



Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Δημιουργία συστήματος εκμάθησης πληκτρολόγησης για άτομα με διάφορες αναπηρίες όρασης ή / και κινητικά προβλήματα  Typing learning management system for persons with visual and/or motor disabilities
Όνοματεπώνυμο Φοιτήτριας	Ελένη Μητσοπούλου
Πατρώνυμο	Γεράσιμος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΣΠ / 16020
Επιβλέπουσα	Καθηγήτρια Βίβρου Μαρία

Ημερομηνία Παράδοσης

Οκτώβριος 2019

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Βίρβου Μαρία Καθηγήτρια	Αλέπης Ευθύμιος Επίκουρος	Σακκόπουλος Ευάγγελος Επίκουρος
----------------------------	------------------------------	------------------------------------

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα μεταπτυχιακή εργασία, αισθάνομαι υποχρεωμένη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους συνετέλεσαν σε αυτή.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους καθηγητές στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής», για την εφαρμογή μιας άρτιας διδακτικής και επιστημονικής πρακτικής.

Η εκπόνηση της παρούσας προπτυχιακής εργασίας και η διαρκής ακαδημαϊκή και επιστημονική μου ανάπτυξη οφείλονται στην επιβλέπουσά μου, την κυρία Χρυσάφια Κωνσταντίνα, στον οποίο οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ για την υποστήριξη, την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές και την εμπιστοσύνη της. Επίσης, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω την κυρία Βίρβου Μαρία για την άμεση συνεργασία και κατανόηση των τυχόν δυσκολιών που πιθανώς ανέκυψαν καθώς και για την αντιμετώπισή τους, από πλευράς τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην οικογένειά μου για την συμπαράσταση, την υπομονή και την κατανόηση που έδειξαν σε όλη την διάρκεια της φοίτησής μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα.

Τέλος, θα ήταν παράλειψή μου να μην ευχαριστήσω τους μαθητές μου στο Κέντρο Εκπαίδευσης και Αποκατάστασης Τυφλών, που ήταν η έμπνευσή μου και το κίνητρό μου για να σχεδιάσω και να υλοποιήσω το συγκεκριμένο σύστημα πληκτρολόγησης.

Ελένη Γ. Μητσοπούλου

## Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	6
Abstract .....	6
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	7
1.1. Θεωρητική θεμελίωση της εργασίας .....	7
1.2. Παρουσίαση αντικειμένου εργασίας .....	7
1.3. Στόχος εργασίας.....	8
1.4. Σύντομη περιγραφή λογισμικού .....	8
1.5. Καινοτομία εργασίας .....	9
1.6. Οργάνωση εργασίας .....	9
Κεφάλαιο 2: Θεωρητική θεμελίωση .....	10
2.1. Πληροφορική.....	10
2.2. Πληροφορική στην εκπαίδευση .....	11
2.3. Πληροφορική στην ειδική αγωγή – άτομα με οπτικές αναπηρίες.....	14
2.4. Ευφυή συστήματα διδασκαλίας .....	14
2.5. Προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων .....	16
2.6. Προσαρμοστική παρουσίαση & προσαρμοστική πλοήγηση .....	17
2.6.1. Προσαρμοστική παρουσίαση .....	18
2.6.2. Προσαρμοστική πλοήγηση .....	18
2.6.3. Άμεση καθοδήγηση .....	19
2.6.4. Προσαρμοστική διάταξη.....	19
2.6.5. Hiding.....	19
2.6.6. Προσαρμοστικός σχολιασμός .....	20
2.7. Μοντέλο πεδίου γνώσης .....	20
2.8. Μοντέλο χρήστη .....	21
2.9. Μοντέλα αναπαράστασης γνώσης.....	22
2.9.1. Μοντέλο επικάλυψης (Overlay model).....	22
2.9.2. Μοντέλο Buggy .....	23
2.9.3. Μοντέλο αβεβαιότητας .....	23
2.9.4. Μοντέλο στερεοτύπων .....	23
2.9.5. Κλιμακωτό μοντέλο.....	24

2.9.6 Διαφορικό μοντέλο .....	24
2.9.7. Μοντέλο ορίων .....	24
2.9.8. Μοντέλο περιορισμών .....	24
2.9.9. Συνδυασμός μοντέλων .....	24
2.10. Έρευνες για την εκμάθηση πληκτρολόγησης σε άτομα με οπτικές αναπηρίες .....	25
Κεφάλαιο 3: Υλοποίηση εργασίας .....	27
3.1. Ανάλυση απαιτήσεων .....	28
3.1.1. Απαιτήσεις εφαρμογής .....	28
3.1.2. Απαιτήσεις χρήστη .....	28
3.1.3. Περιορισμοί συστήματος .....	30
3.2. Σχεδιασμός συστήματος .....	30
3.2.1. Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης .....	30
3.2.2. Διάγραμμα σειράς .....	32
3.2.3. Διάγραμμα συνεργασίας .....	34
3.2.4. Διάγραμμα δραστηριοτήτων .....	36
3.3. Τεχνολογίες .....	39
3.3.1. Asp.Net (C#) .....	39
3.3.2. HTML5 (CSHTML) .....	39
3.3.3. MySQL .....	39
3.3.4. Bootstrap .....	39
3.4. Εγχειρίδιο εφαρμογής .....	40
3.4.1. Εγχειρίδιο καθηγητή – εκπαιδευτή .....	40
3.4.2. Εγχειρίδιο μαθητή – εκπαιδευόμενου .....	43
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα .....	57
4.1. Αδυναμίες .....	57
4.2. Συμπεράσματα και προτάσεις .....	57
Βιβλιογραφία .....	59

## Περίληψη

Στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου εργασίας, σχεδίασα και υλοποίησα ένα σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης στα ελληνικά που μπορούν να χρησιμοποιήσουν άτομα με διάφορες αναπηρίες όρασης, που πιθανώς πάσχουν και από κινητικά προβλήματα, για την εκμάθηση του πληκτρολογίου. Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου συστήματος αξιοποιήθηκαν οι γλώσσες προγραμματισμού C# (περιβάλλον ASP.Net), HTML5, Bootstrap (CSS), MySQL & Javascript.

Το σύστημα εξυπηρετεί χρήστες που έχουν κάποια οπτική αναπηρία και μπορούν να διαβάσουν μέγεθος γραμματοσειράς 18pt, 28pt καθώς και ολικά τυφλούς, που εξυπηρετεί μέσω της ακουστικής περιγραφής. Επιπλέον, περιέχει ασκήσεις για άτομα που είναι μονόχειρες, δηλαδή έχουν κινητικά προβλήματα είτε στην δεξιά είτε στην αριστερή πλευρά. Συνεργάζεται με προγράμματα ανάγνωσης οθόνης όπως το NVDA, Jaws ή Supernova. Παράλληλα, οι διαχειριστές επιλέγουν την κατηγορία στην οποία βρίσκεται ο εκάστοτε εγγεγραμμένος χρήστης ούτως ώστε η διαδικασία εκμάθησης να είναι αποδοτική.

Ένα πρωτοποριακό στοιχείο του συστήματος είναι η ακουστική περιγραφή, η ομαλή λειτουργία με αναγνώστες οθόνης καθώς και η εκμάθησης του ελληνικού πληκτρολογίου. Στην αγορά, κυκλοφορούν παρόμοια συστήματα που είναι επί πληρωμή, δεν εξυπηρετούν είτε τα κινητικά προβλήματα ή τα προβλήματα όρασης όμως αφού δεν παρέχουν εξατομικευμένες ασκήσεις εκμάθησης πληκτρολόγησης ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.

Το σύστημα παρέχει τρεις μορφές ανάλογα με την αναπηρία του χρήστη, (18Pt, 28pt, ολική αναπηρία όρασης) που υλοποιήθηκαν με τρεις διαφορετικούς χρωματισμούς καθώς και την μορφή του διαχειριστή. Επιπλέον, επέλεξα η εφαρμογή να είναι διαδικτυακή ώστε να μπορούν πολλοί και με διαφορετικές εξατομικευμένες ανάγκες χρήστες να αξιοποιούν το σύστημα ταυτόχρονα.

## Abstract

As part of my graduate thesis, I designed and implemented a typing learning management system for greek keyboard for persons with visual and /or motor disabilities. C#(ASP.Net), HTML5, Bootstrap (CSS), MySQL & Javascript programming languages used in the development phase of this system.

The system is designed to serve users with visual disability and are able to read letter size 18pt, 28 pt as well as totally blind, who are served through hearing description. On top of that, it provides with exercises for persons who can use only one hand, either left or right. It collaborates with screen reading programs as NVDA, Jaws or Supernova. Besides, administrators may choose category for any enrolled user so as the procedure of learning is fruitful.

It is unique for the system the hearing description, its compatibility with screen readers, as well as learning of Greek keyboard. In the market, there are similar systems that cost, they do not serve either motor or visual disabilities, as they do not provide the users with personalized exercises on keyboard use accordingly the user's needs.

The system provides with three types of user interface depending on the user's needs (18pt, 24pt, totally blind) that have been used with three different colorings and the part of the administrator. On top of that, I chose that the application should be released free in the internet, so that users with specialized needs might evaluate the system at the same time.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στο αρχικό κεφάλαιο, ο αναγνώστης εισάγεται στο αντικείμενο της παρούσας εργασίας, που είναι ένα εκπαιδευτικό λογισμικό για άτομα με ειδικές ανάγκες και στη συνέχεια, παρουσιάζεται η οργάνωση σε κεφάλαια.

### 1.1. Θεωρητική θεμελίωση της εργασίας

Η Πληροφορική, πιο συγκεκριμένα η Τεχνολογία Πληροφορικής και Επικοινωνιών, είναι αναπόσπαστο κομμάτι σε όλες τις καθημερινές, ανθρώπινες δραστηριότητες. Η συνεχής και αδιάκοπη εξέλιξη της τεχνολογίας, παρέχει σε όλους εφαρμογές για τη διαχείριση πληροφοριών και την προαγωγή της επικοινωνίας, που υποστηρίζουν τις εργασίες που υλοποιούμε καθημερινά.

Η εφαρμογή της Πληροφορικής στην Εκπαίδευση, είναι η χρήση της ως εργαλείο, για την επεξεργασία κειμένου, η χρήση της ως εκπαιδευτικό μέσο, για την παρουσίαση εκπαιδευτικών – πληροφοριακών βίντεο, καθώς και η χρήση της ως εργαλείο προγραμματισμού, για την εξοικείωση με τον τρόπο λειτουργίας του υπολογιστή. Η εκπαιδευτική τεχνολογία και η πληθώρα εκπαιδευτικών προγραμμάτων είναι αναγκαίοι πόροι που υποστηρίζουν την εκπαιδευτική διαδικασία, αφού επηρεάζουν τόσο τις εκπαιδευτικές μεθοδολογίες, τη δομή του μαθήματος και διαμορφώνουν το εκπαιδευτικό σύστημα.

Η αξιοποίηση της Πληροφορικής στην Εκπαίδευση των ατόμων με Ειδικές Ανάγκες μπορεί να υποστηρίξει τους μαθητές με αναπηρίες στην ομαλότερη σχολική και κοινωνική ενσωμάτωση. Οι μαθητές με αναπηρίες χρησιμοποιούν την Πληροφορική, αφού έχουν εκπαιδευτεί κατάλληλα, για να μπορέσουν να προσεγγίσουν με άλλους τρόπους τα μαθησιακά αγαθά και να επικοινωνήσουν αποτελεσματικότερα τόσο με τους συμμαθητές τους, όσο και με τον καθηγητή/την καθηγήτριά τους. Μέσω της εκμάθησης της πληροφορικής, οι μαθητές με ειδικές ανάγκες κατακτούν δεξιότητες όπως αυτονομία, επικοινωνία, κοινωνικοποίηση, πρόοδο ούτως ώστε να συμβαδίζουν με την ηλικιακή και τη σχολική τους εξέλιξη. Επιπλέον, η εκμάθηση της πληροφορικής στους μαθητές με ειδικές ανάγκες τους προετοιμάζει στη χρήση και την εξοικείωση με τις υποστηρικτικές τεχνολογίες που έχουν υλοποιηθεί και θα τους είναι καθημερινά χρήσιμες.

Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, με στόχο την εκμάθηση της πληκτρολόγησης στα άτομα με οπτικές αναπηρίες. Τα άτομα με οπτικές αναπηρίες πρέπει να γνωρίζουν πολύ καλά τη θέση των πλήκτρων στο πληκτρολόγιο, αφού για αυτούς είναι ο κυριότερος τρόπος αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή. Ακόμη, μια πληθώρα υποστηρικτικών τεχνολογιών έχουν αναπτυχθεί για υπολογιστές και tablet, άρα, η εκμάθηση πληκτρολόγησης κρίνεται απολύτως απαραίτητη, αφού για τη χρήση τους το άτομο με οπτική αναπηρία θα πρέπει να γνωρίζει καλά το πληκτρολόγιο, καθώς και τους συνδυασμούς πλήκτρων (συντομεύσεις), που είναι διαφορετικοί σε κάθε εφαρμογή.

### 1.2. Παρουσίαση αντικειμένου εργασίας

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματεύεται την εκμάθηση πληκτρολόγησης για άτομα με οπτικές αναπηρίες στο μάθημα της Πληροφορικής, είτε στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού είτε στις τάξεις του Γυμνασίου.

Η εκμάθηση του τυφλού συστήματος πληκτρολόγησης για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες είναι μια διαδικασία για την καλλιέργεια δεξιοτήτων χρήσης εργαλείων πληροφορικής. Το σύστημα

πληκτρολόγησης είναι συγκεκριμένο, εφόσον ο χρήστης ασχολείται αποκλειστικά με την εκμάθηση πληκτρολόγησης, παρέχει ενσποίηση της γνώσης, από την στιγμή που ο χρήστης θα κατανοήσει το περιβάλλον του πληκτρολογίου και τις θέσεις των πλήκτρων μεταξύ τους (παρόμοια είναι η χρήση του εικονικού πληκτρολογίου σε laptop & tablet), το σύστημα εξατομικεύει την διδασκαλία ανάλογα με τις προσωπικές ανάγκες του μαθητή και περιέχει διδακτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες. Επίσης, επειδή είναι ένα πρόγραμμα μη εποπτευόμενης διδασκαλίας, είναι κατάλληλα οργανωμένο, με απλές και κατανοητές περιγραφές και αποδοτικές μεθόδους διδασκαλίας.

Η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού συστήματος πληκτρολόγησης έπρεπε να πληροί τις κατάλληλες αρχές και διδακτικές προσεγγίσεις για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες. Ιδιαίτερα, τα άτομα με οπτικές αναπηρίες μέσω του συστήματος εκμάθησης πληκτρολόγησης πρέπει να κατακτήσουν στοιχειώδεις και σύνθετες γνώσεις πληκτρολόγησης, τις οποίες έπειτα θα χρησιμοποιήσουν για να επικοινωνήσουν με τους συμμαθητές τους και να αξιοποιήσουν στην καθημερινή τους ζωή, κατά την αλληλεπίδρασή τους με τους υπολογιστές και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Τα άτομα με οπτικές αναπηρίες δεν αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες και συχνά απογοητεύεται εύκολα, συνεπώς το σύστημα θα έπρεπε να παρακινεί τον μαθητή με οπτικές αναπηρίες να συνεχίσει ή να περάσει σε επόμενο στάδιο της εκμάθησης πληκτρολόγησης και να τον ενθαρρύνει συστηματικά για την προσπάθειά του, εξηγώντας του με σαφή τρόπο τα λάθη και τις παρανοήσεις του.

Παράλληλα, επειδή τα άτομα με οπτικές αναπηρίες έχουν συγκεκριμένα μαθησιακά χαρακτηριστικά λόγω της αναπηρίας τους, το σύστημα πρέπει να εξατομικεύεται κατάλληλα, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά χρήστη. Για τους παραπάνω λόγους, το σύστημα έπρεπε να παρέχει ακουστικές οδηγίες και ανατροφοδότηση καθώς και να συνεργάζεται καλά με τους αναγνώστες οθόνης, να έχει διάφορες μορφές παρουσίασης του υλικού (χρώμα φόντου – μέγεθος γραμμάτων), να έχει ανοχή στον χρόνο υποβολής απάντησης καθώς και να υποστηρίζει πολλαπλές αναπηρίες που συνοδεύουν την τύφλωση.

### 1.3. Στόχος εργασίας

Η συγκεκριμένη εργασία στοχεύει στον σχεδιασμό ενός συστήματος εκμάθησης πληκτρολόγησης για άτομα με οπτική αναπηρία. Ο μαθητής με οπτική αναπηρία καλείται να χρησιμοποιεί σωστά και γρήγορα το πληκτρολόγιο, έτσι ώστε να το χρησιμοποιεί σε απλές και σύνθετες εφαρμογές πληροφορικής για να βρίσκει και να διαχειρίζεται δεδομένα και πληροφορία, να αλληλεπιδρά με συμμαθητές του με και χωρίς οπτικές αναπηρίες, ώστε να είναι επιτυχημένος στην ακαδημαϊκή και μετέπειτα επαγγελματική ζωή του.

Προς αυτή την κατεύθυνση, αναπτύχθηκε ένα εκπαιδευτικό λογισμικό – σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης για μαθητές με οπτικές αναπηρίες, με στόχους τόσο την εξοικείωση με τα πλήκτρα και τις θέσεις τους στο πληκτρολόγιο, όσο και την χρήση τους είτε μόνα είτε σε συνδυασμούς, για την αξιοποίηση απλών και σύνθετων ηλεκτρονικών εφαρμογών.

### 1.4. Σύντομη περιγραφή λογισμικού

Στην παρούσα εργασία, αναπτύχθηκε ένα εκπαιδευτικό σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης που προσαρμόζεται στις ανάγκες του χρήστη. Αρχικά, ο χρήστης καταχωρεί τα προσωπικά του χαρακτηριστικά, καθώς και τα χαρακτηριστικά του σχετικά με την χρήση υπολογιστή – που σχετίζονται με τις αναπηρίες του, κατά την εγγραφή. Έπειτα, ο μαθητής κατηγοριοποιείται από τον καθηγητή και



μπορεί να ξεκινήσει να εξασκείται στις ασκήσεις πληκτρολόγησης, που υποστηρίζονται ακουστικά. Αφού ολοκληρώσει μια άσκηση, μπορεί να δει – ακούσει τα αποτελέσματά του, καθώς και να ακούσει πληροφορίες σχετικές τόσο με τα αποτελέσματά του, όσο και με τη γενική του πρόοδο στις ασκήσεις.

### 1.5. Καινοτομία εργασίας

Η καινοτομία της εργασίας αυτής εστιάζει στην εκμάθηση πληκτρολόγησης για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες στα ελληνικά. Επειδή η εργασία αυτή βασίζεται στην κοινότητα των μαθητών με οπτικές αναπηρίες, που έχουν ειδικά χαρακτηριστικά, ανάγκες και διδακτική μεθοδολογία ως ομάδα εκπαιδευομένων, χρειάστηκε να ανακαλύψω μια αποδοτική μέθοδο εκμάθησης της δεξιότητας πληκτρολόγησης μέσω της κατάλληλης μεθοδολογίας. Επιπλέον, από την έρευνά μου σχετικά με τις υποστηρικτικές τεχνολογίες και τις προσβάσιμες εφαρμογές για άτομα με οπτικές αναπηρίες, δεν βρήκα άλλο ομιλόν σύστημα πληκτρολόγησης για άτομα με οπτικές αναπηρίες, ούτε ένα σύστημα πληκτρολόγησης για άτομα με πολλαπλές αναπηρίες που να συνοδεύουν τις οπτικές αναπηρίες (όπως παράλυση μιας πλευράς) το οποίο να έχει παράλληλη ακουστική περιγραφή ή να μπορεί να εργαστεί με άλλες υποστηρικτικές τεχνολογίες, ιδιαίτερα αναγνώστες θόνης όπως το NVDA.

### 1.6. Οργάνωση εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο, επιχειρώ μια εισαγωγή στο θέμα της εργασίας μου, αναλύοντας την προβληματική της, τους στόχους που καλύπτει, την καινοτομία της σε σχέση με υπάρχουσες εργασίες – συστήματα εκμάθησης πληκτρολόγησης, καθώς και μια σύντομη περιγραφή του συστήματος εκμάθησης πληκτρολόγησης που αναπτύχθηκε, ούτως ώστε η εργασία να είναι ολοκληρωμένη. Επιπλέον, παραθέτω σύντομα το θεωρητικό υπόβαθρο, όπου παρουσιάζονται όλες οι έννοιες που θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας μου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, θα περιγράψω αναλυτικά το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας μου, ορίζοντας τόσο την πληροφορική στην εκπαίδευση, ειδικότερα στην ειδική αγωγή – για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες καθώς και την υποστηρικτική τεχνολογία, την διδακτική της πληροφορικής στα άτομα με οπτικές αναπηρίες, τους σκοπούς της διδασκαλίας της πληροφορικής στα άτομα με οπτικές αναπηρίες, τα νοήμονα εκπαιδευτικά συστήματα, τα προσαρμοστικά συστήματα υπερμέσων, τα μοντέλα πεδίου γνώσης και τα μοντέλα αναπαράστασης γνώσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο, θα παραθέσω τον σχεδιασμό του συστήματος. Αρχικά, θα ξεκινήσω με την ανάλυση απαιτήσεων του εκπαιδευτικού συστήματος πληκτρολόγησης για μαθητές με οπτικές αναπηρίες, στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα UML διαγράμματα που βασίζονται στην παραπάνω ανάλυση, ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων του συστήματος πληκτρολόγησης, όπως και τα εργαλεία και οι τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία υλοποίησης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί το εγχειρίδιο χρήσης της εφαρμογής, καθώς και ενδεικτικά στιγμιότυπα χρήσης για τον μαθητή με οπτικές αναπηρίες και για τον καθηγητή πληροφορικής, ο οποίος θα αξιοποιήσει το συγκεκριμένο σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης στην τάξη του.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, θα αναφερθώ στις αδυναμίες και τις ελλείψεις του συστήματος, στα συμπεράσματα από τη χρήση του και στις προοπτικές του συστήματος εκμάθησης πληκτρολόγησης για μαθητές με οπτικές αναπηρίες.

## Κεφάλαιο 2: Θεωρητική θεμελίωση

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναλύεται λεπτομερώς η πληροφορική, καθώς και οι προοπτικές της στην εκπαίδευση, ιδιαίτερα στα άτομα με οπτικές αναπηρίες, ενώ παράλληλα γίνεται αναφορά στα νοήμονα εκπαιδευτικά συστήματα, τα προσαρμοστικά συστήματα υπερμέσων, τα μοντέλα πεδίου γνώσης και αναπαράστασης γνώσης.

### 2.1. Πληροφορική

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας είναι συσχετισμένη με την αποδοτική χρήση, διαχείριση, εξέλιξη και παραγωγή πληροφορίας μεταξύ των διαφορετικών μέσων που προσφέρουν τεχνολογία. Άρα, η πληροφορική μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο που υποστηρίζει την εκπαίδευση, που παρέχει εκπαίδευση μέσω των εργαλείων που προσφέρει, αλλά μπορεί να είναι και η ίδια ένα ξεχωριστό μάθημα (Voogt & Roblin, 2010).

Η πληροφορική μπορεί να υποστηρίξει την εκπαίδευση όταν παρέχεται εξατομικευμένη διδασκαλία, όταν οι εκπαιδευόμενοι θέλουν να εξοικειωθούν με ένα εξειδικευμένο αντικείμενο ή όταν ο εκπαιδευτής θέλει να δημιουργήσει κατάλληλες συνθήκες και προϋποθέσεις για τη μάθηση, όπως ένα εικονικό περιβάλλον, που είναι δύσκολο να υλοποιηθεί εντός τάξης. Ακόμη, η πληροφορική μπορεί να παρέχει εκπαίδευση μέσω των ηλεκτρονικών εργαλείων, όπως οι υποστηρικτικές τεχνολογίες που προσφέρει και μπορούν να επωφεληθούν από αυτά και οι εκπαιδευτές κατά την διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης μαθήματος, αλλά και οι εκπαιδευόμενοι όταν διδάσκονται, είτε έχουν κάποια μορφή αναπηρίας είτε είναι αρτιμελείς.

Τέλος, η ίδια η πληροφορική μπορεί να γίνει το αντικείμενο ενός μαθήματος, αφού για να μπορέσουν οι εκπαιδευόμενοι να αποκομίσουν τα μέγιστα από τα ηλεκτρονικά εργαλεία που τους παρέχονται, πρέπει πρώτα να έχουν εκπαιδευτεί και εξοικειωθεί με αυτά, και ταυτόχρονα να γνωρίζουν την ηθική ευθύνη, καθώς και τα ζητήματα ασφαλείας που προκύπτουν από τις διάφορες χρήσεις της πληροφορικής.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η πληροφορική αποτελείται από τρεις θεωρήσεις σε σχέση με την εκπαίδευση:

- Αλφαριθμητισμός της πληροφορίας (Information Literacy): η ικανότητα στην πρόσβαση σε πληροφορίες ικανοποιητικά και αποδοτικά, στην κριτική επιλογή και κατανόηση πληροφοριών και στην αξιοποίηση της χρήσιμης πληροφορίας δημιουργικά και με ακρίβεια.
- Αλφαριθμητισμός της πληροφορικής (ICT Literacy): η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας, των ηλεκτρονικών εργαλείων επικοινωνίας και των δικτύων πρόσβασης, διαχείρισης, ολοκλήρωσης, αξιολόγησης και δημιουργίας πληροφοριών με στόχο τη λειτουργία τους στην κοινωνία της γνώσης.
- Αλφαριθμητισμός της τεχνολογίας (Technology Literacy): αναφέρεται στην αλληλεπίδραση τεχνολογίας και κοινωνίας, καθώς και στη σημασία της κατανόησης και εξοικείωσης με τεχνολογικές αρχές και πρακτικές για την ανάπτυξη λύσεων σε πραγματικά προβλήματα και την κατάκτηση των στόχων της διδασκαλίας.

## 2.2. Πληροφορική στην εκπαίδευση

Με την εισαγωγή της πληροφορικής στην εκπαίδευση, αλλάζουν οι τρόποι διδασκαλίας αλλά και οι στρατηγικές ενσωμάτωσης της τεχνολογίας της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί ενσωματώνουν τις ηλεκτρονικές εφαρμογές που τους παρέχονται με σκοπό την επίτευξη των εκπαιδευτικών τους στόχων μέσω των πιο αποδοτικών διδακτικών μεθόδων.

Κάθε νέος/νέα είναι αναγκαίο να εκπαιδευτεί στις νέες τεχνολογίες για να μπορεί να συμβαδίσει με τους συνομηλίκους του και να έχει μια ομαλή κοινωνική εξέλιξη. Το εκπαιδευτικό λογισμικό, που σε αυτό εντάσσονται οι υποστηρικτικές τεχνολογίες, είναι περιβάλλον που προσφέρεται για την αλληλεπίδραση του μαθητή με τη γνώση και την κατάκτηση των μαθησιακών στόχων που θέτει ο ίδιος. Η αξιοποίηση της πληροφορίας που παρέχεται από το διαδίκτυο παρέχει ευκαιρίες για πρόσβαση σε πληθώρα πηγών, που θα ολοκληρώσουν την ήδη υπάρχουσα – κατακτημένη γνώση και εμπειρία του μαθητή. Η σωστή και υπεύθυνη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των τεχνολογιών – προγραμμάτων που τους συνοδεύουν είναι απαραίτητο να διδαχθεί στους μελλοντικούς ενήλικες, τόσο ως αντικείμενο όσο και ως εργαλείο για την κατανόηση άλλων μαθησιακών αντικειμένων. (Κορδάκη, 2004)

Ο παιδαγωγικός ρόλος που διαδραματίζουν οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών στην εκπαίδευση για όλες τις κατηγορίες μαθητών συνίσταται σε πέντε τομείς:

- Στην εκπαίδευση των ατόμων στις ΤΠΕ ως αυτοτελές διδακτικό αντικείμενο με στόχο τον τεχνολογικό αλφαριθμητισμό και την διαμόρφωση των συνθηκών για την ανάπτυξη προ-επαγγελματικών γνώσεων & δεξιοτήτων.
- Στην αξιοποίηση των ΤΠΕ ως μέσο άντλησης πληροφοριών διαφορετικών μορφών, ως μέσο αποκατάστασης επικοινωνίας με πρόσωπα & περιβάλλοντα τα οποία υπό άλλες συνθήκες θα ήταν αδύνατο, λόγω της αναπηρίας του ατόμου, να έρθει σε επικοινωνία, με αποτέλεσμα να διευρύνει τους γνωστικούς του ορίζοντες.
- Στην χρήση των ΤΠΕ ως μέσο επικοινωνίας και εποπτικό μέσο για τους σκοπούς και στόχους της μαθησιακής διαδικασίας.
- Στην αξιοποίηση των ΤΠΕ ως γνωστικό μέσο & πεδίο διεύρυνσης των γνωστικών αντικειμένων και των μαθησιακών μοντέλων του μαθητή.
- Στην χρήση των ΤΠΕ ως μέσο χαλάρωσης και διασκέδασης. (Φύτρος, 2005)

Στην δεκαετία του '80, η Εκπαιδευτική Τεχνολογία, που μελετά τους τρόπους με τους οποίους η τεχνολογία επιλύει προβλήματα μάθησης, διδασκαλίας και επαγγελματικής κατάρτισης, ορίζεται ως τομέας της Παιδαγωγικής Επιστήμης από διεθνείς οργανισμούς (Council for Educational Technology, Association for Educational and Communications Technology). Ειδικότερα, ο διεθνής οργανισμός Association of Educational and Communications Technology ορίζει ότι: «Η Εκπαιδευτική Τεχνολογία αποτελεί διαδικασία σύνθετη, ολοκληρωμένη, η οποία εμπλέκει, συσχετίζει ανθρώπους, διαδικασίες, ιδέες και μέσα, καθώς και οργάνωση που έχει στόχο να αναλύσει τα προβλήματα, να συλλάβει, να εισαγάγει, να αξιοποιήσει και να διαχειριστεί τις λύσεις που διέπουν την ανθρώπινη μάθηση». (Σολομωνίδου, 2006)

Βασικό πυρήνα της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας αποτελούν τα μέσα διδασκαλίας και μάθησης, που χωρίζονται σε οπτικά, ακουστικά, οπτικο-ακουστικά και μέσα άλλων αισθήσεων – ανάλογα με την

αίσθηση στην οποία στοχεύουν. Επίσης, διαχωρίζονται σε συσκευές ή μηχανικό εξοπλισμό και σε (Σολομωνίδου, 2006)λογισμικό – με βάση το υλικό μέσο που αξιοποιούν. Τέλος, σε προσωπικά μέσα (μη λεκτικά, λεκτικά & σύνθετα) και απρόσωπα μέσα (εποπτικά/ οπτικο-ακουστικά μέσα, σύγχρονη εκπαιδευτική τεχνολογία) – ανάλογα με τον φορέα του μέσου. (Κανάκης, 1989)

Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός ορίζεται ως η συστηματική διαδικασία οργάνωσης εκπαιδευτικών πόρων και διαδικασιών με στόχο την υποστήριξη της μάθησης. Σε αυτή τη διαδικασία ορίζονται η μορφή, το περιεχόμενο της διδακτικής θεωρίας το οποίο θα χρησιμοποιηθεί, αλλά και οι διδακτικές ενέργειες που θα επιτελεστούν κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος (Τριλιανός, 2003). Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός αναφέρεται στις έννοιες της συστηματικής διαδικασίας και της σταδιακής κλιμάκωσης της δυσκολίας και της πολυπλοκότητας, καθώς ο μαθητής ωριμάζει.

Μιλώντας για τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, αναφερόμαστε σε όλες τις έννοιες που αφορούν το περιβάλλον, την ποιότητα, τα μαθησιακά μοντέλα που θα χρησιμοποιήσουμε, αλλά και τις μεθόδους σχεδιασμού που θα αξιοποιήσουμε. Έτσι λοιπόν, ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός αποτελείται από τις λειτουργίες του μαθησιακού περιβάλλοντος, οι οποίες αναφέρονται στις διαδικασίες που πραγματοποιούνται σε ένα μαθησιακό περιβάλλον, αποτελούνται από γεγονότα και οδηγούν σε μαθησιακά αποτελέσματα και κατακτήσεις, την ποιότητα ενός εκπαιδευτικού σχεδίου, η οποία αποτιμάται με βάση τα χαρακτηριστικά και τα δομικά στοιχεία ενός εκπαιδευτικού σχεδίου, τα συμπληρωματικά μοντέλα που θα ενισχύσουν τη μάθηση, που ο εκπαιδευτής καλείται να αξιοποιήσει συμπληρωματικά μοντέλα, στοχεύοντας στο να ενισχύσει τη φύση του μαθήματος, των εκπαιδευομένων, και τη φύση του μαθησιακού περιβάλλοντος, τα μοντέλα διαχείρισης αλλαγής μαθήματος, που είναι εξίσου αναγκαία με τα προηγούμενα, αφού η διδασκαλία απαιτεί προσπάθειες τόσο σε επίπεδο ατόμου, όσο και σε επίπεδο τεχνολογίας, τα μοντέλα παιδαγωγικών στρατηγικών, ή όπως είναι γνωστά τα μαθησιακά μοντέλα, είναι τα μοντέλα που απορρέουν από τα βασικά ρεύματα της ψυχολογίας για τη φύση της διδασκαλίας και του αντικειμένου που θέλουμε να διδάξουμε και τέλος οι μέθοδοι διδακτικού σχεδιασμού, που είναι τα μοντέλα - πλάνα με την βοήθεια των οποίων μπορούμε να σχεδιάσουμε μια ολοκληρωμένη διδασκαλία σχετική με ένα τομέα ή αντικείμενο.

Μερικά ενδεικτικά μοντέλα εκπαιδευτικού σχεδιασμού είναι: το ADDIE model, το ASSURE model και το ARCS model. Το ADDIE Model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) ασχολείται με τις φάσεις της ανάλυσης, του σχεδιασμού, της ανάπτυξης, της εφαρμογής και της αξιολόγησης:

- Ανάλυση: ανακάλυψη της δομής του μαθήματος, των εκπαιδευομένων και των χαρακτηριστικών τους, των στόχων & των δυνατοτήτων τους, καθώς τις κατακτημένες δυνατότητες μετά το πέρας της διδασκαλίας.
- Σχεδιασμός: μοντελοποίηση της διαδικασίας διδασκαλίας και ανάπτυξης της εκπαιδευτικής στρατηγικής, σενάρια δραστηριοτήτων & εναλλακτικές προτάσεις.
- Ανάπτυξη: υλοποίηση της καλύτερης εναλλακτικής, ολοκλήρωση της υλοποίησης των δραστηριοτήτων και έλεγχοι ακολουθίας δραστηριοτήτων & κάθε δραστηριότητας ξεχωριστά.
- Εφαρμογή: μελέτη και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στην χρήση του εκπαιδευτικού υλικού, ενώ παράλληλα οι εκπαιδευόμενοι εξοικειώνονται με τους τρόπους αξιοποίησης του εκπαιδευτικού υλικού.

- Αξιολόγηση: διαμορφωτική και ολοκληρωτική αξιολόγηση εκπαιδευομένων και εκπαιδευτικών. (Crawford, 2011)(Malachowski, 2002)

Το ASSURE model (Analyze learners, State objectives, Select methods, media & material, Utilize media & material, Require learner participation, Evaluate and Revise) όπως φαίνεται και από τα αρχικά του ασχολείται με τους εκπαιδευόμενους, τους στόχους μάθησης που θέτουν, τα υλικά και τα μέσα τα οποία επιλέγονται με απώτερο σκοπό τη μάθηση, τη συμμετοχή τους αλλά και την αξιολόγησή τους μέσα σε μία διαδικασία μάθησης.

- Ανάλυση εκπαιδευομένων: γνωστικά, ψυχοκοινωνικά και δημογραφικά στοιχεία, υπάρχουσες γνώσεις και δεξιότητες.
- Ορισμός στόχων: προσδιορισμός και κατηγοριοποίηση στόχων ανάλογα με την γνώση του μαθητή σε δηλωτικούς, εννοιολογικούς, διαδικαστικούς και μεταγνωστικούς.
- Επιλογή μεθόδων, μέσων & υλικών: επιλογή μαθησιακού μοντέλου, υλικά και μέσα διδασκαλίας όπως υποστηρικτικές τεχνολογίες, ανάλογα με τους εκπαιδευομένους, τους στόχους, τα διαθέσιμα μέσα και πόρους του χώρου διδασκαλίας.
- Αξιοποίηση μέσων & υλικών: υλοποίηση εκπαιδευτικού σεναρίου από τον εκπαιδευτή, έλεγχος διαθέσιμων μέσων και υλικών, προετοιμασία μαθησιακών υλικών και περιβάλλοντος, ενημέρωση των μαθητών για την σειρά της διδασκαλίας, έναρξη μαθήματος.
- Συμμετοχή εκπαιδευομένων: απρόσκοπτη ροή του μαθήματος με την κατάλληλη αλληλεπίδραση και συνεργασία του εκπαιδευτή με τους εκπαιδευομένους.
- Αποτίμηση και αξιολόγηση: πληθώρα μέσων και μορφών για την επίτευξη αξιολόγησης, εάν το επίπεδο των εκπαιδευομένων το επιτρέπει, η αξιολόγηση μεταφέρεται στις εκπαιδευτικές μεθόδους, τα υλικά που αξιοποιήθηκαν, την συνολική ποιότητα του μαθήματος στοχεύοντας στην βελτίωσή του. (Muller, 2005)

Το μοντέλο ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) σύμφωνα με τα αρχικά του αποτελείται από τέσσερις άξονες: την προσοχή, την συσχέτιση, την αυτοπεποίθηση και την ικανοποίηση.

- Προσοχή: χρήση γεγονότων που οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να κατανοήσουν ή να δώσουν απαντήσεις σε ερωτήσεις, αξιοποίηση της προηγούμενης γνώσης και πιθανών παραδειγμάτων από την εμπειρία και την συμμετοχή τους.
- Συσχέτιση: σύνδεση των κατακτημένων εννοιών του μαθήματος μέσω της συσχέτισης της προηγούμενης εμπειρίας, της χρησιμότητας της γνώσης, την επιλογή της προσφερόμενης γνώσης, την μοντελοποίησή της καθώς και τα οφέλη από την γνωριμία και την εξοικείωση με αυτήν.
- Αυτοπεποίθηση: γνωριμία με τους στόχους του μαθήματος που είναι εξατομικευμένοι στις δυνατότητες κάθε συγκεκριμένου μαθητή και στις ανάγκες του, χρησιμότητα της αποκτώμενης γνώσης για την αξιοποίησή και τον έλεγχό – βελτίωσή τη, αξιολόγηση της διδασκαλίας και της προσπάθειάς τους.
- Ικανοποίηση: ανταμοιβή, επίλυση ενός πρακτικού, καθημερινού προβλήματος που ο μαθητής επιλύει με την κατακτημένη γνώση και αξιολογείται, στοχεύοντας στην κατανόηση των λαθών και του επιπέδου αξιοποίησής της. (Clark, 2010)(Keller, 2009)

### 2.3. Πληροφορική στην ειδική αγωγή – άτομα με οπτικές αναπηρίες

Η αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, πιο συγκεκριμένα στην ειδική αγωγή, στοχεύει στη χρήση των εφαρμογών που έχουν υλοποιηθεί μέσω αυτών και των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν, ανάλογα με τους διδακτικούς στόχους που έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί, σε συνδυασμό με τις ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες κάθε εκπαιδευομένου.

Οι μαθητές με οπτικές αναπηρίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία για να κατακτήσουν πλουσιότερες και πιο ολοκληρωμένες μαθησιακές εμπειρίες, να εξερευνήσουν και να εξοικειωθούν με τα γνωστικά αγαθά και την κοινωνική πραγματικότητα, αφού οι ΤΠΕ καταφέρνουν να υποστηρίξουν την επικοινωνία με το περιβάλλον, άμεσο ή έμμεσο, του μαθητή και να βοηθήσουν την αλληλεπίδρασή του με αυτό. Οι περιορισμοί που επιβάλλει η οπτική αναπηρία μειώνονται ή εξαλείφονται και ο μαθητής με οπτική αναπηρία ενσωματώνεται ευκολότερα στο σχολείο πρώτα, και στην κοινωνία έπειτα.

Με βάση τον (Φύτρος, 2005), ο κυριότερος εκπαιδευτικός σκοπός είναι όλοι οι μαθητές με αναπηρίες να κατακτήσουν αυτονομία, επικοινωνιακές ικανότητες, πρόσβαση στην πληροφορία, κοινωνικοποίηση και αντίστοιχη ακαδημαϊκή πρόοδο, που θα συμβαδίζει με τη σχολική ανάπτυξη του μαθητή χωρίς αναπηρίες.

Οι ΤΠΕ μετασχηματίζουν τον ρόλο του καθηγητή. Όταν αυτός σχεδιάζει, υλοποιεί, συμμετέχει ή συντονίζει ένα μάθημα με τη χρήση ΤΠΕ, παρατηρεί ότι αναλαμβάνει συμβουλευτικό και καθοδηγητικό ρόλο. Ο καθηγητής, κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του μαθήματος και των δραστηριοτήτων που περιέχονται σε αυτό, ενθαρρύνει την πρωτοβουλία, λειτουργεί ως μέλος μιας ομάδας που μαθαίνει και εκπαιδεύεται, ενώ, παράλληλα, αναπτύσσει μεγαλύτερη ευαισθησία στις μαθησιακές προτιμήσεις και τα προσωπικά χαρακτηριστικά των μαθητών με οπτικές αναπηρίες.

Ο νέος, εμπλουτισμένος ρόλος του καθηγητή σχετίζεται με τα γνωστικά αντικείμενα της διδασκαλίας, τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό της διδασκαλίας και των μαθησιακών μοντέλων που θα χρησιμοποιηθούν. Ο υπολογιστής, σε συνδυασμό με τις υποστηρικτικές τεχνολογίες, μετασχηματίζεται σε εργαλείο γνώσης και εργασίας για τον μαθητή με ειδικές ανάγκες. Οι μαθητές με οπτικές αναπηρίες από παθητικούς δέκτες γνώσεων, αναλαμβάνουν πρωτοβουλία και αναπτύσσουν την άποψή τους σχετικά με τη γνώση και τον τρόπο με τον οποίο θα την κατακτήσουν, συνεργάζονται με τους συμμαθητές τους σε ομαδικές εργασίες, αλληλεπιδρούν με αυτούς εποικοδομητικά, έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικές πηγές και υλικό.

### 2.4. Ευφυή συστήματα διδασκαλίας

Τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας εμφανίστηκαν μετά την αξιοποίηση των μεθόδων της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Τα συστήματα αυτά, στοχεύουν στην ευέλικτη και εξατομικευμένη εκπαίδευση και διδασκαλία χρησιμοποιώντας τη γνώση για το πεδίο – τομέα, τον εκπαιδευόμενο – μαθητή και τις μεθόδους διδασκαλίας – μαθησιακά μοντέλα. (Brusilovsky, 1999) Ακόμη, στοχεύουν στη διευκόλυνση του εκπαιδευομένου στην επίλυση προβλημάτων, στην εφαρμογή μιας πειραματικής διδασκαλίας καθώς και στην παροχή στον μαθητή βοήθειας και συμβουλών. (Σολομωνίδου, 2006) Τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας προσφέρουν ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό σχεδιασμό μιας διδασκαλίας, από την επιλογή μιας συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης, την εφαρμογή μιας καθορισμένης ακολουθίας δραστηριοτήτων και ασκήσεων, μέχρι την επίτευξη των καλά

ορισμένων στόχων, οι μαθητές καθοδηγούνται από το ευφυές σύστημα. Ο εκπαιδευόμενος φτάνει στον τελικό στόχο ανάλογα με τη συμπεριφορά του και την ενασχόλησή του με το σύστημα. Η βασική αρχιτεκτονική των συγκεκριμένων συστημάτων συνίσταται σε τέσσερα κύρια στοιχεία: μονάδα εκπαιδευομένου, μονάδα ειδικού, μονάδα διδασκαλίας, μονάδα διεπαφής. (Brusilovsky, 1994)

- Μονάδα εκπαιδευομένου: δημιουργία και ανανέωση μοντέλου εκπαιδευομένου που αφορά τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευομένου. Τα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν τους μαθητές αξιοποιούνται στην εξατομικευμένη διδασκαλία που παρέχει το σύστημα σε κάθε εκπαιδευόμενο ούτως ώστε να διδαχθούν ένα ολοκληρωμένο τμήμα γνώσης. Στην ίδια μονάδα αποθηκεύονται τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων & των ασκήσεων του μαθητή.
- Μονάδα ειδικού: αποθήκευση μοντέλου ειδικού, γνώση και αναπαράσταση του πεδίου γνώσης στο σύστημα. Στα σύγχρονα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, η μοντελοποίηση της γνώσης που θα διδαχθεί υλοποιείται με ένα σύνολο κανόνων που ρυθμίζουν δυναμικά τον τρόπο «λειτουργίας» του συστήματος. Οι λειτουργίες των έμπειρων συστημάτων υποστηρίζουν το παραπάνω είδος μοντελοποίησης. Η αναπαράσταση της γνώσης πεδίου πρέπει να διαβαθμίζεται σε ευρύτερους τομείς – πεδία και να διαφέρει από την μελέτη γεγονότων και διαδικασιών, να παρουσιάζει έννοιες και νοητικά μοντέλα. (Sampson et al, 2002)
- Μονάδα διδασκαλίας: αποθήκευση των εκπαιδευτικών μεθόδων – τρόπων για την παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού και την εξατομίκευση του στις ανάγκες του κάθε μαθητή. Στα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, η διδασκαλία αποτελείται από τις στρατηγικές του συστήματος για την επιλογή των δραστηριοτήτων και των ασκήσεων, την παρουσίασή τους στους μαθητές αλλά και τον τρόπο ελέγχου και απόκρισης στις απαντήσεις των εκπαιδευομένων. Ο εξατομικευμένος τρόπος αναπαράστασης, η σειρά των δραστηριοτήτων, η σειρά των ερωτήσεων που αξιολογούν την γνώση του μαθητή καθώς και ο έλεγχος της κατάστασης των γνώσεων & της επίτευξης των στόχων βρίσκονται στην παραπάνω μονάδα. Μέσω της μεθόδου διδασκαλίας, ο μαθητής υποστηρίζεται για να προχωρήσει σε νέες μαθησιακές δραστηριότητες με σκοπό να κατακτήσει τους μαθησιακούς του στόχους.
- Μονάδα διεπαφής: παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού που ορίζεται από την μονάδα διδασκαλίας, έλεγχος της επικοινωνίας του μαθητή με το σύστημα. Στην συγκεκριμένη μονάδα, εμπεριέχονται τα στοιχεία για την αποτελεσματική και εξατομικευμένη παρουσίαση της πληροφορίας και των γνώσεων του συστήματος και προσδιορίζεται η μέθοδος ενσωμάτωσης πολλαπλών αναπαραστάσεων της – υπερμέσων (κείμενο, ήχος, βίντεο). Εδώ, εμφανίζονται οι διαδικασίες επαναληπτικής μάθησης που απαιτούν μεγαλύτερη προσπάθεια από την πλευρά του χρήστη, συνεπώς ελέγχονται για να μην παρουσιάσει ο χρήστης γνωστική υπερφόρτωση.

Συχνά, η διάγνωση των αναγκών του εκπαιδευομένου είναι ατελής, άρα η μοντελοποίησή του γίνεται με βάση την πλοήγησή του στο ευφυές σύστημα διδασκαλίας, σύμφωνα με το πεδίο γνώσης στο οποίο θέλει να εκπαιδευτεί, και τη φύση των ενεργειών που επιλέγει ο εκπαιδευόμενος στο εκπαιδευτικό – διδακτικό περιβάλλον του ευφυούς συστήματος διδασκαλίας. Επιπλέον, η σχεδίαση του τρόπου αλληλεπίδρασης του εκπαιδευόμενου με το σύστημα είναι καίριας σημασίας, αφού θα πρέπει να

υποστηρίζει τους χρήστες βοηθώντας τους, όποτε κρίνεται απαραίτητο, αλλά και στις περιπτώσεις όπου αυτοί απαντούν με λανθασμένο ή ασαφή τρόπο στις ερωτήσεις του συστήματος.

## 2.5. Προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων

Τα Προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων (Adaptive Educational Hypermedia Systems) θεωρούνται ως μια ερευνητική περιοχή που στοχεύει στην παροχή εξατομικευμένου εκπαιδευτικού περιεχομένου και συμβουλών πλοήγησης στους εκπαιδευομένους, παρέχοντάς τους ταυτόχρονα δυνατότητες επιλογής και παρέμβασης (Σολομωνίδου, 2006). Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε μαθητή σε συνδυασμό με ορισμένους διδακτικούς κανόνες μπορούν να οδηγήσουν στον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας ολοκληρωμένης εκπαιδευτικής εμπειρίας για ένα συγκεκριμένο μαθητή. Ένας επιπλέον σκοπός του εκπαιδευτικού συστήματος είναι η αναπαράσταση των προσωπικών χαρακτηριστικών και αναγκών κάθε εκπαιδευομένου στη σχεδίαση του εκπαιδευτικού συστήματος. Το επίπεδο γνώσεων σχετικά με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο που προσφέρεται είναι το κυριότερο κριτήριο για την προσαρμοστικότητα του συστήματος, είτε επειδή το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να προσαρμόζεται στην γνώση του εκπαιδευομένου, δηλαδή διαφορετικό υλικό για έναν αρχάριο σε σχέση με έναν προχωρημένο, είτε γιατί ένας αρχάριος χρειάζεται να έχει ελεγχόμενη και καθοδηγούμενη πλοήγηση σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα σε αντίθεση με έναν προχωρημένο, που μπορεί να επιλέξει την ακολουθία των μαθημάτων του εκπαιδευτικού υλικού.

Τα Προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα χρησιμοποιούν στοιχεία τόσο των Ευφυών Συστημάτων Διδασκαλίας, που περιγράφηκαν αναλυτικά παραπάνω, όσο και των Προσαρμοστικών Υπερμέσων, όπου ο χρήστης έχει ελευθερία επιλογής στην πλοήγηση. Τα Προσαρμοστικά εκπαιδευτικά υπερμέσα στοχεύουν στο να προσαρμόσουν το εκπαιδευτικό υλικό που παρουσιάζεται και τις συνδέσεις μιας σελίδας υπερκειμένου στις ανάγκες του κάθε χρήστη. Οι κύριες υπηρεσίες που παρέχουν στον εκπαιδευόμενο είναι η προσαρμοστική παρουσίαση (adaptive presentation) και η προσαρμοστική πλοήγηση (adaptive navigation). Παρατηρήθηκε πληθώρα εκπαιδευτικών υπερμέσων με τη διάδοση του Παγκόσμιου Ιστού, αφού τα εκπαιδευτικά υπερμέσα μπορούν να προσπελαστούν από μεγάλο αριθμό εκπαιδευομένων – χρηστών και θεωρούνται ως μια πλήρως προσβάσιμη μορφή για τη συνεχιζόμενη κατάρτιση και βελτίωση των γνώσεων του εκπαιδευομένου.

Οι εκπαιδευόμενοι που αξιοποιούν ένα προσαρμοστικό σύστημα είναι κυρίαρχοι στη μάθησή τους, αφού μελετούν σε χώρο και χρόνο που επιλέγουν οι ίδιοι. Με τον τρόπο αυτό, οι μαθητές αναλαμβάνουν την ευθύνη και την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής τους διαδικασίας, αλληλεπιδρώντας με το σύστημα. Η συγκεκριμένη χρήση και επικοινωνία εκπαιδευομένου – συστήματος είναι ωφέλιμη για τον εκπαιδευόμενο, αφού ο ίδιος επιλέγει τους στόχους της διδασκαλίας, τον τύπο του εκπαιδευτικού υλικού που θα μελετήσει, τις δραστηριότητες που θα αξιοποιήσει κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Η αξιολόγηση του συστήματος και του μαθητή εξαρτώνται τόσο από τα προσωπικά χαρακτηριστικά του εκπαιδευομένου, όσο και από τη φύση της διδασκαλίας και του εκπαιδευτικού αντικειμένου. Η εμπλοκή των εκπαιδευομένων στη διδασκαλία είναι σημαντική, επειδή υποστηρίζει το αυτό-κατευθυνόμενο μοντέλο μάθησης, όπου ο εκπαιδευόμενος διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία την οποία παρακολουθεί.

Τα βασικά δομικά τμήματα που υπάρχουν τόσο στα Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα όσο και στα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας είναι η γνώση πεδίου, το μοντέλο χρήστη, το παιδαγωγικό μοντέλο διδασκαλίας και το μοντέλο επικοινωνίας. Η παραπάνω προσέγγιση για τα προσαρμοστικά



εκπαιδευτικά συστήματα υλοποιήθηκε από το 1996 μέχρι και σήμερα, αφού τα συστήματα αυτά βασίζονται στην αξιοποίηση του διαδικτύου.

Το μοντέλο πεδίου παρουσιάζει τον τρόπο που δομούνται οι εκπαιδευτικές πληροφορίες του πεδίου γνώσης του συστήματος για το γνωστικό αντικείμενο του. Η κατασκευή και παρουσίαση του πεδίου γνώσης είναι σημαντικές διαδικασίες για το προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα, αφού πρέπει να υποστηρίζουν τη δυνατότητά του να επιλέγει και να επαναχρησιμοποιεί εκπαιδευτικό περιεχόμενο στις διαφορετικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που προσφέρει το σύστημα, με βάση το προφίλ του εκπαιδευμένου. Επιπλέον, εμπεριέχει μια αλληλουχία των διδακτικών εννοιών που κατασκευάζουν το μοντέλο πεδίου, που αναπαριστά το καλύτερο μονοπάτι πλοήγησης στον εννοιολογικό χώρο που διαμορφώνει το σύστημα. (Παπανικολάου & Γρηγοριάδου, 2005).

Το μοντέλο χρήστη περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά του χρήστη που είναι αναγκαία για την προσαρμογή και την εξατομίκευση του συστήματος στις προσωπικές του ανάγκες. Όσο ο χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα, το σύστημα κατασκευάζει το μοντέλο του εκπαιδευμένου και το ενημερώνει με βάση τις ενέργειες και τα αποτελέσματά του, ούτως ώστε να προσαρμόζεται στη νέα εκπαιδευτική κατάσταση του μαθητή. Η προσαρμογή του συστήματος και η αλλαγή της παρουσίασης του εκπαιδευτικού υλικού εξαρτάται άμεσα από το μοντέλο εκπαιδευμένου.

Το παιδαγωγικό μοντέλο διδασκαλίας περιέχει το σύνολο των παιδαγωγικών κανόνων για το σωστό ταίριασμα του πεδίου γνώσης με το μοντέλο του εκπαιδευμένου για την κατάλληλη προσαρμογή του συστήματος. Το παιδαγωγικό μοντέλο διδασκαλίας αξιοποιεί τα προσωπικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται στο μοντέλο χρήστη για να προσφέρει τόσο την προσαρμοστική παρουσίαση, όσο και την προσαρμοστική πλοήγηση του συστήματος. Η προσαρμογή του συστήματος, που επηρεάζεται τόσο από το πεδίο γνώσης, όσο και από το μοντέλο εκπαιδευμένου, ακολουθεί έναν εκπαιδευτικό σχεδιασμό για να προσαρμόζει το περιεχόμενο των μαθημάτων και των δραστηριοτήτων τους, αλλά και την πλοήγηση στο προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων. Το παιδαγωγικό μοντέλο διδασκαλίας έχει λιγότερες δυνατότητες σε σχέση με αυτό που υπάρχει στα ευφυή συστήματα διδασκαλίας.

Το μοντέλο επικοινωνίας είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη ιστοσελίδων που θα βασίζονται στους κανόνες του παιδαγωγικού μοντέλου διδασκαλίας. Ακόμη, το μοντέλο επικοινωνίας αλληλεπιδρά με τον εκπαιδευόμενο και μεταφέρει τη χρήσιμη πληροφορία που προκύπτει από τις ενέργειές του στο σύστημα στο μοντέλο χρήστη.

## 2.6. Προσαρμοστική παρουσίαση & προσαρμοστική πλοήγηση

Η αξιοποίηση των προσαρμοστικών συστημάτων υπερμέσων μπορεί να αυξήσει τη λειτουργία των υπερμέσων, που είναι χρήσιμα όταν το προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων προορίζεται για πληθώρα διαφορετικών χρηστών με διαφορετικό γνωστικό υπόβαθρο και εκπαιδευτικούς στόχους. Ο κάθε χρήστης θα αξιοποιήσει διαφορετικό τμήμα των πληροφοριών και της διδακτικής γνώσης που αναπαριστάται σε μια σελίδα υπερμέσων, άρα το σύστημα πρέπει να χρησιμοποιεί εξατομικευμένες συνδέσεις για την πλοήγηση των χρηστών σε αυτό. Τα προσαρμοστικά συστήματα υπερμέσων κρατούν τις προσωπικές πληροφορίες κάθε χρήστη, για να αντιστοιχηθεί ο χρήστης σε μια ομάδα χρηστών, αλλά και τις πληροφορίες της συγκεκριμένης «συνόδου - συνεδρίας», ούτως ώστε να προσαρμοστούν οι πληροφορίες και οι συνδέσεις που εμφανίζονται στον συγκεκριμένο χρήστη. Με την αντιστοίχιση σε μια ομάδα χρηστών, το σύστημα παρουσιάζει στον εκπαιδευόμενο

συγκεκριμένο τμήμα της διδασκαλίας το οποίο θα είναι κατάλληλο και πιο ενδιαφέρον, σύμφωνα με τις προσωπικές προτιμήσεις του.

Τα υπερμέσα συντίθενται από ένα σύνολο κόμβων – σελίδων που συνδέονται μεταξύ τους με links (συνδέσμοι), από τα οποία κάθε σελίδα περιέχει κάποιες εκπαιδευτικές πληροφορίες και μερικούς συνδέσμοι σε άλλες, σχετικές σελίδες. Οι σύνδεσμοι παρουσιάζονται τόσο μέσα στο περιεχόμενο της σελίδας, είτε ως μενού επιλογών είτε ως ξεχωριστός χάρτης, που να ενημερώνει για τις κοντινές – σχετικές με αυτήν σελίδες. Τα προσαρμοστικά υπερμέσα εστιάζουν στην προσαρμογή – εξατομίκευση τόσο του εκπαιδευτικού περιεχομένου των σελίδων (content – level adaptation), όσο και στις σχετικές συνδέσεις μεταξύ σελίδων, τις σελίδες δεικτών και των χαρτών (link – level adaptation). Η προσαρμογή του περιεχομένου των σελίδων επιλύει το ζήτημα των υπερμέσων για τις διαφορετικές κατηγορίες χρηστών και ονομάζεται προσαρμοστική παρουσίαση, ενώ η προσαρμογή των συνδέσμων εντός των σελίδων, των δεικτών και των χαρτών παρέχει υποστήριξη στους χρήστες για την πλοήγησή τους στο σύστημα χωρίς να χάνουν πολύτιμο χρόνο ή σημαντικές πληροφορίες του εκπαιδευτικού συστήματος και ονομάζεται προσαρμοστική πλοήγηση.

### 2.6.1. Προσαρμοστική παρουσίαση

Η προσαρμοστική παρουσίαση στοχεύει στην προσαρμογή του εκπαιδευτικού περιεχομένου των σελίδων που αξιοποιεί ο εκπαιδευόμενος με βάση τα προσωπικά του χαρακτηριστικά που συνιστούν το μοντέλο χρήστη. Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι πιο δημοφιλείς μέθοδοι για την επίτευξη της προσαρμοστικής παρουσίασης:

- Μέθοδος επιπρόσθετων επεξηγήσεων (additional explanations): απόκρυψη της πληροφορίας που δεν αφορά τα προσωπικά χαρακτηριστικά του χρήστη, έτσι ο κάθε χρήστης λαμβάνει την βασική πληροφορία για την ομάδα χρηστών στην οποία ανήκει και επιπλέον πληροφορία που είναι ειδικά σχεδιασμένη για την ομάδα του.
- Μέθοδος παραλλαγών εξηγήσεων (explanation variants): παραλλαγές του εκπαιδευτικού περιεχομένου των σελίδων, με τον τρόπο αυτό ο κάθε χρήστης βλέπει την παραλλαγή που είναι περισσότερο σχετική με το μοντέλο του. Η συγκεκριμένη μέθοδος υλοποιείται με τις παρακάτω μεθόδους:
  - Μέθοδος παραλλαγών σελίδων (page variants): το προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων έχει αποθηκευμένες παραλλαγές της ίδιας σελίδα με διαφορετικές παρουσιάσεις για το ίδιο εκπαιδευτικό αντικείμενο, με κάθε παραλλαγή σελίδας να αντιστοιχίζεται σε μία ομάδα – στερεότυπο χρήστη.
  - Μέθοδος παραλλαγών τμημάτων (fragment variants): το σύστημα διατηρεί πληθώρα παραλλαγών εξηγήσεων για κάθε διδακτική έννοια και παρουσιάζει στον εκπαιδευόμενο αυτή που αντιστοιχεί στο μοντέλο του, είναι ιδιαίτερα χρήσιμος τρόπος όταν μια σελίδα οδηγεί σε περισσότερες σελίδες.

### 2.6.2. Προσαρμοστική πλοήγηση

Η προσαρμοστική πλοήγηση βασίζεται σε προσαρμοστικές τεχνικές πλοήγησης που υποστηρίζουν τους εκπαιδευόμενους να ακολουθήσουν μια συγκεκριμένη διαδρομή μεταξύ των σελίδων του εκπαιδευτικού συστήματος. Με βάση τις αρχές της προσαρμοστικής πλοήγησης, εμφανίζονται στον εκάστοτε εκπαιδευόμενο συνδέσεις που σχετίζονται με τους εκπαιδευτικούς στόχους που ο ίδιος έχει θέσει, το γνωστικό υπόβαθρο που κατέχει καθώς και άλλα προσωπικά

χαρακτηριστικά του. Ο τομέας της προσαρμοστικής πλοήγησης είναι νεότευκτος, συνεπώς οι τεχνικές που έχουν προταθεί και εφαρμόζονται είναι σε πειραματικό στάδιο. Οι τεχνικές χωρίζονται ανάλογα με τον τρόπο εμφάνισης των συνδέσμων στο εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων και είναι οι εξής: η άμεση καθοδήγηση, η προσαρμοστική διάταξη – ταξινόμηση, το κρύψιμο αλλά και ο προσαρμοστικός σχολιασμός.

### 2.6.3. Άμεση καθοδήγηση

Η άμεση καθοδήγηση είναι η πιο απλή τεχνική της προσαρμοστικής πλοήγησης, μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε εκπαιδευτικό σύστημα που επιλέγει – αποφασίζει ποιος είναι ο επόμενος βέλτιστος κόμβος για να εμφανιστεί – επισκεφθεί ο χρήστης με βάση τους εκπαιδευτικούς στόχους και τα προσωπικά του χαρακτηριστικά. Για την άμεση καθοδήγηση υπάρχουν δύο τεχνικές, είτε το σύστημα περιγράφει οπτικά την επόμενη σύνδεση με τον «βέλτιστο» κόμβο – σελίδα είτε το σύστημα παρουσιάζει μια επιπλέον δυναμική σύνδεση που να είναι συνδεδεμένη με τον βέλτιστο κόμβο. Η πρώτη τεχνική είναι, ενώ η δεύτερη είναι περισσότερο ευέλικτη αφού μπορεί να αξιοποιηθεί για να οδηγήσει – προτείνει κόμβους που δεν συνδέονται άμεσα με τον τρέχοντα και δεν εμφανίζεται στην σελίδα που βρίσκεται ο χρήστης. Το σημαντικότερο ζήτημα της άμεσης καθοδήγησης είναι ότι δεν υποστηρίζει τους εκπαιδευόμενους που θέλουν να χαράξουν τη δική τους εκπαιδευτική πορεία, χωρίς να αξιοποιήσουν τις συμβουλές του προσαρμοστικού εκπαιδευτικού συστήματος υπερμέσων. Η άμεση καθοδήγηση είναι μια τεχνική που μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως αλλά είναι ανάγκη να συνδυαστεί με μια τεχνολογία που θα παρέχει περισσότερη ενθάρρυνση και θα αφήνει τον χρήστη να επιλέξει την δική του πορεία στο σύστημα, με προσωπική πρωτοβουλία.

### 2.6.4. Προσαρμοστική διάταξη

Η προσαρμοστική πλοήγηση αποτελεί τεχνική της προσαρμοστικής πλοήγησης, η οποία ταξινομεί τις συνδέσεις σε κάθε σελίδα ανάλογα με το πρότυπο της ομάδας χρηστών και με κάποια προσωπικά κριτήρια του συγκεκριμένου χρήστη, με στόχο ο πιο σχετικός σύνδεσμος να εμφανίζεται πρώτος. Η συγκεκριμένη τεχνική είναι χρήσιμη για τις εφαρμογές ανάκτησης πληροφοριών και μειώνει τον χρόνο πλοήγησης στις εφαρμογές ανάκτησης πληροφοριών που κάθε σελίδα εμφανίζει στον χρήστη. (Kaplan et al, 1993) (Mathi and Chen, 1996) Η προσαρμοστική διάταξη αξιοποιείται σε μη βασισμένες στα συμφραζόμενα συνδέσεις, αλλά δεν μπορεί να αξιοποιηθεί στις σελίδες - δείκτες και στις συνδέσεις περιεχομένου σελίδας, που συχνά περιλαμβάνουν σταθερή μορφή συνδέσεων, αλλά ούτε και στις βασισμένες στα συμφραζόμενα συνδέσεις και χάρτες. Επιπλέον, η προσαρμοστική διάταξη λόγω των κριτηρίων προσαρμοστικότητας δεν έχει σταθερή διάταξη συνδέσεων, η οποία είναι σημαντική για τους αρχάριους χρήστες (Debenç et al, 1994)

### 2.6.5. Hiding

Η απόκρυψη θεωρείται ως η πιο χρησιμοποιούμενη τεχνολογία της προσαρμοστικής πλοήγησης, που στοχεύει στον περιορισμό της πλοήγησης με την απόκρυψη των συνδέσεων που οδηγούν τον εκπαιδευόμενο σε άσχετες σελίδες του προσαρμοστικού εκπαιδευτικού συστήματος υπερμέσων. Εάν μια σελίδα δεν είναι σχετική με τον τρέχοντα εκπαιδευτικό στόχο του μαθητή, εάν παρουσιάζει στοιχεία και υλικά που ο χρήστης δεν μπορεί να κατανοήσει ή ενδέχεται να παρανοήσει, τότε κατατάσσεται ως άσχετη και το σύστημα την αποκρύπτει από τον εκπαιδευόμενο. (Hook et al, 1996)(Vassileva, 1996) Η απόκρυψη προστατεύει τους χρήστες από την πολυπλοκότητα του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού χώρου του συστήματος, αλλά και από τη γνωστική υπερφόρτωση και μπορεί να αξιοποιηθεί με όλα τα είδη των συμφραζόμενων, με σελίδες δεικτών και με συνδέσεις

χαρτών ή κρύβοντας επιλογές – συνδέσμους του menu (Brusilovsky and Pesin, 1994). Επιπλέον, ένα τέτοιο σύστημα είναι περισσότερο προσπελάσιμο από τον εκπαιδευόμενο και φαίνεται πιο σταθερό από την προσαρμοστική διάταξη, όμως μπορεί να προκαλέσει την δημιουργία ανακριβών διανοητικών προτύπων.

### 2.6.6. Προσαρμοστικός σχολιασμός

Η τελευταία τεχνολογία της προσαρμοστικής πλοήγησης θεωρείται ο προσαρμοστικός σχολιασμός, όπου πληθώρα συνδέσεων εμφανίζεται με τη μορφή σχολίων που ενημερώνουν τον χρήστη για την τρέχουσα κατάσταση των συνδέσεων που τον ενδιαφέρουν. Ο προσαρμοστικός σχολιασμός αναπαρίσταται τόσο με την μορφή κειμένου, όσο και με οπτική μορφή, όπως εικόνες, ποικιλία χρωμάτων, γραμματοσειρών ή μεγέθους γραμμάτων και είναι ιδιαίτερα δημοφιλής για την αποτελεσματικότητά της στα υπερμέσα. (Brusilovsky, 1996)(Brusilovsky and Pesin, 1994)(Hool et al, 1996)(Zhao et al, 1993) Ο προσαρμοστικός σχολιασμός παρουσιάζεται ως ικανοποιητική μέθοδος για την προσαρμοστική πλοήγηση, αφού μπορεί να αξιοποιηθεί από όλες τις πιθανές μορφές συνδέσεων, υποστηρίζει τη στατική διάταξη των συνδέσεων και μειώνει τα γνωστικά προβλήματα για τους αρχάριους ή ανακριβείς χρήστες.

Το κυριότερο είδος προσαρμοστικού σχολιασμού είναι ο στατικός σχολιασμός που παρατηρείται συχνά στα υπερμέσα, όπου η προσαρμοστική πλοήγηση υλοποιείται με τον δυναμικό σχολιασμό στο μοντέλο χρήστη. Ο προσαρμοστικός σχολιασμός έχει εφαρμοστεί σε πληθώρα εκπαιδευτικών συστημάτων υπερμέσων. Η απλούστερη μορφή του προσαρμοστικού σχολιασμού που έχει δυο καταστάσεις των συνδέσεων (κόμβοι – συνδέσεις που ο χρήστης έχει επισκεφθεί & κόμβοι – συνδέσεις που ο χρήστης δεν έχει επισκεφθεί) και παρατηρείται συχνά στους εξυπηρετητές ιστού (web browsers) είναι χρήσιμη για όλες τις ομάδες χρηστών. Τα σύγχρονα προσαρμοστικά συστήματα υπερμέσων μπορούν να χωριστούν και να σχολιαστούν σε έξι διαφορετικές καταστάσεις σύμφωνα με το μοντέλο χρηστών. (Brusilovsky, 1996)(Brusilovsky and Pesin, 1994)

Όλες οι παραπάνω τεχνικές (άμεση καθοδήγηση, προσαρμοστική διάταξη, hiding και προσαρμοστικός σχολιασμός) είναι βασικές στην προσαρμοστική πλοήγηση, που αξιοποιεί μια από αυτές για την υλοποίηση μιας προσαρμοστικής τεχνολογίας. Φυσικά, οι προαναφερθείσες τεχνολογίες δεν είναι αμοιβαία αποκλειώμενες και χρησιμοποιούνται συνδυαστικά, όπως στο ISIS – tutor χρησιμοποιεί την άμεση καθοδήγηση, την απόκρυψη και τον προσαρμοστικό σχολιασμό (Brusilovsky and Pesin, 1994).

## 2.7. Μοντέλο πεδίου γνώσης

Η γνώση πεδίου στα προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων περιλαμβάνει τρία στοιχεία: τις γνωστικές έννοιες, τις ιστοσελίδες και τα γνωστικά τμήματα. Μία ή περισσότερες ιστοσελίδες αποτελούν μια διδακτική έννοια, ενώ ένα γνωστικό τμήμα μπορεί να είναι ένα εκπαιδευτικό κείμενο, μια διδακτική εικόνα, ένα εκπαιδευτικό video ή animation. Μια σελίδα περιλαμβάνει αρκετά μικρά γνωστικά τμήματα. Οι διδακτικές έννοιες συνδέονται μεταξύ τους με διάφορες σχέσεις κατασκευάζοντας ένα δίκτυο εννοιών ενός εκπαιδευτικού θέματος. Το διδακτικό εννοιολογικό δίκτυο καθορίζει την εκπαιδευτική δομή του θέματος που θα διδαχθεί. Οι κύριες σχέσεις που συνδέουν τις διδακτικές έννοιες είναι:

- Σχέση “prerequisite”: οι προαπαιτούμενοι σύνδεσμοι μεταξύ των διδακτικών εννοιών παρουσιάζουν ότι μια από τις σχετιζόμενες έννοιες πρέπει να είναι γνωστή πριν από μία άλλη και θεωρείται ως το πιο συνηθισμένο είδος συνδέσμων στα εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων. (Brusilovsky, 1999)
- Σχέση “part - of”: οι σύνδεσμοι αυτοί συνδέουν μια έννοια με άλλες διδακτικές έννοιες που συνιστούν χαρακτηριστικές περιπτώσεις της πρώτης.
- Σχέση “is - a”: οι σύνδεσμοι αυτοί παρουσιάζουν το γεγονός ότι πολλές μικρότερες – επιμέρους έννοιες μπορούν να αποτελούν μέρος μιας μεγαλύτερης – πολύπλοκης έννοιας. (Πρέντζας & Χατζηλυγερούδης, 2001)

Οι συνδέσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως αξιοποιούνται για την πληρέστερη αναπαράσταση του χρήστη κατά τη μοντελοποίηση. Οι συνδέσεις είναι υπεύθυνες για την εύρεση των εννοιών σε περιπτώσεις όπου ο χρήστης έχει είτε έλλειψη γνώσης είτε παρέχει ασαφείς απαντήσεις στο σύστημα. Όταν ο χρήστης έχει κατακτήσει μια έννοια τότε μπορεί να συνεχίσει στις ακόλουθες, άρα συνάγεται το συμπέρασμα ότι ο μαθητής έχει εξοικειωθεί και με τις προαπαιτούμενες έννοιες αυτής της γνώσης. Η αξιοποίηση της έρευνας που στοχεύει στην ανάπτυξη προτύπων περιγραφής εκπαιδευτικού περιεχομένου που παρέχεται στο Διαδίκτυο (LOM, SCORM, IMS) μπορεί να υποστηρίξει την διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης του πεδίου γνώσης και της προσαρμοστικής συμπεριφοράς του συστήματος υπερμέσων αλλά και της αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας παρόμοιων συστημάτων μέσω διαδικτύου.

Στη γνώση πεδίου των προσαρμοστικών εκπαιδευτικών συστημάτων υπερμέσων που εκτελούνται στο Διαδίκτυο δεν συναντάμε τη διαδικαστική γνώση που εμφανίζεται συχνότερα στα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, επειδή τα πρώτα δεν καθοδηγούν τον χρήστη στην διαδικασία εύρεσης της λύσης στη δραστηριότητα – πρόβλημα. Για να ενσωματωθεί η συγκεκριμένη λειτουργία στο προσαρμοστικό σύστημα πρέπει αυτό να παρακολουθεί και να αξιολογεί συνεχώς την αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με το σύστημα, να την κατανοεί, να ενημερώνει το μοντέλο χρήστη με βάση αυτήν και να παρέχει κατανοητή και επεξηγηματική βοήθεια όταν ο χρήστης την έχει ανάγκη. Οι αλληλεπιδραστικές λειτουργίες των συγκεκριμένων συστημάτων εξελίσσονται τα τελευταία χρόνια, λόγω των νέων τεχνολογιών που ενσωματώνονται στο Διαδίκτυο.

## 2.8. Μοντέλο χρήστη

Το μοντέλο χρήστη – εκπαιδευόμενου αποθηκεύει τις προσωπικές πληροφορίες του χρήστη στις οποίες βασίζεται η προσαρμογή και η εξατομίκευση του συστήματος στις προσωπικές ανάγκες του χρήστη. Η επιλογή των πιο κατάλληλων και σημαντικών χαρακτηριστικών είναι το πιο σημαντικό ζήτημα κατά τη σχεδίαση του μοντέλου χρήστη που θα χρησιμοποιείται από το προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων. Το μοντέλο χρήστη πρέπει να περιέχει τη σωστή αναλογία των προσωπικών χαρακτηριστικών του χρήστη, χωρίς να είναι ούτε πολύ απλό ούτε πολύπλοκο, με σκοπό τη σωστή προσαρμοστικότητα των λειτουργιών του. Τα τυπικά χαρακτηριστικά που διατηρούνται στο μοντέλο χρήστη είναι:

- Γνώσεις που αφορούν το πεδίο γνώσης του εκπαιδευτικού συστήματος
- Στόχοι του εκπαιδευόμενου
- Εκπαιδευτικό υπόβαθρο και προηγούμενες εκπαιδευτικές εμπειρίες χρήστη
- Προσωπικές προτιμήσεις χρήστη σχετικά με την διδασκαλία και τις γνώσεις του

Τα προσωπικά δεδομένα – χαρακτηριστικά του χρήστη παρέχονται στο σύστημα κατά την πρώτη αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με αυτό είτε ενημερώνονται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς ο μαθητής χρησιμοποιεί το σύστημα και τις δραστηριότητές του. Οι αλλαγές των χαρακτηριστικών του μαθητή πρέπει να αντικατοπτρίζονται στο μοντέλο χρήστη, ενώ ο χρήστης εργάζεται στο σύστημα. Οι γνώσεις του εκπαιδευόμενου σχετικά με το πεδίο γνώσης που αναπαρίσταται στο προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων είναι το πιο καίριο χαρακτηριστικό χρήστη. (Πρέντζας & Χατζηλυγερούδης, 2001)

Η διαδικασία μοντελοποίησης έχει ως κύριους στόχους: την υποστήριξη του μαθητή κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, την παροχή πληροφοριών εξατομικευμένων σε κάθε χρήστη, την προσαρμογή της διεπαφής του εκπαιδευόμενου με βάση τις προτιμήσεις του, την υποστήριξη του χρήστη στην εύρεση πληροφοριών στο προσαρμοστικό σύστημα, την ενημέρωση του εκπαιδευόμενου σχετικά με την πορεία της γνώσης του, την υποστήριξη των ομαδικών ασκήσεων, καθώς και του χρήστη κατά την αξιοποίηση του προσαρμοστικού εκπαιδευτικού συστήματος διδασκαλίας.

Για την ανάπτυξη ενός μοντέλου χρήστη, ο σχεδιαστής του προσαρμοστικού εκπαιδευτικού συστήματος μπορεί να αξιοποιήσει δύο τεχνικές: τη βασιζόμενη στην γνώση, όπου τα χαρακτηριστικά χρήστη συλλέγονται στην πρώτη αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με το σύστημα και τη βασιζόμενη στη συμπεριφορά, όπου τα συμπεριφορικά μοντέλα αλλάζουν σύμφωνα με την αλληλεπίδραση του χρήστη με το εκπαιδευτικό σύστημα κατά τη διαδικασία διδασκαλίας και αναπροσαρμόζονται. Στην πρώτη τεχνική, τα χαρακτηριστικά του χρήστη είναι στατικά και αλλάζουν μόνο όταν το επιλέξει ο χρήστης, περιγράφουν μόνο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του εκπαιδευόμενου που παρέχονται στο σύστημα μέσω ερωτηματολογίων. Στη δεύτερη τεχνική, οι πληροφορίες του συστήματος σχετικά με τον εκπαιδευόμενο «μετασχηματίζονται» και ενημερώνονται σε όλη την εκπαιδευτική διαδικασία, όσο ο χρήστης επικοινωνεί και αξιοποιεί το προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων. Στα περισσότερα συστήματα, τα πρώτα – αρχικά δεδομένα που συλλέχθηκαν με την πρώτη αλληλεπίδραση αρχικοποιούν το σύστημα, για την έναρξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενώ όσο ο χρήστης χρησιμοποιεί το σύστημα και επικοινωνεί με αυτό, εκτελώντας τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες, συγκεντρώνονται δυναμικά πληροφορίες σχετικά με τον χρήστη που ανανεώνουν και εμπλουτίζουν το μοντέλο χρήστη. Το νέο, ενημερωμένο μοντέλο χρήστη επαναπροσδιορίζει το σύστημα, που πρέπει να προσαρμοστεί στις νέες ανάγκες και χαρακτηριστικά του εκπαιδευόμενου.

## 2.9. Μοντέλα αναπαράστασης γνώσης

### 2.9.1. Μοντέλο επικάλυψης (Overlay model)

Το πιο γνωστό μοντέλο αναπαράστασης της γνώσης του χρήστη είναι το μοντέλο επικάλυψης, που στηρίζεται στις αρχές των γνωστικών εννοιών του πεδίου γνώσης, δηλαδή στην παιδαγωγική – εκπαιδευτική του φύση. Η κύρια αρχή του μοντέλου είναι ότι θεωρεί την γνώση του χρήστη ως υποσύνολο της γνώσης του ειδικού – καθηγητή στο ίδιο πεδίο. Το επίπεδο γνώσης του χρήστη για κάθε γνωστική έννοια αποθηκεύεται σε μια τιμή του συστήματος, που λαμβάνει δυαδική (γνωστή / μη γνωστή) ή βαθμωτή τιμή. Συνεπώς, το μοντέλο επικάλυψης αναπαρίσταται ως ζευγάρι τιμών «γνωστική έννοια – επίπεδο γνώσης εκπαιδευόμενου» και εμφανίζει σταδιακά στον χρήστη το παιδαγωγικό υλικό μέχρις ότου η γνώση του να είναι ίδια με την γνώση του ειδικού – καθηγητή στο πεδίο γνώσης. Το μοντέλο της επικάλυψης έχει αξιοποιηθεί τόσο σε προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων όσο και σε ευφυή συστήματα διδασκαλίας.

Το βασικότερο αρνητικό στοιχείο του μοντέλου επικάλυψης είναι η αδυναμία του στην εμφάνιση – παρουσίαση των πιθανών ασαφειών και παρανοήσεων του εκπαιδευομένου, επομένως έχει αναπτυχθεί το buggy μοντέλο που αναπαριστά την γνώση του εκπαιδευομένου ως την ένωση του υποσυνόλου του πεδίου γνώσης του εκπαιδευομένου και του υποσυνόλου των παρανοήσεών του.

### 2.9.2. Μοντέλο Buggy

Το μοντέλο Buggy υποστηρίζει την καλύτερη διόρθωση των ασαφειών και των παρανοήσεων του χρήστη αφού η παρουσία μιας αναπαράστασης σχετικά με την εσφαλμένη γνώση του εκπαιδευομένου είναι άμεσα αξιοποιήσιμη από παιδαγωγικής άποψης. Το μοντέλο Buggy έχει δύο εναλλακτικές μορφές: το bug catalogue & το bug-parts-library μοντέλο.

Το bug catalogue μοντέλο αξιοποιεί μια αρκετά ενημερωμένη βιβλιοθήκη προκαθορισμένων παρερμηνειών και ασαφειών που αξιοποιείται για να προστίθενται οι ασάφειες στο μοντέλο του χρήστη, παρόλα αυτά όμως είναι δύσκολη η δημιουργία και η ενημέρωση μιας τόσο μεγάλης βιβλιοθήκης σφαλμάτων και παρανοήσεων. Από την άλλη, στο bug-parts-library μοντέλο οι παρανοήσεις του χρήστη κατασκευάζονται, αποθηκεύονται και ενημερώνονται στην βιβλιοθήκη μερών σφαλμάτων αφού συχνά η βιβλιοθήκη υποστηρίζεται από συμβολικούς κανόνες με συνθήκες και δράσεις που υλοποιούνται όταν εμφανίζονται.

### 2.9.3. Μοντέλο αβεβαιότητας

Τα μοντέλα αβεβαιότητας για την γνώση του μαθητή είναι ποικίλα, όπως πιθανοτικά με την χρήση Bayesian networks, ασαφή (fuzzy), νευροασαφή (neurofuzzy) και άλλα. Οι εκπαιδευτικοί στόχοι του εκάστοτε χρήστη είναι ένα στοιχείο που μεταβάλλεται συχνά, όχι μόνο από συνεδρία σε συνεδρία που παρακολουθεί ο εκπαιδευόμενος αλλά μπορεί να αλλάξει μέσα στην ίδια συνεδρία. Οι εκπαιδευτικοί στόχοι μπορεί να είναι υψηλοί, όπως οι γνωστικοί στόχοι ή να είναι χαμηλοί, όπως στόχοι επίλυσης προβλημάτων και επηρεάζουν την προσαρμοστική πλοήγηση. Για την επιτυχή παρουσίαση των εκπαιδευτικών στόχων αξιοποιείται ένα μοντέλο που να μοιάζει με το μοντέλο επικάλυψης ή να δανείζεται στοιχεία από αυτό.

### 2.9.4. Μοντέλο στερεοτύπων

Στο μοντέλο στερεοτύπων ορίζονται «έτοιμες» κλάσεις χρηστών, όπου κάθε μοντέλο αποτυπώνεται ως ζεύγος «στερεότυπο - τιμή» με την τιμή να ορίζει εάν ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται ή όχι στο στερεότυπο αυτό. Τα μοντέλα στερεοτύπων είναι απλά στην σχεδίαση και την υλοποίησή τους για ένα προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων, όμως παρουσιάζουν κάποια βασικά μειονεκτήματα. Η δυσκολία καθορισμού όλων των πιθανών στερεοτύπων χρηστών για ένα προκαθορισμένο πεδίο γνώσης, η δυσκολία προσδιορισμού των ορίων μεταξύ στερεοτύπων – ομάδων χρηστών καθώς και η απλότητά τους που θέτει περιορισμούς στην ισχύ των εκπαιδευτικών συστημάτων που βασίζονται στα συγκεκριμένα μοντέλα. Συνεπώς είναι απαραίτητη η ύπαρξη πιο καλά ορισμένων – εξειδικευμένων μοντέλων γνώσης του εκπαιδευομένου με σκοπό την αποδοτικότερη προσαρμογή και εξατομίκευση του συστήματος στις ανάγκες του χρήστη.

Το μοντέλο στερεοτύπων είναι το πιο χρησιμοποιούμενο μοντέλο για την παρουσίαση του γνωστικού υποβάθρου και της προηγούμενης εμπειρίας του εκπαιδευομένου. Με τον όρο υπόβαθρο εννοούμε όλες τις πληροφορίες που αφορούν τις εμπειρίες του μαθητή εκτός του πεδίου γνώσης που είναι όμως σημαντικές και πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν, όπως η αναπηρία του και η γνώση σχετικά με αυτήν ή παρόμοιες γνωστικές περιοχές που παρουσιάζονται στο σύστημα. Με τον όρο εμπειρία

εννοούμε την εξοικείωση του χρήστη με το σύνολο των υπερμεσικών εφαρμογών αλλά και με το συγκεκριμένο προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων. Το μοντέλο στερεοτύπων έχει «φορτωμένα» μερικά μοντέλα χρηστών ούτως ώστε να κατατάξει τον χρήστη σε μια κατηγορία μετά την εγγραφή του στο εκπαιδευτικό σύστημα, αφού του παρουσιάζει ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με αυτόν (Βίρβου, Τσιρίγκα & Μουντρίδου, 2001). Οι κατηγορίες – ομάδες χρηστών βασίζονται στο γνωστικό επίπεδο του εκπαιδευομένου. Οι προτιμήσεις – επιλογές του χρήστη αφορούν τις παραμέτρους παρουσίασης της πληροφορίας στο σύστημα, όπως την επιλογή του τύπου του εκπαιδευτικού περιεχομένου στις σελίδες του συστήματος (π.χ. κείμενο, εικόνες, video) που αρέσει περισσότερο στον χρήστη.

#### 2.9.5 Κλιμακωτό μοντέλο

Θεωρείται ως η πιο απλή μορφή αναπαράστασης γνώσεων, και έχει δύο εναλλακτικές, την ποσοτική και την ποιοτική. Η ποσοτική μορφή του κλιμακωτού μοντέλου υλοποιείται μέσω κλίμακας ενώ η ποιοτική μορφή βασίζεται σε στερεότυπο όπως αρχάριος, μεσαίος, έμπειρος όπου ο χρήστης κατατάσσεται με βάση το γνωστικό του επίπεδο. Μοναδικό αρνητικό σημείο του κλιμακωτού μοντέλου είναι η παρουσίαση της γνώσης του χρήστη σε σχέση με την γνώση του μαθήματος, όμως η γνώση του μαθητή πιθανόν να είναι διαφορετική για κάθε ξεχωριστό τμήμα του μαθήματος. Ως απάντηση στο συγκεκριμένο ζήτημα, δημιουργήθηκαν τα δομημένα μοντέλα όπου κάθε μάθημα υποδιαιρείται σε επιμέρους ανεξάρτητες έννοιες και με βάση αυτές πρέπει να υλοποιηθεί η αναπαράσταση της γνώσης του εκπαιδευομένου.

#### 2.9.6 Διαφορικό μοντέλο

Θεωρείται μια βελτίωση του μοντέλου επικάλυψης, επειδή οι γνώσεις που κατακτά ο εκπαιδευόμενος κατά την διδασκαλία συνιστούν μέρος των γνώσεων που κατέχει ο ειδικός – καθηγητής. Η διαφορά από την επικάλυψη είναι ότι η γνώση του χρήστη χωρίζεται σε δυο κατηγορίες: την γνώση που οφείλει να κατακτήσει ο χρήστης και την γνώση που δεν περιμένουμε να κατακτήσει. Επομένως, η τελική γνώση που επιδιώκει να κατέχει ο χρήστης δεν ταυτίζεται με αυτήν του καθηγητή αλλά πιθανόν να είναι υποσύνολό της.

#### 2.9.7. Μοντέλο ορίων

Πρόκειται για μια παραλλαγή του μοντέλου επικάλυψης, αφού παρουσιάζει με ακρίβεια την γνώση του μαθητή στο μοντέλο χρήστη με την αξιοποίηση ασαφών ορίων. Με την παρατήρηση της συμπεριφοράς του εκπαιδευόμενου στο προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων καθορίζει ένα χαμηλό και ένα υψηλό όριο και με την χρήση συμπερασματικού λογισμού γίνονται προβλέψεις σχετικά με την γνώση του εκπαιδευόμενου και δημιουργούνται έλεγχοι για να τις επιβεβαιώσουν.

#### 2.9.8. Μοντέλο περιορισμών

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, το γνωστικό πεδίο παρουσιάζεται ως ένα σύνολο περιορισμών ενώ το μοντέλο χρήστη προσδιορίζεται από τους περιορισμούς που θα παραβιαστούν από τον εκπαιδευόμενο κατά την χρήση του συστήματος και την αξιοποίηση των παρεχόμενων δραστηριοτήτων.

#### 2.9.9. Συνδυασμός μοντέλων

Πολλά συστήματα αντί να αξιοποιούν ένα προκαθορισμένο μοντέλο αναπαράστασης γνώσης συνδυάζουν χαρακτηριστικά και δυνατότητες δύο ή περισσότερων μοντέλων. Ο πιο κοινός συνδυασμός μοντέλων είναι η αρχική κατάταξη των εκπαιδευομένων με βάση το μοντέλο στερεοτύπων σε



συγκεκριμένες υποομάδες. Έπειτα, κατά την εκπαιδευτική διαδικασία που εξελίσσεται σταδιακά και με βάση τις νεότερες πληροφορίες δημιουργείται ένα Μοντέλο Επικάλυψης για μία εξατομικευμένη προσαρμογή του εκπαιδευτικού συστήματος στον χρήστη. Κλείνοντας, εκτός από το μοντέλο χρήστη, οι στόχοι του εκπαιδευμένου, το υπόβαθρό του αλλά και οι προσωπικές του προτιμήσεις επηρεάζουν την εμφάνιση του γνωστικού πεδίου του συστήματος.

## 2.10. Έρευνες για την εκμάθηση πληκτρολόγησης σε άτομα με οπτικές αναπηρίες

Στην έρευνα της (Stauffer, 2008) παρουσιάζεται μια πρωτότυπη μέθοδος για την εκμάθηση δεξιοτήτων ανάγνωσης και γραφής σε άτομα με οπτική αναπηρία και πρόσθετες αναπηρίες, στην οποία η κατάκτηση της δεξιότητας ανάγνωσης με απρόσκοπτο και εύκολο τρόπο καλλιεργείται στους εκπαιδευόμενους μέσω της εκμάθησης πληκτρολόγησης. Τα δύο κύρια χαρακτηριστικά της έρευνας ήταν ότι υπήρχε πληκτρολόγιο με ενσωματωμένα την γραφή Braille στα πλήκτρα του και η πληκτρολόγηση διδασκόταν με μια ολιστική προσέγγιση στην γλωσσική εκμάθηση. Στόχος της έρευνας ήταν οι εκπαιδευόμενοι να μην πληκτρολογούν σειρές από γράμματα, αλλά να αναπτύσσουν τον γραμματισμό τους μέσω της εκμάθησης πληκτρολόγησης. Η ολιστική προσέγγιση της γλώσσας φαίνεται να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για αυτούς τους μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολία στην κατανόηση λέξεων εάν δεν μπορούν να συνδέσουν την λέξη με ένα νόημα. (Stauffer, 2008)

Στην ίδια έρευνα, σύμφωνα με τον Hart, Blasch and Welsh, οι μαθητές με οπτική αναπηρία χρειάζονται υποστήριξη από έναν ειδικό για να ενσωματώσουν μια σειρά από δεδομένα με στόχο να αναπτύξουν τις έννοιες – εννοιολογικές ικανότητες που είναι απαραίτητες για να προσανατολιστούν και να αντιληφθούν το περιβάλλον τους. Τα χέρια πρέπει να εκπαιδευτούν ούτως ώστε να εξερευνούν και να συλλέγουν πληροφορίες. Η κατανόηση των χωρικών δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες, όπως χωρική αντίληψη και προσανατολισμός, μπορούν να διδαχθούν μέσω της εκμάθησης πληκτρολόγησης. Επιπλέον, λειτουργικές ακαδημαϊκές δεξιότητες όπως ακουστική της λέξης (φωνολογία) και ορθογραφία (σωστή γραφή – γράμματα της λέξης) μπορούν να κατακτηθούν με φυσικό τρόπο καθώς ο εκπαιδευόμενος αναπτύσσει τη σχέση – σύνδεση μεταξύ γράμματος/ήχου για τη δημιουργία λέξεων με ξεκάθαρο νόημα. Η συγγραφέας υποστηρίζει ότι ο εκπαιδευόμενος αρχικά πρέπει να μάθει να πληκτρολογεί σε έναν ηλεκτρονικό κειμενογράφο και όχι σε ένα πληκτρολόγιο υπολογιστή, αφού το πληκτρολόγιο δυσκολεύει την παροχή οδηγιών και δεν ενημερώνει τον εκπαιδευόμενο για πιθανά λάθη σε αντίθεση με τον ηλεκτρονικό κειμενογράφο, που παρέχει ηχητική ανατροφοδότηση στον μαθητή με οπτικές αναπηρίες. Στην συνέχεια, και όσο θα βελτιώνει την πληκτρολόγησή του στον ηλεκτρονικό κειμενογράφο, μπορεί να περάσει στη χρήση πληκτρολογίου υπολογιστή, που θα του παρέχει περισσότερες δυνατότητες επικοινωνίας μετά την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάγνωσης και γραφής.

Σχετικά με τη μέθοδο της συγκεκριμένης έρευνας, η εκμάθηση της χρήσης πληκτρολογίου για μαθητές με οπτική αναπηρία και άλλες αναπηρίες απαιτεί τη συνομιλία ένας προς έναν και την προσοχή του καθηγητή με την χρήση λεκτικών και σωματικών υποδείξεων. Οι έρευνες έδειξαν ότι η διαδικασία ενίσχυσης της προσοχής του εκπαιδευτή και της μικρής απόστασης του από τον μαθητή επηρεάζει την διαδικασία εκμάθησης του μαθητή. Οι (Kleitman, Haskell and Dowling, 1985) σε έρευνά τους το 1985 απέδειξαν ότι η διαδικασία της προσοχής και της επιβεβαίωσης από τον καθηγητή είναι αρκετή για να υποστηρίξει τον μαθητή να προσπαθήσει ικανοποιητικά να δώσει σωστές απαντήσεις. Ο Dunn, 1995 διατείνεται ότι ο βαθμός του συναισθηματικού κινήτρου του εκπαιδευμένου για την διδασκαλία αυξάνεται από τη μικρή απόσταση του εκπαιδευτή. Ακόμη, η επιλογή του εκάστοτε μαθητή για συγκεκριμένη λεκτική προτροπή πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν από τον καθηγητή. Ο κάθε

εκπαιδευόμενος μπορεί να ζητήσει μια εναλλακτική λεκτική προτροπή, όπως, αντί για «πατήστε το κενό», «πατήστε το διάστημα». Για μαθητές με πολλαπλές οπτικές αναπηρίες, η επιλογή της λεκτικής προτροπής από τον εκπαιδευόμενο ολοκληρώνει την ολιστική διαδικασία προσέγγισης της γλωσσικής εκπαίδευσης και παράλληλα, ο καθηγητής αξιοποιεί αποτελεσματικά όλες τις φυσικές δυνατότητες για την εκμάθηση των σημαντικότερων σημείων της διδασκαλίας πληκτρολόγησης. Μια ανάλυση των δεδομένων πληκτρολόγησης έδειξε ότι τα περισσότερα λάθη εμφανίζονταν στη χρήση του κενού και την ευαισθησία στην αφή του πληκτρολογίου. Ο μαθητής που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα, μετά από ένα χρόνο χρήσης ηλεκτρονικού κειμενογράφου, χρησιμοποίησε πληκτρολόγιο υπολογιστή και δεν εμφάνισε κανένα πρόβλημα στη χρήση του, χωρίς να αυξήσει το ποσοστό λαθών.

Στην έρευνα των (Nicolau et al, 2015) για την κατανόηση της επίδοσης πληκτρολόγησης, όπου διεξήχθη μια έρευνα με πέντε αρχάριους χρήστες με οπτική αναπηρία, στοχεύοντας στη λεπτομερή ανάλυση της επίδοσης πληκτρολόγησης σχετικά με τα λάθη χαρακτήρων και μετρικές πίεσης στα δάχτυλα. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι οι χρήστες με οπτική αναπηρία βελτιώνονται με τον χρόνο αλλά σε πολύ μικρό και σταδιακό ρυθμό (0,3 λέξεις ανά εβδομάδα), τα πιο συχνά λάθη είναι οι αντικαταστάσεις γραμμάτων και υπάρχει σημαντική επίδραση στα ποσοστά εισόδου – πληκτρολόγησης γραμμάτων. Επιπλέον, η έρευνα εστίασε στην συμπεριφορά πληκτρολόγησης, στα σημεία – πλήκτρα συχνής χρήσης, στις κινήσεις εξερεύνησης – πλοήγησης γραμμάτων και τις θέσεις ανύψωσης. Η εισαγωγή κειμένου είναι παραδοσιακά οπτική διαδικασία, ιδιαίτερα κατά τη χρήση οθονών αφής, για τα άτομα με οπτική αναπηρία υπάρχουν οι κατάλληλες εφαρμογές – υπηρεσίες προσβασιμότητας για να μπορεί ένας οπτικά ανάπηρος να γράψει σε μια οθόνη αφής, γλιστρώντας το δείκτη του και ακούγοντας σε ποιο γράμμα πατάει το δάχτυλό του, πατώντας διπλά στην οθόνη εάν θέλει να το επιλέξει (Talkback – android accessibility).

Τα άτομα με οπτικές αναπηρίες χρησιμοποιούν το πληκτρολόγιο σε μεγάλες περιόδους συνεχούς κίνησης (γλίστρημα ) με στόχο την εύρεση του σωστού γράμματος και διπλό πάτημα όταν βρουν το σωστό γράμμα, σε αντίθεση με τους βλέποντες που απλά πατούν το επιλεγμένο γράμμα στην οθόνη αφής. Οι MacKenzie et al, 2001 πρότειναν 7 τεχνικές μέτρησης για την κατανόηση της συμπεριφοράς πληκτρολόγησης των χρηστών σε συσκευές αφής, όπως την ανάλυση μονοπατιού για την εύρεση γράμματος (επαναπληκτρολόγηση χαρακτήρα), αλλά και συνεχείς μετρικές (ποικιλία κινήσεων για την εύρεση χαρακτήρα). Οι Hwang et al, 2004 πρότειναν την ανάλυση των υπο-κινήσεων μεταξύ της επιλογής από χαρακτήρα σε χαρακτήρα για την εύρεση των προβλημάτων πληκτρολόγησης σε άτομα με κινητικές αναπηρίες. Στην προαναφερθείσα έρευνα, μετρήθηκαν οι λέξεις ανά λεπτό, ποσοστά συνολικών λαθών, λανθασμένων λέξεων που έμειναν λάθος, και λανθασμένων λέξεων που διορθώθηκαν. Επιπλέον, διερευνήθηκαν λάθη ανά γράμμα – χαρακτήρα και τύπο λαθών (αντικαταστάσεις, εισαγωγές και παραλείψεις χαρακτήρων).

Τα αποτελέσματα της έρευνας των (Nicolau et al, 2015) αφορούσαν την απόδοση στην εισαγωγή κειμένου, τη διερεύνηση των λαθών ανά χαρακτήρα – γράμμα και τις συμπεριφορές εξερεύνησης – πλοήγησης πληκτρολογίου με την αφή. Οι συμμετέχοντες κατάφεραν να πληκτρολογούν 4 λέξεις ανά λεπτό, με ποσοστό λάθους 4,7% μετά τις 8 εβδομάδες. Το ποσοστό εκμάθησης ήταν 0,3 λέξεις ανά εβδομάδα. Γενικά, οι συμμετέχοντες κατέκτησαν ένα καλύτερο χωρικό μοντέλο του εικονικού πληκτρολογίου καταφέροντας να πατούν πιο κοντά στον χαρακτήρα – στόχο, να έχουν λιγότερο χρονοβόρα και περισσότερο αποτελεσματικά (λιγότερες κινήσεις) και να κάνουν λιγότερες επαναλήψεις εισαγωγής χαρακτήρων – γραμμάτων, συνεπώς είχαν λιγότερο χρόνο παύσης για να έχουν ακουστική ανατροφοδότηση. Τα πιο συνηθισμένα λάθη ήταν οι αντικαταστάσεις και τα πιο

συνηθισμένα σημεία πατήματος – κλικ ήταν σε συγκεκριμένους χαρακτήρες και στις άκρες του πληκτρολογίου. Σε ποσοστό 38%, υπήρχε αντικατάσταση γραμμάτων, επειδή ο χρήστης με οπτική αναπηρία πατούσε σε κοντινό χαρακτήρα. Τέλος, οι συμμετέχοντες διόρθωναν το 98,4% των λαθών που έκαναν κατά την διαδικασία εισαγωγής κειμένου – πληκτρολόγησης, αναλώνοντας το 13% του χρόνου πληκτρολόγησης ενώ παράλληλα, το 30% των διορθώσεων ήταν υποαποδοτικό, αφού οι χρήστες με οπτική αναπηρία διόρθωναν τις ήδη σωστές λέξεις.

Η προσβασιμότητα των έξυπνων ηλεκτρονικών συσκευών έχει βελτιωθεί κατά πολύ, αφού οι περισσότερες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται από βλέποντες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από άτομα με οπτική αναπηρία. Στην έρευνα των (Maschetti et al, 2011) παρουσιάστηκε μια πρωτότυπη εφαρμογή για την εισαγωγή κειμένου σε συσκευές με οθόνες αφής, που ονομάστηκε Type-InBraille, που βασίζεται στη γραφή – κώδικα Braille και είναι ειδικά σχεδιασμένη για άτομα με οπτική αναπηρία. Το πρόβλημα της πληκτρολόγησης στις οθόνες αφής είναι σημαντικό, αφού σε αυτές αναδύεται ένα εικονικό πληκτρολόγιο όπου αναπαριστά το κλασικό πληκτρολόγιο μορφής QWERTY. Για έναν χρήστη με οπτική αναπηρία, η εισαγωγή κάθε χαρακτήρα απαιτεί την πλοήγηση – εξερεύνηση του χαρακτήρα που θέλει να πληκτρολογήσει, διαδικασία που είναι χρονοβόρα και συχνά οδηγεί σε λάθος πάτημα πλήκτρου. Συνεπώς, ο κύριος στόχος των παραπάνω ερευνητών ήταν η πληκτρολόγηση με την χρήση κώδικα Braille, που χρησιμοποιείται κυρίως από τους χρήστες με οπτική αναπηρία για να διαβάσουν.

Στην παραπάνω έρευνα, ο χρήστης μπορεί να πληκτρολογήσει έναν χαρακτήρα μέσω της αναπαράστασής του στη γραφή Braille, με την εισαγωγή των τριών σειρών κουκίδων από πάνω προς τα κάτω. Για την εισαγωγή μιας σειράς, η οθόνη αφής χωρίζεται σε δυο ορθογώνια (το αριστερό και το δεξί) και υπάρχουν 4 χειρονομίες εισόδου (ένα πάτημα στην αριστερή πλευρά (μια αριστερή κουκίδα), ένα πάτημα στη δεξιά πλευρά (μια δεξιά κουκίδα), δυο πατήματα – ένα σε κάθε πλευρά (δυο κουκίδες), και τρία πατήματα στην οθόνη (καμία κουκίδα)). Επιπλέον, έχει σχεδιαστεί μια χειρονομία για την αναπαράσταση του κενού (γλίστρημα από αριστερά προς τα δεξιά στην οθόνη). Η διαδικασία για την αναπαράσταση της κενής σειράς καθώς και η διαδικασία για το σβήσιμο ενός γράμματος – χαρακτήρα γίνεται με γλίστρημα προς τα κάτω και προς τα αριστερά, αντίστοιχα. Η εφαρμογή Type-InBraille έχει τέσσερις μορφές λειτουργίας, τη μορφή πληκτρολόγησης, τη μορφή εξερεύνησης, τη μορφή επιλογής και τη μορφή αποστολής. Στις μορφές εξερεύνησης και επιλογής, ο χρήστης με οπτική αναπηρία μπορεί είτε να επεξεργαστεί το κείμενο που έχει εισάγει είτε να το επιλέξει και να προχωρήσει σε επόμενη λειτουργία. Στη μορφή αποστολής, ο χρήστης αντιγράφει, αποκόπτει, ή επικολλά το επιλεγμένο κείμενο ή το αποστέλλει σε e-mail ή μήνυμα. Για την πλήρη χρήση της εφαρμογής, ο χρήστης πρέπει να εξοικειωθεί με το περιβάλλον της, είτε με την χρήση ακουστικής ανατροφοδότησης είτε χωρίς, και στη συνέχεια να προχωρήσει στη χρήση της, τόσο με ακουστική ανατροφοδότηση εάν είναι αρχάριος, όσο και χωρίς εάν είναι έμπειρος χρήστης..

### Κεφάλαιο 3: Υλοποίηση εργασίας

Το τρίτο κεφάλαιο περιέχει τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της εφαρμογής. Επιπλέον, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

### 3.1. Ανάλυση απαιτήσεων

#### 3.1.1. Απαιτήσεις εφαρμογής

Το σύστημα έπρεπε να σχεδιαστεί και να αναπτυχθεί με κατάλληλο τρόπο ώστε να παρέχει στους χρήστες ασκήσεις αυξανόμενης δυσκολίας που να ανταποκρίνονται στις προσωπικές τους ανάγκες και προτιμήσεις. Ο βέλτιστος τρόπος χωρισμού της ύλης για την εκμάθηση πληκτρολόγησης ήταν να χωριστεί σε τρία επίπεδα αυξανόμενης δυσκολίας (αρχάριος, καλός, έμπειρος). Με τον τρόπο αυτό, η χρήση και η περιήγηση στο σύστημα καθίσταται ευκολότερη και κατάλληλα σχεδιασμένη για χρήστη κάθε επιπέδου. Σε κάθε επίπεδο υπάρχει αυξανόμενος αριθμός ασκήσεων, στο επίπεδο αρχάριος υπάρχουν 4 ασκήσεις, στο επίπεδο καλός υπάρχουν 8 και στο επίπεδο έμπειρος υπάρχουν 12 ασκήσεις. Στο επίπεδο αρχάριος, ο χρήστης γνωρίζει και εξοικειώνεται με το πληκτρολόγιο. Στο επίπεδο καλός, ο χρήστης συσχετίζει την θέση των πλήκτρων με τα κοντινά τους και σχηματίζει συλλαβές. Στο επίπεδο έμπειρος, γράφει απλές και σύνθετες λέξεις και προτάσεις και επιπλέον αυξάνει την ταχύτητα πληκτρολόγησής του. Το σύστημα ενημερώνει τον χρήστη για την πρόοδό του καθώς και για τα συχνά εμφανιζόμενα λάθη που κάνει.

Το πρόγραμμα προσφέρει στους διαχειριστές την δυνατότητα να τοποθετήσουν μαθητή σε κατηγορία – στερεότυπο χρήστη καθώς και να δημιουργήσουν νέο χρήστη – μαθητή.

#### 3.1.2. Απαιτήσεις χρήστη

Ο βασικότερος σκοπός σχετικά με τον σχεδιασμό ενός συστήματος διεπαφής (interface) είναι η μέγιστη δυνατή χρησιμοποίησιμότητα. Οι κανόνες σχεδιασμού ενός συστήματος διέπονται από τις τρεις σημαντικές αρχές της χρησιμοποίησιμότητας: την ευκολία εκμάθησης, την ευκαμψία και την ανθεκτικότητα.

Με βάση τις παραπάνω τρεις αρχές, το σύστημα είναι αναγκαίο να εκπληρώνει τους κανόνες σχεδιασμού που αναλύονται στην συνέχεια. Σχετικά με την αρχή της ευκολίας εκμάθησης, οι κανόνες σχεδιασμού οι οποίοι θεωρούνται υψίστης σημασίας είναι:

- Προβλεψιμότητα: το σύστημα δεν πρέπει να απαιτεί ο χρήστης να θυμάται πολλά στοιχεία που εμφανίστηκαν προηγουμένως για να φέρει εις πέρας μια ενέργεια στο σύστημα. Η μετάβαση από μια ενέργεια στο τελικό προσδοκώμενο αποτέλεσμα δεν πρέπει να απαιτεί την χρήση της βραχυπρόθεσμης αλλά ούτε και της μακροπρόθεσμης μνήμης του χρήστη. Η χρήση βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης μνήμης είναι απαγορευτική για χρήστες με οπτικές αναπηρίες αφού το κύριο κανάλι μετάδοσης πληροφοριών είναι ο ήχος, και η εικόνα χρησιμοποιείται υποστηρικτικά.
- Οικειότητα: η εφαρμογή πρέπει να παρέχει απαντήσεις, υποδείξεις και συμβουλές που να είναι κατανοητές από τον χρήστη. Τα μηνύματα που θα εμφανίζονται στον χρήστη μετά από κάποια ενέργεια είναι αναγκαίο να είναι περιεκτικά, να παρέχουν ο σύνολο της πληροφορίας που χρειάζεται ο χρήστης, καθώς και τα βήματα που θα πρέπει να ακολουθήσει στην συνέχεια, ειδικότερα στις περιπτώσεις όπου ο χρήστης έχει οδηγηθεί σε λάθος αποτέλεσμα.
- Σύνθεση: το σύστημα πρέπει να οργανώνει με λογικό τρόπο την παρουσίαση των στοιχείων στην οθόνη. Η τυχαία ή απρόβλεπτη σειρά κουμπιών, εικονιδίων, χρήσιμων αντικειμένων στην οθόνη του χρήστη, μειώνει την ικανότητα διαχωρισμού και την αφαιρετική ικανότητά

του. Όταν ο χρήστης δεν έχει μια σταθερή σύνθεση οθόνης, δεν μπορεί να κατακτήσει ή να βελτιώσει την μάθησή του σχετικά με το σύστημα.

- Συνέπεια: η εφαρμογή πρέπει να είναι συνεπής στις δομές που εμφανίζει στον χρήστη καθ' όλη την έκτασή της, άρα η δομή δεν πρέπει να αλλάζει εύκολα και σε μεγάλο βαθμό. Έτσι, η αίσθηση της όρασης συνηθίζει σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο που είναι δύσκολο να ξεχάσει και δεν δημιουργεί σύγχυση στον χρήστη. Η συγκεκριμένη παράμετρος είναι ιδιαίτερα σημαντική στο σύστημά μας, ούτως ώστε να εξυπηρετεί τους χρήστες με μειωμένη όραση όσο και για τους χρήστες που έχουν ολική τύφλωση που δεν πρέπει να μπερδέψουν ή να χάσουν ασκήσεις.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που υποστηρίζει την ευκολία εκμάθησης είναι η ενεργή βοήθεια. Η παροχή on-line βοήθειας, εγχειριδίου χρήσης και άλλων δομών βοήθειας παίζουν κύριο ρόλο στην διαδικασία εκμάθησης.

Στην δεύτερη κατηγορία οδηγιών που πρέπει να ακολουθεί ένα σύστημα περιέχονται οι αρχές της ευκαμψίας. Στην συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικότερα:

- Αλληλεπίδραση: Ο χρήστης θα πρέπει να έχει πολλαπλές δυνατότητες αλληλεπίδρασης με το σύστημα. Στην περίπτωσή μας, επειδή οι χρήστες είναι άτομα με οπτική αναπηρία, δεν υπάρχει ή είναι περιορισμένη η χρήση ποντικιού, συνεπώς το πληκτρολόγιο και οι ηχητικές οδηγίες – κατευθύνσεις είναι μέθοδοι αλληλεπίδρασης με το σύστημα.
- Κατηγοριοποίηση: το σύστημα είναι αναγκαίο να κατατάσσει τους χρήστες σε ομάδες χρηστών, όπου στους αρχάριους θα παρέχονται μεγαλύτερες δυνατότητες ευκολίας, βοήθειας και υποστήριξης στην χρήση της εφαρμογής καθώς και παρουσίαση ενδεικτικής χρήσης της εφαρμογής. Οι καλοί χρήστες θα πρέπει να υποστηρίζονται από βοήθεια και συμβουλές όποτε αυτοί το θεωρούν απαραίτητο. Οι έμπειροι χρήστες είναι ανάγκη να αξιοποιούν συντομεύσεις για να επισπεύδουν τις ενέργειές τους.
- Εναλλακτικές μορφές: ο χρήστης είναι αναγκαίο να μπορεί να περάσει από μια άσκηση – εργασία σε μια άλλη με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους, που θα χαρακτηρίζονται από ευκολία. Με όλους τους διαθέσιμους τρόπους υπάρχει δυνατότητα για πιο γρήγορα και άμεσα μονοπάτια μεταξύ των ασκήσεων και άρα, εξοικονόμηση χρόνου και πόρων.

Στην τελευταία κατηγορία κανόνων συμπεριλαμβάνονται οι κανόνες που ελέγχουν τον χρήστη από μια λανθασμένη ενέργεια στο σύστημα που θα καταστρέψει σημαντικά και αναγκαία δεδομένα. Με άλλα λόγια, η συγκεκριμένη κατηγορία κανόνων αναφέρεται στην ανθεκτικότητα του συστήματος:

- Επαλήθευση: η εφαρμογή πρέπει να ζητάει την επιβεβαίωση του χρήστη πριν από κάθε επιζήμια εντολή, μέσω αυτής της επικοινωνίας ο χρήστης καταλαβαίνει την καταστροφική του ενέργεια πριν να είναι μη αναστρέψιμη, τις συνέπειές της καθώς και μπορεί έστω και σε τελικό στάδιο να την αποτρέψει.
- Αντιστροφή: το σύστημα πρέπει να δίνει την επιλογή για εντολές τύπου “Undo” που θεωρούνται κύριος παράγοντας για την ανθεκτικότητα του. Ακόμα και στην έσχατη περίπτωση όπου εκτελέστηκε μια επιζήμια ενέργεια στο σύστημα, το σύστημα μπορεί να «γυρίσει» στην πρότερη κατάσταση, χωρίς να χαθούν σημαντικά δεδομένα.
- Μηνύματα λάθους: η εφαρμογή πρέπει να παρουσιάζει στον χρήστη και να τον ενημερώνει όταν επιλέξει μια λάθος εντολή, καθώς και να μπλοκάρεται για να μην συνεχίσει την

εκτέλεση της ακολουθίας εντολών που θα τον οδηγήσουν σε ανακριβές τελικό αποτέλεσμα. Το μήνυμα λάθους πρέπει να είναι απλό, κατανοητό και να εξατομικεύεται στις γνώσεις και την πρότερη εμπειρία του χρήστη καθώς και να μπορέσει ο χρήστης, μέσω του μηνύματος, να κατανοήσει το λάθος του και το σημείο στο οποίο συνέβη αυτό.

- «Συγχώρεση» λαθών: το σύστημα πρέπει να συγχωρεί τα λάθη, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου ο χρήστης είναι αρχάριος και πιο επιρρεπής σε αυτά, ούτως ώστε να μην κουραστεί. Από την άλλη, τα λάθη πρέπει να προτάσσονται σε πρωταρχικό ρόλο όταν είναι απαραίτητο για την αποφυγή σφαλμάτων.

Όλες οι παραπάνω κατευθυντήριες οδηγίες μπορούν να μας βοηθήσουν να αναπαραστήσουμε την αρχική – κύρια σχεδίαση ενός συστήματος διεπαφής χρήστη. Στα επόμενα κεφάλαια, θα δούμε την υλοποίηση της συγκεκριμένης εφαρμογής που έχει σχεδιαστεί με βάση τους παραπάνω σημαντικούς κανόνες σχετικά με την ευχρηστία, την ευκαμψία και την ανθεκτικότητα.

### 3.1.3. Περιορισμοί συστήματος

Οι βασικοί περιορισμοί του συστήματος ήταν ότι κατά την διαδικασία λειτουργίας του δεν θα πρέπει να καταναλώνει το σύνολο των υπολογιστικών πόρων μας. Με την τεχνική αυτή, το σύστημα δεν θα καταρρεύσει, δεν θα περιορίζει τον χρήστη στην αλληλεπίδραση, δεν θα «κολλάει», θα είναι εύχρηστο και βολικό. Με άλλα λόγια, το σύστημα δεν πρέπει να αργεί την εμφάνιση των αποτελεσμάτων ή της προόδου του χρήστη ή των επόμενων ασκήσεων.

Παράλληλα, είναι αναγκαίο να λάβουμε υπ' όψιν μας ότι ο χρήστης δεν έχει ιδιαίτερες γνώσεις χειρισμού υπολογιστών, άρα ένα ενιαίο και ολοκληρωμένο σύστημα είναι αναγκαίο να έχει μια σειρά αρχικών στόχων που θα περιγράφουν παρακάτω.

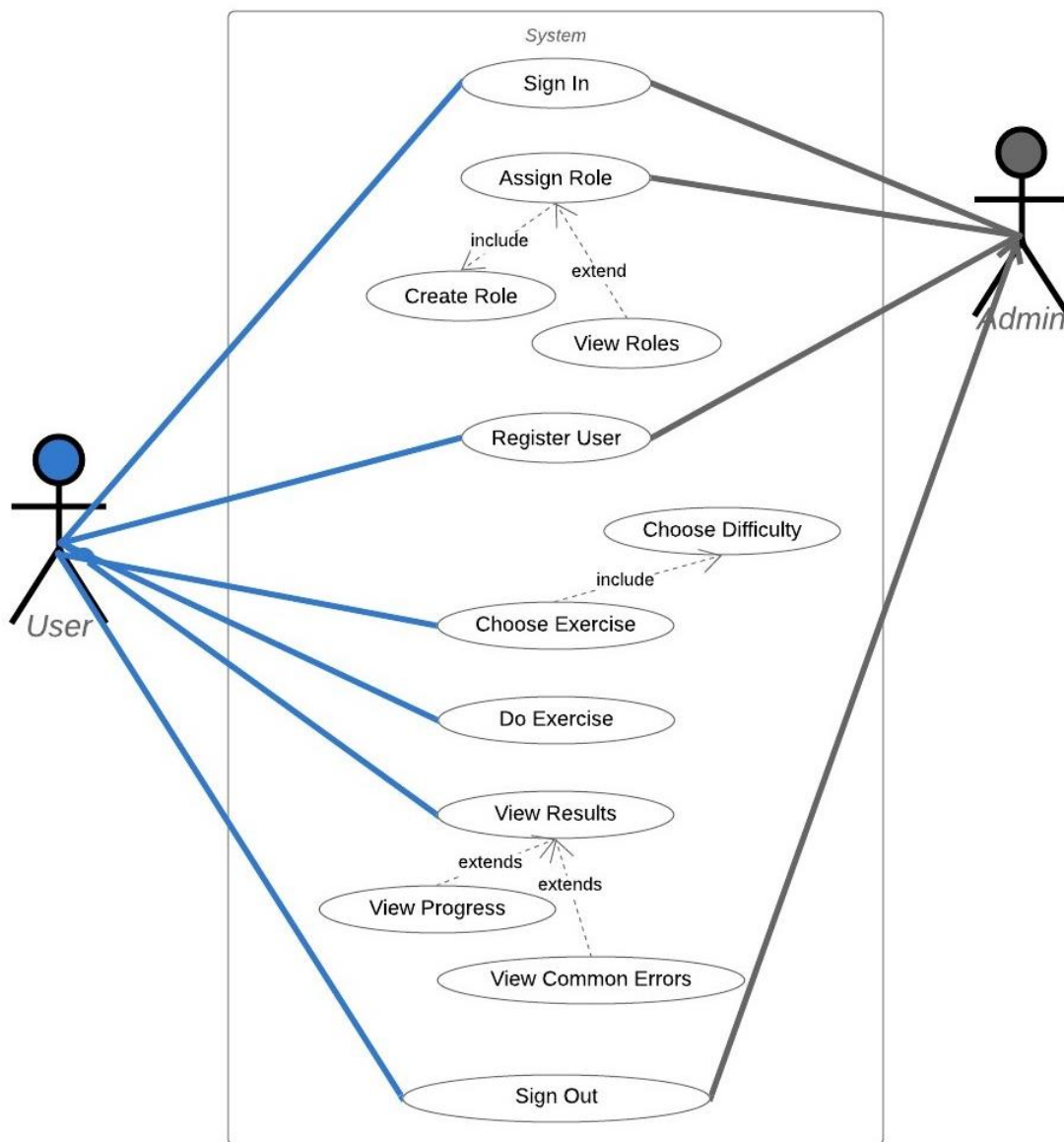
Ακόμη, επειδή το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί από χρήστες με διάφορες οπτικές αναπηρίες, πρέπει να έχει πολλές μορφές παρουσίασης για κάθε χρήστη, ανάλογα με τις ανάγκες του. Στην ίδια κατεύθυνση, πρέπει να μπορεί να αλληλεπιδράσει με πληθώρα αναγνωστών οθόνης, που συμπεριλαμβάνονται στις υποστηρικτικές τεχνολογίες για τα άτομα με αναπηρία όρασης. Τέλος, πρέπει να παρέχει κατάλληλες ακουστικές οδηγίες και περιγραφές ασκήσεων για κάθε κατηγορία χρηστών με οπτική αναπηρία.

## 3.2. Σχεδιασμός συστήματος

### 3.2.1. Διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης

Τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης (use case diagrams) αναπαριστούν τα συγκεκριμένα είδη χρήσης του συστήματος. Παρουσιάζουν την λειτουργικότητα του συστήματος που θα υλοποιηθεί, δείχνοντας τις βασικές λειτουργίες του που ενεργοποιούνται όταν οι χαρακτήρες επιλέξουν μια λειτουργία. Το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης είναι ένα μοντέλο περιπτώσεων χρήσης που περιλαμβάνει τις περιπτώσεις χρήσης και τους χαρακτήρες. Οι περιπτώσεις χρήσης αναπαριστούν τις απαιτήσεις του πελάτη.

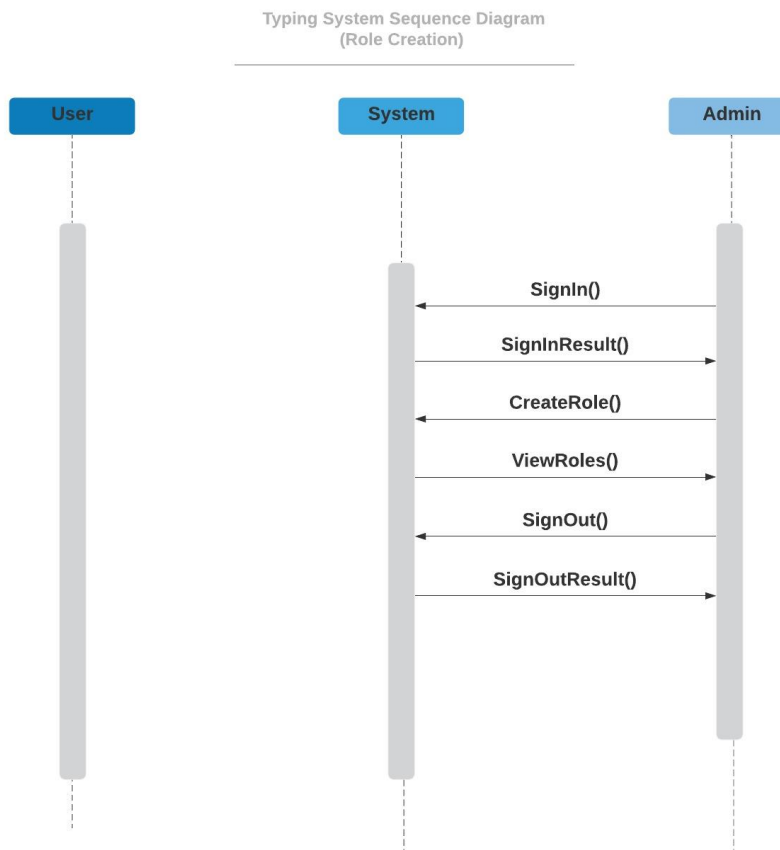
## Typing System Use Case Diagram



Στο παραπάνω διάγραμμα, εμφανίζονται οι περιπτώσεις χρήσης για τον χρήστη - User (μαθητή) και για τον καθηγητή - Admin (διαχειριστή) του συστήματός μας. Οι χαρακτήρες - πράκτορες του συστήματός μας είναι ο μαθητής και ο καθηγητής. Οι περιπτώσεις χρήσης που μπορούν να αξιοποιηθούν οι χαρακτήρες παρουσιάζονται με την μορφή ελλειπτικού σχήματος. Ο μαθητής συμμετέχει σε 6 περιπτώσεις χρήσης, έχει μια υποχρεωτική περίπτωση χρήσης πριν ξεκινήσει την επιλογή ασκήσεων καθώς και δύο προαιρετικές περιπτώσεις χρήσης αφού δει τα αποτελέσματά του για μια άσκηση. Ο καθηγητής βρίσκεται σε 4 περιπτώσεις χρήσης, έχει μια υποχρεωτική περίπτωση πριν επιλέξει την ανάθεση ρόλου σε μαθητή και μια προαιρετική περίπτωση αφού πριν επιλέξει ρόλο μαθητή.

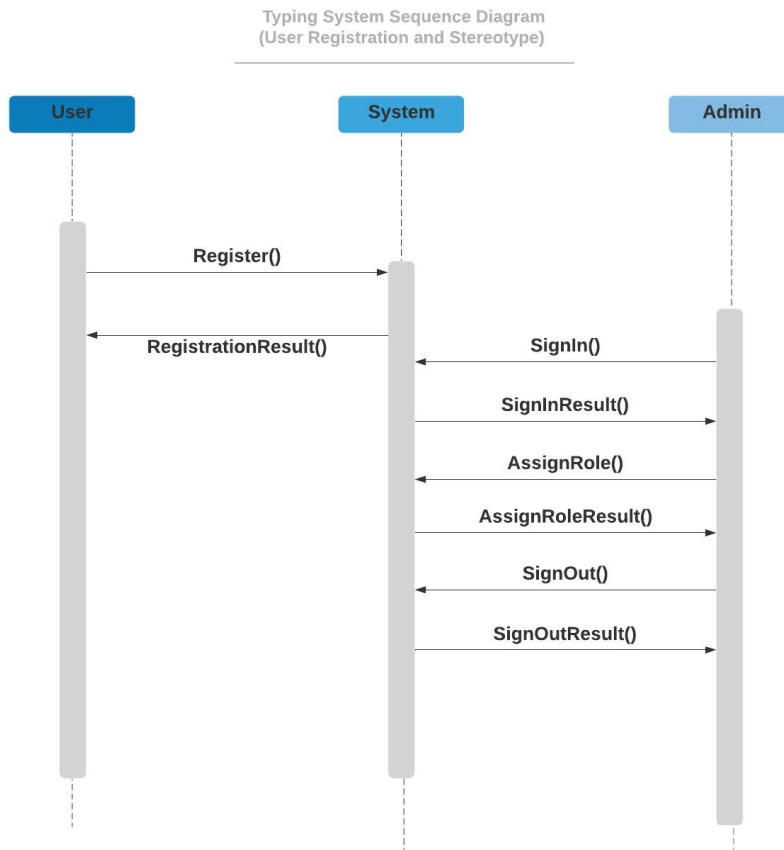
### 3.2.2. Διάγραμμα σειράς

Τα διαγράμματα σειράς παρουσιάζουν τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους χρήστες και τα αντικείμενα του συστήματος από χρονική πλευρά. Τα αντικείμενα (χρήστες ή σύστημα) αναπαρίστανται ως ένα ορθογώνιο και μια κάθετη διακεκομμένη γραμμή που ονομάζεται γραμμή ζωής του αντικειμένου. Τα αντικείμενα επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας μηνύματα που εμφανίζονται με οριζόντια βέλη σχεδιασμένα από τον αποστολέα του μηνύματος προς τον παραλήπτη. Η σειρά αποστολής κάθε μηνύματος ορίζεται από την θέση του μηνύματος στην γραμμή ζωής. Οι χρήσεις των διαγραμμάτων σειράς είναι δύο: η τεκμηρίωση των περιπτώσεων χρήσης, δηλαδή η παρουσίαση της αλληλεπίδρασης μεταξύ αντικειμένων, καθώς και η ακριβής αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αντικειμένων λογισμικού που αξιοποιούνται στο σύστημα.

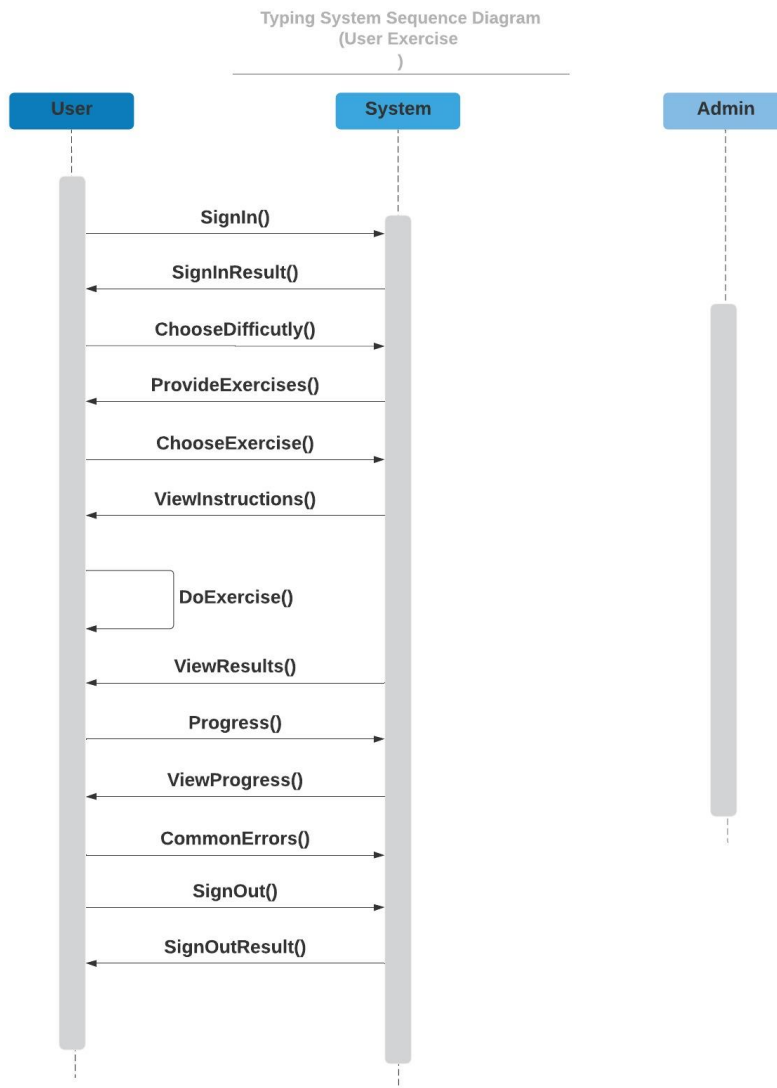


Στο παραπάνω διάγραμμα σειράς εμφανίζεται η διαδικασία δημιουργίας ενός ρόλου μαθητή από τον καθηγητή – διαχειριστή του συστήματος, που θα χρησιμοποιηθεί στο επόμενο βήμα, την εγγραφή μαθητή και την ανάθεση στερεοτύπου.





Στο συγκεκριμένο διάγραμμα ακολουθίας βλέπουμε την διαδικασία εγγραφής ενός μαθητή – χρήστη και την ανάθεση ρόλου από τον καθηγητή – διαχειριστή του συστήματος, ούτως ώστε στον μαθητή να παρουσιαστεί ένα σύστημα προσαρμοσμένο στις ανάγκες του, εξατομικευμένο σύμφωνα με τα προσωπικά του χαρακτηριστικά.



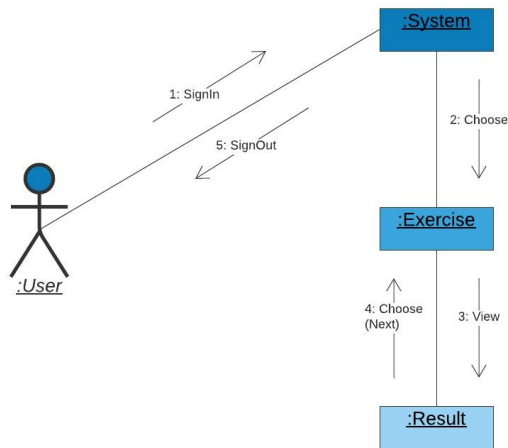
Στο παραπάνω διάγραμμα σειράς αναπαρίσταται η διαδικασία επίλυσης ασκήσεων από έναν μαθητή – χρήστη. Αρχικά, ο μαθητής πρέπει να κάνει είσοδο στο σύστημα, να επιλέξει δυσκολία, να επιλέξει άσκηση από τις προσφερόμενες, να επιλύσει την άσκηση. Μπορεί να επιλύσει περισσότερες από μια υπό-ασκήσεις ανάλογα με το ζεύγος δυσκολία – άσκηση που επέλεξε. Στην συνέχεια, θα δει τα αποτελέσματα στην άσκηση που έλυσε, θα δει την πρόοδό του σχετικά με τις ασκήσεις πληκτρολόγησης, θα μάθει σχετικά με τα συχνά εμφανιζόμενα λάθη που κάνει και έπειτα, θα αποσυνδεθεί από το σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης.

### 3.2.3. Διάγραμμα συνεργασίας

Στα διαγράμματα συνεργασίας, τα αντικείμενα (συνήθως χρήστες) αναπαρίστανται με τις γραμμές συσχέτισών τους να τα ενώνουν, με άλλα λόγια παρουσιάζονται οι στατικές συνδέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Σε αντίθεση με τα διαγράμματα ακολουθίας, στα οποία περιγράφεται η χρονική σειρά των μηνυμάτων σε ένα ενδεικτικό σενάριο περίπτωσης χρήσης, τα διαγράμματα συνεργασίας προβάλλουν τις εσωτερικές σχέσεις μεταξύ αντικειμένων. Για την αναπαράσταση των αντικειμένων δεν υπάρχει εξειδικευμένη μορφή ενώ για την παρουσίαση της ακολουθίας των

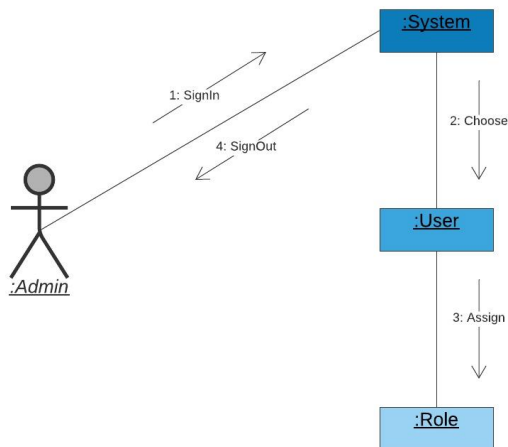
μηνυμάτων αξιοποιείται η αρίθμησή τους. Τα διαγράμματα ακολουθίας και συνεργασίας είναι συμπληρωματικά αφού δείχνουν την ίδια πληροφορία αλλά από διαφορετική πλευρά του συστήματος.

Typing System Collaboration Diagram  
(User Exercise)



Στο παραπάνω διάγραμμα συνεργασίας, παρουσιάζεται η βασική λειτουργία που κάνει ο χρήστης στο σύστημα. Αρχικά, εισάγεται με τους προσωπικούς του κωδικούς, στην συνέχεια επιλέγει άσκηση, την οποία επιλύει και έπειτα βλέπει τα αποτελέσματά του. Εάν θέλει μπορεί να επιλέξει την επόμενη άσκηση την οποία θα επιλύσει. Όταν ο χρήστης ολοκληρώσει την/τις ασκήσεις που θέλει, τότε κάνει αποσύνδεση από το σύστημα.

Typing System Collaboration Diagram  
(Admin Assign Role)

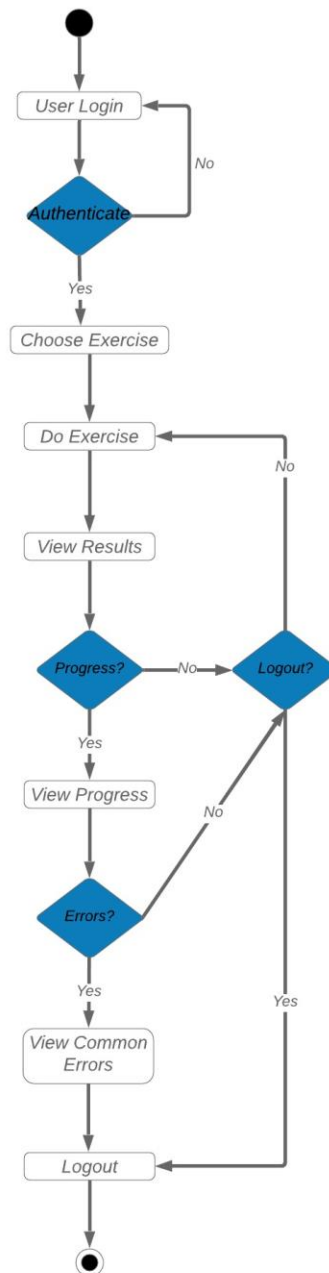


Στο διάγραμμα αυτό, φαίνεται η κύρια λειτουργικότητα του διαχειριστή με το σύστημα. Ο διαχειριστής εισάγεται στο σύστημα με τους προσωπικούς του κωδικούς, επιλέγει χρήστη στον οποίο θα αναθέσει συγκεκριμένο ρόλο, και μετά αποσυνδέεται από το σύστημα.

#### 3.2.4. Διάγραμμα δραστηριοτήτων

Τα διαγράμματα δραστηριοτήτων απεικονίζουν την ροή εργασίας ενός συστήματος, δίνοντας έμφαση στις μεταβάσεις των καταστάσεων των αντικειμένων (χρηστών). Στα διαγράμματα δραστηριοτήτων εμφανίζεται η ακολουθία των δραστηριοτήτων που εκτελούνται, αφού αναπαρίστανται οι δραστηριότητες που εκτελούνται παράλληλα ή με βάση τις συνθήκες που ικανοποιούνται. Επιπλέον, τα συγκεκριμένα διαγράμματα είναι χρήσιμα για την περιγραφή μιας λειτουργίας του συστήματος που αναφέρεται σε μια περίπτωση χρήσης, για την παρουσίαση μιας πολύπλοκης ανθρώπινης εργασίας ή ακόμη και για την περιγραφή της λογικής μιας λειτουργίας. Τα κυριότερα στοιχεία ενός διαγράμματος δραστηριοτήτων είναι οι διακλαδώσεις, για την αναπαράσταση των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται παράλληλα, τα σημεία αποφάσεων, για την περιγραφή των δραστηριοτήτων που θα υλοποιηθούν ανάλογα με την συνθήκη που ικανοποιείται καθώς και τα σημεία συγχώνευσης & ένωσης, που ακολουθούν τόσο τις διακλαδώσεις όσο και τα σημεία αποφάσεων για να ενωθούν οι παράλληλες δραστηριότητες ή να τελειώσει μια συνθήκη αντίστοιχα.

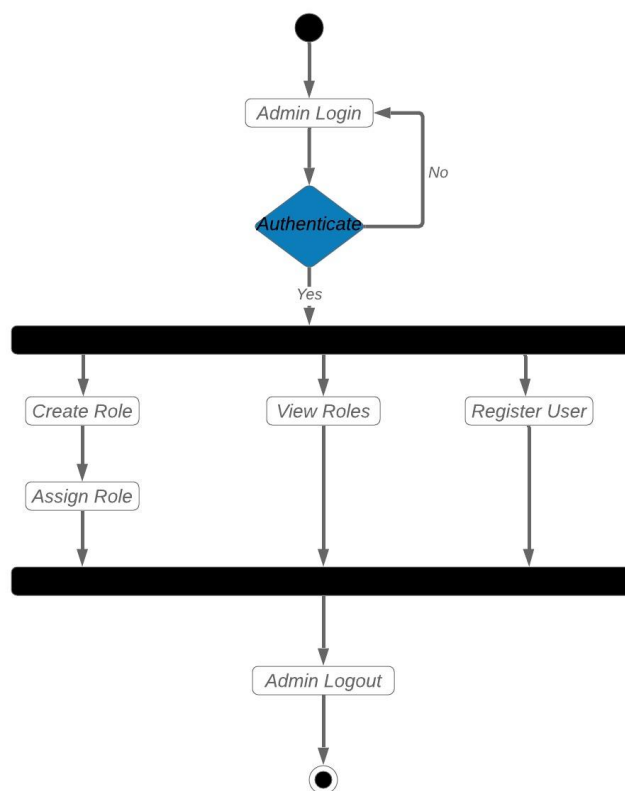
Typing System User Activity Diagram



Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζεται η ακολουθία των ενεργειών – δραστηριοτήτων του χρήστη στο σύστημα. Στην αρχή, ο μαθητή θα εισάγει τους προσωπικούς του κωδικούς και αν είναι εγγεγραμμένος χρήστης, τότε θα επιλέξει άσκηση, ενώ εάν δεν είναι θα πρέπει να ταυτοποιηθεί – εγγραφεί. Αφού επιλέξει άσκηση, τότε την επιλύει και στην συνέχεια βλέπει – ακούει τα αποτελέσματά

του. Μόλις δει τα αποτελέσματά του, πρέπει να επιλέξει εάν θέλει να δει την πρόοδό του στο σύστημα. Εάν επιλέξει να δει την πρόοδό του, βλέπει τα αποτελέσματα της προόδου του και στην συνέχεια το σύστημα τον ρωτάει αν θέλει να δει τα συχνά εμφανιζόμενα λάθη του. Εάν δεν επιλέξει να δει την πρόοδο του, το σύστημα του δίνει να επιλέξει εάν θέλει να αποσυνδεθεί ή να συνεχίσει σε επόμενη άσκηση. Εάν τώρα, επιλέξει να δει τα συχνά εμφανιζόμενα λάθη του, τότε παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των συχνά εμφανιζόμενων λαθών και ξανά ο χρήστης πρέπει να επιλέξει εάν θέλει να αποσυνδεθεί ή να προχωρήσει σε επόμενη άσκηση. Εάν αποσυνδεθεί, ολοκληρώνεται η αλληλεπίδραση με το σύστημα.

Typing System Admin Activity Diagram



Στο προηγούμενο διάγραμμα παρουσιάζονται οι δραστηριότητες που μπορεί να αξιοποιήσει ο διαχειριστής στην εφαρμογή μου. Ο διαχειριστής, αφού ταυτοποιηθεί με τα προσωπικά του στοιχεία μπορεί να επιλέξει είτε να δημιουργήσει ένα ρόλο χρήστη, που στην συνέχεια θα τον αναθέσει σε συγκεκριμένο χρήστη, να δει όλους τους πιθανούς διαθέσιμους ρόλους ανάλογα με τα προσωπικά χαρακτηριστικά χρήστη καθώς και να εγγραφεί νέο χρήστη – μαθητή εάν ο ίδιος εμφανίζει προβλήματα ή δυσκολία στην εγγραφή στο σύστημα. Τέλος, αποσυνδέεται και ολοκληρώνεται η αλληλεπίδραση του διαχειριστή στην εφαρμογή.

### 3.3. Τεχνολογίες

#### 3.3.1. Asp.Net (C#)

Η γλώσσα προγραμματισμού C# είναι μια απλή, σύγχρονη, γενικού σκοπού, αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού που αναπτύχθηκε από την Microsoft. Βασίζεται στις γλώσσες C και C++ και εκτελείται στο .Net framework. Σχετικά με την αντικειμενοστρέφεια, μοιάζει πολύ στην δομή της Java, όπου υπάρχουν κλάσεις, κληρονομικότητα, πολυμορφισμός και άλλα στοιχεία. Χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό διαδικτυακών εφαρμογών, εφαρμογών στον υπολογιστή, κινητών εφαρμογών, παιχνιδιών καθώς και πολλών άλλων συστημάτων. Επιπλέον, χρησιμοποιείται για παραθυρικές εφαρμογές, καταναεμημένες εφαρμογές, web service εφαρμογές και εφαρμογές που χρησιμοποιούν βάσεις δεδομένων. Τέλος, είναι σχεδιασμένη για CLI (Common Language Infrastructure), που είναι μια σειρά προδιαγραφών για τον εκτελέσιμο κώδικα και το περιβάλλον όπου υλοποιείται και αναπτύσσεται αυτός.

#### 3.3.2. HTML5 (CSHTML)

Χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία όλων των ιστοσελίδων του συστήματος, δηλαδή των γραφικών διεπαφών κάθε χρήστη. Με την HTML 5 δημιουργήθηκε όλη η στατική δομή των ιστοσελίδων και με την χρήση Javascript υλοποιήθηκαν δυναμικά μηνύματα τόσο για την επιλογή ασκήσεων όσο και για την εμφάνιση μηνυμάτων σε περιπτώσεις όπου ο χρήστης προχωρούσε σε λανθασμένη ενέργεια στο σύστημα.

#### 3.3.3. MySQL

Η MySQL αξιοποιήθηκε για την δημιουργία της βάσης του συστήματός μου. Η βάση δεδομένων στο σύστημά μας έχει διττό ρόλο, τόσο την αποθήκευση των χρηστών, των προσωπικών τους χαρακτηριστικών και των αποτελεσμάτων τους από την χρήση του συστήματος όσο και την αποθήκευση των ασκήσεων και των δοκιμασιών του συστήματος, δηλαδή της δομής που υπάρχει για την λειτουργία του.

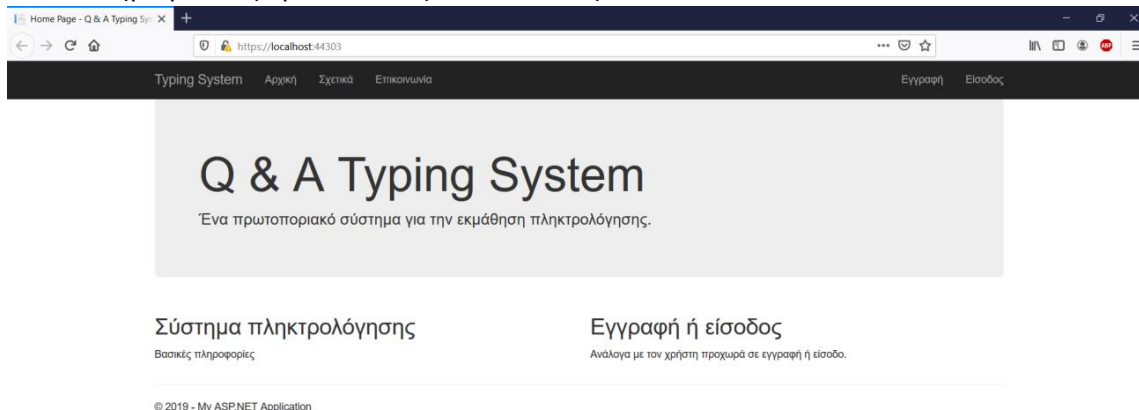
#### 3.3.4. Bootstrap

Το Bootstrap είναι μια συλλογή εργαλείων ανοιχτού κώδικα για την δημιουργία ιστοσελίδων και διαδικτυακών συστημάτων. Αξιοποιεί HTML και CSS για τις γραμματοσειρές, τα κουμπιά πλοήγησης και άλλα γραφικά και κειμενικά στοιχεία του περιβάλλοντος. Στο σύστημά μου, χρησιμοποίησα το Bootstrap για την δημιουργία των γραφικών διεπαφών κάθε ομάδας χρηστών (μαθητές και καθηγητές) που υπάρχει στο σύστημα.

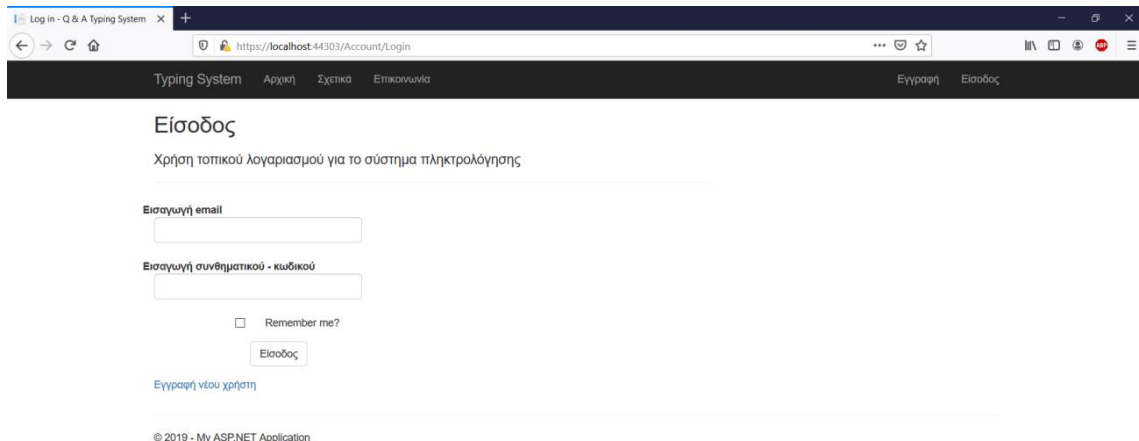
### 3.4. Εγχειρίδιο εφαρμογής

#### 3.4.1. Εγχειρίδιο καθηγητή – εκπαιδευτή

Στην αρχική σελίδα της εφαρμογής, ζητείται από τον καθηγητή – διαχειριστή να κάνει είσοδο στο σύστημα με τους προσωπικούς του κωδικούς.

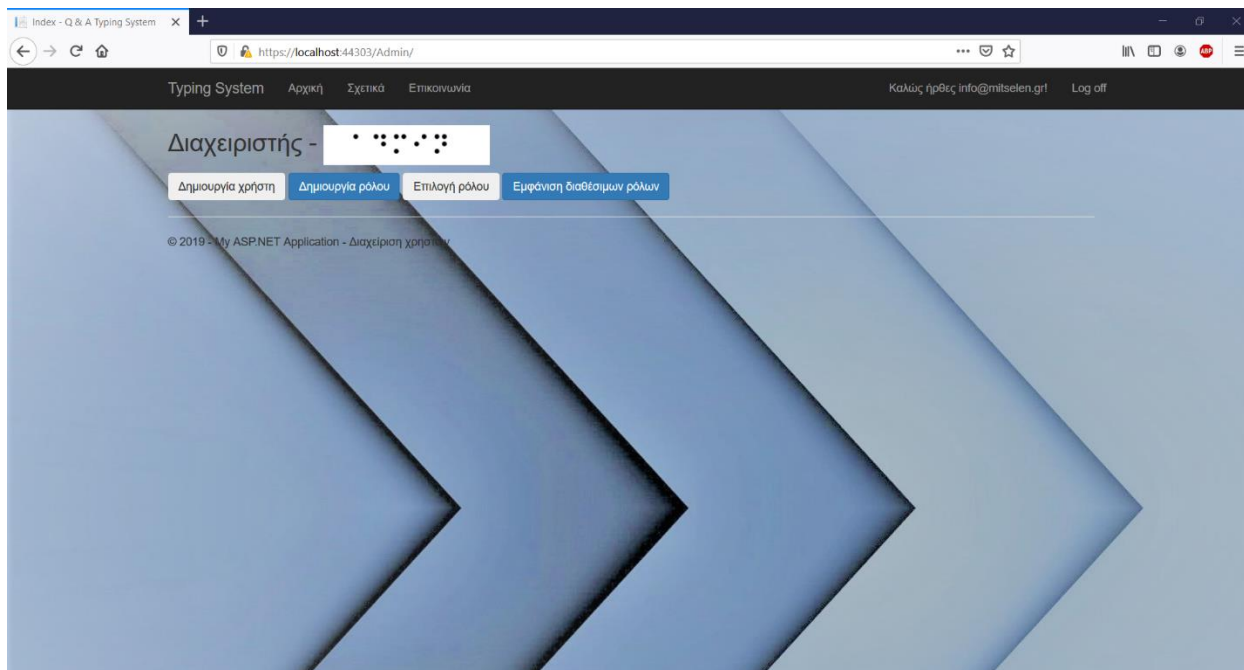


Αφού επιλέξει να κάνει είσοδο, πρέπει να συμπληρώσει τα προσωπικά του στοιχεία.

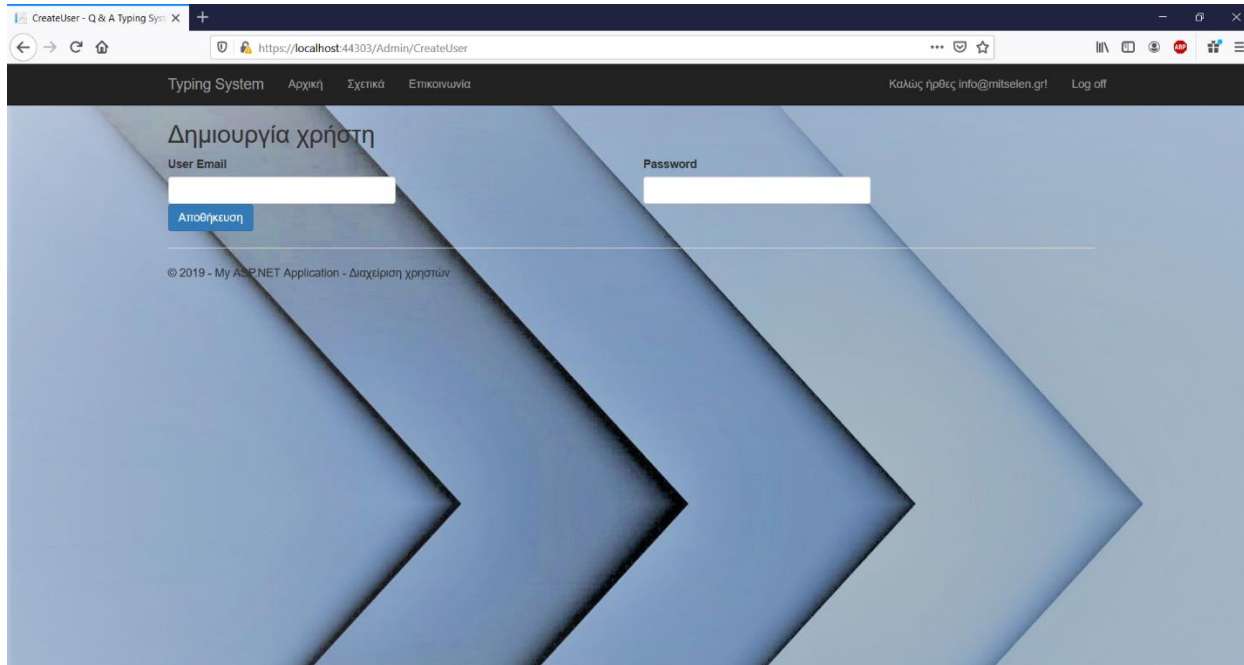


Εάν η είσοδος είναι επιτυχής, μεταφέρεται στο μενού για τους καθηγητές – διαχειριστές. Στο συγκεκριμένο μενού μπορεί να εγγράψει νέο χρήστη, να δημιουργήσει νέο ρόλο χρήστη, να επιλέξει – αναθέσει ρόλο σε συγκεκριμένο χρήστη και να δει τους διαθέσιμους ρόλους που υπάρχουν στο σύστημα.

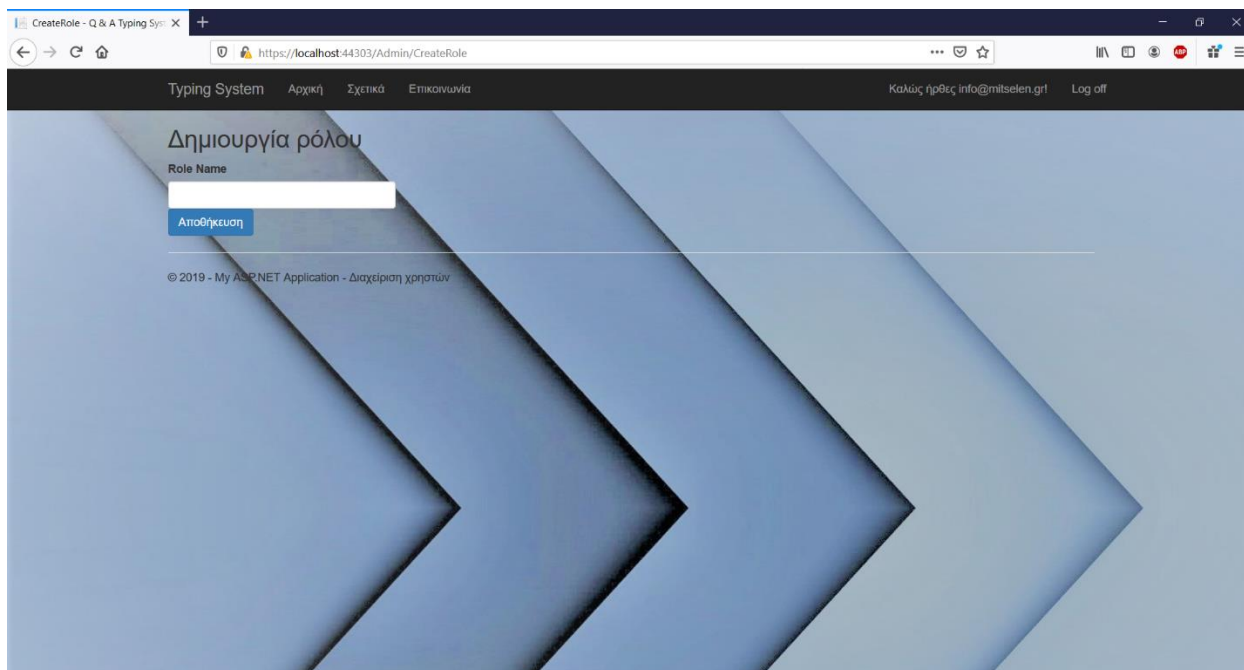




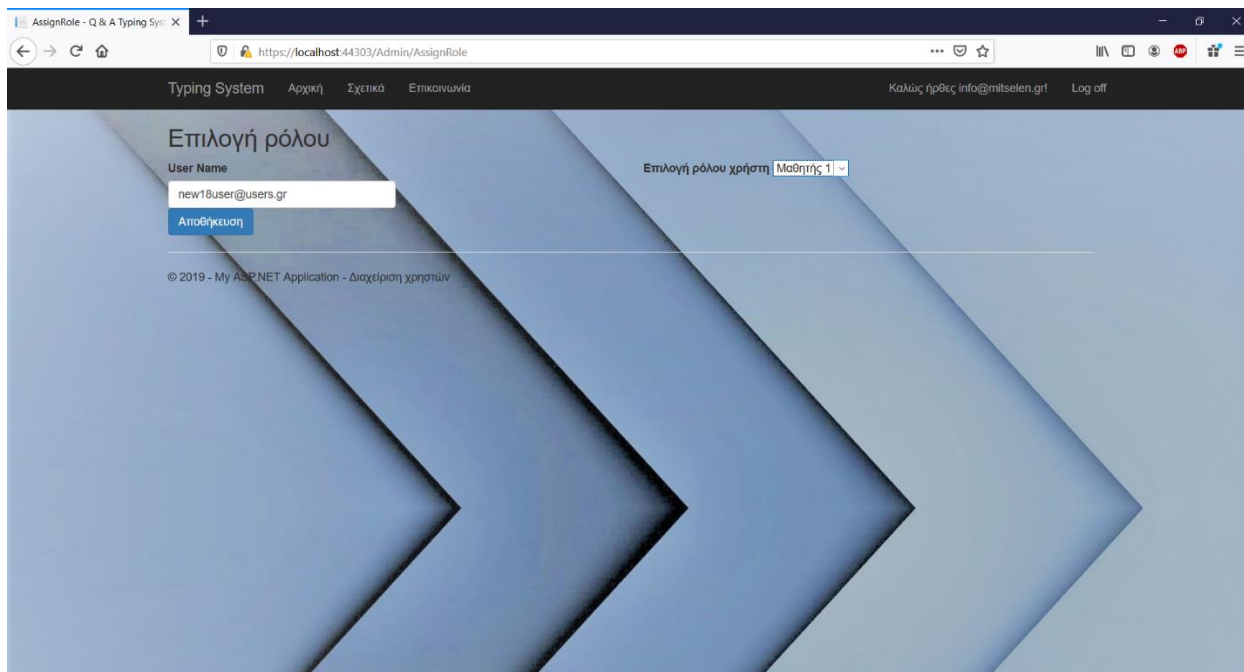
Εάν επιλέξει να δημιουργήσει νέο χρήστη, πατάει στο κουμπί «Δημιουργία χρήστη» και έπειτα, συμπληρώνει τα στοιχεία του νέου χρήστη. (Αυτή είναι η διαδικασία για την δημιουργία καθηγητή – διαχειριστή, αφού μόνο οι εγγεγραμμένοι διαχειριστές μπορούν να εγγράψουν στο σύστημα νέο διαχειριστή.)



Εάν επιλέξει να δημιουργήσει νέο ρόλο, πατάει στο κουμπί «Δημιουργία ρόλου» και μετά, συμπληρώνει το νέο όνομα ρόλου.



Εάν επιλέξει να αναθέσει ρόλο, πατάει στο κουμπί «Επιλογή ρόλου» και έπειτα, συμπληρώνει τόσο το email του χρήστη που θέλει να αναθέσει τον ρόλο καθώς και τον ρόλο που θέλει να του δώσει.



Τέλος, μπορεί να δει όλους τους διαθέσιμους ρόλους που μπορούν να λάβουν οι χρήστες ανάλογα με τα προσωπικά τους χαρακτηριστικά πατώντας στο κουμπί «Εμφάνιση διαθέσιμων ρόλων».

ID	Όνομα Ρόλου	Οπτική αναπηρία	Ακουστική Περιγραφή	Χρήση χεριών	Μαθησιακές ανάγκες
1	Μαθητής 1	Μερική - 18 pt	Ναι	Δύο χέρια	Όχι - Ναι
2	Μαθητής 2	Μερική - 18 pt	Ναι	Αριστερό χέρι	Όχι - Ναι
3	Μαθητής 3	Μερική - 18 pt	Ναι	Δεξί χέρι	Όχι - Ναι
4	Μαθητής 4	Μερική - 28 pt	Ναι	Δύο χέρια	Όχι - Ναι
5	Μαθητής 5	Μερική - 28 pt	Ναι	Αριστερό χέρι	Όχι - Ναι
6	Μαθητής 6	Μερική - 28 pt	Ναι	Δεξί χέρι	Όχι - Ναι
7	Μαθητής 7	Ολική	Ναι	Δύο χέρια	Όχι - Ναι
9	Μαθητής 8	Ολική	Ναι	Αριστερό χέρι	Όχι - Ναι
10	Μαθητής 9	Ολική	Ναι	Δεξί χέρι	Όχι - Ναι

### 3.4.2. Εγχειρίδιο μαθητή – εκπαιδευόμενου

Στην αρχική σελίδα της εφαρμογής, ζητείται από τον μαθητή – χρήστη να εγγραφεί στο σύστημα (εν δυν το έχει κάνει ήδη).

Αφού επιλέξει να κάνει εγγραφή, πρέπει να συμπληρώσει τα προσωπικά του στοιχεία και τις ανάγκες του. Με τον τρόπο αυτό, ο καθηγητής – διαχειριστής θα επιλέξει την κατάλληλη κατηγορία χρήστη για αυτόν, ούτως ώστε να έχει μια ολοκληρωμένη διαδικασία εκμάθησης πληκτρολόγησης.

Σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης για άτομα με αναπηρία όρασης η/και κινητικά προβλήματα

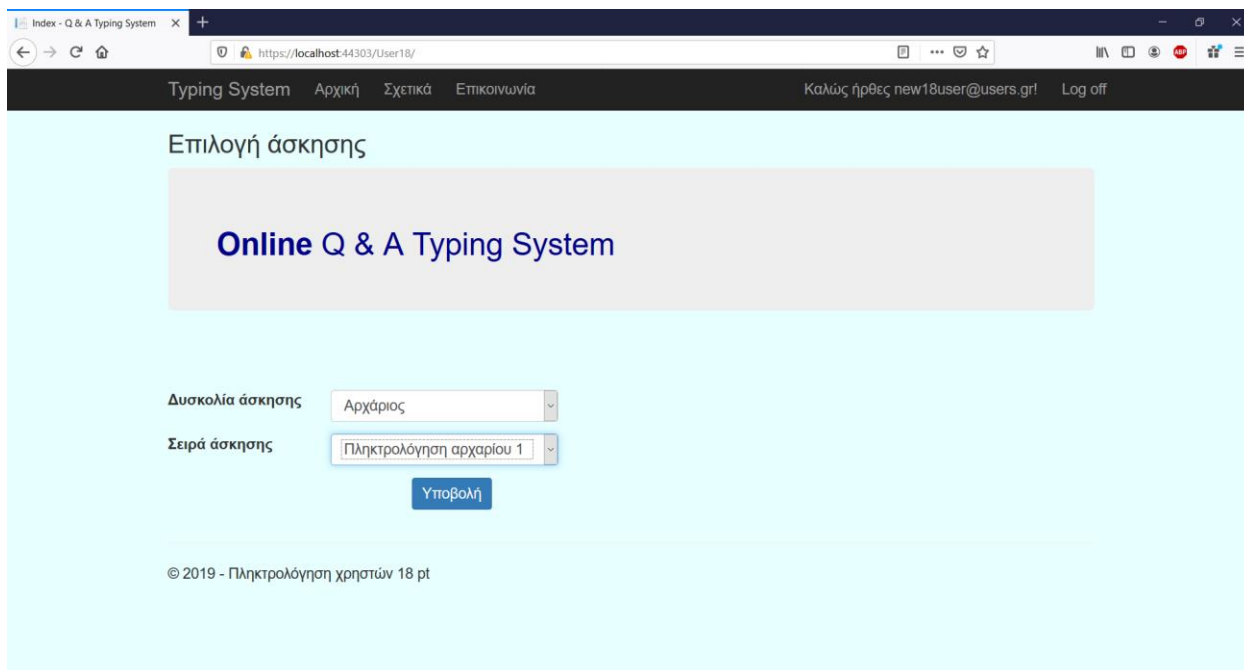
Αφού εγγραφεί, πρέπει να περιμένει να του ανατεθεί ρόλος από τους καθηγητές – διαχειριστές του συστήματος. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία ανάθεσης ρόλου, τότε ο μαθητής πρέπει να κάνει είσοδο στο σύστημα.

Εάν η είσοδος είναι επιτυχής, μεταφέρεται στο μενού ασκήσεων για τους μαθητές – χρήστες ανάλογα με την κατηγορία χρηστών στην οποία βρίσκεται.

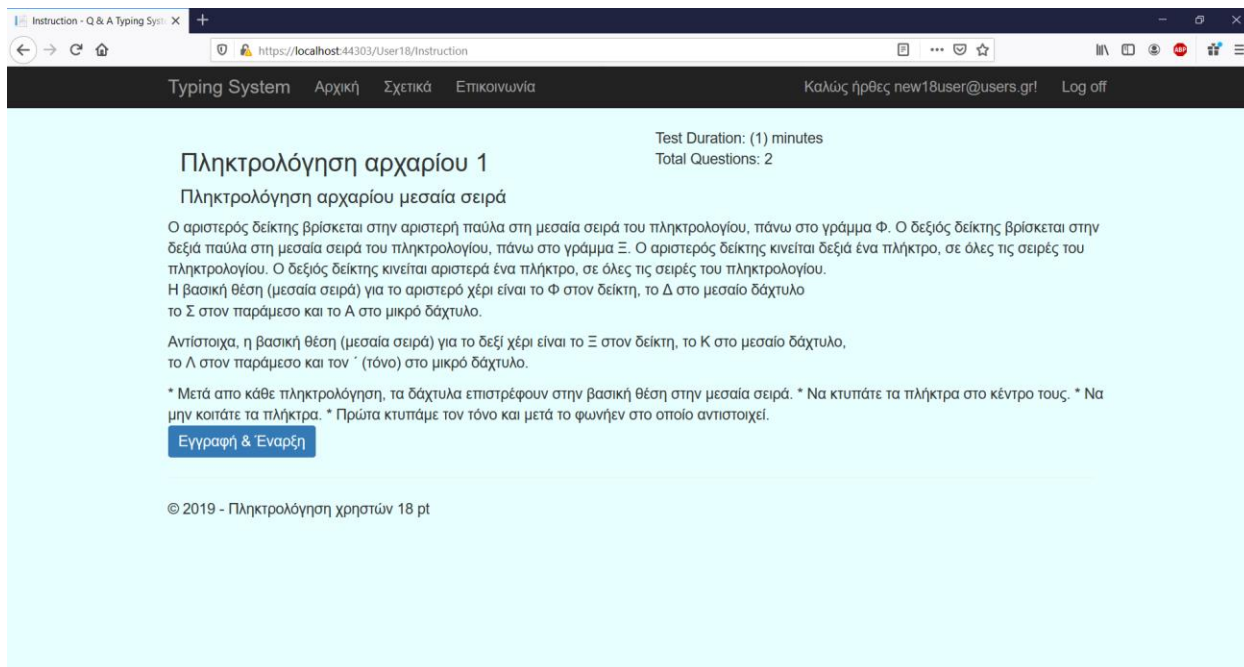
Σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης για άτομα με αναπηρία όρασης η/και κινητικά προβλήματα

### 3.4.2.1. Εγχειρίδιο μαθητή 18pt (ασκήσεις Αρχαρίου)

Εάν η είσοδος είναι επιτυχής (και ο μαθητής έχει μερική οπτική αναπηρία 18pt) τότε το αρχικό μενού στο οποίο θα μεταβεί είναι η επιλογή άσκησης, που περιλαμβάνει την επιλογή δυσκολίας και άσκησης.



Μόλις ο χρήστης πατήσει το κουμπί «Υποβολή», θα δει τις οδηγίες που προορίζονται για την κατηγορία χρηστών στην οποία ανήκει. (εδώ ο χρήστης χρησιμοποιεί και τα δύο χέρια στην πληκτρολόγηση)



Όταν ο μαθητής – χρήστης πατήσει το κουμπί «Εγγραφή & έναρξη», ξεκινά η άσκηση την οποία επέλεξε και στην οποία πρέπει να πληκτρολογήσει χαρακτήρες ανάλογα με την εκφώνηση.

Αφού ο χρήστης πληκτρολογήσει ανάλογα με την εκφώνηση που του δίνεται στα κουτιά συμπλήρωσης, πρέπει να πατήσει το κουμπί «Αποθήκευση & επόμενη». Όταν η άσκηση είναι η τελευταία, ο χρήστης μεταφέρεται στην σελίδα των αποτελεσμάτων.

Στην σελίδα των αποτελεσμάτων, ο χρήστης βλέπει τα τελευταία 10 αποτελέσματα που έχει κάνει στο σύστημα, το ποσοστό επιτυχίας και τον χρόνο σε κάθε ένα από αυτά.

Σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης για άτομα με αναπηρία όρασης η/και κινητικά προβλήματα



Results - Q & A Typing System

https://localhost:44303/User18/Results

Typing System Αρχική Σχετικά Επικοινωνία Καλώς ήρθες new18user@users.gr! Log off

### Αποτελέσματα

ID	Μαθητής	Άσκηση	Περιγραφή	Δυσκολία	Αποτελέσματα	Χρόνος
2185	new18user@users.gr	53	Πληκτρολόγηση αρχαρίου μεσαία σειρά	Αρχάριος	0	0:4
2186	new18user@users.gr	53	Πληκτρολόγηση αρχαρίου μεσαία σειρά	Αρχάριος	75	0:16
2187	new18user@users.gr	53	Πληκτρολόγηση αρχαρίου μεσαία σειρά	Αρχάριος	50	0:56

Ασκήσεις Εμφάνιση προόδου Εμφάνιση λαθών

© 2019 - Πληκτρολόγηση χρηστών 18 pt

Στην συνέχεια, μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε 3 επιλογές: είτε να συνεχίσει να κάνει ασκήσεις, είτε να δει την πρόοδό του στις ασκήσεις που έχει ολοκληρώσει μέχρι τώρα ή να δει τα λάθη που κάνει.

Εάν επιλέξει να δει την πρόοδό του, θα του εμφανιστεί ένα μήνυμα σχετικά με την τελευταία κατηγορία δυσκολίας ασκήσεων που επέλεξε.

ViewProgress - Q & A Typing System

https://localhost:44303/User18/ViewProgress

Typing System Αρχική Σχετικά Επικοινωνία Καλώς ήρθες new18user@users.gr! Log off

### Εμφάνιση προόδου

Εξασκηθείτε περισσότερο στην μεσαία σειρά.

Ασκήσεις

© 2019 - Πληκτρολόγηση χρηστών 18 pt

Εάν επιλέξει να δει τα λάθη που κάνει συχνά, τότε θα εμφανιστούν μηνύματα σχετικά με την τελευταία άσκηση που έκανε και την πρόοδό του σε αυτήν.

Σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης για άτομα με αναπηρία όρασης η/και κινητικά προβλήματα

ViewCommonErrors - Q & A 1 | X

https://localhost:44303/User18/ViewCommonErrors

Typing System Αρχική Σχετικά Επικοινωνία Καλώς ήρθες new18user@users.gr! Log off

## Συχνά Λάθη

Στην άσκηση 1 για τους χαρακτήρες φ δ ξ κ  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
Πληκτρολογήσατε διαφορετικά γράμματα απο αυτά που ζητούνται.  
Δεν πληκτρολογήσατε όσους χαρακτήρες χρειάζονται απο κάθε γράμμα. Προσοχή στον χαρακτήρα 'φ' !  
Προσοχή στον χαρακτήρα 'δ' ! Προσοχή στον χαρακτήρα 'ξ' ! Προσοχή στον χαρακτήρα 'κ' !

Στην άσκηση 1 για τους χαρακτήρες σ α λ ρ  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
Πληκτρολογήσατε τα γράμματα που σας ζητούνται.  
Δεν πληκτρολογήσατε όσους χαρακτήρες χρειάζονται απο κάθε γράμμα. Προσοχή στον χαρακτήρα 'σ' !  
Προσοχή στον χαρακτήρα 'α' ! Προσοχή στον χαρακτήρα 'λ' ! Προσοχή στον χαρακτήρα 'ρ' !

Ασκήσεις

© 2019 - Πληκτρολόγηση χρηστών 18 pt

Εάν επιλέξει να κάνει ασκήσεις Καλού επιπέδου, τότε στην οθόνη επιλογής ασκήσεων θα πρέπει να επιλέξει τα παρακάτω:

(στην συνέχεια εμφανίζονται ασκήσεις επιπέδου Καλός, η πρόοδος στο επίπεδο και τα λάθη)

EvalPage - Q & A Typing System | X

https://localhost:44303/User18/EvalPage?token=f743cbd1-06c8-4281-ab89-be1b6695d51f&qno=2

Typing System Αρχική Σχετικά Επικοινωνία Καλώς ήρθες new18user@users.gr! Log off

## Ασκήσεις

Ερώτηση: 2  
Χρόνος που απομένει : 01:24

<< Αποθήκευση & Προηγούμενη Προηγούμενη 1 2 3 Επόμενη Αποθήκευση & Επόμενη >>

0:00 / 0:10

Πληκτρολογήστε ω β ω διάστημα μ ν μ διάστημα ν ω ν διάστημα ζ ω ζ διάστημα για δύο φορές συνεχόμενα  
Πληκτρολογήστε παρακάτω:

ωβω μνμ νων ζωζ

© 2019 - Πληκτρολόγηση χρηστών 18 pt



Ασκήσεις

Ερώτηση: 3  
Χρόνος που απομένει: 00:51

<< Αποθήκευση & Προηγούμενη Προηγούμενη 1 2 3 Επόμενη Αποθήκευση & Επόμενη >>

0:00 / 0:15

Πληκτρολογήστε ζ διάστημα χ διάστημα ψ διάστημα ω διάστημα β διάστημα ν διάστημα μ διάστημα , (κόμμα) διάστημα . (τελεία) διάστημα / (κάθετος) διάστημα για τρεις φορές συνεχόμενα

Πληκτρολογήστε παρακάτω:

ζ χ ψ ω μ , . / ζ χ ψ ω μ , . /

© 2019 - Πληκτρολόγηση χρηστών 18 pt

Συχνά Λάθη

Στην άσκηση 3 για τους χαρακτήρες ζ χ ψ ω μ , . /  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
Έχετε πληκτρολογήσει τα γράμματα που σας ζητούνται.  
Δεν πληκτρολογήσατε την συλλαβή 'ζ χ ψ ω μ' που σας ζητήθηκε.

Στην άσκηση 3 για τους χαρακτήρες ω β ν ζ  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
Έχετε πληκτρολογήσει τα γράμματα που σας ζητούνται.  
Δεν πληκτρολογήσατε όλες συλλαβές χρειάζονται. Προσοχή στην συλλαβή 'ωβω' ! Προσοχή στην συλλαβή 'μνμ' ! Προσοχή στην συλλαβή 'ωνν' ! Προσοχή στην συλλαβή 'ζωζ' !

Στην άσκηση 3 για τους χαρακτήρες ζ χ ψ ω β ν μ , . /  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
Έχετε πληκτρολογήσει τα γράμματα που σας ζητούνται.  
Δεν πληκτρολογήσατε την συλλαβή 'ζ χ ψ ω β ν μ , . /' που σας ζητήθηκε.

Ασκήσεις

Στην συνέχεια, θα εμφανιστεί η ακολουθία των οθονών εάν ο χρήστης επιλέξει το επίπεδο Έμπειρος.

(Για την επιλογή του επιπέδου Έμπειρος, ο εκάστοτε χρήστης πρέπει να έχει ολοκληρώσει το επίπεδο Καλός.)

Σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης για άτομα με αναπηρία όρασης η/και κινητικά προβλήματα

Index - Q & A Typing System x +

https://localhost:44303/User18

Typing System Αρχική Σχετικά Επικοινωνία Καλώς ήρθες new18user@users.gr! Log off

## Επιλογή άσκησης

### Online Q & A Typing System

Δυσκολία άσκησης

Σειρά άσκησης

© 2019 - Πληκτρολόγηση χρηστών 18 pt

Έπειτα, πληκτρολογεί στα κουτιά συμπλήρωσης ανάλογα με την εκφώνηση.

EvalPage - Q & A Typing System x +

https://localhost:44303/User18/EvalPage?token=fdd68d52-fd4d-4196-b04d-10a3145eb2d7&qno=2

Typing System Αρχική Σχετικά Επικοινωνία Καλώς ήρθες new18user@users.gr! Log off

## Ασκήσεις

Ερώτηση: 2  
Χρόνος που απομένει: 03:29

Προηγούμενη 1 2 3 Επόμενη

▶ 0:00 / 0:00 ◀

Πληκτρολογήστε ψωμί διάστημα ψάλτης διάστημα ψαλίδα διάστημα ψαράς διάστημα ψόφιος διάστημα ψαλμός διάστημα για τρεις φορές συνεχόμενα

Πληκτρολογήστε παρακάτω:

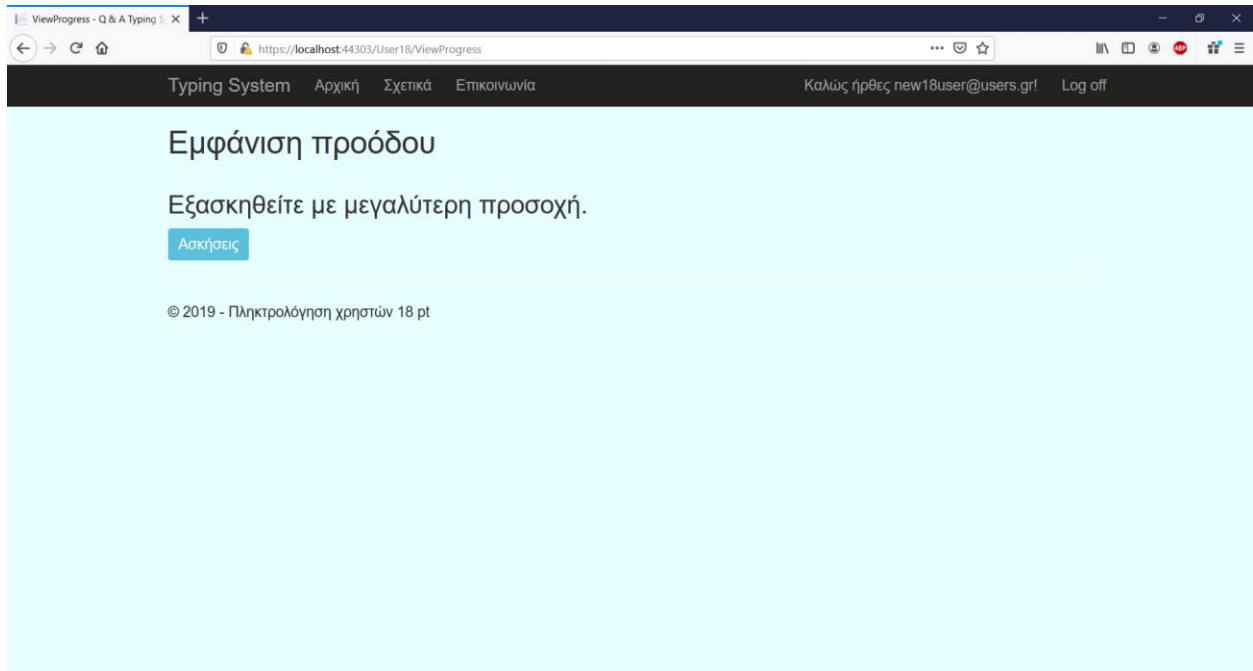
ψωμί ψάλτης ψαλίδα ψαράς ψόφιος|

© 2019 - Πληκτρολόγηση χρηστών 18 pt

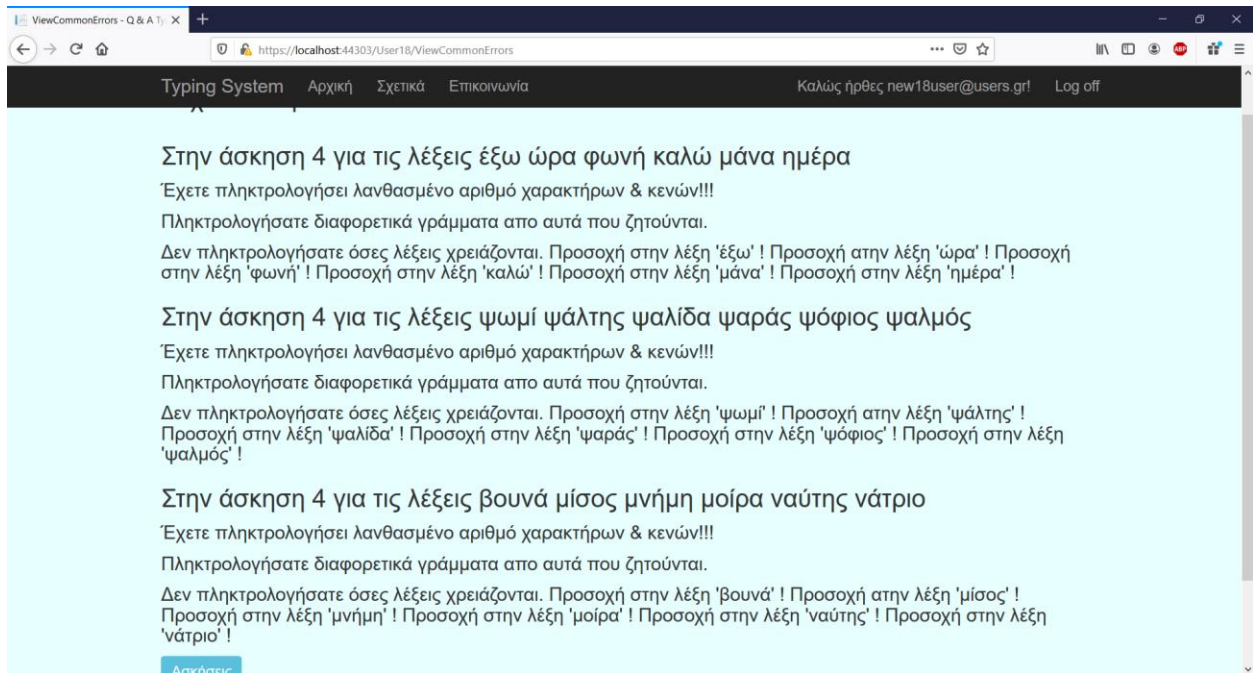
Στην συνέχεια, εμφανίζονται τα αποτελέσματά του στις τελευταίες ασκήσεις που έλυσε.

ID	Μαθητής	Άσκηση	Περιγραφή	Δυσκολία	Αποτελέσματα	Χρόνος
2185	new18user@users.gr	53	Πληκτρολόγηση αρχαρίου μεσαία σειρά	Αρχάριος	0	0:4
2186	new18user@users.gr	53	Πληκτρολόγηση αρχαρίου μεσαία σειρά	Αρχάριος	75	0:16
2187	new18user@users.gr	53	Πληκτρολόγηση αρχαρίου μεσαία σειρά	Αρχάριος	50	0:56
2188	new18user@users.gr	88	Πληκτρολόγηση καλού κάτω σειρά	Καλός	66,66	0:21
2189	new18user@users.gr	143	Πληκτρολόγηση έμπειρου όλες οι σειρές 1	Έμπειρος	75	2:14

Εάν επιλέξει να εμφανιστεί η πρόοδος θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη.

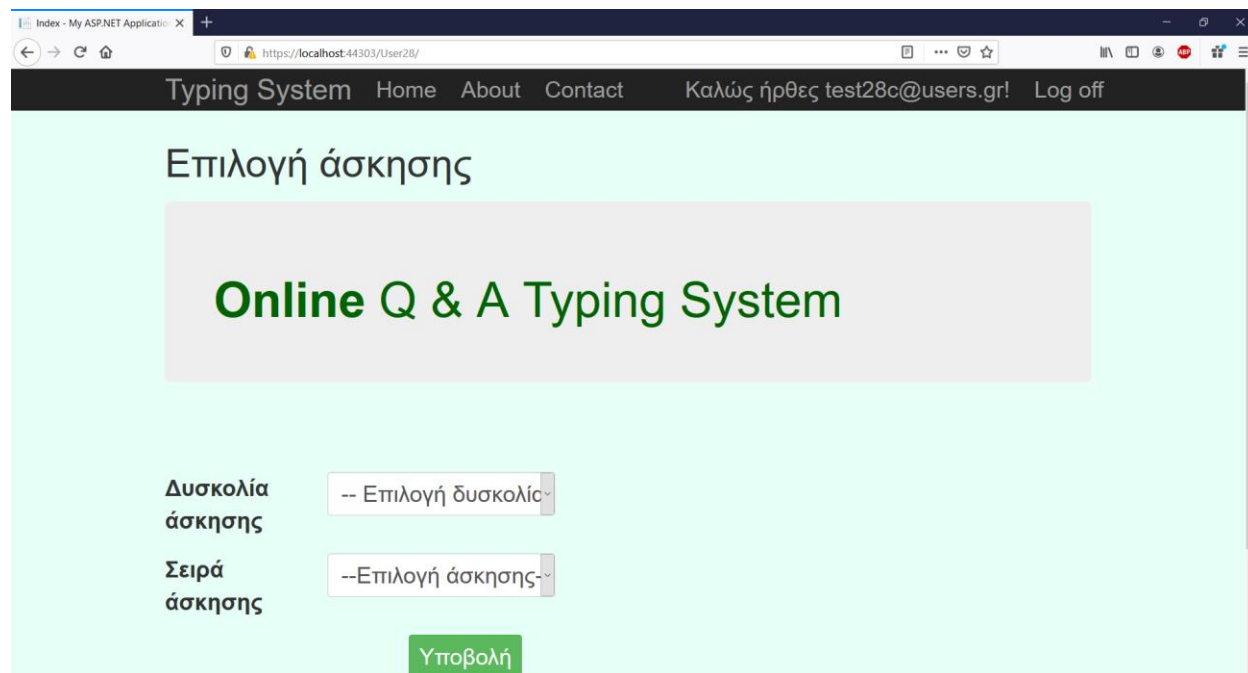


Ενώ εάν επιλέξει να εμφανιστούν τα συχνά λάθη, θα δει την επόμενη οθόνη.

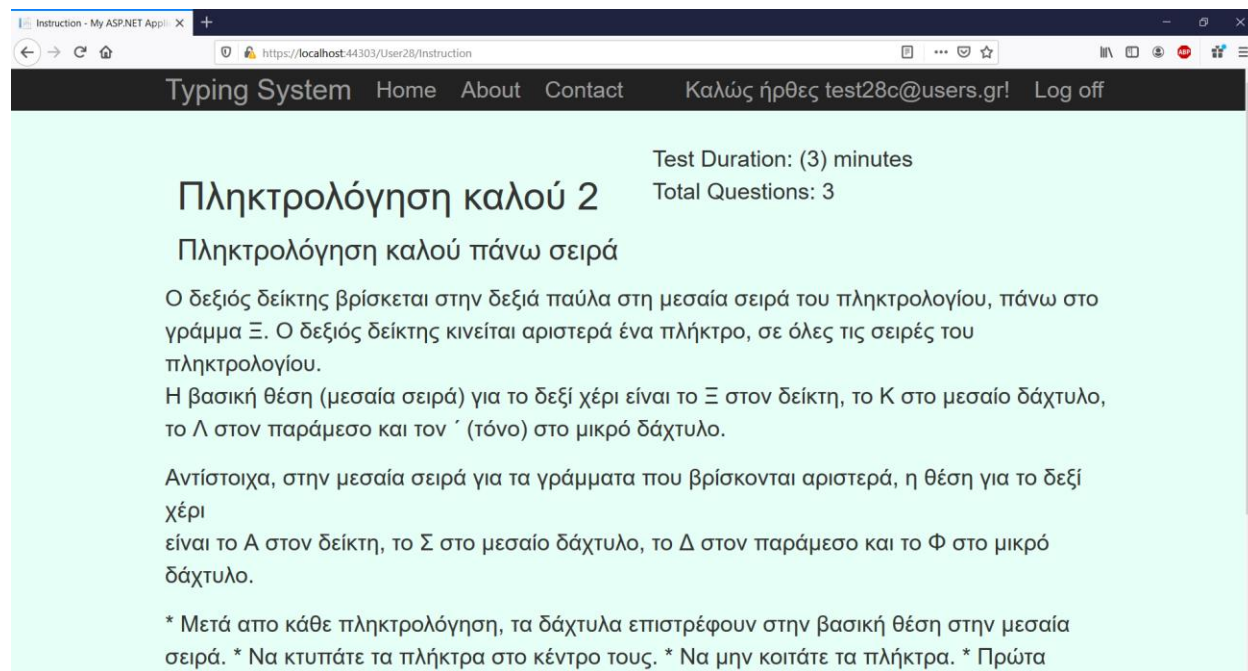


## 3.4.2.2 Εγχειρίδιο χρήση 28pt

Αντίστοιχα, για τον μαθητή – χρήστη με οπτική αναπηρία, αφού έχει κάνει είσοδο στο σύστημα, θα του εμφανιστεί η σελίδα επιλογής άσκησης.

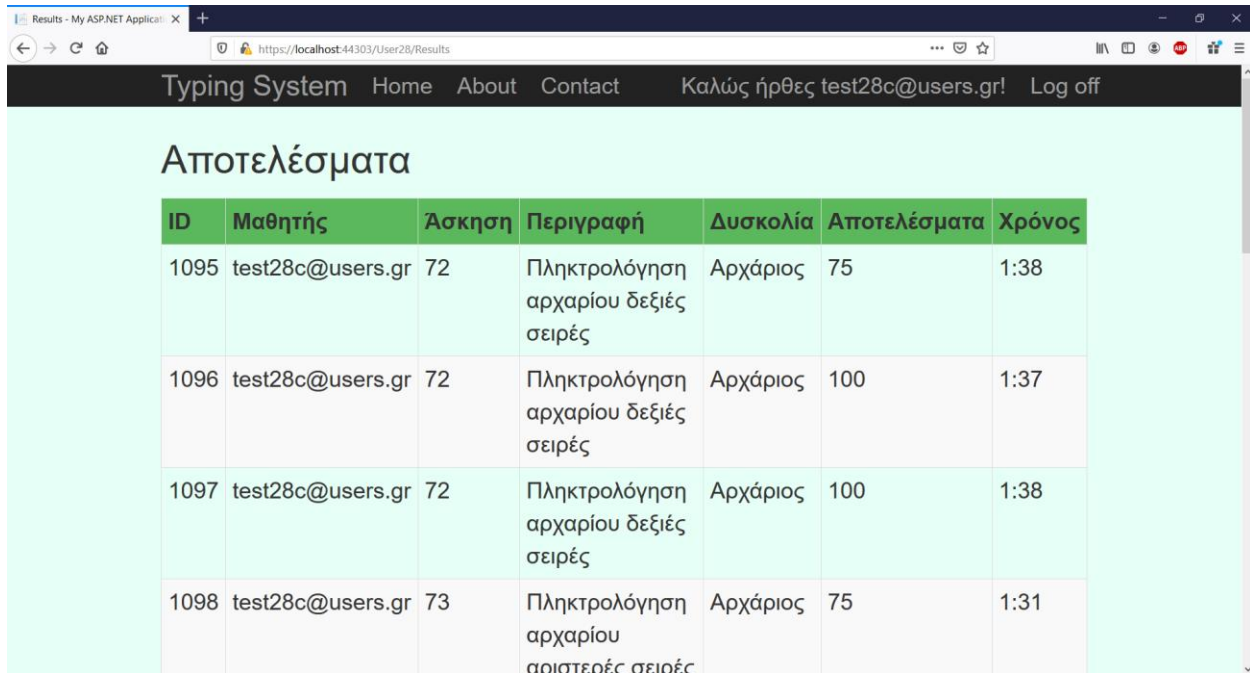


Όταν επιλέξει δυσκολία και σειρά άσκησης και πατήσει το κουμπί «Υποβολή», θα παρουσιαστεί η σελίδα των οδηγιών.



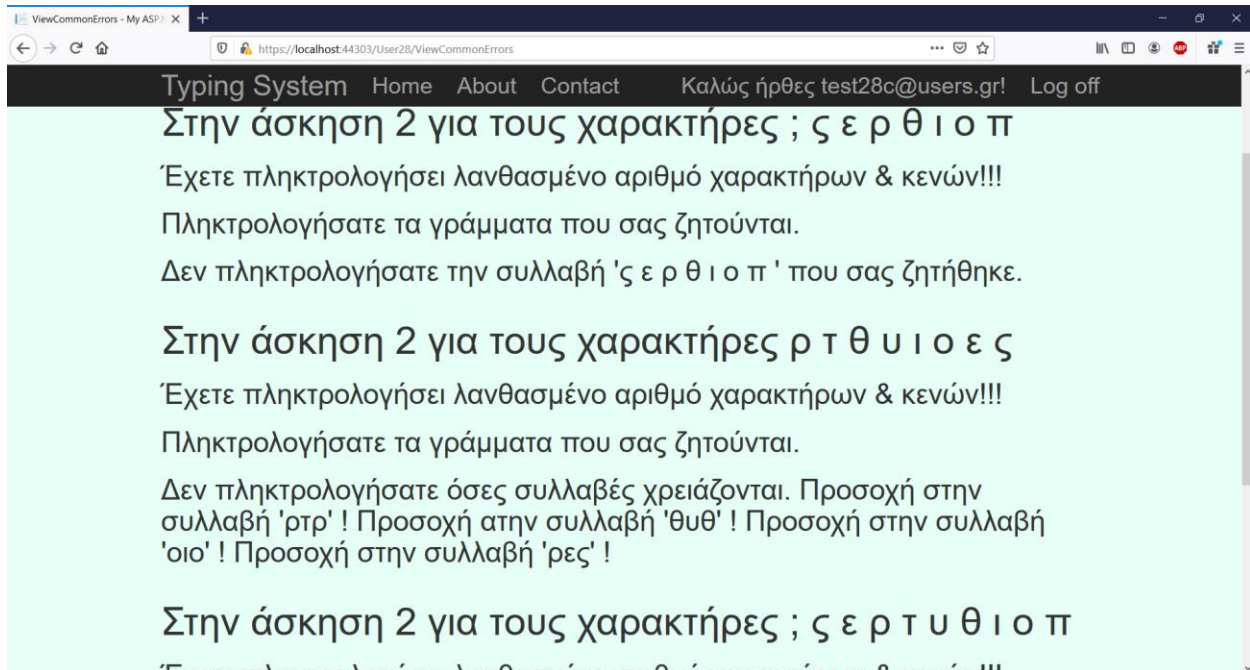


Αφού πληκτρολογήσει στα κουτιά συμπλήρωσης, θα παρουσιαστεί η σελίδα των αποτελεσμάτων.



ID	Μαθητής	Άσκηση	Περιγραφή	Δυσκολία	Αποτελέσματα	Χρόνος
1095	test28c@users.gr	72	Πληκτρολόγηση αρχαρίου δεξιές σειρές	Αρχάριος	75	1:38
1096	test28c@users.gr	72	Πληκτρολόγηση αρχαρίου δεξιές σειρές	Αρχάριος	100	1:37
1097	test28c@users.gr	72	Πληκτρολόγηση αρχαρίου δεξιές σειρές	Αρχάριος	100	1:38
1098	test28c@users.gr	73	Πληκτρολόγηση αρχαρίου αριστερές σειρές	Αρχάριος	75	1:31

Ενώ στην συνέχεια, όταν επιλέξει την σελίδα για τα συχνά εμφανιζόμενα λάθη, θα παρουσιαστεί η παρακάτω οθόνη.



Typing System Home About Contact Καλώς ήρθες test28c@users.gr! Log off

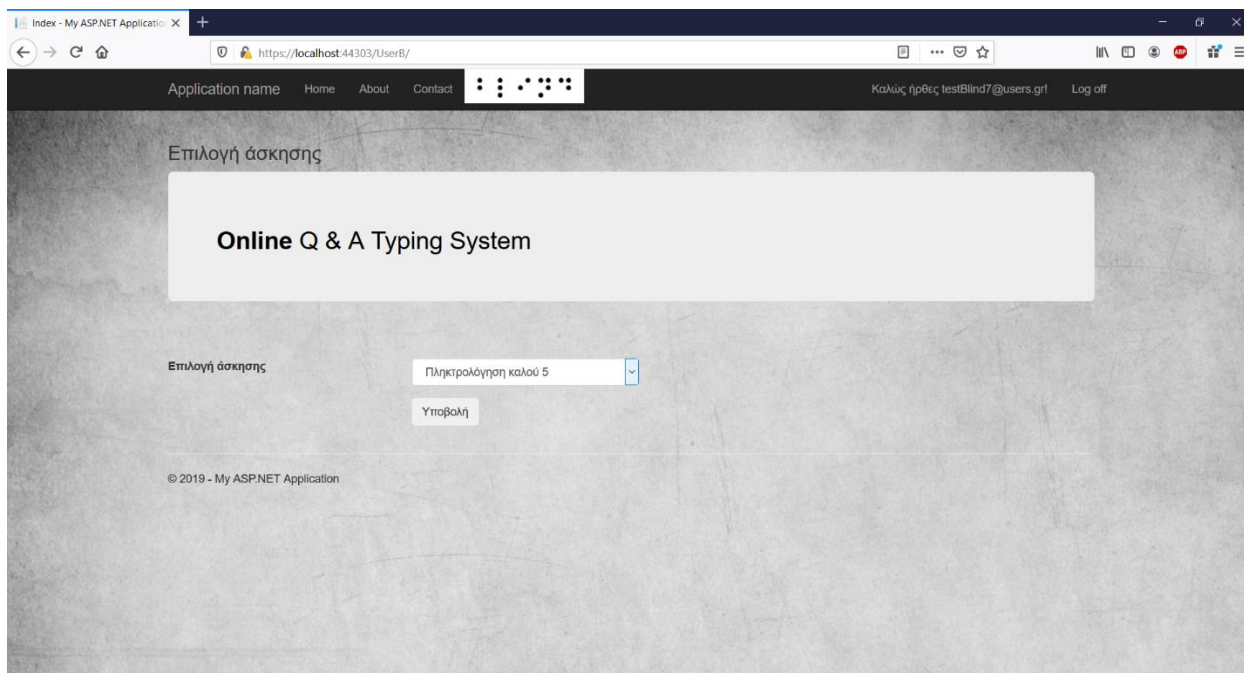
Στην άσκηση 2 για τους χαρακτήρες ; ς ε ρ θ ι ο π  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
Πληκτρολογήσατε τα γράμματα που σας ζητούνται.  
Δεν πληκτρολογήσατε την συλλαβή 'ς ε ρ θ ι ο π ' που σας ζητήθηκε.

Στην άσκηση 2 για τους χαρακτήρες ρ τ θ υ ι ο ε ς  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
Πληκτρολογήσατε τα γράμματα που σας ζητούνται.  
Δεν πληκτρολογήσατε όσες συλλαβές χρειάζονται. Προσοχή στην συλλαβή 'ρτρ' ! Προσοχή στην συλλαβή 'θυθ' ! Προσοχή στην συλλαβή 'οιο' ! Προσοχή στην συλλαβή 'ρες' !

Στην άσκηση 2 για τους χαρακτήρες ; ς ε ρ τ υ θ ι ο π  
Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!

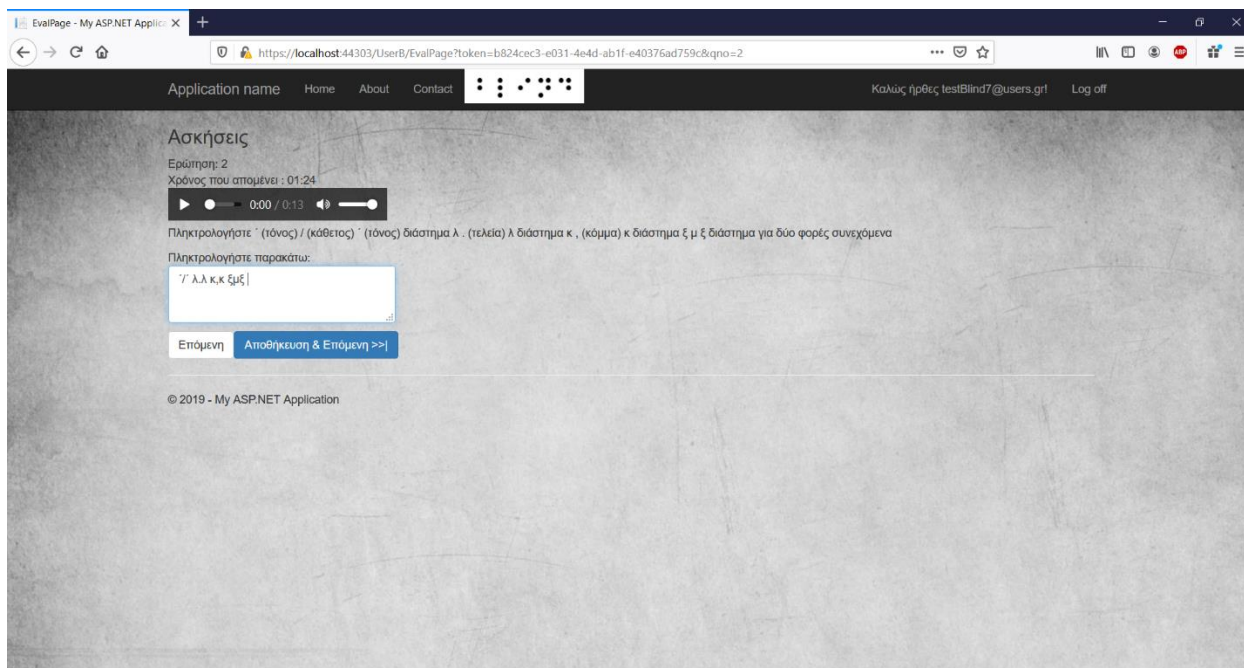
### 3.4.2.3 Εγχειρίδιο χρήση ολική οπτική αναπηρία

Όταν ο μαθητής συνδεθεί επιτυχώς με τους προσωπικούς του κωδικούς, θα παρουσιαστεί η επόμενη σελίδα.



Στην προηγούμενη οθόνη, ο χρήστης θα επιλέξει άσκηση, θα κάνει enter στο κουμπί «Υποβολή», γεγονός που θα τον οδηγήσει στην σελίδα των οδηγιών.

Στην σελίδα των οδηγιών, θα κάνει enter στο κουμπί «Εγγραφή και έναρξη», όπου θα παρουσιαστούν οι ασκήσεις.



Αφού πατήσει enter στο κουμπί «Αποθήκευση & επόμενη» και έχει ολοκληρώσει την πληκτρολόγηση σε όλες τις δοκιμασίες που περιλαμβάνει η συγκεκριμένη άσκηση, τότε θα εμφανιστεί η σελίδα των αποτελεσμάτων.

(Για λόγους ευκολίας με την χρήση αναγνωστών οθόνης που είναι απαραίτητοι για τα άτομα με ολική απώλεια όρασης, θα εμφανίζονται μόνο τα τρία τελευταία αποτελέσματα που είναι αποθηκευμένα στο σύστημα.)

ID	Μαθητής	Άσκηση	Περιγραφή	Δυσκολία	Αποτελέσματα	Χρόνος
2192	testBlind7@users.gr	126	Πληκτρολόγηση καλού κίνηση στις δεξές σαρές	Καλός	75	1:53
2138	testBlind7@users.gr	77	Πληκτρολόγηση αρχαρίου πάνω σειρά	Αρχάριος	50	0:19
2137	testBlind7@users.gr	76	Πληκτρολόγηση αρχαρίου μεσαία σειρά	Αρχάριος	50	0:22

Τέλος, όταν ο μαθητής πατήσει enter στο κουμπί «Εμφάνιση λαθών» τότε θα εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη, που περιέχει αναλυτική περιγραφή για τα λάθη που έκανε ο χρήστης σε κάθε δοκιμασία που περιείχε η άσκηση.

**Συχνά Λάθη**

Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
 Πληκτρολογήσατε τα γράμματα που σας ζητούνται.  
 Δεν πληκτρολογήσατε όλες συλλαβές χρειάζονται. Προσοχή στην συλλαβή "π" ! Προσοχή στην συλλαβή 'λο' ! Προσοχή στην συλλαβή 'κι' !  
 Προσοχή στην συλλαβή 'ξβξ' !

Έχετε πληκτρολογήσει λανθασμένο αριθμό χαρακτήρων & κενών!!!  
 Πληκτρολογήσατε τα γράμματα που σας ζητούνται.  
 Δεν πληκτρολογήσατε όλες συλλαβές χρειάζονται. Προσοχή στην συλλαβή " / " ! Προσοχή στην συλλαβή 'λ.λ' ! Προσοχή στην συλλαβή 'κ.κ' !  
 Προσοχή στην συλλαβή 'ξμξ' !



## Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα

### 4.1. Αδυναμίες

Το συγκεκριμένο σύστημα που υλοποιήθηκε στην μεταπτυχιακή εργασία είναι ένα ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό σύστημα εκμάθησης πληκτρολόγησης. Παρέχει την δυνατότητα σε κάθε μαθητή που έχει κάποια οπτική αναπηρία να εξασκηθεί σε αυξανόμενα επίπεδα δυσκολίας, από απλές ασκήσεις που περιέχουν μόνο χαρακτήρες έως και συνθέτες που περιέχουν λέξεις και προτάσεις. Επιπρόσθετα, δίνει την δυνατότητα στον καθηγητή να επιλέξει τον ρόλο κάθε μαθητή, αφού μόνο ο ίδιος που γνωρίζει τον εκπαιδευόμενό του μπορεί να αναθέσει τον κατάλληλο ρόλο ανάλογα με τις προσωπικές του ανάγκες.

Η συγκεκριμένη διατριβή παρουσιάζει ένα ολοκληρωμένο λογισμικό, που δημιουργήθηκε από μια καθηγήτρια πληροφορικής. Από την άλλη, δεν έχει δημιουργηθεί με την βοήθεια και τις συμβουλές ειδικών παιδαγωγών ή φιλολόγων που ειδικεύονται σε παιδιά με αναπηρίες για να υποστηρίξει τόσο είτε εξειδικευμένες περιπτώσεις ατόμων με αναπηρίες είτε την εκμάθηση της ελληνικής γλώσσας. Επιπλέον, η εφαρμογή έχει υλοποιηθεί για συγκεκριμένη ηλικία μαθητών (Γυμνάσιο), συνεπώς δεν αναπτύχθηκε μεγαλύτερη ποικιλία ασκήσεων ή και ρόλων μαθητών για άλλες ηλικίες ή άλλες αναπηρίες. Η προσθήκη ασκήσεων θεωρήθηκε άσκοπη, οι ασκήσεις που υλοποιήθηκαν είναι ενδεικτικές, γιατί θα καθιστούσε το σύστημα περισσότερο πολύπλοκο, γεγονός που θα κόστιζε και σε υπολογιστικούς πόρους όσο και σε χρόνο. Για το σύνολο των ασκήσεων, τόσο η παρουσίαση της προόδου όσο και των συχνά εμφανιζόμενων λαθών είναι απλή και συνάμα περιγραφική για όλους τους τύπους μαθητών.

Τέλος, το επίπεδο της τεχνικής υποδομής όσο και της υλοποίησης έχει κύριο ρόλο στην ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού συστήματος, υπάρχει και πληθώρα μη τεχνικών θεμάτων που επηρεάζουν την επιτυχία του συστήματος. Για να ξεπεραστούν οποιαδήποτε ζητήματα που θα εμφανιστούν είτε κατά την διαδικασία σχεδιασμού είτε κατά την διαδικασία υλοποίησης χρειάζεται προσοχή στην λεπτομέρεια, έλεγχος των πηγών καθώς και προσεκτική έρευνα.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το σύστημα χρησιμοποιήθηκε από τον Παύλο Ρ., μαθητή της Β' Δημοτικού, με ολική οπτική αναπηρία και χωρίς κινητική αναπηρία. Ο Παύλος ξεκίνησε φέτος να εξοικειώνεται με τον υπολογιστή, δεν γνωρίζει την χρήση πληκτρολογίου, ήταν όμως θετικός να αξιοποιήσει το σύστημα. Ο Παύλος κατάφερε τις ασκήσεις αρχαρίου 1 & 2 για ολική οπτική αναπηρία την τέταρτη φορά που έπαιξε και για να ολοκληρώσει την πρώτη άσκηση του καλού χρειάστηκε 20 λεπτά και συνεχή ανατροφοδότηση από εμένα.

### 4.2. Συμπεράσματα και προτάσεις

Τα προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα συστήνουν έναν ερευνητικό τομέα που μελετά τον τρόπο με τον οποίο ένα τέτοιο σύστημα συμβάλλει στην εκμάθηση και την υποστήριξη ενός εκπαιδευόμενου όσο εκείνος μελετά. Το σύστημα ελέγχει και αξιολογεί τον εκπαιδευόμενο, με απώτερο στόχο την προσαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού και της σειράς των μαθημάτων που θα του παρέχει. Η εκπαιδευτική προσέγγιση που διαπνέει το σύστημα προσφέρει την δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να κατακτήσει τους γνωστικούς στόχους που ο ίδιος θέτει και να φτάσει σταδιακά στην επίτευξή του, έτσι η διαδικασία μάθησης γίνεται ευχάριστη και αποτελεσματική. Είναι καλό να χρησιμοποιηθεί διαμορφωτική αξιολόγηση τόσο για το σύστημα όσο και για τον εκπαιδευτικό του σχεδιασμό, συνεπώς τα συμπεράσματα να συμβάλλουν στην βελτίωση της εφαρμογής.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό εμπλουτίζει την εκπαιδευτική διαδικασία ενώ παράλληλα, απαιτεί μεγαλύτερη ευθύνη και απαιτήσεις από τους χρήστες του. Η διαδικασία ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού συστήματος συμπεριλαμβάνει τεχνικές, εκπαιδευτικές, οικονομικές, κοινωνικές, ψυχολογικές και τεχνολογικές πτυχές που αλληλοεπηρεάζουν η μια την άλλη. Οι πληροφορικοί πρέπει να αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία σε μη τεχνικές συνιστώσες, ενώ οι υπόλοιποι άνθρωποι που εμπλέκονται στην διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης να κατανοούν την σημασία των τεχνικών θεμάτων. Μόνο όταν όλα τα άτομα που συμπεριλαμβάνονται στην διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού συστήματος καταλάβουν ότι υπάρχουν διαφορετικές θεωρήσεις, η υλοποίησή του γίνεται επιτυχώς.

## Βιβλιογραφία

### Ξενόγλωσση

1. Brusilovsky, P. (1994). Efficient techniques for adaptive hypermedia. In *Intelligent Hypertext* (pp. 12-30). Springer, Berlin, Heidelberg.
2. Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User modeling and user-adapted interaction*, 6(2-3), 87-129.
3. Brusilovsky, P. (1999). Adaptive and intelligent technologies for web-based education. *Ki*, 13(4), 19-25.
4. Cardona, D., & Crawford, C. M. ADDIE Model.
5. Clark, D. (2010). John Keller's ARCS Model of Motivational Design. Ανάκτηση January 22, 2016, από [http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/learning/id/arcs\\_model.html](http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/learning/id/arcs_model.html)
6. Crawford, C. (2011). Technology in Education - ADDIE Model. Ανάκτηση December 19, 2014, από [Teched-su2011.wikispaces.com: http://teched-su2011.wikispaces.com/ADDIE+model](http://teched-su2011.wikispaces.com: http://teched-su2011.wikispaces.com/ADDIE+model)
7. Keller, J. (2009). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. Springer Science & Business Media
8. Li, Q., Clark, B., & Winchester, I. (2010). Instructional design and technology grounded in enactivism: A paradigm shift?. *British Journal of Educational Technology*, 41(3), 403-419.
9. Malachowski, M. (2002, January 3). ADDIE Based Five-Step. Ανάκτηση December 10, 2014, από [Fog.ccsf.cc.ca.us: http://fog.ccsf.cc.ca.us/~mmalacho/OnLine/ADDIE.html](http://fog.ccsf.cc.ca.us: http://fog.ccsf.cc.ca.us/~mmalacho/OnLine/ADDIE.html)
10. Mascetti, S., Bernareggi, C., & Belotti, M. (2011, October). TypeInBraille: a braille-based typing application for touchscreen devices. In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (pp. 295-296). ACM.
11. Muller, N. (2005, May 3). Student ASSURE Project. Ανάκτηση 2014, από [Nelliemuller.com: http://www.nelliemuller.com/Student.Assure.Project.htm](http://www.nelliemuller.com: http://www.nelliemuller.com/Student.Assure.Project.htm)
12. Nicolau, H., Montague, K., Guerreiro, T., Rodrigues, A., & Hanson, V. L. (2015, October). Typing performance of blind users: An analysis of touch behaviors, learning effect, and in-situ usage. In *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility* (pp. 273-280). ACM.
13. REIGELUTH, C. M., & KELLER, J. B. (2009). Understanding instruction. In *Instructional-Design Theories and Models, Volume III* (pp. 39-52). Routledge.
14. Sampson, D., & Karagiannidis, C. (2002). From content objects to learning objects: Adding instructional information to educational meta-data. In *Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. V. Petrushin, P. Kommers, Kinshuk, I. Galeev (Eds.), Kazan State Technological University, Tatarstan, Russia (pp. 513-518).
15. Stauffer, M. (2008). Instruction of Keyboarding Skills: A Whole Language Approach to Teaching Functional Literacy Skills to Students Who are Blind and Have Additional Disabilities. *International Journal of Special Education*, 23(1), 74-81.
16. Voogt, J., & Roblin, N. P. (2010). 21st century skills discussion paper. University of Twente

### Ελληνόγλωσση

17. Βίρβου, Μ., Τσιρίγκα, Β., & Μουντρίδου, Μ. (2001). Αυτόματη προσαρμογή των διδακτικών αποφάσεων στις ανάγκες του μαθητή: Η περίπτωση του συστήματος διδασκαλίας της τεχνολογίας λογισμικού από απόσταση. Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

18. Κανάκης, Ι. (1989). Διδασκαλία και μάθηση με σύγχρονα μέσα επικοινωνίας. Από την έκφραση του προσώπου ως τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Από την έκφραση του προσώπου ως τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αθήνα: εκδ. Κ. Μ Γρηγόρη.
19. Κορδάκη, Μ. (2004). Δραστηριότητες για τη διδασκαλία των μαθηματικών Δημοτικού με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο της ΕΕΕΠ-ΔΤΠΕ με θέμα-". Παιδαγωγική αξιοποίηση των ΝΤ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.
20. Παπανικολάου, Κ., Γρηγοριάδου, Μ., & Γουλή, Ε. (2005). Η συμβολή του διαδικτύου στην ανανέωση των εκπαιδευτικών πρακτικών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Θέματα στην Εκπαίδευση, εκδ. Ελληνικά Γράμματα, 6(1), 23-57.
21. Σολομωνίδου, Χ. (2006). Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία, Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης. Αθήνα: Μεταίχμιο.
22. Τριλιανός, Θ.Α. (2003). Μεθοδολογία της Σύγχρονης Διδασκαλίας. Τόμος Α' Καινοτόμες Επιστημονικές Προσεγγίσεις στην Διδακτική Πράξη, Αθήνα
23. Τσιναρέλλης, Γ. (2005) Εκπαίδευση και άτομα με προβλήματα όρασης, Αθήνα
24. Φύτρος, Κ. (2005). Η Πληροφορική στην Ειδική Αγωγή