m3}m_3 + w_{s22m4}m_4 + w_{s22m5}m_5 + w_{s22m6}m_6 + w_{s22m7}m_7$ |
| ηλικιωμένος-άπειρος | $e_{321} = w_{s32k1}k_1 + w_{s32k2}k_2 + w_{s32k3}k_3 + w_{s32k4}k_4 + w_{s32k5}k_5 + w_{s32k6}k_6$ |
| | $e_{322} = w_{s32m1}m_1 + w_{s32m2}m_2 + w_{s32m3}m_3 + w_{s32m4}m_4 + w_{s32m5}m_5 + w_{s32m6}m_6 + w_{s32m7}m_7$ |
| ηλικιωμένος-έμπειρος | $e_{421} = w_{s42k1}k_1 + w_{s42k2}k_2 + w_{s42k3}k_3 + w_{s42k4}k_4 + w_{s42k5}k_5 + w_{s42k6}k_6$ |
| | $e_{422} = w_{s42m1}m_1 + w_{s42m2}m_2 + w_{s42m3}m_3 + w_{s42m4}m_4 + w_{s42m5}m_5 + w_{s42m6}m_6 + w_{s42m7}m_7$ |
| average user (age, computer knowledge) | $e_{521} = w_{s52k1}k_1 + w_{s52k2}k_2 + w_{s52k3}k_3 + w_{s52k4}k_4 + w_{s52k5}k_5 + w_{s52k6}k_6$ |
| | $e_{522} = w_{s52m1}m_1 + w_{s52m2}m_2 + w_{s52m3}m_3 + w_{s52m4}m_4 + w_{s52m5}m_5 + w_{s52m6}m_6 + w_{s52m7}m_7$ |

| Στερεότυπο συναισθήματος(πληκτρολόγιο/μικρόφωνο)/Στερεότυπο χρηστών | Φόβος |
|---|--|
| νέος-άπειρος | $e_{131} = w_{s13k1}k_1 + w_{s13k2}k_2 + w_{s13k3}k_3 + w_{s13k4}k_4 + w_{s13k5}k_5 + w_{s13k6}k_6$ |
| | $e_{132} = w_{s13m1}m_1 + w_{s13m2}m_2 + w_{s13m3}m_3 + w_{s13m4}m_4 + w_{s13m5}m_5 + w_{s13m6}m_6 + w_{s13m7}m_7$ |
| νέος-έμπειρος | $e_{231} = w_{s23k1}k_1 + w_{s23k2}k_2 + w_{s23k3}k_3 + w_{s23k4}k_4 + w_{s23k5}k_5 + w_{s23k6}k_6$ |
| | $e_{232} = w_{s23m1}m_1 + w_{s23m2}m_2 + w_{s23m3}m_3 + w_{s23m4}m_4 + w_{s23m5}m_5 + w_{s23m6}m_6 + w_{s23m7}m_7$ |
| ηλικιωμένος-άπειρος | $e_{331} = w_{s33k1}k_1 + w_{s33k2}k_2 + w_{s33k3}k_3 + w_{s33k4}k_4 + w_{s33k5}k_5 + w_{s33k6}k_6$ |
| | $e_{332} = w_{s33m1}m_1 + w_{s33m2}m_2 + w_{s33m3}m_3 + w_{s33m4}m_4 + w_{s33m5}m_5 + w_{s33m6}m_6 + w_{s33m7}m_7$ |
| ηλικιωμένος-έμπειρος | $e_{431} = w_{s43k1}k_1 + w_{s43k2}k_2 + w_{s43k3}k_3 + w_{s43k4}k_4 + w_{s43k5}k_5 + w_{s43k6}k_6$ |
| | $e_{432} = w_{s43m1}m_1 + w_{s43m2}m_2 + w_{s43m3}m_3 + w_{s43m4}m_4 + w_{s43m5}m_5 + w_{s43m6}m_6 + w_{s43m7}m_7$ |
| average user (age, computer knowledge) | $e_{531} = w_{s53k1}k_1 + w_{s53k2}k_2 + w_{s53k3}k_3 + w_{s53k4}k_4 + w_{s53k5}k_5 + w_{s53k6}k_6$ |
| | $e_{532} = w_{s53m1}m_1 + w_{s53m2}m_2 + w_{s53m3}m_3 + w_{s53m4}m_4 + w_{s53m5}m_5 + w_{s53m6}m_6 + w_{s53m7}m_7$ |

- Σε σχέση με συγκεκριμένες ενέργειες γενικής αλληλεπίδρασης χρηστών (ενδεικτικές), για όλα τα συναισθήματα και εισοδο από πληκτρολόγιο και μικρόφωνο.

| Γενικές ενέργειες χρήστη | Συναισθήματα | Πιθανότητα έκφρασης στο πληκτρολόγιο |
|--------------------------|--------------|--|
| Λάθος | Χαρά | $em_{1e1} = w_{1e1k1}k_1 + w_{1e1k2}k_2 + w_{1e1k3}k_3 + w_{1e1k4}k_4 + w_{1e1k5}k_5 + w_{1e1k6}k_6$ |
| | Λύπη | $em_{1e2} = w_{1e2k1}k_1 + w_{1e2k2}k_2 + w_{1e2k3}k_3 + w_{1e2k4}k_4 + w_{1e2k5}k_5 + w_{1e2k6}k_6$ |
| | Φόβος | $em_{1e3} = w_{1e3k1}k_1 + w_{1e3k2}k_2 + w_{1e3k3}k_3 + w_{1e3k4}k_4 + w_{1e3k5}k_5 + w_{1e3k6}k_6$ |
| | Έκπληξη | $em_{1e4} = w_{1e4k1}k_1 + w_{1e4k2}k_2 + w_{1e4k3}k_3 + w_{1e4k4}k_4 + w_{1e4k5}k_5 + w_{1e4k6}k_6$ |
| | Θυμός | $em_{1e5} = w_{1e5k1}k_1 + w_{1e5k2}k_2 + w_{1e5k3}k_3 + w_{1e5k4}k_4 + w_{1e5k5}k_5 + w_{1e5k6}k_6$ |
| | Δυσαρέσκεια | $em_{1e6} = w_{1e6k1}k_1 + w_{1e6k2}k_2 + w_{1e6k3}k_3 + w_{1e6k4}k_4 + w_{1e6k5}k_5 + w_{1e6k6}k_6$ |
| | Ανία | $em_{1e7} = w_{1e7k1}k_1 + w_{1e7k2}k_2 + w_{1e7k3}k_3 + w_{1e7k4}k_4 + w_{1e7k5}k_5 + w_{1e7k6}k_6$ |

| Γενικές ενέργειες χρήστη | Συναισθήματα | Πιθανότητα έκφρασης στο μικρόφωνο |
|--------------------------|--------------|--|
| Λάθος | Χαρά | $em_{1e_1 2} = w_{1e_1 m_1} m_1 + w_{1e_1 m_2} m_2 + w_{1e_1 m_3} m_3 + w_{1e_1 m_4} m_4 + w_{1e_1 m_5} m_5 + w_{1e_1 m_6} m_6 + w_{1e_1 m_7} m_7$ |
| | Λύπη | $em_{1e_2 2} = w_{1e_2 m_1} m_1 + w_{1e_2 m_2} m_2 + w_{1e_2 m_3} m_3 + w_{1e_2 m_4} m_4 + w_{1e_2 m_5} m_5 + w_{1e_2 m_6} m_6 + w_{1e_2 m_7} m_7$ |
| | Φόβος | $em_{1e_3 2} = w_{1e_3 m_1} m_1 + w_{1e_3 m_2} m_2 + w_{1e_3 m_3} m_3 + w_{1e_3 m_4} m_4 + w_{1e_3 m_5} m_5 + w_{1e_3 m_6} m_6 + w_{1e_3 m_7} m_7$ |
| | Έκπληξη | $em_{1e_4 2} = w_{1e_4 m_1} m_1 + w_{1e_4 m_2} m_2 + w_{1e_4 m_3} m_3 + w_{1e_4 m_4} m_4 + w_{1e_4 m_5} m_5 + w_{1e_4 m_6} m_6 + w_{1e_4 m_7} m_7$ |
| | Θυμός | $em_{1e_5 2} = w_{1e_5 m_1} m_1 + w_{1e_5 m_2} m_2 + w_{1e_5 m_3} m_3 + w_{1e_5 m_4} m_4 + w_{1e_5 m_5} m_5 + w_{1e_5 m_6} m_6 + w_{1e_5 m_7} m_7$ |
| | Δυσσάρεσκεια | $em_{1e_6 2} = w_{1e_6 m_1} m_1 + w_{1e_6 m_2} m_2 + w_{1e_6 m_3} m_3 + w_{1e_6 m_4} m_4 + w_{1e_6 m_5} m_5 + w_{1e_6 m_6} m_6 + w_{1e_6 m_7} m_7$ |
| | Ανία | $em_{1e_7 2} = w_{1e_7 m_1} m_1 + w_{1e_7 m_2} m_2 + w_{1e_7 m_3} m_3 + w_{1e_7 m_4} m_4 + w_{1e_7 m_5} m_5 + w_{1e_7 m_6} m_6 + w_{1e_7 m_7} m_7$ |

| Γενικές ενέργειες χρήστη | Συναισθήματα | Πιθανότητα έκφρασης στο πληκτρολόγιο |
|------------------------------------|--------------|---|
| Κανονική αλληλεπίδραση, χωρίς λάθη | Χαρά | $em_{2e_1 1} = w_{2e_1 k_1} k_1 + w_{2e_1 k_2} k_2 + w_{2e_1 k_3} k_3 + w_{2e_1 k_4} k_4 + w_{2e_1 k_5} k_5 + w_{2e_1 k_6} k_6$ |
| | Λύπη | $em_{2e_2 1} = w_{2e_2 k_1} k_1 + w_{2e_2 k_2} k_2 + w_{2e_2 k_3} k_3 + w_{2e_2 k_4} k_4 + w_{2e_2 k_5} k_5 + w_{2e_2 k_6} k_6$ |
| | Φόβος | $em_{2e_3 1} = w_{2e_3 k_1} k_1 + w_{2e_3 k_2} k_2 + w_{2e_3 k_3} k_3 + w_{2e_3 k_4} k_4 + w_{2e_3 k_5} k_5 + w_{2e_3 k_6} k_6$ |
| | Έκπληξη | $em_{2e_4 1} = w_{2e_4 k_1} k_1 + w_{2e_4 k_2} k_2 + w_{2e_4 k_3} k_3 + w_{2e_4 k_4} k_4 + w_{2e_4 k_5} k_5 + w_{2e_4 k_6} k_6$ |
| | Θυμός | $em_{2e_5 1} = w_{2e_5 k_1} k_1 + w_{2e_5 k_2} k_2 + w_{2e_5 k_3} k_3 + w_{2e_5 k_4} k_4 + w_{2e_5 k_5} k_5 + w_{2e_5 k_6} k_6$ |
| | Δυσσάρεσκεια | $em_{2e_6 1} = w_{2e_6 k_1} k_1 + w_{2e_6 k_2} k_2 + w_{2e_6 k_3} k_3 + w_{2e_6 k_4} k_4 + w_{2e_6 k_5} k_5 + w_{2e_6 k_6} k_6$ |
| | Ανία | $em_{2e_7 1} = w_{2e_7 k_1} k_1 + w_{2e_7 k_2} k_2 + w_{2e_7 k_3} k_3 + w_{2e_7 k_4} k_4 + w_{2e_7 k_5} k_5 + w_{2e_7 k_6} k_6$ |

| Γενικές ενέργειες χρήστη | Συναισθήματα | Πιθανότητα εμφάνισης συναισθήματος |
|--------------------------|--------------|------------------------------------|
| Λάθος | Χαρά | $em_{1e_1,1} + em_{1e_1,2}$ |
| | Λύπη | $em_{1e_2,1} + em_{1e_2,2}$ |
| | Φόβος | $em_{1e_3,1} + em_{1e_3,2}$ |
| | Έκπληξη | $em_{1e_4,1} + em_{1e_4,2}$ |
| | Θυμός | $em_{1e_5,1} + em_{1e_5,2}$ |
| | Δυσaréσκεια | $em_{1e_6,1} + em_{1e_6,2}$ |
| | Ανία | $em_{1e_7,1} + em_{1e_7,2}$ |

| Γενικές ενέργειες χρήστη | Συναισθήματα | Πιθανότητα εμφάνισης συναισθήματος |
|------------------------------------|--------------|------------------------------------|
| Κανονική αλληλεπίδραση, χωρίς λάθη | Χαρά | $em_{2e_1,1} + em_{2e_1,2}$ |
| | Λύπη | $em_{2e_2,1} + em_{2e_2,2}$ |
| | Φόβος | $em_{2e_3,1} + em_{2e_3,2}$ |
| | Έκπληξη | $em_{2e_4,1} + em_{2e_4,2}$ |
| | Θυμός | $em_{2e_5,1} + em_{2e_5,2}$ |
| | Δυσaréσκεια | $em_{2e_6,1} + em_{2e_6,2}$ |
| | Ανία | $em_{2e_7,1} + em_{2e_7,2}$ |

Ως παράδειγμα μπορούμε να δούμε πως θα μπορούσε να γίνει η αξιολόγηση της συναισθηματικής κατάστασης ενός συγκεκριμένου χρήστη, δοθέντων ενεργειών εισόδου, για τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης με το σύστημα. Για την αξιολόγηση κάθε εναλλακτικού συναισθήματος το σύστημα θα χρησιμοποιήσει ως κριτήριο τις ενέργειες εισαγωγής που αφορούν τις συναισθηματικές καταστάσεις που μπορεί να εμφανίζονται ενώ ένας χρήστης αλληλεπιδρά με ένα εκπαιδευτικό σύστημα. Αυτές οι ενέργειες εισαγωγής θεωρούνται τα κριτήρια για την αξιολόγηση όλων των διαφορετικών συναισθημάτων και για την επιλογή αυτού που φαίνεται να είναι επικρατέστερο. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα χρησιμοποιεί τη μέθοδο SAW για κάθε μια ιδιαίτερη κατηγορία χρηστών χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο:

243

$$\frac{em_{1e_1,1} + em_{1e_1,2}}{2}$$

Όπου

$$em_{1e_11} = w_{1e_1k1}k_1 + w_{1e_1k2}k_2 + w_{1e_1k3}k_3 + w_{1e_1k4}k_4 \\ + w_{1e_1k5}k_5 + w_{1e_1k6}k_6$$

(Τύπος 1)

$$em_{1e_12} = w_{1e_1m1}m_1 + w_{1e_1m2}m_2 + w_{1e_1m3}m_3 + w_{1e_1m4}m_4 \\ + w_{1e_1m5}m_5 + w_{1e_1m6}m_6 + w_{1e_1m7}m_7$$

(Τύπος 2)

Η μεταβλητή em_{1e_11} είναι η πιθανότητα ότι ένα συναίσθημα έχει εμφανιστεί βασισμένο στις ενέργειες που γίνονται στο πληκτρολόγιο και em_{1e_12} είναι η πιθανότητα που αναφέρεται σε μια συναισθηματική κατάσταση χρησιμοποιώντας τα όσα εισάγει ο χρήστης από το μικρόφωνο. Αυτές οι πιθανότητες προκύπτουν από την εφαρμογή του συστήματος λήψης αποφάσεων SAW και παρουσιάζονται στους τύπους 1 και 2 αντίστοιχα. Τα em_{1e_11} και em_{1e_12} λαμβάνουν τις τιμές τους στο [0.1].

Στον τύπο 1 τα K από το k1 μέχρι το k6 αναφέρονται στις έξι βασικές ενέργειες εισαγωγής που αντιστοιχούν στο πληκτρολόγιο. Στον τύπο 2 τα m από το m1 μέχρι το m7 αναφέρονται στις επτά βασικές ενέργειες εισαγωγής που αντιστοιχούν στο μικρόφωνο. Αυτές οι μεταβλητές είναι Boolean. Σε κάθε στιγμή το σύστημα παίρνει τα στοιχεία από τη διμορφη διεπαφή και τα μεταφράζει σε ενέργειες πληκτρολογίου και το μικροφώνου. Εάν μια ενέργεια έχει εμφανιστεί το αντίστοιχο

κριτήριο παίρνει την τιμή 1, διαφορετικά η τιμή της τίθεται στο 0. Τα W αντιπροσωπεύουν τα βάρη. Αυτά τα βάρη αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο συναίσθημα και σε μια συγκεκριμένη ενέργεια εισαγωγής και αποκτούνται από τη βάση δεδομένων.

Προκειμένου να προσδιοριστεί το συναίσθημα του χρήστη που αλληλεπιδρά με το σύστημα, υπολογίζεται ο μέσος όρος των τιμών που έχουν εμφανιστεί για εκείνο το συναίσθημα χρησιμοποιώντας τους τύπους 1 και 2. Το σύστημα συγκρίνει τις τιμές από όλα τα διαφορετικά συναισθήματα και καθορίζει εάν ένα συναίσθημα εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης. Ως παράδειγμα δίνουμε τους δύο τύπους με τα βάρη τους για τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης που αντιστοιχούν στο συναίσθημα της χαράς, όταν ένας χρήστης ηλικίας κάτω από 19 ετών και ελαχίστης εμπειρίας στη χρήση υπολογιστών δίνει μια σωστή απάντηση σε ένα τεστ που αφορά την εκπαιδευτική μας εφαρμογή. Στην περίπτωση του em_{1e_11} σύμφωνα με το πληκτρολόγιο έχουμε:

$$em_{1e_11} = 0.4k_1 + 0.4k_2 + 0.1k_3 + 0.05k_4 + 0.05k_5 + 0k_6$$

Σε αυτόν τον τύπο, που αντιστοιχεί στο συναίσθημα της χαράς, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι υψηλότερες τιμές βάρους αντιστοιχούν στον κανονικό και γρήγορο τρόπο πληκτρολόγησης. Η αργή πληκτρολόγηση, η συχνή χρήση του πλήκτρου οπισθοδιαστήματος (backspace) και η χρήση ασυναφών πλήκτρων είναι ενέργειες με χαμηλότερες τιμές βάρους. Η απουσία πληκτρολόγησης είναι απίθανο να πραγματοποιηθεί. Σχετικά με το δεύτερο τρόπο αλληλεπίδρασης (μικρόφωνο) έχουμε:

$$em_{1e_12} = 0.06m_1 + 0.18m_2 + 0.15m_3 + 0.02m_4 + 0.14m_5 + 0.3m_6 + 0.15m_7$$

Στο δεύτερο τύπο, που αντιστοιχεί επίσης στο συναίσθημα της χαράς, μπορούμε να δούμε ότι το μεγαλύτερο βάρος αντιστοιχεί στο m_6 που αναφέρεται στη χρήση λέξης από ένα συγκεκριμένο κατάλογο λέξεων

που υποδεικνύουν ένα συναίσθημα. Η εμπειρική μελέτη μας έδωσε ισχυρά στοιχεία για τη δημιουργία ενός καταλόγου λέξεων που υποδηλώνουν συναισθηματικές καταστάσεις χρηστών. Στην περίπτωση των λέξεων που εκφράζουν τη χαρά, είναι πιθανότερο αυτές να εμφανιστούν σε μια κατάσταση όπου ένας αρχάριος νεαρός χρήστης δίνει μια σωστή απάντηση στο σύστημα. Αρκετά υψηλά είναι επίσης τα βάρη για τις μεταβλητές m_2 και m_3 που αντιστοιχούν στη χρήση επιφωνημάτων από το χρήστη και στην αύξηση της έντασης της φωνής του. Στο παράδειγμά μας ο χρήστης μπορεί να κάνει κάτι προφορικά ή χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο ή συνδυάζοντας και τους δύο τρόπους. Η απουσία ή η παρουσία μιας ενέργειας και στους δύο τρόπους θα δώσει τις τιμές Boolean στις μεταβλητές $k_1... k_6$ και $m_1... m_7$.

Μια πιθανή περίπτωση όπου ένας χρήστης θα χρησιμοποιούσε και το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο θα μπορούσε να είναι η ακόλουθη: Ο συγκεκριμένος χρήστης γνωρίζει τη σωστή απάντηση και την πληκτρολογεί με υψηλότερη ταχύτητα από την κανονική. Το σύστημα επιβεβαιώνει ότι η απάντηση είναι σωστή και ο χρήστης λέει μια λέξη όπως το "μπράβο" που συμπεριλαμβάνεται στο συγκεκριμένο κατάλογο του συστήματος για το συναίσθημα της ευτυχίας. Ο χρήστης μιλά επίσης με μια υψηλότερη ένταση φωνής. Σε αυτή την περίπτωση οι μεταβλητές k_1 , m_3 και m_6 παίρνουν την τιμή 1 και όλες οι άλλες μηδενίζονται. Οι ανωτέρω τύποι μας δίνουν έπειτα $em_{1e,1} = 0.4 * 1 = 0.4$ και $em_{1e,2} = 0.15 * 1 + 0.3 * 1 = 0.45$.

Με τον ίδιο τρόπο το σύστημα υπολογίζει έπειτα τις αντίστοιχες τιμές για όλα τα άλλα συναισθήματα χρησιμοποιώντας άλλους τύπους. Για κάθε βασική ενέργεια στην εκπαιδευτική εφαρμογή και για κάθε συναίσθημα ο αντίστοιχος τύπος έχει τα διαφορετικά βάρη που προκύπτουν από την εμπειρική μελέτη. Στο παράδειγμά μας, έπειτα από την τελική σύγκριση των τιμών για τα έξι βασικά συναισθήματα, το σύστημα θα δεχτεί το συναίσθημα της χαράς ως πιθανότερο να εμφανιστεί.

10.5. Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε η περιγραφή της θεωρητικής προσέγγισης της ενσωμάτωσης της πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων και της θεωρίας των στερεοτύπων στο πεδίο της αναγνώρισης ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή, βασισμένη σε δύο τρόπους αλληλεπίδρασης, το μικρόφωνο και το πληκτρολόγιο. Παρουσιάστηκε μια καινοτόμος προσέγγιση, που συνδυάζει δεδομένα από τους δύο τρόπους αλληλεπίδρασης βασισμένα στα στερεότυπα χρηστών και εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών στηριζόμενη σε μια θεωρία λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων, ώστε να βελτιώσει την ακρίβεια ενός γενικότερου συστήματος που στοχεύει στην αναγνώριση των ανθρώπινων συναισθημάτων. Για τη δημιουργία των στερεοτύπων των χρηστών διενεργήθηκε μια εμπειρική μελέτη που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 9, η οποία έχει πραγματοποιηθεί μεταξύ χρηστών διαφορετικών ηλικιών, επιπέδου γνώσης υπολογιστών και εκπαιδευτικού υποβάθρου.

Η κατοχή στοιχείων για τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών μπορεί να οδηγήσει τις προσεγγίσεις αναγνώρισης συναισθημάτων στο να εστιάσουν σε ένα συγκεκριμένο τρόπο αλληλεπίδρασης. Παραδείγματος χάριν, εάν το σύστημα ξέρει ότι είναι πιθανότερο να αναγνωρίσει τη συναισθηματική κατάσταση ενός συγκεκριμένου χρήστη με την ανάλυση των στοιχείων από τη φωνή του, μέσω του μικροφώνου, πρέπει να λάβει υπόψη κυρίως τον ακουστικό τρόπο στην επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων. Ως πρωτότυπη προσέγγιση της παρούσας διατριβής, τα στερεότυπα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μια θεωρία απόφασης πολλαπλών κριτηρίων προκειμένου να ανακαλυφθεί η σημασία κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης στην επιλογή του συναισθήματος του εκάστοτε χρήστη, καθώς και να συσχετιστούν συγκεκριμένες ενέργειες κατά την εισαγωγή δεδομένων με πιθανές συναισθηματικές καταστάσεις. Συνεπώς, η αναγνώριση συναισθήματος καθίσταται δυναμική και προσαρμοσμένη στα χαρακτηριστικά κάθε χρήστη.

Για την σωστή αξιολόγηση της παρούσας θεωρητικής προσέγγισης παραθέτονται τόσο τα αποτελέσματα της αναγνώρισης συναισθημάτων βασιζόμενα αποκλειστικά σε κάθε έναν ξεχωριστά τρόπο αλληλεπίδρασης (μικρόφωνο, πληκτρολόγιο) και χωρίς τη χρήση στερεοτύπων (πίνακας 1), όσο και στη συνέχεια με τη χρήση στερεοτύπων και του συνδυασμού των υπάρχοντων δεδομένων με τη χρήση της πολυκριτήριας θεωρίας (πίνακας 2). Τα δεδομένα αυτά προκύπτουν από την εφαρμογή της θεωρητικής προσέγγισης, της δημιουργίας των στερεοτυπικών μοντέλων και της ενσωμάτωσης της πολυκριτήριας θεωρίας στο προκύπτον από τη διατριβή σύστημα, Affective MMT. Εκτενής παρουσίαση του συστήματος έγινε στο κεφάλαιο 3, ενώ ο σχεδιασμός του μοντέλου συσχέτισης ενεργειών εισόδου - στερεοτύπων χρηστών - συναισθηματικών καταστάσεων χρηστών περιγράφηκε στα κεφάλαια 8 και 9.

Πίνακας 1. Αναγνώριση συναισθημάτων από κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης.

| Αναγνώριση χωρίς χρήση στερεοτύπων | | |
|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Emotions | Recognition through microphone | Recognition through keyboard |
| Neutral | 19% | 35% |
| Happiness | 46% | 32% |
| Sadness | 65% | 30% |
| Surprise | 36% | 8% |
| Anger | 61% | 39% |
| Disgust | 50% | 17% |

Πίνακας 2. Αναγνώριση συναισθημάτων με την ενσωμάτωση στερεοτύπων και της θεωρίας SAW

| Χρήση στερεοτύπων και θεωρίας SAW | | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Emotions | Audio mode recognition | Recognition through keyboard | Multi-criteria bi-modal recognition |
| Neutral | 20% | 36% | 46% |
| Happiness | 52% | 39% | 68% |
| Sadness | 68% | 34% | 74% |
| Surprise | 44% | 15% | 54% |
| Anger | 68% | 42% | 78% |
| Disgust | 61% | 20% | 64% |

Αναλύοντας τα αποτελέσματα της σύγκρισης των πινάκων 1 και 2 μπορούμε να καταλήξουμε σε εμφανή και ενδιαφέροντα συμπεράσματα σε σχέση με την αποτελεσματικότητα της χρήσης στερεοτύπων και της θεωρίας των πολλαπλών κριτηρίων ως προς τη βελτίωση των δυνατοτήτων υπάρχοντων συστημάτων συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Πράγματι, η προτεινόμενη προσέγγιση δείχνει ότι οδήγησε σε αξιοσημείωτες βελτιώσεις, ως προς τη δυνατότητα της αναγνώρισης των συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών.

Αναλύοντας τα δεδομένα που αφορούν βελτιώσεις σε σχέση με την τελική ενσωμάτωση της θεωρίας SAW και των στερεοτύπων, παρατηρούμε ότι τα ποσοστά επιτυχούς αναγνώρισης συναισθηματικών καταστάσεων είναι στατιστικά σημαντικά βελτιωμένα σε κάθε ένα από τα έξι βασικά συναισθήματα με τα οποία ασχολείται η διατριβή. Σημαντικές βελτιώσεις παρατηρούνται στα συναισθήματα «χαρά», «λύπη», «έκπληξη» και «θυμός», ενώ μικρότερες παρουσιάζονται οι βελτιώσεις για το συναίσθημα

της αηδίας και το ουδέτερο συναίσθημα. Αυτό, ωστόσο, είναι αναμενόμενο αν ληφθεί υπόψιν το εκπαιδευτικό περιβάλλον της αλληλεπιδραστικής εφαρμογής, το οποίο μπορεί να συνεισφέρει στη παραγωγή και αναγνώριση συγκεκριμένων συναισθηματικών καταστάσεων (χαρά, λύπη, θυμός, έκπληξη), ενώ να αντενδείκνυται για δεδομένα που αφορούν άλλες συναισθηματικές καταστάσεις (όπως για το συναίσθημα της αηδίας). Ταυτόχρονα, το ουδέτερο συναίσθημα, χαρακτηρίζεται κυρίως από απουσία ενδεικτικών ενεργειών των χρηστών που συσχετίζονται με συγκεκριμένες συναισθηματικές καταστάσεις, ενώ πολλές φορές η αξιολόγηση είναι πολύ δύσκολη όταν έχουμε «φυσιολογική» αλληλεπίδραση από έναν χρήστη, ενώ αυτός πραγματικά δεν βρίσκεται σε ουδέτερη συναισθηματική κατάσταση. Συμπερασματικά, το ουδέτερο συναίσθημα φαίνεται το πιο πιθανό να αναγνωριστεί εσφαλμένα και να παρερμηνευθεί, εφόσον τα «χαρακτηριστικά» του αποτελούν ένα σύνολο από γενικώς αποδεκτές ως «φυσιολογικές» ενέργειες αλληλεπίδρασης. Αντίθετα, μη «φυσιολογικές» ενέργειες εισόδου δεδομένων, όπως η αύξηση της έντασης της φωνής, η επαναλαμβανόμενη χρήση του `backspace` στο πληκτρολόγιο, ή η εκφώνηση μιας βρισιάς, μπορούν πιο εύκολα να συσχετιστούν ορθά με συγκεκριμένες συναισθηματικές καταστάσεις.

Εντούτοις, μια επιπλέον βελτίωση της ακρίβειας αναγνώρισης συγκεκριμένων συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών μπορεί να προκύψει από την εφαρμογή ενός ή περισσότερων ακόμα τρόπων αλληλεπίδρασης στο μηχανισμό συλλογιστικής του εκάστοτε συστήματος. Η ενσωμάτωση πολλών τρόπων αλληλεπίδρασης, όπως αναλύεται και εκτενώς στην ανασκόπηση του συγκεκριμένου πεδίου, στο κεφάλαιο 2, ενισχύει τη δυνατότητα αναγνώρισης συναισθημάτων αφού ουσιαστικά προσφέρει περισσότερα δεδομένα προς ανάλυση και αξιολόγηση. Επιπροσθέτως, όπως υποδείχθηκε και από τις εμπειρικές μελέτες που διεξήχθησαν στο πλαίσιο της διατριβής και περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 6, οι τρόποι αλληλεπίδρασης αλληλοσυμπληρώνονται και αλληλοκαλύπτονται σε σχέση με τις ενδείξεις που παρουσιάζουν τα συναισθήματα των χρηστών. Κάποιες συναισθηματικές καταστάσεις αναγνωρίζονται καλύτερα από το πληκτρολόγιο και κάποιες αναγνωρίζονται καλύτερα από το

μικρόφωνο και αντίστοιχα κάποιος άλλος τρόπος αλληλεπίδρασης (παραδείγματος χάριν, ο οπτικός), μπορεί να συνεισφέρει αναγνωρίζοντας κάποια συναισθηματική κατάσταση με ακόμα μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας, ή να συνεισφέρει καλύπτοντας κενά των ήδη υπάρχοντων τρόπων αλληλεπίδρασης.

Η ενσωμάτωση ενός τρίτου τρόπου αλληλεπίδρασης διερευνήθηκε και στην πράξη κατά τη συνέργια της θεωρητικής προσέγγισης της διατριβής, με δεδομένα οπτικής αναγνώρισης συναισθημάτων χρηστών που προέκυψαν από μια άλλη διατριβή. Η συνέργια αυτή καθώς και οι επιστημονικές επεκτάσεις της παρουσιάζονται συνοπτικά στο κεφάλαιο 10. Όπως ήταν αναμενόμενο, η ύπαρξη ενός ακόμα τρόπου αλληλεπίδρασης, οδηγεί σε περαιτέρω βελτίωση της δυνατότητας αναγνώρισης συναισθήματος από υπολογιστή, ενώ η προτεινόμενη προσέγγιση υποστηρίχθηκε και χρηματοδοτήθηκε στο πλαίσιο του ΠΕΝΕΔ 2003. Η ένδειξη αυτή επιβεβαιώνει επιπρόσθετα τη χρησιμότητα και τη συμβολή της παρούσας θεωρητικής προσέγγισης, ενώ παρέχει και βάσιμες ενδείξεις για περαιτέρω έρευνα και ενσωμάτωση ακόμα περισσότερων τρόπων αλληλεπίδρασης.

Κεφάλαιο 11

Συμπεράσματα και συνεισφορά στην έρευνα

11.1. Συνεισφορά στην κινητή τεχνολογία λογισμικού - Συμπεράσματα

Οι τεχνολογίες κινητής τηλεφωνίας παρέχουν πλέον την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν τα κινητά τηλέφωνα ως πολύ μικροί υπολογιστές. Αυτή η δυνατότητα μπορεί να αξιοποιηθεί για να έχει πολύ μεγάλη συνεισφορά στην κοινωνία και την οικονομία. Ειδικά για την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση, αν προσαρμοστεί κατάλληλα το εκπαιδευτικό λογισμικό στις δυνατότητες που προσφέρουν τα κινητά, τότε θα μπορεί να εξοικονομηθεί πολύτιμος χρόνος για την διδασκαλία. Αυτό, ωστόσο, προϋποθέτει την ενσωμάτωση των κινητών δυνατοτήτων στο ευρύτερο εκπαιδευτικό λογισμικό, με τους κατάλληλους μηχανισμούς συλλογιστικής και του θεωρητικού υπόβαθρου που τους συνοδεύει, όπως τα έξυπνα διδακτικά συστήματα, τα προσαρμοστικά υπερμέσα και τα συγγραφικά εργαλεία. Τα διδακτικά προγράμματα μπορούν να

προσεγγισθούν από οποιοδήποτε μέρος χωρίς την ανάγκη ειδικού εξοπλισμού (υπολογιστή). Αυτό είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο για όλες τις ηλικίες και όλες τις ανάγκες επιμόρφωσης που υπάρχουν στην κοινωνία. Τα κινητά διδακτικά προγράμματα μπορούν να παίξουν σημαντικότατο ρόλο στην επιμόρφωση ανθρώπων που έχουν δυσκολία πρόσβασης σε κέντρα επιμόρφωσης και ειδικό εξοπλισμό. Τέτοιες κατηγορίες περιλαμβάνουν τα άτομα με ειδικές ανάγκες αλλά και άτομα τα οποία έχουν φορτωμένο καθημερινό πρόγραμμα. Μπορούν να αποδειχθούν ιδιαίτερα χρήσιμα για προγράμματα «δια βίου εκπαίδευσης» όπου οι εκπαιδευόμενοι μπορεί να είναι ενήλικες οι οποίοι εργάζονται παράλληλα. Συμπερασματικά, τα ολοκληρωμένα κινητά διδακτικά προγράμματα μπορούν να παρέχουν τεράστιες υπηρεσίες στις οικονομίες των κρατών που αντιμετωπίζουν διαρκώς το πρόβλημα της εξελισσόμενης κοινωνίας, η οποία δημιουργεί ανέργους. Σε πολλά κράτη, η αντιμετώπιση της ανεργίας περιλαμβάνει την επιμόρφωση σε νέες τεχνολογίες ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί ευέλικτα το ανθρώπινο δυναμικό κάθε χώρας. Σε αυτού του είδους επιμόρφωση αλλά και στην παραδοσιακή εκπαίδευση των ανηλίκων, το πεδίο της κινητής τεχνολογίας λογισμικού στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο.

Χρησιμοποιώντας τα ευφυή διδακτικά συστήματα έχουμε τη δυνατότητα να προσθέσουμε λογική στο εκπαιδευτικό λογισμικό. Τα ευφυή διδακτικά συστήματα έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να εξατομικεύουν την εκπαιδευτική εμπειρία των μαθητών σύμφωνα με το επίπεδο γνώσης και πείρας τους. Συνήθως τα ευφυή διδακτικά συστήματα αποτελούνται από τέσσερα τμήματα, πρώτον το πεδίο γνώσης, δεύτερον το τμήμα μοντελοποίησης μαθητή, το τμήμα διδασκαλίας καθώς και το περιβάλλον διεπαφής του χρήστη. Το πεδίο γνώσης αποτελείται από μια αναπαράσταση του πεδίου που πρέπει να διδαχθεί ο μαθητής. Το τμήμα μοντελοποίησης μαθητή

253

περιλαμβάνει μια κατασκευή από αναπαραστάσεις οι οποίες συνυπολογίζουν τη συμπεριφορά του μαθητή με βάση την προϋπάρχουσα γνώση του για κάποιο πεδίο, καθώς και το επίπεδο γνώσης των μαθητών. Η μοντελοποίηση μαθητών μπορεί να υλοποιηθεί σε πολλά επίπεδα, όπως το επίπεδο γνώσης του μαθητή για κάποιο συγκεκριμένο πεδίο, εάν αυτός έχει παρανοήσεις σε κάποιο πεδίο διδασκαλίας, καθώς και τα διάφορα συναισθήματα τα οποία συνοδεύουν κατά τη διδασκαλία εκμάθησης. Το τμήμα διδασκαλίας περιέχει μια αναπαράσταση των στρατηγικών διδασκαλίας που ακολουθεί το σύστημα. Τέλος το περιβάλλον διεπαφής χρήστη είναι υπεύθυνο για να μεταφράσει τις εσωτερικές εντολές του συστήματος σε μια γλώσσα κατανοητή από το μαθητή.

Βέβαια η ανάπτυξη τέτοιων εκπαιδευτικών προγραμμάτων είναι μια δύσκολη αποστολή η οποία χρειάζεται πολύ προσπάθεια τόσο από δασκάλους όσο και από επαγγελματίες προγραμματιστές. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα, η οποία ενσωματώνεται στη διατριβή, δίνεται από τη δημιουργία συγγραφικών εργαλείων για ευφυή διδακτικά συστήματα, τα οποία παρέχουν ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον για τους δασκάλους, ούτως ώστε να δημιουργήσουν το δικό τους ευφυές διδακτικό σύστημα με σχετικά εύκολο τρόπο. Φυσιολογικά οι δυνατότητες συλλογιστικής του προκύπτοντος ευφυούς διδακτικού συστήματος πρέπει να παρέχονται από το συγγραφικό εργαλείο. Για αυτό, στα συγγραφικά εργαλεία ενσωματώνονται περιληπτικές και ανεξάρτητες πεδίου μέθοδοι, οι οποίες μπορούν να προσαρμοστούν σε κάποιο ιδιαίτερο εκπαιδευτικό περιβάλλον για κάθε δάσκαλο συγγραφέα. Υπό αυτήν την έννοια, τα συγγραφικά εργαλεία είναι αρκετά δυσκολότερο να δημιουργηθούν από τα ευφυή διδακτικά συστήματα, αλλά παρέχουν τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης σε μεγάλο βαθμό. Για αυτό το λόγο, μπορούμε να πούμε ότι αξίζουν την επιπλέον προσπάθεια.

Πρόσφατα έγιναν πολλές ερευνητικές προσπάθειες έτσι ώστε να μεταφερθεί η τεχνολογία των ευφυών διδακτικών συστημάτων και των συγγραφικών εργαλείων στο Διαδίκτυο. Μια πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι όλες οι γνωστές τεχνολογίες από τις περιοχές των ευφυών διδακτικών συστημάτων έχουν ήδη αναδημιουργηθεί, έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν και στο Διαδίκτυο. Αυτό βέβαια, είναι αναμενόμενο αφού η βασισμένη στο δίκτυο εκπαίδευση χρειάζεται «ευφυΐα» σε μεγαλύτερη έκταση από τις απλές εφαρμογές. Για αυτό το λόγο υπάρχουν δύο θέματα: πρώτον, οι περισσότερες εκπαιδευτικές διαδικτυακές εφαρμογές στοχεύουν σε ένα πολύ μεγαλύτερο εύρος από χρήστες από μια απλή εφαρμογή του υπολογιστή και έτσι η ανάγκη για εξατομίκευση είναι πολύ μεγαλύτερη. Δεύτερον, οι μαθητές χρησιμοποιούν συνήθως τις διαδικτυακές εκπαιδευτικές εφαρμογές μόνοι τους και έτσι δεν μπορούν να επωφεληθούν από την βοήθεια ενός δασκάλου ή ενός άλλου συμμαθητή σε ένα φυσιολογικό περιβάλλον μιας αίθουσας διδασκαλίας. Τόσο τα διαδικτυακά ευφυή διδακτικά συστήματα, όσο και τα συγγραφικά εργαλεία για ευφυή διδακτικά συστήματα μπορούν να ενισχυθούν σημαντικά από την ενσωμάτωση «κινητών» δυνατοτήτων και τεχνολογιών. Πολλοί ερευνητές σημειώνουν ότι κατά τη βασική προσέγγιση στην εκπαίδευση μέσω κινητών τεχνολογιών, πρέπει να ενσωματώνονται και να συνδυάζονται λειτουργίες για μια αρκετά μεγάλη ποικιλία από συσκευές καθώς και τεχνικές μετάδοσης δεδομένων. Στις μέρες μας, δεν υπάρχουν αρκετά τέτοια ώριμα συστήματα, αφού η κινητή τεχνολογία λογισμικού είναι αρκετά πρόσφατη και δεν έχει χρησιμοποιηθεί μέχρι τώρα όσο θα μπορούσε. Όμως, έχουν ήδη γίνει αρκετές πρωταρχικές προσπάθειες για να ενσωματωθούν οι δυνατότητες που παρέχουν οι κινητές συσκευές σε τέτοιου είδους εκπαιδευτικές τεχνολογίες και τα αποτελέσματα μέχρι τώρα δείχνουν την μεγάλη δυναμική αυτής της ενσωμάτωσης. Το υλοποιημένο έργο στο

πλαίσιο αυτής της διατριβής κατά το προηγούμενο έτος καθώς και οι αξιολογήσεις των υποβληθέντων εργασιών επιβεβαιώνουν τα παραπάνω και υποδεικνύουν τη μεγάλη σημασία αυτής της συγχώνευσης θεωριών και τεχνολογιών. Το πρωτότυπο συγγραφικό εργαλείο με κινητές δυνατότητες, που έχει ήδη αναπτυχθεί στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, δύναται να ενσωματώσει ακόμα «συναισθηματική» ευφυΐα. Η ενσωμάτωση της συναισθηματικής ευφυΐας θα δώσει ακόμα μεγαλύτερη χρησιμότητα φιλικότητα προς τον χρήστη στο εργαλείο αυτό, ενώ παράλληλα θα καταστήσει την αλληλεπίδραση πιο εποικοδομητική και ανθρώπινη.

11.2. Συνεισφορά στη συναισθηματική αλληλεπίδραση – Συμπεράσματα

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για εκπαιδευτικό λογισμικό από εκπαιδευτικά ιδρύματα και οι τεχνολόγοι λογισμικού φαίνεται να αποδέχονται πως η συμπληρωματική εκμάθηση μέσω υπολογιστών έχει πολλά πλεονεκτήματα. Προς το παρόν, στο μεγαλύτερο του μέρος, το εκπαιδευτικό λογισμικό στοχεύει στο να χρησιμοποιηθεί από μαθητές χωρίς τη φυσική παρουσία διδασκάλων. Γι αυτό το λόγο οι εκπαιδευτικές εφαρμογές λογισμικού οφείλουν να ενσωματώνουν όσο περισσότερους μηχανισμούς συλλογιστικής γίνεται. Εντούτοις, κάτι εξίσου σημαντικό ρόλο στην ηλεκτρονική εκμάθηση και το οποίο έχει παραβλεφθεί εδώ και πολύ καιρό είναι τα συναισθήματα των μαθητών. Όπως υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές, το πως αισθάνονται οι άνθρωποι μπορεί να παίξει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην όλη γνωστική διαδικασία εκμάθησης.

Στόχος της διατριβής είναι να παρουσιαστούν τα συναισθηματικά μοντέλα, το θεωρητικό υπόβαθρο και οι διάφορες εκδοχές του μαθητικού μοντέλου ενός εκπαιδευτικού συστήματος, το οποίο συνδυάζει δεδομένα από τις ενέργειες των μαθητών καθώς και χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να ανιχνευθούν κατά την δι-τροπική αλληλεπίδραση, έτσι ώστε να γίνει η αναγνώριση των συναισθημάτων των μαθητών - χρηστών. Επιπλέον, διερευνώνται οι νέες δυνατότητες που μπορεί να προσφέρουν τα κινητά τηλέφωνα στην αυτόματη αναγνώριση συναισθημάτων των χρηστών τους και στην αξιοποίηση των πληροφοριών αυτών για την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας.

Κύρια πεδία εστίασης της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης στην παρούσα διατριβή υπήρξαν η αναγνώριση δεδομένων της

φωνής του χρήστη από το μικρόφωνο, καθώς και μέτρηση διαφόρων σημαντικών χαρακτηριστικών που προκύπτουν από τα φωνητικά δεδομένα. Τέτοια χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν λέξεις – κλειδιά που υποδηλώνουν συναισθήματα και εκφωνεί ο εκάστοτε χρήστης, η χροιά της φωνής του, καθώς και η ένταση της φωνής του χρήστη κατά την ομιλία. Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών αυτών συναρτήσε με το ήδη αναγνωρισμένο κείμενο, έδωσαν τη δυνατότητα να εξαχθούν πληροφορίες για τη συναισθηματική κατάσταση του εκάστοτε χρήστη. Εξίσου σημαντικές πληροφορίες αντλήθηκαν από τις παρατηρήσεις του συστήματος σχετικά με την χρήση του πληκτρολογίου. Τέτοια δεδομένα είναι η ταχύτητα γραφής από το πληκτρολόγιο και το πάτημα συγκεκριμένων πλήκτρων (π.χ backspace), τα οποίες μπορούν να προσδιορίσουν κάποια συναισθηματική φόρτιση. Ειδικά εξελιγμένα πληκτρολόγια ωστόσο, παρέχουν την πρόσθετη δυνατότητα μέτρησης της έντασης των πατημάτων των πλήκτρων από τους χρήστες, ώστε να δώσουν επιπλέον σημαντικές πληροφορίες συναισθηματικής αλληλεπίδρασης.

Η ηχητική επικοινωνία καθώς και η επικοινωνία από πληκτρολόγιο είναι ευρέως διαδεδομένες στη χρήση κινητών συσκευών. Αρκετές συσκευές επιτρέπουν την αναγνώριση απλών λέξεων, έτσι ώστε ο χρήστης να εκτελεί κάποιες ενέργειες χωρίς τη χρήση του πληκτρολογίου του κινητού τηλεφώνου. Τα δεδομένα κατά την πληκτρολόγηση από το κινητό καθώς και από την οθόνη του χρήστη είναι δυνατό να συλλεχθούν από ειδικό λογισμικό εγκατεστημένο στα μελλοντικά κινητά τηλέφωνα και στη συνέχεια να υποστούν επεξεργασία. Στα πρώτα στάδια της έρευνας η όλη επεξεργασία τόσο των ακουστικών δεδομένων καθώς και των δεδομένων από το πληκτρολόγιο ενός κινητού τηλεφώνου επεξεργάστηκαν σε έναν κεντρικό υπολογιστή. Τα δεδομένα αυτά δύναται να μεταφερθούν στον κεντρικό υπολογιστή είτε μέσω του Διαδικτύου, είτε μέσω της χρήσης κάποιας από τις σχετικά

πρόσφατες τεχνολογίες που μας παρέχουν επικοινωνία μεταξύ κινητού τηλεφώνου και υπολογιστή, όπως για παράδειγμα το Bluetooth τους και οι υπέρυθρες ακτίνες (infrared). Σίγουρα η επεξεργαστική ισχύς ενός σύγχρονου υπολογιστή είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ενός κινητού τηλεφώνου. Γι αυτό και σε πρωταρχικό στάδιο η όλη επεξεργασία γινόταν σε κάποιον κεντρικό server. Το αντίστοιχο λογισμικό θα μπορεί να ενσωματωθεί στα μελλοντικά κινητά τηλέφωνα των οποίων οι δυνατότητες, αν και αυτή τη στιγμή είναι σχετικά περιορισμένες, εξελίσσονται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, δεδομένου του μεγάλου αγοραστικού ενδιαφέροντος.

Η επέκταση αυτής της αλληλεπίδρασης στα κινητά τηλέφωνα είναι αρκετά πρώιμη, αλλά τα φαινόμενα δείχνουν ότι θα είναι αρκετά σημαντική τα επόμενα χρόνια. Όλο και περισσότερες συσκευές κινητών τηλεφώνων ενσωματώνουν κάμερες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα λήψης φωτογραφιών καθώς και βίντεο. Οι δυνατότητες αυτών των τηλεφώνων αυξάνονται με ραγδαίους ρυθμούς, οι αναλύσεις των οθονών τους μεγαλώνουν σταδιακά, η επεξεργαστική ισχύς αλλά και η μνήμη των κινητών τηλεφώνων αυξάνεται με τους ίδιους ρυθμούς που αυξάνονται τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Κατά το τελευταίο έτος εκπόνησης της διατριβής κυκλοφόρησαν μοντέλα κινητών τηλεφώνων με το δικό τους λειτουργικό σύστημα. Σίγουρα μια τέτοια προσέγγιση συμπεριλαμβάνει ήδη αρκετά περισσότερα και δυσκολότερα προβλήματα, αλλά η έρευνα προς αυτόν τον τομέα δείχνει να προχωράει με ταχύτατους ρυθμούς, καθώς όχι μόνο το ερευνητικό ενδιαφέρον είναι ιδιαίτερα αυξημένο, αλλά και οι ίδιοι οι χρήστες φαίνεται να περιμένουν με μεγάλη αγωνία τις εξελίξεις σε αυτό το ερευνητικό πεδίο.

11.3. Εμπειρικές μελέτες - Αξιολογήσεις

Ως πρώτο βήμα στο σχεδιασμό του πρωτότυπου μοντέλου αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω διαφορετικών τρόπων αλληλεπίδρασης (μικρόφωνο, πληκτρολόγιο), πραγματοποιήθηκαν εμπειρικές μελέτες βασισμένες στη συναισθηματική αλληλεπίδραση μέσω του ακουστικού/προφορικού τρόπου και του πληκτρολογίου. Ο προφορικός τρόπος αλληλεπίδρασης χρησιμοποιεί το μικρόφωνο ως συσκευή εισαγωγής ενώ η αλληλεπίδραση πληκτρολογίου χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο του προσωπικού υπολογιστή. Για την ανάλυση απαιτήσεων και την αποτελεσματική εφαρμογή της παρούσας προσέγγισης πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές πειραματικές μελέτες. Οι πειραματικές μελέτες περιέλαβαν τους πραγματικούς τελικούς χρήστες καθώς επίσης και ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Κατά αυτόν τον τρόπο η εφαρμογή της θεωρίας πολλαπλών κριτηρίων στο πεδίο της αναγνώρισης συναισθήματος ήταν ακριβέστερη, καθώς βασίστηκε σε γεγονότα της συλλογιστικής διαδικασίας των πραγματικών χρηστών. Ο κύριος στόχος της πρώτης μελέτης ήταν να συγκεντρωθούν τα δεδομένα κατά την αλληλεπίδραση του πραγματικού χρήστη με το σύστημα και κατά συνέπεια να αποκαλυφθεί το πώς οι χρήστες εκφράζουν τα συναισθήματα τους αλληλεπιδρώντας με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Η δεύτερη εμπειρική μελέτη περιέλαβε τους ανθρώπινους εμπειρογνώμονες. Οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να καθορίσουν τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την αναγνώριση συναισθημάτων των σπουδαστών τους, κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, καθώς επίσης και το βάρος σπουδαιότητάς των κριτηρίων αυτών.

Η μελέτες στόχευαν στο να αποκαλύψουν τις κοινές αντιδράσεις χρηστών που εκφράζουν τα συναισθήματα τους ενώ αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές. Μόλις αυτές οι αντιδράσεις

προσδιορίστηκαν, συνδέθηκαν με συγκεκριμένα συναισθήματα μέσα στο πλαίσιο ορισμένων ομάδων χρηστών που εξαρτώνται από την ηλικία τους, το επίπεδο οικειότητας με τους υπολογιστές, το εκπαιδευτικό επίπεδο και το φύλο. Τα στερεότυπα χρησιμοποιήθηκαν στην συνέχεια προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων, επιδεικνύοντας τις πιο κοινές αντιδράσεις που υποδεικνύουν ορισμένα συναισθήματα. Η εμπειρικές μελέτες έδωσαν επίσης σημαντικά αποτελέσματα για τις ικανότητες καθώς και τις αδυναμίες της αναγνώρισης συναισθημάτων που είναι βασισμένη σε κάθε τρόπο αλληλεπίδρασης (ακουστικό, γραπτό-απτικό).

Ένα συμπέρασμα που αφορά στο συνδυασμό των δύο τρόπων αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ότι οι δύο τρόποι συμπληρώνουν ο ένας τον άλλον σε μεγάλο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα μπορεί να παράγει μια υπόθεση για τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη με έναν υψηλότερο βαθμό βεβαιότητας εάν λαμβάνει υπόψη τα στοιχεία από το συνδυασμό των δύο τρόπων παρά από έναν τρόπο. Η χαρά ως συναισθηματικό αποτέλεσμα κατά την αλληλεπίδραση, ενώ ο θυμός ή η πλήξη έχουν αρνητικά αποτελέσματα που μπορούν να μετρηθούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία καταλλήλως, προκειμένου να δοθούν οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας συναισθηματικής αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή. Η κατοχή στοιχείων για τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών μπορεί να οδηγήσει τις προσεγγίσεις αναγνώρισης συναισθημάτων στο να εστιάσουν σε ένα συγκεκριμένο τρόπο αλληλεπίδρασης. Παραδείγματος χάριν, εάν το σύστημα ξέρει ότι είναι πιθανότερο να αναγνωρίσει τη συναισθηματική κατάσταση ενός χρήστη με την ανάλυση των στοιχείων από τη φωνή του μέσω του μικροφώνου θα πρέπει να λάβει υπόψη κυρίως τον ακουστικό τρόπο. Επομένως, τα στερεότυπα των χρηστών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε

συνδυασμό με την πολυκριτήρια θεωρία απόφασης πολλαπλών κριτηρίων, προκειμένου να προσδιοριστεί η σημασία κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης στην επιλογή του συναισθήματος του χρήστη.

Σε πολλές περιπτώσεις τα δεδομένα από τη φωνητική αλληλεπίδραση ή την αλληλεπίδραση μέσω του πληκτρολογίου παρέχουν στο σύστημα στοιχεία συναισθημάτων με αρκετά παρόμοιο βαθμό πιθανότητας. Παραδείγματος χάριν μπορούμε να έχουμε στοιχεία ότι ένας χρήστης είναι είτε θυμωμένος, καθώς λέει ή πληκτρολογεί κάτι, είτε αγχωμένος, ή ακόμα και μπερδεμένος. Η ενσωμάτωση των στερεοτύπων στο σύστημα παρέχει ένα μηχανισμό συλλογισμού που μπορεί να ξεχωρίσει ένα συναίσθημα μεταξύ άλλων, ή να μας δώσει στοιχεία για τη διάκριση συναισθημάτων. Τα στοιχεία για το χαρακτήρα ή την προσωπικότητα ενός συγκεκριμένου χρήστη μπορούν να αυξήσουν το ποσοστό της πιθανότητας εμφάνισης για ορισμένα συναισθήματα σε συγκεκριμένες καταστάσεις αλληλεπίδρασης. Επιπλέον η κατοχή των στοιχείων για τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηστών μπορεί να οδηγήσει το σύστημα να επικεντρώσει τους αλγορίθμους αναγνώρισης συναισθημάτων του σε έναν ορισμένο τρόπο αλληλεπίδρασης. Εάν το σύστημα διαθέτει βάσιμες ενδείξεις ότι είναι πιθανότερο να αναγνωρίσει τη συναισθηματική κατάσταση ενός χρήστη αναλύοντας τα δεδομένα από έναν συγκεκριμένο τρόπο διεπαφής (π.χ. από τη φωνή του μέσω του μικροφώνου) τότε θα πρέπει να επικεντρωθεί περισσότερο σε αυτόν τον τρόπο.

Οι εμπειρικές μελέτες έδωσαν δεδομένα ζωτικής σημασίας για τη δομή και τη δημιουργία της θεωρητικής προσέγγισης που αφορά τη βελτίωση της αναγνώρισης συναισθημάτων από υπολογιστή μέσω της ενσωμάτωσης των στερεοτύπων και της πολυκριτήριας θεωρίας λήψης αποφάσεων SAW. Τέλος τα δεδομένα αξιολόγησης που

παρείχαν υποστήριξαν την προτεινόμενη καινοτόμο προσέγγιση που εφαρμόστηκε στο πεδίο της συναισθηματικής ευφυΐας.

11.4. Πρωτότυπη θεωρητική προσέγγιση

Η παρούσα διατριβή παρέχει καινοτόμο έρευνα σε πεδία της επιστήμης της πληροφορικής όπως η κινητή τεχνολογία λογισμικού και η συναισθηματική ευφυΐα, ενώ ταυτόχρονα προσεγγίζει σύγχρονες τεχνολογίες με φλέγοντα ερευνητικά θέματα και προβλήματα. Η επιστήμη που παρέχει λογισμικό για κινητά τηλέφωνα εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας, αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο και μάλιστα οι ρυθμοί των εξελίξεων αυτών ολοένα και αυξάνονται λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος των αγοραστών-χρηστών κινητών τηλεφώνων. Ταυτόχρονα, ωστόσο, υπάρχει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον για το συνδυασμό πολλών τρόπων αλληλεπίδρασης με το χρήστη (multi-modal interfaces), καθώς και για την προσθήκη συναισθηματικής ευφυΐας στις διεπαφές των χρηστών. Μια τέτοιου είδους αλληλεπίδραση, μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη, εκπαιδευτικά (ευκολία και ταχύτητα εκμάθησης) αλλά και οφέλη φιλικότητας προς τους χρήστες. Η παροχή εκπαίδευσης μέσω κινητών τηλεφώνων αποτελεί μία καινούρια περιοχή ερευνητικού ενδιαφέροντος, ενώ περισσότερο ακόμα καινοτόμος μπορεί να θεωρηθεί η ενσωμάτωση της συναισθηματικής ευφυΐας σε κινητό λογισμικό. Οι αξιολογήσεις της προτεινόμενης ενσωμάτωσης των νέων «κινητών» δυνατοτήτων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα εξετάστηκαν τόσο από τη μεριά των καθηγητών, όσο και από τη μεριά των φοιτητών και υπήρξαν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τους πολύ θετικές. Ακόμα και στις περιπτώσεις με ενδείξεις χαμηλού ενδιαφέροντος ή αποδοχής, η κύρια αιτία υπήρξε η σχετικά χαμηλή εξοικείωση συγκεκριμένων ατόμων, ή ομάδων, με τις ιδιαίτερα νέες τεχνολογίες που συνοδεύουν τις ασύρματες τηλεπικοινωνίες.

Κατά το κύριο μέρος της διατριβής παρουσιάζεται μια νέα ερευνητική προσέγγιση για την αναγνώριση ανθρώπινων

συναισθημάτων από υπολογιστή, που στοχεύει στη βελτίωση της αναγνώρισης των συναισθημάτων των χρηστών μέσα σε μια εκπαιδευτική εφαρμογή. Η νέα προσέγγιση είναι βασισμένη σε πληροφορίες για τους χρήστες που προκύπτουν από δύο τρόπους αλληλεπίδρασης (πληκτρολόγιο και μικρόφωνο) και υποβάλλεται σε επεξεργασία βασισμένη σε έναν συνδυασμό των ενεργειών εισόδου των χρηστών και της θεωρίας λήψης αποφάσεων SAW. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης προέρχονται από το γεγονός ότι η αλληλεπίδραση χρήστη-υπολογιστή είναι, από τη φύση της, βασισμένη σε πολλαπλά κριτήρια. Επιπλέον, εξετάζοντας το σημαντικό πρόβλημα της επιλογής αποδοτικότερου τρόπου αλληλεπίδρασης ή του βαθμού που πρέπει τα στοιχεία από κάθε τρόπο να λαμβάνονται υπόψη σε σχέση με κάθε μεμονωμένο χρήστη, προτείνεται μια νέα προσέγγιση για τον υπολογισμό της δέουσας βαρύτητας κάθε τρόπου αλληλεπίδρασης βασισμένη σε στερεότυπα και μετέπειτα στο συνδυασμό αυτών μέσω της θεωρίας των πολλαπλών κριτηρίων. Οι αξιολογήσεις της ενσωμάτωσης της προτεινόμενης προσέγγισης σε αλληλεπιδραστικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα συναισθηματικής ευφυΐας υποδεικνύουν σημαντικές βελτιώσεις στις δυνατότητες αναγνώρισης ανθρώπινων συναισθηματικών καταστάσεων στα περιβάλλοντα αυτά.

Η προτεινόμενη προσέγγιση δείχνει ότι οδήγησε σε αξιοσημείωτες βελτιώσεις, ως προς τη δυνατότητα της αναγνώρισης των συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών. Αναλύοντας τα δεδομένα που αφορούν βελτιώσεις σε σχέση με την τελική ενσωμάτωση της θεωρίας SAW και των στερεοτύπων, καταλήξαμε ότι τα ποσοστά επιτυχούς αναγνώρισης συναισθηματικών καταστάσεων είναι στατιστικά σημαντικά βελτιωμένα σε κάθε ένα από τα έξι βασικά συναισθήματα με τα οποία ασχολείται η διατριβή. Σημαντικότερες βελτιώσεις παρατηρούνται στα συναισθήματα «χαρά», «λύπη», «έκπληξη» και «θυμός», ενώ μικρότερες

παρουσιάζονται οι βελτιώσεις για το συναίσθημα της αηδίας και το ουδέτερο συναίσθημα. Αυτό, ωστόσο, υπήρξε αναμενόμενο λαμβάνοντας υπόψιν το εκπαιδευτικό περιβάλλον της αλληλεπιδραστικής εφαρμογής, το οποίο μπορεί να συνεισφέρει στη παραγωγή και αναγνώριση συγκεκριμένων συναισθηματικών καταστάσεων (χαρά, λύπη, θυμός, έκπληξη), ενώ αντενδείκνυται για δεδομένα που αφορούν άλλες συναισθηματικές καταστάσεις (όπως για το συναίσθημα της αηδίας).

Στο πλαίσιο της διατριβής έγινε χρήση των πλέον σύγχρονων τεχνολογιών λογισμικού και αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή όπως είναι η συναισθηματική αλληλεπίδραση, η μοντελοποίηση χρηστών, η παροχή ευφυούς βοήθειας, τα συγγραφικά εργαλεία και τα συστήματα διεπαφής πολλαπλών τρόπων αλληλεπίδρασης (multimodal interfaces). Όλα αυτά επεκτάθηκαν σε τεχνολογίες λογισμικού για κινητά τηλέφωνα και άτομα με ειδικές ανάγκες. Από τεχνολογικής άποψης, προσεγγίσθηκαν τα πεδία των εφαρμογών μέσω του διαδικτύου καθώς και των τηλεπικοινωνιών με κινητά τηλέφωνα. Η ραγδαία εξάπλωση της χρήσης των κινητών τηλεφώνων, καθώς και ταχύτατοι ρυθμοί εξέλιξης αυτών στην χώρα μας, αλλά και στον κόσμο γενικότερα, είναι αδιαμφισβήτητα γεγονότα, που επιβεβαιώνονται καθημερινά με στατιστικά στοιχεία και τονίζουν τη σημαντικότητα της παρούσας διατριβής. Η παροχή συναισθηματικής αλληλεπίδρασης και διδασκαλίας μέσω κινητών τηλεφώνων και η επέκταση των συστημάτων που προκύπτουν από τη διατριβή για άτομα με ειδικές ανάγκες έχουν μεγάλη σημασία για τους εν δυνάμει χρήστες και για την κοινωνία γενικότερα.

Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται επιπλέον η εξατομίκευση σε σχέση με τα ΑΜΕΑ μέσω της δημιουργίας κατάλληλου λογισμικού στις εκπαιδευτικές εφαρμογές. Συγκεκριμένα Η εποπτεία των δυσλεξικών ατόμων κατά την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημα

που παρήχθη μπορεί να γίνει από κάποιον ειδικό και με τη χρήση ασύρματης επικοινωνίας με κινητό τηλέφωνο. Ο ειδικός μπορεί να ελέγχει την πρόοδο των δυσλεξικών ατόμων κατά την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημα, να αξιολογεί τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης (οφέλη, προβλήματα, κ.λπ), καθώς επίσης και να προσαρμόζει το σύστημα με βάση τις εκάστοτε ανάγκες. Η λύση που προτάθηκε στην συγκεκριμένη διατριβή, είναι η πρόσβαση σε υπολογιστές μέσω του διαδικτύου και μάλιστα με τη χρήση ειδικού λογισμικού με υποστήριξη ασύρματων συσκευών, όπως τα κινητά τηλέφωνα. Ο ειδικός δεν χρειάζεται να αγοράσει ή να διαθέτει κάποιον υπολογιστή, επιτραπέζιο ή φορητό αλλά μπορεί να χρησιμοποιήσει το κινητό τηλέφωνο που πιθανώς διαθέτει. Επιπλέον, δεν χρειάζεται να έχει πρόσθετες γνώσεις του τρόπου λειτουργίας ηλεκτρονικών υπολογιστών, αφού θα μπορεί να φέρει εις πέρας το έργο του με τη χρήση ενός ιδιαίτερα «εύκολου» και «φιλικού στη χρήση» περιβάλλοντος «ιστοσελίδων» για κινητές συσκευές. Ακόμα η πρόσβαση και ο έλεγχος θα μπορεί να γίνει ανά πάσα στιγμή σε οποιοδήποτε μέρος και όσες φορές χρειάζεται, ως ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των κινητών τηλεφώνων.

Επιπλέον, τα ΑΜΕΑ είναι άτομα με «ειδικές» ανάγκες και προπάντων «ιδιαίτερα» χαρίσματα. Όπως κρίνεται λογικό, κάθε κοινωνία και κάθε εκπαιδευτικό σύστημα θα πρέπει να δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη ψυχολογική κατάσταση και στην ψυχολογική υποστήριξη των ΑΜΕΑ. Η προτεινόμενη ενσωμάτωση της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης μπορεί να δώσει λύσεις σε αυτή την περίπτωση, καθώς και να παράσχει ένα πιο «ανθρώπινο» και φιλικό περιβάλλον. Στο πλαίσιο της διατριβής προτείνεται ένας πρωτότυπος τρόπος αναγνώρισης της συναισθηματικής κατάστασης των χρηστών του εκπαιδευτικού λογισμικού, ο οποίος μπορεί να προσδώσει σε ένα σύστημα αυξημένα ποσοστά επιτυχημένης αναγνώρισης βασικών συναισθηματικών καταστάσεων, όπως είναι η

267

χαρά, η λύπη, ο θυμός, η έκπληξη, κ.λπ. Ταυτόχρονα, το τελικό προκύπτον σύστημα (Affective MMT) διαθέτει και έναν μηχανισμό παραγωγής συναισθημάτων από τους διαθέσιμους εκπαιδευτικούς πράκτορες, μέσω μιας εφαρμοσμένης με μεγάλη επιτυχία θεωρίας της γνωστικής ψυχολογίας (κεφάλαιο 7).

Η παροχή βοήθειας σε άτομα με ειδικές ανάγκες στο πλαίσιο της εκπαίδευσης μέσω κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού απασχολούσε και απασχολεί όλες τις κοινωνίες ανά τον κόσμο και τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη του. Οι τεχνολογίες λογισμικού τόσο για κινητά τηλέφωνα, όσο και για άτομα με ειδικές ανάγκες, εξελίσσονται και ερευνώνται, τόσο λόγω του μεγάλου ερευνητικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν, όσο και λόγω του ενδιαφέροντος της ίδιας της κοινωνίας για αυτές.

11.5. Μελλοντικές επεκτάσεις

Αναλύοντας τα δεδομένα που αφορούν βελτιώσεις σε σχέση με την τελική ενσωμάτωση της θεωρίας SAW και των στερεοτύπων, όπως περιγράφονται στην παρούσα διατριβή, παρατηρούμε ότι τα ποσοστά επιτυχούς αναγνώρισης συναισθηματικών καταστάσεων είναι στατιστικά σημαντικά βελτιωμένα σε κάθε ένα από τα έξι βασικά συναισθήματα με τα οποία ασχολείται η διατριβή. Εντούτοις οι βελτιώσεις είναι μεγαλύτερες σε κάποιες συναισθηματικές καταστάσεις και μικρότερες σε άλλες, γεγονός που χαρακτηρίστηκε αναμενόμενο συνυπολογίζοντας το περιβάλλον αλληλεπίδρασης στο οποίο διεξήχθη η έρευνα, ήτοι το εκπαιδευτικό λογισμικό. Ως παράδειγμα έχουμε το ουδέτερο συναίσθημα, το οποίο χαρακτηρίζεται κυρίως από απουσία ενδεικτικών ενεργειών των χρηστών που συσχετίζονται με συγκεκριμένες συναισθηματικές καταστάσεις και στις περισσότερες περιπτώσεις η αξιολόγησή του υπήρξε πολύ δύσκολη. Το ουδέτερο συναίσθημα προσδιορίστηκε ως το πιο πιθανό να αναγνωριστεί εσφαλμένα και να παρερμηνευθεί, εφόσον τα «χαρακτηριστικά» του αποτελούν ένα σύνολο από γενικώς αποδεκτές ως «φυσιολογικές» ενέργειες αλληλεπίδρασης, οι οποίες μπορούν να συνυπάρχουν σε πολλές διαφορετικές συναισθηματικές καταστάσεις. Αντίθετα, μη «φυσιολογικές» ενέργειες εισόδου δεδομένων, όπως η αύξηση της έντασης της φωνής, η επαναλαμβανόμενη χρήση του backspace στο πληκτρολόγιο, ή η εκφώνηση μιας βρισιάς, μπορούν πιο εύκολα να συσχετιστούν ορθά με συγκεκριμένες συναισθηματικές καταστάσεις.

Εντούτοις, μια επιπλέον βελτίωση της ακρίβειας αναγνώρισης συγκεκριμένων συναισθηματικών καταστάσεων των χρηστών μπορεί να προκύψει από την εφαρμογή ενός ή περισσότερων ακόμα τρόπων αλληλεπίδρασης στο μηχανισμό συλλογιστικής του εκάστοτε

συστήματος. Η ενσωμάτωση πολλών τρόπων αλληλεπίδρασης, όπως αναλύεται και εκτενώς στην ανασκόπηση του συγκεκριμένου πεδίου, στο κεφάλαιο 2, ενισχύει τη δυνατότητα αναγνώρισης συναισθημάτων αφού ουσιαστικά προσφέρει περισσότερα δεδομένα προς ανάλυση και αξιολόγηση. Επιπροσθέτως, όπως υποδείχθηκε και από τις εμπειρικές μελέτες που διεξήχθησαν στο πλαίσιο της διατριβής και περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 6, οι τρόποι αλληλεπίδρασης αλληλοσυμπληρώνονται και αλληλοκαλύπτονται σε σχέση με τις ενδείξεις που παρουσιάζουν τα συναισθήματα των χρηστών. Κάποιες συναισθηματικές καταστάσεις αναγνωρίζονται καλύτερα από το πληκτρολόγιο και κάποιες αναγνωρίζονται καλύτερα από το μικρόφωνο και αντίστοιχα κάποιος άλλος τρόπος αλληλεπίδρασης (παραδειγματος χάριν, ο οπτικός), μπορεί να συνεισφέρει αναγνωρίζοντας κάποια συναισθηματική κατάσταση με ακόμα μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας, ή να συνεισφέρει καλύπτοντας κενά των ήδη υπάρχοντων τρόπων αλληλεπίδρασης.

Η ενσωμάτωση ενός τρίτου τρόπου αλληλεπίδρασης διερευνήθηκε και στην πράξη κατά τη συνέργια της θεωρητικής προσέγγισης της διατριβής, με δεδομένα οπτικής αναγνώρισης συναισθημάτων χρηστών που προέκυψαν από μια άλλη διατριβή. Η συνέργια αυτή καθώς και οι επιστημονικές επεκτάσεις της παρουσιάζονται συνοπτικά στο κεφάλαιο 10. Όπως ήταν αναμενόμενο, η ύπαρξη ενός ακόμα τρόπου αλληλεπίδρασης, οδηγεί σε περαιτέρω βελτίωση της δυνατότητας αναγνώρισης συναισθήματος από υπολογιστή, ενώ η προτεινόμενη προσέγγιση υποστηρίχθηκε και χρηματοδοτήθηκε στο πλαίσιο του ΠΕΝΕΔ 2003. Η ένδειξη αυτή επιβεβαιώνει επιπρόσθετα τη χρησιμότητα και τη συμβολή της παρούσας θεωρητικής προσέγγισης, ενώ παρέχει και βάσιμες ενδείξεις για περαιτέρω έρευνα και ενσωμάτωση ακόμα περισσότερων τρόπων αλληλεπίδρασης.

Τέλος, αν και στην παρούσα διατριβή παρουσιάστηκε όλο το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την ενσωμάτωση και τη λειτουργία ενός μοντέλου αναγνώρισης συναισθημάτων χρηστών από υπολογιστή, το οποίο περιλαμβάνει μια θεωρία λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων και τη θεωρία των στερεοτύπων, ωστόσο δεν έχει εφαρμοστεί σε συστήματα που λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο (real time). Στην παρούσα προσέγγιση τα δεδομένα αντλήθηκαν μέσω εμπειρικών μελετών, όπου έγινε χρήση του συστήματος Affective MMT. Τα δεδομένα αυτά καταγράφηκαν και στη συνέχεια αναλύθηκαν σε δεύτερο χρόνο με την εφαρμογή του προτεινόμενου θεωρητικού μοντέλου. Τόσο η έλλειψη τεχνολογικά πιο εξελιγμένων συσκευών αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή, όσο και περιορισμοί σε θέματα υπολογιστικής ισχύος, απέτρεψαν από το να δοκιμαστεί μια πρωτότυπη εξέταση ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων σε πραγματικό χρόνο. Ένα επιπλέον επιβαρυντικό στοιχείο υπήρξε η αδυναμία εύρεσης ιδανικού περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης χρηστών, στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις ενός σημερινού πανεπιστημιακού τμήματος. Δυσμενής περιβάλλοντα, περιλαμβάνουν για παράδειγμα «θόρυβο» ο οποίος εισάγει λανθασμένα δεδομένα στα συστήματα συναισθηματικής αλληλεπίδρασης. Ωστόσο, τόσο με την εξέλιξη της τεχνολογίας, όσο και με την ενσωμάτωση ολοένα και πιο νέων προσεγγίσεων στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή, η υλοποίηση της προτεινόμενης προσέγγισης σε πραγματικό χρόνο ίσως είναι το επόμενο, και χρονικά κοντινό, βήμα. Η τελική μελλοντική επέκταση της προσέγγισης που παρουσιάζεται στη διατριβή θα περιλαμβάνει την συναισθηματική αλληλεπίδραση των χρηστών με χρήση κινητών συσκευών, σε πραγματικό χρόνο.

Βιβλιογραφία

- A. Ortony, G. Clore, and A. Collins, *The Cognitive Structure of Emotions*: {Cambridge University Press}, 1998.
- Alepis, E. and Virvou, M.: *Emotional Intelligence: Constructing user stereotypes for affective bi-modal interaction*, *Lecture notes in Computer Science*, pp. 435-442, KES (2006)
- Alepis, E., Virvou, M. and Kabassi, K.: "Knowledge Engineering for Affective Bi-modal Human-Computer Interaction, *Sigmap* (2007)
- Anderson J. R. Boyd C. F. & Yost G. (1985) *The Geometry Tutor*. In 9th International Conference on Artificial Intelligence, 1-7.
- Andriessen, J. & Sandberg, J. (1999) *Where is Education Heading and how about AI?*, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 130-150.
- Arnold, M. B. *Emotion and personality*. New York: Columbia University Press 1960.
- Avramidis, E., Bayliss, P., Burden, R. (2000). *Student teacher's attitudes towards the inclusion of children with special educational needs in the ordinary school*. *Teaching and Teacher Education* 16, 277-293.
- Balabanovic M. (1998) *Exploring versus Exploiting when Learning User Models for Text Recommendation*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 71-102.
- Bontcheva, K.: 2002, *Adaptivity, adaptability, and reading behaviour: some results from the evaluation of a dynamic hypertext system*, In *Proceedings of Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 2347. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 69-78.
- Boyle, C. (1994) *User modeling in the interactive anatomy tutoring system ANATOM-TUTOR*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(1), 21-45.
- Brown J. S. & Burton R. R. (1975) *Multiple representation of knowledge for tutorial reasoning*. In *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, Bobrow, D. and Collins, A. (Eds.) Academic Press, New York.
- Brown J. S. & Burton R. R. (1978) *Diagnostic Models for Procedural Bugs in Basic Mathematical Skills*. *Cognitive Science*, 2, 155-192.
- Brusilovsky, P. (1999) "Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education." In C. Rollinger and C. Peylo (eds.), *Künstliche Intelligenz* (4), Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, 19-25, <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/KI-review.html>.

- Burton, R. R. & Brown, J. S. (1976) A tutoring and student modeling paradigm for gaming environments, *ACM SIGCSE Bulletin*, 8(1), 236-246.
- Carberry S. (1988) Modeling the User's Plans and Goals. *Computational Linguistics*, 14(3), 23-37.
- Cerri, S. A. & Loia, V. (1997) A Concurrent, Distributed Architecture for Diagnostic Reasoning. In *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 7(2), 69-105.
- Chen, L.S., Huang, T.S., Miyasato, T., Nakatsu, R.: Multimodal human emotion/expression recognition, in *Proc. of Int. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition*, IEEE Computer Soc., Nara, Japan (1998)
- Chin D. N. (1989) KNOOME: Modeling What the User Knows in UC. In *User Models in Dialog Systems*, Kobsa A. and Wahlster W. (eds.), 74-107.
- Chin, D., Porage, A., 2001. Acquiring User Preferences for Product Customization. In: Bauer, M., Gmytrasiewicz, P., Vassileva, J. (Eds.), *Proceedings of the 8th International Conference on User Modeling 2001, UM 2001, LNAI 2109*, pp. 95–104.
- Chou, C. (1999). Developing CLUE: A Formative Evaluation System for Computer Network Learning Courseware, *Journal of Interactive Learning Research*, 10(2).
- Clancey, W. (1988) The role of qualitative models in instruction. In *Artificial Intelligence and Human Learning*, Self J (ed.), Chapman and Hall Computing.
- Collins, A., Michalski R. (1989) The Logic of Plausible Reasoning: A core Theory. *Cognitive Science*, 13, 1-49.
- Cumming G. & McDougall A. (2000): Mainstreaming AIED into Education? *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 11, 197-207.
- D. Chin, N. and A. Porage, "Acquiring User Preferences for Product Customization," in *Proceedings of the 8th International Conference on User Modeling 2001: Springer-Verlag, 2001*.
- D. Kudenko, M. Bauer, and D. Dengler, "Group Decision Making through Mediated Discussions," in *User Modeling, 2003*, pp. 147-147.
- Davis, R. (1993) Retrospective on Diagnostic Reasoning based on Structure and Behaviour. *Artificial Intelligence*, 59, 149-157.
- De Silva, L., Miyasato, T., Nakatsu, R.: Facial emotion recognition using multimodal information, in *Proc. IEEE Int. Conf. on Information, Communications and Signal Processing (ICICS'97)* (1997) 397-401
- Dimitrova, M. and Self, J. (1999) The interactive maintenance of open learner models. In *Artificial Intelligence in Education*, Lajoie, S. & Vivet, M. (eds.), 405-412.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. & Beale, R. (1993) Human Computer Interaction, NY: Prentice Hall.

Du Boulay, B. (2000) "Can we learn from ITSs?". In G. Gauthier, C. Frasson, K. VanLehn (Eds.): ITS 2000, LNCS 1839, pp. 9-17, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000.

E. Leon, G. Clarke, V. Callaghan, and F. Sepulveda, "A user-independent real-time emotion recognition system for software agents in domestic environments," Eng. Appl. Artif. Intell., vol. 20, pp. 337-345, 2007.

E. Triantaphyllou and S. H. Mann, "An examination of the effectiveness of multi-dimensional decision-making methods: a decision-making paradox," Decis. Support Syst., vol. 5, pp. 303-312, 1989.

Ekman, P., Friesen, W.V.: Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement. Palo Alto, Calif.: Consulting Psychologists Press, (1978)

Ekman, P., Friesen, W.V.: Unmasking the face. A guide to recognizing emotions from facial clues. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, (1975)

Elfenbein, H.A., Ambady, N.: When Familiarity Breeds Accuracy: Cultural Exposure and Facial Emotion Recognition, Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 85, No. 2, (2003) 276-290

Eller, R. & Carberry, S. (1992) A Meta-rule Approach to Flexible Plan Recognition in Dialogue. In User Modeling and User-Adapted Interaction, 2(1-2), 27-53.

Elliott, C., Rickel, J. & Lester, J. (1999) "Lifelike Pedagogical Agents and Affective Computing: An Exploratory Synthesis". In M.J. Wooldridge and M. Veloso (Eds.): Artificial Intelligence Today, LNCS 1600, pp. 195-212, 1999, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1999.

F. Nasoz and C. L. Lisetti, "MAUI avatars: Mirroring the user's sensed emotions via expressive multi-ethnic facial avatars," Journal of Visual Languages & Computing, vol. 17, pp. 430-444, 2006.

F. Naumann, "Data Fusion and Data Quality," Proceedings of the New Techniques and Technologies for Statistics, 1998.

Farooq, U., Shafer, W., Rosson, M.B. & Carroll, J.M. (2002) "M-Education: Bridging the Gap of Mobile and Desktop Computing" IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02), pp. 91-94.

Fishburn, P.C.: Additive Utilities with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignments, Operations Research (1967)

Fishburn, P.C.: Additive Utilities with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignments, Operations Research (1967)

- Foss, C. & Bower, G. (1986) Understanding Actions in Relation to Goals. *Advances in Cognitive Science*, Sharkey (ed.), Chichester: Ellis Horwood, 1, 94-124.
- Frijda, N. *The emotions*. New York: Cambridge University Press 1987.
- Genesereth M. R. (1982) The Role of Plans in Intelligent Teaching Systems. In *Intelligent Tutoring System*, Sleeman D. and Brown J. S. (eds.), Academic Press, New York, 137-156.
- Gmytrasiewicz, P. J., Noh, S. and Kellogg, T. (1998) Bayesian Update of Recursive Agent Models. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 49-69.
- Goleman, D.: *Emotional Intelligence*, Bantam Books, New York (1995)
- Graf, H.P., Cosatto, E., Strom, V., Huang, F.J.: *Visual Prosody: Facial Movements Accompanying Speech*, Proceedings of the fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (2002) 381-386
- Hartley, J. R. & Sleeman, D. H. (1973) Towards intelligent teaching systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 5, 215-236.
- Hasebrook J.P. & M. Gremm (1999) 'Multimedia for Vocational Guidance: Effects of Individualised Testing, Videos and Photography on Acceptance and Recall', *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, Vol. 8, No. 4, pp. 377-400.
- Hollnagel, E. (1991) The Phenotype of Erroneous Actions: Implications for HCI Design. *Human-Computer Interaction and Complex Systems*, G. R. S. Weir and J.L. Alty (eds.), London Academic Press Ltd.
- Hollnagel, E. (1993) The Phenotype of Erroneous Actions. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39, 1-32.
- Hoppe, H. U. (1994) Deductive Error Diagnosis and Inductive Error Generalization for Intelligent Tutoring Systems. In *International Journal Of Artificial Intelligence in Education*, 5(1), 27-49.
- Huang, T. S., Chen, L. S., Tao, H.: Bimodal emotion recognition by man and machine, in *ATR Workshop on Virtual Communication Environments*, Kyoto, Japan (1998)
- Hwang, C.L., Yoon, K.: *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 186, Springer, Berlin/Heidelberg/New York (1981)
- Hwang, C.L., Yoon, K.: *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 186 Berlin/Heidelberg/New York: Springer (1981)
- Izard, C. E. *Human emotions*. New York: Plenum, 1977.
- Izard, C. E. *The face of emotion*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1972.

Jones J. & Virvou M. (1991) User modelling and advice giving in Intelligent Help Systems for UNIX. *Information & Software Technology*, 33, 121-133.

Jones J., Millington M. & Virvou M. (2000) An Assumption-Based Truth Maintenance System in active aid for UNIX users. *Artificial Intelligence Review* (special issue on "Intelligent Help for Operating Systems"). 14(3), 229-252.

Jones, A., Scanlon, E., Tosunoglu, C., Morris, E., Ross, S., Butcher, P. & Greenberg, J. (1999). Contexts for Evaluating Educational Software. *Interacting with Computers*, 11(5), 499-516.

K. Kabassi and M. Virvou, "A Knowledge-Based Software Life-Cycle Framework for the Incorporation of Multicriteria Analysis in Intelligent User Interfaces," *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, vol. 18, pp. 1265-1277, 2006.

K. Oatley and P. N. Johnson-Laird, "Towards a cognitive theory of emotions," *Cognition and Emotion*, vol. 1, pp. 29-50, 1987.

Kabassi, K. & Virvou, M. (2004). Personalised Adult e-Training on Computer Use based on Multiple Attribute Decision Making. *Interacting with Computers*, 16(1) pp. 115-132.

Kabassi, K., Despotis, D.K., Virvou, M. (2005) , "A multicriteria approach to dynamic reasoning in an intelligent user interface", *International Journal of Information Technology and Decision Making*, Vol. 4, Issue 1, pp. 21-34.

Kanade, Y. Tian, and F. Cohn, Jeffrey, "Comprehensive Database for Facial Expression Analysis," in *Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition 2000: IEEE Computer Society*, 2000.

Kass, R & T. Finin: (1989) The role of User Models in Cooperative Interactive Systems. *International Journal of Intelligent Systems*, 4, 81-112.

Kass, R. (1991) Building a user model implicitly from a cooperative advisory dialog. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1, 203-258.

Kay J. (2000). Stereotypes, Student Models and Scrutability. In Gautier G., Frasson C & VanLehn K. (eds.) *Lecture Notes in Computer Science, Intelligent Tutoring Systems* (Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS'2000), Springer, Berlin, 1839, 19-30.

Kay, J.: "Stereotypes, student models and scrutability" In: G. Gauthier, C. Frasson and K. VanLehn (eds.): *Proceedings of the Fifth International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Vol. 1839, 19-30 (2000)

Ketamo H. (2003) "An Adaptive Geometry Game for Handheld Devices" *Educational Technology & Society*, 6(1).

Kobsa, A., Koenemann, J. and Pohl, W.: Personalized hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships. *The Knowledge Engineering, Review* 16(2), 111-155 (2001)

Lehner F. & Nosekabel H. (2002) "The Role of Mobile Devices in E-Learning- First Experiences with a Wireless E-Learning Environment" *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, pp. 103-106.

Lisetti, C. L. and N. Fatma, "Using noninvasive wearable computers to recognize human emotions from physiological signals," *EURASIP J. Appl. Signal Process.*, vol. 2004, pp. 1672-1687, 2004.

Lyons, M. S. Akamatsu, M. Kamachi, and J. Gyoba, "Coding Facial Expressions with Gabor Wavelets," in *Proceedings of the 3rd. International Conference on Face & Gesture Recognition: IEEE Computer Society*, 1998.

McDougall, W. *An introduction to social psychology*. Boston: Luce and Co. , 1926.

Mitrovic A., Djordjevic-Kajan S., Stoimenov L. (1996) *INSTRUCT: Modeling students by asking questions*. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 6(4), 273-302.

Moriyama, T., Ozawa, S.: *Measurement of Human Vocal Emotion Using Fuzzy Control, Systems and Computers in Japan*, Vol. 32, No. 4 (2001)

Moriyama, T., Saito, H., Ozawa, S.: *Evaluation of the Relation between Emotional Concepts and Emotional Parameters in Speech, Systems and Computers in Japan*, Vol. 32, No. 3 (2001)

Moulin, C., Giroux, S., Pintus, A. & Sanna, R. (2002) "Mobile Lessons Using Geo-referenced Data in e-Learning" In S.A. Gouarderes and F. Paraguacu (Eds.): *Intelligent Tutoring Systems 2002, LNCS 2363*, p. 1004, 2002.

Murray, T. (1999): *Authoring Intelligent Tutoring Systems: An analysis of the state of the art*. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 10, 98-129.

Nwana, H.S. (1991) *User modelling and user adapted interaction in an Intelligent Tutoring System*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1, 1-32.

Oard, D.W. (1997) *The State of the Art in Text Filtering*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 7(3), 141-178.

Oviatt, S.: *User-modeling and evaluation of multimodal interfaces*. *Proceedings of the IEEE* (2003) 1457-1468

P. Vincke, *Multicriteria Decision-Aid*. New York: J. Wiley, 1992.

Pantic M., Rademaker R. and Maat L., "Web-based Database for Facial Expression Analysis," in *IEEE Int'l Conf. Multimedia and Expo (ICME'05)*, Amsterdam, The Netherlands, 2005.

- Pantic, M., Rothkrantz, L.J.M.: Toward an affect-sensitive multimodal human-computer interaction. Vol. 91, Proceedings of the IEEE (2003) 1370-1390
- Pantic, M., Rothkrantz, L.J.M.: Toward an affect-sensitive multimodal human-computer interaction. Vol. 91, Proceedings of the IEEE, 1370-1390 (2003)
- Picard, R. W. : "Affective Computing: Challenges," Int. Journal of Human-Computer Studies, Vol. 59, Issues 1-2, July 2003, pp. 55-64 (2003)
- Picard, R.W.: Affective Computing: Challenges, Int. Journal of Human-Computer Studies, Vol. 59, Issues 1-2, (2003) 55-64
- Pollack, M. E. (1986) Inferring Domain Plans in Question-Answering. PhD thesis, Department of Computer and Information Science, University of Pennsylvania.
- R. Plutchik, "A general psychoevolutionary theory of emotion," R. Plutchik & H. Kellerman (Eds.) Emotion: Theory, research and experience, New York: Academic Press vol. 1: Theories of emotion pp. 3-33, 1980.
- R. Plutchik, The emotions: Facts, theories, and a new model. New York: Random House, 1962.
- Retz-Schmidt, G. (1991) Recognizing Intentions, Interactions and Causes of Plan Failures. User Modeling and User-Adapted Interaction, 1, 173-202.
- Rich, E. (1979) User Modelling via Stereotypes. Cognitive Science, 3 (4), 329-354.
- Rich, E. (1983) Users as Individuals: Individualizing User Models. International Journal of Man-Machine Studies, 18, 199-214.
- Rich, E. (1989) Stereotypes and User Modelling. In User Models in Dialog Systems, Kobsa A. and Wahlster W. (eds.)
- Rich, E. "Users are individuals: individualizing user models," International Journal of Human-Computer Studies, vol. 51, pp. 323-338, 1999.
- Rich, E.,: Users are individuals: individualizing user models. International Journal of Man-Machine Studies 18, pp. 199-214 (1983)
- Rivers, R. (1989) Embedded user models – where next? Interacting with Computers. 1, 14-30.
- Russell, J.A., Fernandez-Dols, J.M.: The Psychology of Facial Expression. Cambridge University Press: New York, (1997)
- Russell, J.A.: Is there universal recognition of emotion from facial expression? Psychological Bulletin, 95, 102-141 (1994)

S. S. Tomkins, "Affect as amplification: Some modifications in theory," in *Emotion: Theory, research and experience*. vol. Volume 1: Theories of emotion, R. P. H. K. (Eds.), Ed. New York: Academic Press 1980.

Salomon G. (1990) 'Studying the flute and the orchestra: Controlled vs. classroom research on computers', *International Journal of Educational Research*, Vol. 14, pp. 521-532.

Self J. (1999) 'The Defining Characteristics of Intelligent Tutoring Systems Research: ITSS Care, Precisely', *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 10, pp. 350-364.

Self, J. (1999) *The Defining Characteristics of Intelligent Tutoring Systems Research: ITSS Care, Precisely*. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 350-364.

Self, J.A. (1988) *Student Models: What use are they?* In Ercoli, P. & Lewis, R. (Eds.): *Artificial Intelligence Tools in Education*, Amsterdam: North-Holland, 73-86.

Sidner C. L. (1983) *What the Speaker Means: The Recognition of Speaker's Plans in Discourse*. *Computers and Mathematics with Applications*, 9, 71-82.

Sison R. & M. Shimura (1998) 'Student Modelling and Machine Learning', *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 9, pp. 128-158.

Sison, R. Numao, M. and Masamichi, S. (1998) *Discovering Error Classes from Discrepancies in Novice Behaviors Via Multistrategy Conceptual Clustering*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 8, 102-129.

Stansfield, J.C., Carr, B., & Goldstein, I.P. (1976) *Wumpus advisor I: a first implementation of a program that tutors logical and probabilistic reasoning skills*. At Lab Memo 381. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.

Stathopoulou I.-O. and G. Tsihrintzis, A., "An Improved Neural Network-Based Face Detection and Facial Expression Classification System," in *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics 2004 The Hague, The Netherlands, 2004*.

Stathopoulou I.-O. and G. Tsihrintzis, A., "Detection and Expression Classification Systems for Face Images (FADECS)," in *2005 IEEE Workshop on Signal Processing Systems (SIPS'05) Athens, Greece, 2005*.

Stathopoulou I.-O. and G. Tsihrintzis, A., "NEU-FACES: A Neural Network-Based Face Image Analysis System," in *Proceedings of the 8th international conference on Adaptive and Natural Computing Algorithms, Part II Warsaw, Poland: Springer-Verlag, 2007*.

Stathopoulou, I.O., Tsihrintzis, G.A.: *Detection and Expression Classification System for Face Images (FADECS)*, *IEEE Workshop on Signal Processing Systems*, Athens, Greece (2005)

Stevens, C. (1992) *Automating the creation of Information Filters*. *Communications of the ACM*, 35(12), 48.

T. Bohnenberger, O. Jacobs, A. Jameson, and I. Aslan, "Decision-Theoretic Planning Meets User Requirements: Enhancements and Studies of an Intelligent Shopping Guide," in *Pervasive Computing*, 2005, pp. 279-296.

Tsihrintzis, G.A., Virvou, M., Alepis, E., Stathopoulou, I.-O. : Towards improving visual-facial emotion recognition through use of complementary keyboard-stroke pattern information. *Proceedings - International Conference on Information Technology: New Generations, ITNG 2008*, Article number 4492451, Pages 32-37.

Tsuyoshi Moriyama and Shinji Ozawa, "Measurement of Human Vocal Emotion Using Fuzzy Control", *Systems and Computers in Japan*, Vol. 32, No. 4, (2001)

Tsuyoshi Moriyama, Hideo Saito, and Shinji Ozawa, "Evaluation of the Relation between Emotional Concepts and Emotional Parameters in Speech", *Systems and Computers in Japan*, Vol. 32, No. 3 (2001)

Vavoula, G. & Sharples, M. (2002) "KleOS: A Personal, Mobile, Knowledge and Learning Organisation System". *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, pp. 152-155.

Virvou M. & Kabassi K. (2001) "F-SMILE: An Intelligent Multi-Agent Learning Environment", *Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies 2002 (ICALT'02)*.

Virvou M. (2002) "A Cognitive Theory in an Authoring Tool for Intelligent Tutoring Systems", *Proceedings of IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics 2002 (SMC'02)*, Vol 2, pp. 410-415.

Virvou, M. and Moundridou, M.: 2001, Student and instructor models: two kinds of user model and their interaction in an ITS authoring tool. In *Proceedings of the Eighth International Conference on User Modeling, Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Vol. 2109. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 158-167.

Virvou, M., Tsihrintzis, G.A., Alepis, E., Stathopoulou, I.-O., Kabassi, K. Combining empirical studies of audio-lingual and visual-facial modalities for emotion recognition (2007) *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 4693 LNAI (PART 2), pp. 1130-1137.

W. Schütz and R. Schäfer, "Bayesian networks for estimating the user's interests in the context of a configuration task," in *UM2001 Workshop on Machine Learning for User Modeling*, 2001, pp. 23-36.

Weber, G. & Brusilovski, P. (2001) "ELM-ART: An Adaptive Versatile System for Web-based Instruction". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 12, 351-384.

Weiner, B. "An attributional theory of achievement motivation and emotion," *Psychological Review*, vol. 92, pp. 548-573, 1985.

Welch M. & K. Brownell (2000) 'The development and evaluation of a multimedia course on educational collaboration', Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, Vol. 9, No. 3, pp. 169-194.

Wenger E. (1987) 'Artificial Intelligence and Tutoring Systems', Morgan Kaufmann.

Zeng ZH, Tu JL, Liu M, Huang TS, Pianfetti B, Roth D, Levinson S, "Audio-visual affect recognition, IEEE Transactions on Multimedia, 9 (2): 424-428 (2007)