

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.)**  
**«Διδακτική της Τεχνολογίας και Ψηφιακά Συστήματα**  
**(Ηλεκτρονική Μάθηση)»**

---



**Μεταπτυχιακή εργασία**

**Επιβλέπων καθηγητής: κ. Σγούρος**

**ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ (ΑμεΑ) ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ**  
**ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΜΕΣΩ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ**

**ΡΟΥΣΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

**Πειραιάς**  
**2009-2010**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ  
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.)  
«Διδακτική της Τεχνολογίας και Ψηφιακά Συστήματα (Ηλεκτρονική Μάθηση)»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ακαδημαϊκό έτος: 2009-2010

Τίτλος Εργασίας: ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ (ΑμεΑ) ΜΕ  
ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΜΕΣΩ  
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Όνοματεπώνυμο: ΡΟΥΣΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Υπεύθυνος Διδάσκων: κ. Σγούρος

Δήλωση: Δηλώνω υπεύθυνα ότι το παρόν κείμενο αποτελεί προϊόν προσωπικής μελέτης και εργασίας και πώς όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της δηλώνονται σαφώς είτε στις παραπομπές είτε στο βιβλιογραφικό κατάλογο.

Υπογραφή

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	4
Summary .....	5
1. Εισαγωγή.....	6
2. Πληροφορική και Εκπαίδευση για άτομα με προβλήματα όρασης.....	9
2.1. Ιστορική Αναδρομή.....	9
2.2. Στόχοι.....	16
2.3. Τεχνολογίες λογισμικού .....	18
2.3.1. Η γλώσσα προγραμματισμού Java .....	18
2.3.2. XML (eXtensible Markup Language) .....	19
2.3.3. HTML (HyperText Markup Language) και XHTML (eXtensible HTML) .....	21
2.3.4. SQL (Structured Query Language).....	23
3. Ανάπτυξη πειραματικού μοντέλου τριών επιπέδων .....	24
3.1. Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (Three Tier Architecture) .....	24
3.2. Λογική περιγραφή πειραματικού μοντέλου.....	27
3.3. Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα.....	29
4. Τεχνική περιγραφή πειραματικού μοντέλου .....	32
4.1. Εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού και παρουσίασης δεδομένων.....	32
4.1.1. Apache Tomcat.....	32
4.1.2. Εργαλεία συγγραφής Java Κώδικα .....	33
4.1.3. Η Σχεσιακή Βάση Δεδομένων MySQL.....	33
4.1.4. Πλοηγητές διαδικτύου .....	33
4.2. Ανάλυση του Συστήματος.....	33
4.2.1 Χρήστες .....	35
4.2.2 Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases) .....	36
4.3. Σχεδιασμός του Συστήματος .....	52
4.3.1. Διάγραμμα Κλάσεων .....	52
4.3.2. Σχήμα Βάσης Δεδομένων.....	54
4.3.3. Αρχιτεκτονική του Συστήματος.....	55
4.4. Υλοποίηση του Συστήματος .....	56
4.4.1. Δημιουργία των Κλάσεων Υποδομής .....	57
4.4.2. Δημιουργία των Ιστοσελίδων.....	57
4.4.3. Δημιουργία των Applets .....	58
5. Προοπτικές Βελτίωσης – Μελλοντική Εξέλιξη .....	60
5.1. Προτάσεις Βελτίωσης .....	60
5.2. Εξέλιξη του Συστήματος.....	61
5.3. Εικονικός Φάκελος Μαθητή.....	64
5.4. Web Services και Service Oriented Architectures (SOA) .....	67
6. Συμπεράσματα .....	72
Βιβλιογραφία.....	77
ΙΣΤΟΘΕΣΕΙΣ.....	81

## Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αποτελεί μια μελέτη γύρω από τις τεχνολογικές εξελίξεις στην πρόσβαση και διακίνηση των πληροφοριών στο χώρο της Εκπαίδευσης για τυφλούς ή άτομα με χαμηλή όραση μέσω του διαδικτύου σε ετερογενείς πλατφόρμες. Νέες τεχνικές σε συνδυασμό με τις ευκολίες που προσφέρει ο παγκόσμιος ιστός έδωσαν διαφορετική υπόσταση στην αποθήκευση μαθησιακών δεδομένων και τη μεταφορά τους. Έτσι, σύγχρονες εφαρμογές επιτρέπουν σε διαφορετικές συσκευές να ανακτήσουν τα ίδια δεδομένα, που είναι αποθηκευμένα σε μια σχεσιακή βάση. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παροχή εύκολης πρόσβασης του χρήστη στα δεδομένα, η χρήση νέων τεχνολογιών και η απολαβή των χρήσεών τους καθώς και η προτυποποίηση της περιγραφής των διακινούμενων δεδομένων ώστε να υπάρχει συμβατότητα ανάμεσα σε διαφορετικά συστήματα και τεχνικές.

Για τους σκοπούς της διπλωματικής δημιουργήθηκε ένα πειραματικό διαδικτυακό μοντέλο που χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού Java και σύγχρονα πρότυπα ώστε να παρέχει σε έναν χρήστη πρόσβαση σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή και ενός φυλλομετρητή ιστοσελίδων. Η δομή της εφαρμογής ακολουθεί την αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων (παρουσίασης, επιχειρησιακής λογικής, διαχείρισης δεδομένων) και χρησιμοποιεί πρότυπα όπως η XML για επίτευξη συμβατότητας κατά τη μετακίνηση δεδομένων από και σε διαφορετικά σημεία στο χώρο της εκπαίδευσης. Περιγράφονται πλήρως οι λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά της πειραματικής εφαρμογής, τόσο σε λογικό όσο και τεχνικό επίπεδο. Τέλος, η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται σε μελλοντικές τάσεις στην ανταλλαγή δεδομένων στο χώρο της εκπαίδευσης για τυφλούς ή άτομα με χαμηλή όραση. Η έννοια του εικονικού φακέλου μαθητή, οι υπηρεσίες ιστού (Web Services) και οι αρχιτεκτονικές επικεντρωμένες στις παρεχόμενες υπηρεσίες (SOA) μπορούν μελλοντικά να προσφέρουν μεγαλύτερα επίπεδα λειτουργικότητας στις εφαρμογές στο χώρο της εκπαίδευσης.

# SUPPORT FOR PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS USING EDUCATIONAL APPLICATIONS VIA INTERNET

BY ROUSKAS ATHANASIOS

## Summary

The present MSc thesis constitutes a study about the technological developments in access and distribution of education data to heterogeneous platforms via the Internet for the blind or people with low vision. New techniques in combination with the facilities that the World Wide Web offers, gave a different dimension in the storage and delivery of education data. Current applications allow different devices to retrieve the same data that are stored in a relational database. The aim of the present thesis is to provide the user with the benefit of easy access to the data and to present the use of new technologies and the utility of their advantages as well as the standardization process of describing the exchanged data, so that there can be compatibility between different systems and techniques.

For the purposes of the present thesis, an experimental application framework was designed and developed, based on the Java programming language and on new standards. A user can interact with the framework prototype through personal computer and traditional web browsers. The structure of the application follows the three tier architectural framework (presentation, business logic and data manipulation tier) and uses standards like XML in order to achieve compatibility during data transfer from and to disparate access points of learning. The functions and the characteristics of this experimental application are fully described, both in logical and in technical level. Finally, the current dissertation refers to future trends in data exchange in Education for the blind or people with low vision. The concept of Virtual Student Record, the Web Services and Service Oriented Architecture prototypes can offer major performance levels in learning applications in the future.

## 1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια μελέτη γύρω από τις τεχνολογικές εξελίξεις στην πρόσβαση και διακίνηση των πληροφοριών στο χώρο της Εκπαίδευσης για τυφλούς ή άτομα με χαμηλή όραση. Πρωταρχικός σκοπός της είναι η παρουσίαση του τρόπου πρόσβασης των απαιτούμενων μαθησιακών δεδομένων αποθηκευμένων σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων από μια σταθερή συσκευή (ηλεκτρονικός υπολογιστής).

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματεύεται την παροχή περιεχομένου σε πολλαπλής εφαρμογής συσκευές ή λογισμικά (cross-platform content delivery). Για να νοηθεί ότι ένα λογισμικό είναι πολλαπλής εφαρμογής πρέπει να είναι ικανό να λειτουργεί σε περισσότερες της μίας αρχιτεκτονικές υπολογιστών ή λειτουργικών συστημάτων. Αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία δεδομένου ότι διαφορετικά λειτουργικά συστήματα έχουν διαφορετικά λογισμικά, όπως για παράδειγμα το λειτουργικό σύστημα Linux που χρησιμοποιεί διαφορετικές εφαρμογές σε σχέση με τα Windows. Επίσης, το ότι ένα συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα λειτουργεί σε διαφορετικούς υπολογιστές δε σημαίνει ότι λειτουργεί σε όλες τις αρχιτεκτονικές συσκευών, όπως για παράδειγμα στις αρχιτεκτονικές 32bit και 64bit υπολογιστών. Με την έλευση του διαδικτύου, αναπτύχθηκαν πολυεπίπεδες εφαρμογές οι οποίες προσφέρουν πρόσβαση σε φυλλομετρητές δικτύου που υπάγονται σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Τέτοιες εφαρμογές διαθέτουν ιδιαίτερη αρχιτεκτονική συστήματος όπως η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων (three tier architecture). Σκοπός των πολλαπλής εφαρμογής λογισμικών είναι η εξελιγμένη λειτουργικότητα η οποία καταργεί τους περιορισμούς συμβατότητας διαφορετικών συσκευών.

Η εργασία χωρίζεται σε πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο στο οποίο βρισκόμαστε, αποτελεί την εισαγωγή, όπου εξηγείται συνοπτικά το θέμα της εργασίας. Αναφέρονται γενικές πληροφορίες σχετικές με το αντικείμενο και τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης δίνονται περιγραφές των κεφαλαίων που ακολουθούν. Στη συνέχεια ακολουθούν αναφορές των θεμάτων που περιέχονται στις επόμενες ενότητες.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή και ιστορική αναδρομή όσον αφορά την τεχνολογική επανάσταση στο χώρο της Εκπαίδευσης για τυφλούς ή άτομα με χαμηλή όραση και την είσοδο της πληροφορικής σε αυτήν. Συγκρίνονται ο τυπικός και ο ηλεκτρονικός τρόπος μαθησιακών δεδομένων και

η ανάγκη εφαρμογής της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης. Μετά όμως τη μηχανογράφηση, επιβάλλεται η βέλτιστη αξιοποίηση της καταγεγραμμένης πληροφορίας, οπότε εισερχόμαστε στη δημιουργία πληροφοριακών συστημάτων στους εκπαιδευτικούς οργανισμούς και τεχνικών μεταφοράς της μαθησιακής γνώσης στους ενδιαφερόμενους. Λόγω όμως της αποκλειστικότητας και ασφάλειας των μαθησιακών δεδομένων, γίνεται αναφορά στην περιφρούρησή τους και την εγκατάσταση τεχνικών ασφάλειας, οι οποίες θα διασφαλίζουν την ασφάλεια και την ακεραιότητα των μαθησιακών δεδομένων. Επίσης, αναφέρεται η χρήση των υπηρεσιών του παγκόσμιου ιστού στα πληροφοριακά συστήματα και των νέων τεχνολογιών. Στη συνέχεια, διατυπώνονται οι στόχοι της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά που διαθέτει το πρότυπο μοντέλο που κατασκευάστηκε και τέλος, γίνεται μια συνοπτική αναφορά στις γλώσσες προγραμματισμού και τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του.

Το τρίτο κεφάλαιο επικεντρώνεται αρχικά σε μια γενική περιγραφή του εν λόγω λογισμικού. Ακολουθεί η λογική περιγραφή του εφαρμοζόμενου μοντέλου (αρχιτεκτονική τριών επιπέδων) και των λειτουργιών που προσφέρει. Εξηγείται η εφαρμογή που κατασκευάστηκε και παρουσιάζονται με σχεδιαγράμματα ο τρόπος λειτουργίας της. Τέλος, γίνεται λόγος για τις τεχνικές ασφάλειας που εφαρμόζονται στη μεταφορά των δεδομένων ανάμεσα στις ετερογενείς πλατφόρμες.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί το τεχνικό κομμάτι της εργασίας. Στο σημείο αυτό περιγράφονται τα λογισμικά που ενεπλάκησαν στην κατασκευή του προγράμματος και την κατασκευή του περιβάλλοντος χρήστη. Ακολουθούν αναλυτικά η ανάλυση του συστήματος, όπου περιγράφεται η λειτουργικότητά του, ο σχεδιασμός του, οι τεχνικές, τα πρότυπα και ο πηγαίος κώδικας που εφαρμόζονται. Διαγράμματα κλάσεων και σχήματος της βάσης δεδομένων πλαισιώνουν την περιγραφή του συστήματος. Εξηγείται το περιβάλλον χρήστη και οι δυνατότητες που προσφέρονται.

Στο πέμπτο κεφάλαιο δίνονται προοπτικές βελτίωσης του συγκεκριμένου προγράμματος, ώστε να υποστηρίζει περισσότερες λειτουργίες και να εξυπηρετεί περισσότερες πληροφοριακές ανάγκες. Επίσης, αναπτύσσονται οι μελλοντικές τάσεις στο χώρο της Πληροφορικής της Εκπαίδευσης για τυφλούς ή άτομα με χαμηλή όραση, και παρουσιάζονται οι αρχιτεκτονικές που βασίζονται στην παροχή διαδικτυακών υπηρεσιών.

Τέλος, τον επίλογο ακολουθούν τα συμπεράσματα, οι βιβλιογραφικές παραπομπές για τη συγκεκριμένη εργασία καθώς και παραρτήματα που συσχετίζονται με αναφορές στο κείμενο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ



## 2. Πληροφορική και Εκπαίδευση για άτομα με προβλήματα όρασης

### 2.1. Ιστορική Αναδρομή

Στα άτομα που παρουσιάζουν δυσλειτουργία του αισθητηρίου της όρασης περιλαμβάνονται οι τυφλοί (0,1% του πληθυσμού) και εκείνοι με χαμηλή όραση ή χρωματικές δυσλειτουργίες (1,5% του πληθυσμού). Στην πραγματικότητα στα άτομα με απώλεια όρασης μπορούμε να διακρίνουμε διαφορετικό βαθμό αναπηρίας σε μια κλίμακα ικανοτήτων όρασης. Σύμφωνα με τον πρόσφατο (2002) ορισμό του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας η αναπηρία και η λειτουργία ή η δυσλειτουργία θεωρούνται αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης μεταξύ καταστάσεων υγείας και συναφών (contextual) παραγόντων. Επίσης, η αναπηρία περιέχει δυσλειτουργία σε ένα ή περισσότερα από τα (ίσης σημασίας) επίπεδα: (i) βλάβες, (ii) εμπόδια δραστηριοτήτων και (iii) περιορισμοί συμμετοχής. Οι συναφείς παράγοντες μπορεί να είναι:

- εξωτερικοί - περιβαλλοντικοί, στους οποίους περιλαμβάνονται:
  - το φυσικό, κοινωνικό, εκπαιδευτικό/σχολικό και πολιτισμικό περιβάλλον ζωής του κάθε ατόμου,
  - οι ανθρώπινες και φυσικές αλλαγές στο περιβάλλον,
  - τα φυσικά και τεχνητά προϊόντα και
  - οι στάσεις, αξίες, θεσμοί και οργανωτικές διευθετήσεις που ισχύουν σε κάθε κοινωνία (και στο εκπαιδευτικό σύστημα)
- εσωτερικοί - προσωπικοί, όπως: το φύλο, η ηλικία, το κοινωνικό υπόβαθρο, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα, η προηγούμενη και η παρούσα εμπειρία, ο συνολικός τρόπος συμπεριφοράς και ο χαρακτήρας κάθε ατόμου.

Η αναπηρία λοιπόν δεν θεωρείται, όπως παλαιότερα, η κατάσταση ενός ατόμου, αλλά το αποτέλεσμα της σχέσης των δυνατοτήτων ενός ατόμου σχετικά με τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος. Η κυρίαρχη τάση για την εκπαίδευση των μαθητών με απώλεια όρασης που εφαρμόζεται και στη χώρα μας, είναι η ένταξή τους στην κοινή τάξη και όχι σε ειδικό σχολείο.

Ο μαθητής με μειωμένη ή καθόλου όραση, κατά την ενταξιακή εκπαιδευτική διαδικασία παρουσιάζει τα παρακάτω εμπόδια ή περιορισμούς: I) πρόσβασης στο έντυπο εκπαιδευτικό υλικό, II) πρόσβασης στο βοηθητικό έντυπο εκπαιδευτικό υλικό (εγκυκλοπαίδειες, περιοδικά, εφημερίδες, κλπ), III) πρόσβασης στον πίνακα της τάξης, IV) πρόσβασης στο υλικό που

προβάλλεται στην τάξη με άλλα μέσα (όπως overhead projector, data projector), V) συγγραφής σημειώσεων στην τάξη, VI) συγγραφής εργασιών που του ανατίθενται, VII) συμμετοχής στις γραπτές δοκιμασίες, VIII) πρόσβασης με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή (Η/Υ) στο εκπαιδευτικό υλικό που υπάρχει σε ηλεκτρονική μορφή (σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες ή στον παγκόσμιο ιστό) και σε εκπαιδευτικά πακέτα λογισμικού.

Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) αποτελούν με αυξανόμενους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια ένα διεπιστημονικό εργαλείο προσέγγισης της γνώσης για όλους τους μαθητές. Στην περίπτωση όμως των μαθητών με μειονεξίες στην όραση καθίστανται επιπλέον ένα σημαντικό, με μοναδικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες, εργαλείο στην ενταξιακή τους εκπαίδευση. Οι ΤΠΕ σήμερα, σε όλες τις περιπτώσεις απαιτήσεων που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, μπορούν να δώσουν ουσιαστικές λύσεις ή σημαντικές διευκολύνσεις [36,42,44]. Οι γλωσσικές τεχνολογίες, ιδιαίτερα δε οι τεχνολογίες φωνής, παίζουν ένα σημαντικό ρόλο προς την κατεύθυνση αυτή [37,38]. Η αντιμετώπιση της αναπηρίας των μαθητών με απώλεια όρασης από τις ΤΠΕ γίνεται με τους εξής τρεις τρόπους:

A) επαύξηση των ικανοτήτων το ατόμου με Προσωπικές Υποστηρικτικές Τεχνολογίες,

B) εγκατάσταση προσαρμογών στο περιβάλλον του σχολείου (Υποστηρικτικές Τεχνολογίες Προσαρμογών) και

Γ) αλλαγή του τρόπου σχεδιασμού του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (π.χ. εκπαιδευτικού υλικού, υπολογιστικών συστημάτων) ώστε να είναι προσβάσιμο και από τυφλούς ή με χαμηλή όραση μαθητές (εφαρμογή των αρχών Καθολικής Σχεδίασης ή Σχεδίαση για όλους). Οι λύσεις αυτές:

- Μερικές φορές είναι διαθέσιμες στο εμπόριο. Στην περίπτωση αυτή, το πρόβλημα εντοπίζεται στην έγκαιρη και έγκυρη πληροφόρηση της εκπαιδευτικής κοινότητας για τα διαθέσιμα εξειδικευμένα προϊόντα. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που αυτά δεν διατίθενται στην ελληνική αγορά ή δεν υποστηρίζουν την ελληνική γλώσσα ή το ελληνικό σύστημα Braille, ενώ το κόστος σε μερικά από αυτά μπορεί να είναι απαγορευτικό για μεμονωμένους χρήστες.
- Συχνά είναι μόνο διαθέσιμες εκτός εμπορίου, ως αποτέλεσμα ερευνητικών ή αναπτυξιακών προσπαθειών, αλλά δεν μπόρεσαν να βρουν κατάλληλο κανάλι προώθησής τους στους Έλληνες μαθητές.

- Άλλες φορές απαιτούν την ανάπτυξη ειδικών υπηρεσιών (π.χ. δίκτυο ψηφιακών ακουστικών βιβλιοθηκών).
- Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτούν την ανάπτυξη προτύπων και τυποποιήσεων.

Οι κύριες διαθέσιμες τεχνολογικές λύσεις [36,44] για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των μαθητών με απώλεια όρασης είναι (κατά ιεραρχική σειρά σημαντικότητας):

1. Προσβάσιμος Ατομικός Φορητός Σταθμός Εργασίας
2. Προσβάσιμο εκπαιδευτικό υλικό
3. Προσβάσιμο ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό περιεχόμενο
4. Σύστημα πρόσβασης στον πίνακα/προβολές της τάξης
5. Προσβάσιμος Σταθερός Σταθμός Εργασίας (βιβλιοθήκη/εργαστήριο)

Ο Ατομικός Φορητός Σταθμός Εργασίας (ΑΦΣΕ) είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα Προσωπικών Υποστηρικτικών Τεχνολογιών για τον τυφλό μαθητή. Μπορεί να δέχεται πληροφορίες εισόδου από οποιασδήποτε μορφής κείμενο: α) έντυπα (βιβλία, περιοδικά, εφημερίδες) μέσω σαρωτή και εφαρμογής οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων, β) ηλεκτρονικά κείμενα (π.χ. από επεξεργαστές κειμένων), γ) το γραφικό περιβάλλον του Η/Υ, δ) την πλοήγηση στο περιεχόμενο του Παγκόσμιου Ιστού και τις υπηρεσίες του διαδικτύου (π.χ. ηλεκτρονικό ταχυδρομείο), ε) τον πίνακα / προβολές στην τάξη και στ) το πληκτρολόγιο (κοινό ή Braille). Η παραγόμενη έξοδος (σε πραγματικό χρόνο) μπορεί να είναι: i) ακουστική μέσω Συνθετικής Ομιλίας, ii) δυναμική απτική σε μορφή Braille (στην οθόνη αφής) και για τις περιπτώσεις μαθητών με μειωμένη όραση iii) μεγεθυσμένη (στην οθόνη ή στον κοινό εκτυπωτή). Η σύνθεση του ΑΦΣΕ περιλαμβάνει: φορητό υπολογιστή, σαρωτή με εφαρμογή οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων, λογισμικό Ανάγνωσης Οθόνης (screen reader), σύστημα μετατροπής κειμένου σε συνθετική ομιλία και οθόνη Braille.

Ο Αναγνώστης Οθόνης εντοπίζει όλες τις μορφές κειμένου (ορατές ή κρυφές) στο πολυπαραθυρικό γραφικό περιβάλλον χρήστη (εικονίδια, κουμπιά, κατάλογοι επιλογών, πλαίσια διαλόγου, λίστες, πλαίσια μηνυμάτων) και τις στέλνει στο σύστημα μετατροπής κειμένου σε ομιλία και στην οθόνη Braille, έτσι ώστε ο χρήστης να αντιλαμβάνεται ακουστικό το γραφικό περιβάλλον και να μπορεί να πλοηγείται με ακουστική υποβοήθηση σε αυτό. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να λαμβάνει ακουστική επαλήθευση των χαρακτήρων που πληκτρολογεί.

Το σύστημα μετατροπής κειμένου σε συνθετική ομιλία (Text-to-Speech),

είναι μια εφαρμογή λογισμικού η οποία εκφωνεί οποιοδήποτε κείμενο σε πραγματικό χρόνο (χωρίς να χρειάζεται προ-ηχογράφηση). Τα τελευταία χρόνια, η ενσωμάτωση προηγμένων μοντέλων προσωδιακών χαρακτηριστικών έκανε αρκετά φυσική την παραγόμενη συνθετική ομιλία στα συστήματα αυτά [39] τα οποία σε πολλές περιπτώσεις είναι ελεύθερα διαθέσιμα [45]. Σήμερα βαδίζουμε προς τα συστήματα μετατροπής εγγράφων-σε-ομιλία (Document-to-Speech) [40] [41], τα οποία, σε αντίθεση με τα παραδοσιακές εφαρμογές μετατροπής κειμένου σε ομιλία, αποδίδουν σε ακουστική μορφή όχι μόνο το περιεχόμενο ενός εγγράφου αλλά και τις πληροφορίες που σχετίζονται με την οπτική ή δομική του διάταξη (π.χ. έντονη ή πλάγια γραφή, μέγεθος και τύπος γραμματοσειράς, πίνακες και κατάλογοι).

Η Οθόνη Braille είναι μια, σχετικά ακριβή, συσκευή απτικής ανάγνωσης που χρησιμοποιεί κινούμενες ακίδες (μεταλλικές ή νάιλον) και επιτρέπει την απτική ανάγνωση κειμένων σε μορφή Braille σε πραγματικό χρόνο (χωρίς την παραγωγή βιβλίων Braille).

Σταθεροί Σταθμοί Εργασίας (ΣΣΕ) για Μαθητές με απώλεια Όρασης έχουν την ίδια σύνθεση με τους ΑΦΣΕ, αλλά χρησιμοποιούν επιτραπέζιο υπολογιστή και συνήθως συνοδεύονται από ειδικό «εκτυπωτή» (embosser) για την παραγωγή εγγράφων και βιβλίων σε μορφή Braille και το απαραίτητο λογισμικό συμβολομετατροπής κειμένων σε γραφή Braille. Όταν καλύπτουν και τις περιπτώσεις μαθητών με χαμηλή όραση συνοδεύονται από ένα (μη φορητό) σύστημα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV) το οποίο μεγεθύνει έγγραφα και μικροαντικείμενα στην οθόνη του Η/Υ. Οι ΣΣΕ αποτελούν Υποστηρικτικές Τεχνολογίες Προσαρμογών, χρησιμοποιούνται περισσότερο στις βιβλιοθήκες και τα εργαστήρια ή κατά τις γραπτές εξετάσεις, αλλά δεν μπορούν να καλύψουν τις περισσότερες απαιτήσεις των μαθητών με απώλεια όρασης για μελέτη και συγγραφή στο σπίτι, συγγραφή σημειώσεων στην τάξη και πρόσβαση στον πίνακα της τάξης. Προϋπόθεση, λοιπόν, για μια ουσιαστική και αποτελεσματική ένταξη, είναι κάθε τυφλός μαθητής της χώρας να εφοδιαστεί με τον κατάλληλο ατομικό φορητό σταθμό εργασίας.

Το Προσβάσιμο Εκπαιδευτικό Υλικό περιλαμβάνει: βιβλία Braille, Ψηφιακά Ακουστικά Βιβλία, ανάγλυφες αναπαραστάσεις και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις. Η παραγωγή και η διάθεσή του θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο κέντρο, με μόνιμο καταρτισμένο προσωπικό (και όχι με ad-hoc επιτροπές όπως γίνεται σήμερα στη χώρα μας). Απαιτεί προσαρμογή του

εκπαιδευτικού υλικού (π.χ. εναλλακτικές αναπαραστάσεις σχημάτων, εικόνων), την χρήση προηγμένων τεχνολογικών συστημάτων και πρέπει να ακολουθεί τις διεθνείς τυποποιήσεις.

Ο Μεταφραστής Braille (Braille translator) είναι ένα απαραίτητο λογισμικό μετατροπής ηλεκτρονικού κειμένου σε μορφή Braille που χρησιμοποιείται στους ΣΣΕ και στους ΑΦΣΕ. Στα σημαντικά χαρακτηριστικά του πρέπει να περιλαμβάνεται η υποστήριξη της Ελληνικής και του Ελληνικού συστήματος Braille αι των επιστημονικών συμβόλων. Το έργο SYMBRAILLE [36,44] συνέβαλε σημαντικά προς την επίτευξη των χαρακτηριστικών αυτών. Επίσης στο ίδιο έργο αντιμετωπίστηκε το πρόβλημα της Συμβολογραφίας Επιστημονικών Συμβόλων (φυσικής, μαθηματικών, χημείας-φυσικής κλπ) κατά Braille στον ελληνικό χώρο και προτάθηκε η υιοθέτηση του Συστήματος Nemeth. Με την Υπουργική απόφαση 10366/Γ/30-1-2004 του ΥΠΕΠΘ και την υπ.αριθ. 3/18-12-2003 απόφαση του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου έγινε δεκτή η πρόταση αυτή και έτσι σήμερα η χώρα μας διαθέτει ένα σύστημα που είναι σαφές, πλήρες, καλύπτει όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και υποστηρίζεται από τα συστήματα πληροφορικής.

Τα Ψηφιακά Ομιλούντα Βιβλία επιτρέπουν στους μαθητές να έχουν ακουστική πρόσβαση στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο χωρίς τη χρήση Η/Υ αλλά μέσω ειδικών φορητών συσκευών αναπαραγωγής CD, DVD, mini disk ή memory stick (μπορεί όμως να γίνει χρήση τους και από Η/Υ). Δίνουν στον χρήστη σημαντικές δυνατότητες αλληλεπίδρασης, όπως: περιεχόμενα, ξεφύλλισμα, ευρετήριο, σελιδοδείκτες, φωνητικές σημειώσεις. Θα πρέπει να ακολουθούν σχετικές διεθνείς τυποποιήσεις (π.χ. DAISY), αλλά δεν παράγονται ακόμη στη χώρα μας.

Η Πρωτοβουλία για την Προσβασιμότητα του Παγκόσμιου Ιστού (Web Accessibility Initiative) [46] έχει κάνει σημαντικά βήματα για την αντιμετώπιση της πρόσβασης των ατόμων με απώλεια όρασης στο διαδίκτυο. Συγκεκριμένα, έχει προτείνει διεθνείς οδηγίες, τις οποίες μάλιστα υιοθέτησε και η Ευρωπαϊκή Ένωση, που πρέπει να ακολουθούν όσοι αναπτύσσουν ιστοσελίδες, ώστε να είναι εύκολη η πλοήγηση σε αυτές και κατανοητή η δομή τους, αλλά ακόμη να παρέχουν εναλλακτική πρόσβαση και σε εικόνες και σχήματα. Τις οδηγίες αυτές υιοθέτησε η Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας e-Europe2005 και τις προωθεί μέσω ειδικών δράσεων και στη χώρα μας [48]. Οι οδηγίες αυτές μπορούν να εφαρμόζονται και στην ανάπτυξη προσβάσιμων εκπαιδευτικών

εφαρμογών για μαθητές. Διατίθενται επίσης εργαλεία πιστοποίησης του βαθμού προσβασιμότητας των ιστοσελίδων.

Άλλες ενδιαφέρουσες πρωτοβουλίες για την υποστήριξη των μαθητών είναι οι ομιλούντες φυλλομετρητές (talking browsers), η πρωτοβουλία VoiceWEB [46] και η σχετική VoiceXML, καθώς και η ανάπτυξη της MathXML για την υποστήριξη των μαθηματικών και επιστημονικών συμβόλων.

Το σύστημα πρόσβασης τυφλών και με μειωμένη όραση μαθητών στον πίνακα/ προβολές της τάξης περιλαμβάνει έναν έξυπνο (smart) πίνακα στον οποίο ό,τι γράφεται ή προβάλλεται μεταδίδεται συγχρόνως και στον προσβάσιμο σταθμό εργασίας του μαθητή, μετατρέπεται σε συνθετική ομιλία ή σε μορφή Braille ή και σε ανάγλυφη μορφή αν είναι σχήμα, ή σε μεγεθυμένη μορφή (για τους μερικώς βλέποντες), αλλά μπορεί επίσης και να αποθηκευτεί σαν ηλεκτρονικό αρχείο. Ο έξυπνος πίνακας είναι ταυτόχρονα μια οθόνη αφής που συνδέεται με υπολογιστή (δηλαδή ο εκπαιδευτικός χειρίζεται τον Η/Υ από τον πίνακα χωρίς πληκτρολόγιο και ποντίκι) που διαθέτει και αυτόματη αναγνώριση χειρογραφής.

Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών ουσιαστικά θα πρέπει να ακολουθείται ως έχει. Ο διδάσκων όμως, θα πρέπει να είναι ενήμερος για τις δυνατότητες του τυφλού μαθητή στη χρήση των τεχνολογιών πληροφορικής, όπως για παράδειγμα στην εναλλακτική λύση που αντικαθιστά τη χρήση του ποντικού και διευκολύνει την πλοήγηση στο γραφικό περιβάλλον με παράθυρα. Δραστηριότητες που αναφέρονται σε σχεδίαση, χρήση σχημάτων, εικόνων, γραφικών και ιστοσελίδων θα πρέπει τουλάχιστον να ακολουθούν τις κατευθυντήριες γραμμές της WAI. Ακόμη και στις περιπτώσεις μορφοποίησης κειμένου σε επεξεργαστή κειμένου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όσα αναφέρθηκαν σχετικά με την ακουστική αναπαράσταση με συστήματα μετατροπής εγγράφων-σε-ομιλία. Βασική προϋπόθεση για τα παραπάνω αποτελεί η διαθεσιμότητα κατάλληλου προσβάσιμου σταθμού εργασίας για τον τυφλό μαθητή, όχι μόνο στο εργαστήριο, αλλά και στη τάξη και πολύ περισσότερο στο σπίτι του μαθητή.

Όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, σχετικά με τη συμβολή της Πληροφορικής ως υποστηρικτικής τεχνολογίας κατά την εκπαιδευτική διαδικασία των ατόμων με προβλήματα όρασης, επιβεβαιώνονται από το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια τυφλοί φοιτητές σε σχολές θετικών επιστημών (μαθηματικών, πληροφορικής, κ.ά.) περάτωσαν με επιτυχία τις σπουδές τους

στη χώρα μας και συνέχισαν μεταπτυχιακές σπουδές στο εξωτερικό. Δεύτερο παράδειγμα αποτελεί η δημιουργία το 2003 του πρώτου στην Ελλάδα, εγκεκριμένου από το ΥΠ.Ε.Π.Θ., δημόσιου Ινστιτούτου Επαγγελματικής Κατάρτισης (Ι.Ε.Κ.) για άτομα με αναπηρίες, με ειδικότητα «ΤΕΙΡΕΣΙΑΣ: Άτομα με Προβλήματα Όρασης Χειριστές Τηλεφωνικού Κέντρου Εξυπηρέτησης Πελατών» [47], το οποίο διαθέτει σύγχρονες υποδομές και εξοπλισμό πληροφορικής για τους σπουδαστές του και παρέχει για πρώτη φορά στη χώρα μας επίσημες, πιστοποιημένες, μεταλυκειακού επιπέδου σπουδές σε τυφλούς.

Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής για Μαθητές με Απώλεια Όρασης από μόνες τους δεν λύνουν προβλήματα. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι εξής παράγοντες [43]: νομοθεσία, κανονιστικό πλαίσιο, κατευθυντήριες γραμμές, οδηγίες συμμόρφωσης, κανόνες γραπτών εξετάσεων, τυποποίηση, ανθρώπινοι παράγοντες, συνέργιες, προσβάσιμες εγκαταστάσεις, εκπαίδευση & κατάρτιση στελεχών, κουλτούρα και τέλος, συμμετοχή των ίδιων των μαθητών με προβλήματα όρασης στις φάσεις της ανάπτυξης και αξιολόγησης των υποστηρικτικών τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. [49]

## 2.2. Στόχοι

Με βάση τα χαρακτηριστικά που εισάγουν οι νέες τεχνολογίες και την εξάπλωση του διαδικτύου, σε συνδυασμό με τις ανάγκες που υπάρχουν στο χώρο της Εκπαίδευσης, μπορούμε θεωρητικά να καταλήξουμε σε ένα πληροφοριακό μοντέλο που να ικανοποιεί συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Για την ανάπτυξή του και την κατασκευή της πειραματικής εφαρμογής τέθηκαν ορισμένοι στόχοι προς επίτευξη, οι οποίοι περιγράφονται στη συνέχεια.

Αρχικά, πρωταρχικός σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η δημιουργία μιας διαδικτυακής αρχιτεκτονικής συστήματος η οποία να παρέχει στον καθηγητή / εκπαιδευόμενο ασφαλή και γρήγορη πρόσβαση σε μαθησιακά δεδομένα αποθηκευμένα σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων. Τα μαθησιακά δεδομένα που πρόκειται να αποθηκευτούν πρέπει να ανακτώνται εύκολα όσο και να διαχειρίζονται (επεξεργασία, διαγραφή, προσθήκη νέων) μέσω του διαδικτύου και με τρόπο φιλικό προς το χρήστη. Η προσβασιμότητα λοιπόν αποτελεί βασικό στόχο και λειτουργία της πειραματικής εφαρμογής.

Επίσης, το μοντέλο που αναπτύχθηκε ήταν ανάγκη να διαθέτει την απαραίτητη τεχνολογία, ώστε να διευκολύνεται τόσο η κατασκευή του αλλά και να αυξάνεται η λειτουργικότητά του. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση νέων τεχνολογιών στην κατασκευή συστημάτων όπως η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων. Η δημιουργία συστημάτων με τη συγκεκριμένη αρχιτεκτονική επιτρέπει ευελιξία (ικανότητα προσαρμογής σε διαφορετικές εφαρμογές και περιβάλλοντα), συντηρησιμότητα (ευελιξία στη διόρθωση βλαβών, την αύξηση της απόδοσης στα επιθυμητά επίπεδα, προσαρμοστικότητα σε νέες λειτουργίες), προσαρμοστικότητα (ικανότητα μετατροπής λογισμικού ώστε να καλύπτει περισσότερες πληροφοριακές ανάγκες) και επαναχρησιμοποίηση (χρήση του συστήματος για την κάλυψη και άλλων αναγκών εκτός από αυτές που αρχικά προγραμματίστηκε να καλύπτει). [8,9]

Τέλος, η περιγραφή των δεδομένων είναι ανάγκη να γίνεται με προτυποποιημένους τρόπους για την επίτευξη συμβατότητας μεταξύ των εμπλεκόμενων συστημάτων και συσκευών. Στο σημείο αυτό η χρήση του προτύπου XML για την περιγραφή των μετακινούμενων δεδομένων μπορεί να προσδώσει την επιθυμητή συμβατότητα μεταξύ διαφορετικών συστημάτων και να υποστηρίξει συσκευές διαφορετικής αρχιτεκτονικής και δυνατοτήτων. Έτσι, με κοινές μεθόδους επικοινωνίας γίνεται εφικτή η παροχή λειτουργιών σε περισσότερα του ενός ετερογενή συστήματα.



Συγκεντρωτικά, τους στόχους που τέθηκαν κατά τη συγγραφή της εργασίας κι έγινε προσπάθεια να επιτευχθούν με την κατασκευή της πειραματικής εφαρμογής αποτελούν:

- η προσβασιμότητα
- η εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας και
- η προτυποποιημένη περιγραφή των διακινούμενων δεδομένων

Σύμφωνα με την πειραματική εφαρμογή που κατασκευάστηκε, ένας εξουσιοδοτημένος καθηγητής / εκπαιδευόμενος, μπορεί να συνδεθεί μέσω του διαδικτύου σε ένα σύστημα ώστε να αποκτήσει πρόσβαση σε μαθησιακά δεδομένα. Η εφαρμογή επικοινωνεί με μια σχεσιακή βάση δεδομένων, στην οποία τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται. Με τη βοήθεια ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος, ο χρήστης είναι σε θέση να αυθεντικοποιηθεί εισάγοντας κωδικούς πρόσβασης και στη συνέχεια να καταχωρήσει νέα δεδομένα, να ανακτήσει όλες τις υπάρχουσες εγγραφές της βάσης, να τις τροποποιήσει και να τις διαγράψει. Η όλη διαδικασία κάνει εφικτή την απόκρυψη από τον χρήστη των τεχνικών λεπτομερειών και διαδικασιών, ενώ προσφέρει μια εμπειρία αντίστοιχη με την περιήγηση σε έναν δικτυακό τόπο. Στην κατασκευή του μοντέλου αυτού χρησιμοποιούνται σύγχρονες διαδικτυακές τεχνολογίες και πρότυπα συμβατότητας, ικανά να επιφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

## **2.3. Τεχνολογίες λογισμικού**

Με φόντο το πειραματικό μοντέλο που δημιουργήθηκε περιγράφονται στη συνέχεια καίριες τεχνολογίες και γλώσσες προγραμματισμού, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή της.

### **2.3.1. Η γλώσσα προγραμματισμού Java**

Η γλώσσα προγραμματισμού Java είναι από τις δημοφιλέστερες στο είδος της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για αυτόνομες εφαρμογές όσο και για εφαρμογές που εκτελούνται αποκλειστικά στο διαδίκτυο. [7] Είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που δημιουργήθηκε το 1991 από τον James Gosling και συνεργάτες της Sun Microsystems με σκοπό την αντικατάσταση της γλώσσας C++. Η Java δεν εξαρτάται από την πλατφόρμα στην οποία γράφεται και μπορεί να μεταφερθεί σε άλλη, διαφορετική, χωρίς να επηρεάζεται από την αρχιτεκτονική του εκάστοτε συστήματος. Διαθέτει πλούσια συλλογή βιβλιοθηκών και έχει σχεδιαστεί για αλληλεπιδρώντες εφαρμογές, οι οποίες εκτελούνται σε ιστοσελίδες από προγράμματα πλοήγησης διαδικτύου (web browsers). Επίσης, πολύ δυνατό σημείο της αποτελεί η διαχείριση των SQL κυρίως Βάσεων Δεδομένων, όπως η Oracle και η MySQL, εφαρμόζοντας μια ενιαία τεχνική για την προσπέλαση οποιασδήποτε βάσης μέσω Java κώδικα. Τέλος η Java παρέχει τρόπους ανάγνωσης δεδομένων διαφόρων ειδών εγγράφων (όπως XML) με χρήση ενός συνόλου από βιβλιοθήκες που περιέχονται σε κάθε πακέτο λογισμικού. [5,13] Το λογισμικό πακέτο Java που χρησιμοποιήθηκε εξολοκλήρου για την ανάπτυξη της εφαρμογής είναι το Java 2 Platform Standard Edition Development Kit 1.6 (JDK 1.6) της Sun Microsystems και όλα τα υπόλοιπα προγράμματα που χρησιμοποιούνται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους είναι απολύτως συμβατά με αυτό.

### 2.3.2. XML (eXtensible Markup Language)

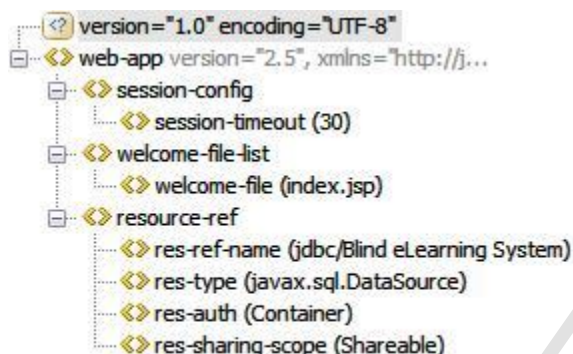
Η γλώσσα XML συστάθηκε από το W3C (Worldwide Web Consortium) το Φεβρουάριο του 1998 σαν πρώτη έκδοση (XML 1.0). Στη συνέχεια υπήρξαν βελτιώσεις της γλώσσας και επανεκδόσεις και σήμερα χρησιμοποιείται η έκδοση 1.1 (XML 1.1) που συστάθηκε τον Οκτώβριο 2002. Ο σκοπός δημιουργίας της XML ήταν για να περιγράψει δεδομένα. Η γλώσσα μοιάζει πολύ με την HTML (Hypertext Markup Language) με τη σημαντικότερη διαφορά ότι η δεύτερη σχεδιάστηκε να παρουσιάζει τα δεδομένα, δηλαδή το πώς αυτά θα εμφανίζονται. Ο μοναδικός σκοπός της XML είναι να δημιουργεί δομημένα έγγραφα, να αποθηκεύει και να στέλνει δεδομένα. Για το λόγο αυτό περιέχει ένα σύνολο από κανόνες, ώστε να υποστηρίζεται ένας τρόπος ανταλλαγής δεδομένων ανεξαρτήτου πλατφόρμας και λογισμικού. [1,2,16]

Στην XML υπάρχει δυνατότητα ορισμού ετικετών (tags) στις οποίες περιλαμβάνονται δεδομένα και στα οποία προσδίδονται κάποιες ιδιότητες όσον αφορά την ιεραρχία τους στο σύνολο της πληροφορίας. Η ιεραρχία των ετικετών έχει δεντρική μορφή με σκοπό τη δημιουργία ενός καλά δομημένου εγγράφου (well formed document) Οι ετικέτες αυτές δεν είναι προκαθορισμένες όπως στη γλώσσα HTML αλλά ορίζονται από τον προγραμματιστή κατά βούληση, ανάλογα με το περιεχόμενο που πρόκειται να περιγραφεί. [1,16]

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<web-app>
  <session-config>
    <session-timeout>
      30
    </session-timeout>
  </session-config>
  <welcome-file-list>
    <welcome-file>index.jsp</welcome-file>
  </welcome-file-list>
  <resource-ref>
    <res-ref-name>jdbc/Blind eLearning System</res-ref-name>
    <res-type>javax.sql.DataSource</res-type>
    <res-auth>Container</res-auth>
    <res-sharing-scope>Shareable</res-sharing-scope>
  </resource-ref>
</web-app>
```

Εικόνα 2.1.: Παράδειγμα εικόνας εγγράφου XML

Όπως φαίνεται στο ανωτέρω παράδειγμα τα δεδομένα που περιέχονται στις διάφορες ετικέτες έχουν μια ιεραρχική δομή η οποία μπορεί να αποδοθεί από το παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.2.: Ιεραρχική δομή δεδομένων σε έγγραφο XML

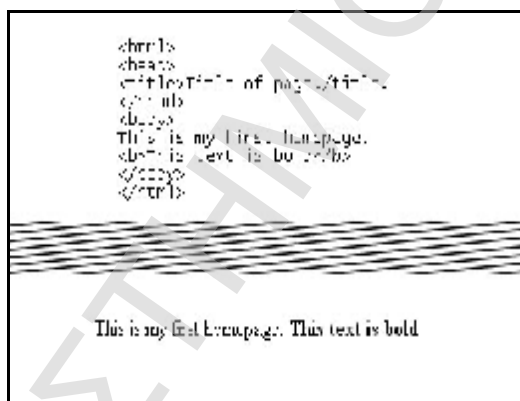
Μέσω λοιπόν των στοιχείων αυτών γίνεται εφικτή η περιγραφή των δεδομένων που περιέχονται σε ένα XML κείμενο. Σύμφωνα με το παράδειγμα, η ετικέτα `<web app>` περιγράφεται από τις ετικέτες `<session-config>`, `<welcome-file-list>` και `<resource-ref>`. Αυτές τώρα με τη σειρά τους περιγράφονται από άλλες ετικέτες, στις οποίες τελικά ανατίθεται μια τιμή. Για παράδειγμα η ετικέτα `<session-config>` περιέχει την ετικέτα `<session-timeout>` στην οποία ανατίθεται η τιμή 30.

Με τον τρόπο αυτό τα δεδομένα περιγράφονται με αποτελεσματικό τρόπο και μπορούν με τη μορφή αυτή να αποσταλούν, ανακτηθούν και επεξεργαστούν από διάφορες εφαρμογές με χρήση του κατάλληλου λογισμικού.

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι η γλώσσα XML είναι πολύ αυστηρή όσον αφορά τους κανόνες σύνταξης, έτσι ώστε τα έγγραφα να είναι καλοσχηματισμένα (well formed) και να παρουσιάζουν απόλυτη εγκυρότητα (valid). Για παράδειγμα, για κάθε δεδομένο πρέπει να υπάρχει μια ετικέτα αρχής και τέλους (π.χ. `<name>... δεδομένα ...</name>`), οι τύποι των γραμμάτων και των στοιχείων των ετικετών πρέπει να είναι όμοιοι (case sensitive) κ.α. Πρόκειται λοιπόν για μια απλή και κατανοητή μέθοδο κατασκευής αρχείων για την περιγραφή μεγάλου συνήθως όγκου δεδομένων, διευκολύνοντας έτσι την ανταλλαγή τους μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων. [16]

### 2.3.3. HTML (HyperText Markup Language) και XHTML (eXtensible HTML)

Η γλώσσα HTML είναι μια απλή γλώσσα που σκοπός της είναι να δώσει τις «οδηγίες» σε ένα πρόγραμμα πλοήγησης διαδικτύου (web browser) για το πώς να εμφανίσει τις πληροφορίες και τα δεδομένα που περιέχει σε μια ιστοσελίδα (webpage). Στην ουσία αποτελεί ένα αρχείο κειμένου το οποίο περιέχει μικρές δεσμευμένες ετικέτες που περικλείουν τα δεδομένα. [17] Τέτοιες ετικέτες είναι η `<p> ... </p>` που σηματοδοτούν ότι το κομμάτι κειμένου που περικλείουν αποτελεί μια ξεχωριστή παράγραφο (paragraph), η `<b> ... </b>` που δηλώνει ότι τα περιεχόμενα της εμφανίζονται με έντονα γράμματα (bold) κτλ. Όταν το αρχείο HTML διαβαστεί από έναν πλοηγητή διαδικτύου (Internet Explorer, Mozilla, Opera κ.τ.λ.) οι ετικέτες θα παραλειφθούν και τα δεδομένα θα μορφοποιηθούν σύμφωνα με τις ετικέτες που τα περικλείουν, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. [27]



Εικόνα 2.3.: Πηγαίος κώδικας HTML και εμφάνισή του σε πλοηγητή διαδικτύου

Η γλώσσα HTML, εκτός από το να δείχνει στατικά δεδομένα όπως στο προηγούμενο παράδειγμα έχει τη δυνατότητα να συνδυάζεται και με άλλες γλώσσες προγραμματισμού όπως τη Java και να προσφέρει δυναμικό περιεχόμενο. Τέτοιες δυναμικές σελίδες αποτελούν και οι JSPs (Java Server Pages) που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή. [4,5,6] Οι συγκεκριμένες σελίδες, εκτός από κώδικα HTML, περιέχουν σε ειδικές ετικέτες κώδικα Java, ο οποίος με τον κατάλληλο προγραμματισμό μπορεί να προσδώσει δυναμικότητα στο περιεχόμενό τους. Για παράδειγμα μπορεί σύμφωνα με ένα ερώτημα σε μια βάση δεδομένων να ανακαλεί τα ζητούμενα αποτελέσματα και να τα εμφανίζει με τη βοήθεια του HTML κώδικα σε έναν πλοηγητή δικτύου. Ο τρόπος αυτός

προσδίδει δυναμικότητα στη σελίδα μιας και τα δεδομένα που παρουσιάζονται δεν είναι στατικά.

Η XHTML είναι μια πιο αυστηρή στους κανόνες και «καθαρότερη» γλώσσα από την HTML και τείνει να την αντικαταστήσει. Η XHTML 1.0 συστάθηκε από το W3C (Worldwide Web Consortium) τον Ιανουάριο του 2000, θεωρείται εφαρμογή της XML και την ορίζει ως την τελευταία έκδοση της HTML. [15] Είναι απολύτως συμβατή με την HTML 4.01 όπως και με όλους τους νέους πλοηγούς δικτύου. Στην ουσία αποτελεί συνδυασμό HTML και χαρακτηριστικών της XML. [10,11,13,18,20]

Συγκεκριμένα, κατά τη γραφή κώδικα HTML, αν δεν ακολουθηθούν πιστά οι κανόνες συντακτικού της γλώσσας, π.χ. όσον αφορά τον ορισμό των ετικετών, δε θα έχει κάποιο αντίκτυπο στην εμφάνιση των δεδομένων, λόγω του ότι οι πλοηγούς δικτύου μπορούν να προβλέψουν μικρά λάθη και στη συνέχεια να τα παραβλέψουν. Αυτό όμως οδηγεί σε «κακό» προγραμματισμό, στη δυσκολία κατανόησης των αρχείων και την κατανάλωση περισσότερων πόρων ενός συστήματος για την απεικόνιση των σελίδων. Αυτό αποφεύγεται με τη χρήση της XHTML με την οποία μπορούμε να γράψουμε καλοσχηματισμένα (well formed) αρχεία, αφού τηρούνται οι κανόνες εγκυρότητας της XML και που επίσης λειτουργεί σε όλους τους πλοηγούς καθώς και σε όλες τις συσκευές που υποστηρίζουν XML. Για τους λόγους αυτούς, η HTML πρόκειται, ενδεχομένως, να αντικατασταθεί σταδιακά από την XHTML. [10,11,13,18,20]

#### 2.3.4. SQL (Structured Query Language)

Η δομημένη γλώσσα ερωτημάτων SQL αποτελεί πρότυπο και παρέχει ένα σύνολο δηλώσεων με τις οποίες ο χρήστης αποκτά πρόσβαση σε πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες σε μια βάση δεδομένων ώστε να μπορεί να τις διαχειρίζεται. Όλες οι μεγάλες σχεσιακές βάσεις δεδομένων υποστηρίζουν την SQL ενώ όλα τα προγράμματα γραμμένα στη γλώσσα αυτή μπορούν να μεταφερθούν σε άλλη σχεσιακή βάση με ελάχιστες μετατροπές. Μια σχεσιακή βάση δεδομένων, όπως η Oracle ή η MySQL, που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή, περιέχει πίνακες. Κάθε πίνακας έχει εγγραφές, οι οποίες είναι τα δεδομένα τα οποία βρίσκονται αποθηκευμένα στη βάση. Με την SQL μπορούμε να διαχειριζόμαστε τα δεδομένα διατυπώνοντας «ερωτήματα» στη βάση, αλλά και να δημιουργήσουμε ή να διαγράψουμε ολόκληρους πίνακες. Το συντακτικό της είναι πολύ απλό και ο χρήστης εξοικειώνεται εύκολα με τη χρήση του. [21]

Αφού έγινε μια συνοπτική περιγραφή των τεχνολογιών λογισμικού που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του πειραματικού μοντέλου ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή των λειτουργιών του χωρίς να παρουσιάζονται οι τεχνικές λεπτομέρειες του εγχειρήματος.

### 3. Ανάπτυξη πειραματικού μοντέλου τριών επιπέδων

Με βάση τις ευκολίες που προσφέρει η τεχνολογική επανάσταση, το διαδίκτυο και η εφαρμογή των προτύπων στην επικοινωνία, άρχισαν να επινοούνται συνδυασμοί τεχνολογιών και λογισμικά που μπορούν να φανούν χρήσιμα στους επαγγελματίες και στο χώρο της εκπαίδευσης γενικότερα. Οι διαδικτυακές ιδιότητες των νέων γλωσσών προγραμματισμού, όπως της Java, βοήθησαν στην προσπάθεια αυτή, παρέχοντας εξειδικευμένη και ασφαλή λειτουργικότητα στις εφαρμογές. [7]

Η συγκεκριμένη εφαρμογή δημιουργήθηκε βασισμένη σε νέα πρότυπα και τεχνολογίες. Το όλο λογισμικό αναπτύχθηκε γύρω από τις διευκολύνσεις που παρέχει ένας εξυπηρετητής συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, ώστε να μπορεί ένας χρήστης να αποκτήσει πρόσβαση σε συγκεκριμένες λειτουργίες της εφαρμογής από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αποτελεί ένα ευέλικτο λογισμικό, το οποίο μπορεί να δεχτεί αιτήσεις από διαφορετικές συσκευές και να κατασκευάσει δυναμικά την απάντηση του εξυπηρετητή ανάλογα με τα πρότυπα συμβατότητας της αιτούμενης συσκευής. Στη συνέχεια, η απάντηση αποστέλλεται στη συσκευή που έκανε την κλήση, με την αντίστοιχα συμβατή μορφή. Έτσι, για παράδειγμα, τα μαθησιακά δεδομένα που βρίσκονται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων συνδεδεμένη με τον εξυπηρετητή μπορούν εύκολα και γρήγορα να καθιστούν προσιτά από εξουσιοδοτημένους χρήστες (καθηγητές / εκπαιδευόμενοι) από σταθερό υπολογιστή. [8,9]

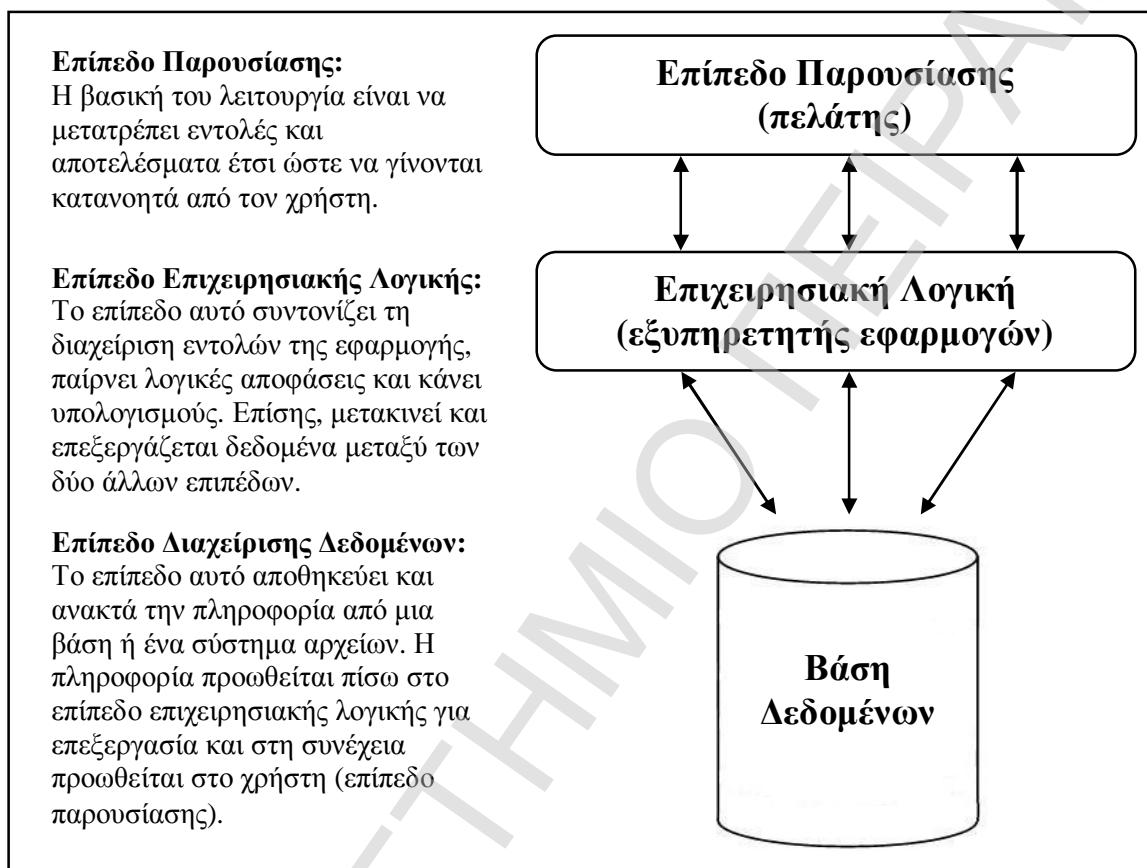
Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο της εισαγωγής, το λογισμικό που αναπτύχθηκε ακολούθησε ένα συγκεκριμένο μοντέλο, την αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων (three tier architecture). Ο τρόπος αυτός κατασκευής της εφαρμογής προϋποθέτει τρία λογικά επίπεδα τα οποία συνεργάζονται με προγράμματα και τεχνικές υπό την εφαρμογή αντίστοιχων προτύπων. [12] Στη συνέχεια περιγράφεται η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων και ακολουθεί η ανάλυση των λειτουργιών της εφαρμογής. [22,24]

#### 3.1. Αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (Three Tier Architecture)

Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων στα λογισμικά εμφανίστηκε το 1990 για να παρακαμφτούν οι περιορισμοί της παλαιότερης αρχιτεκτονικής δύο επιπέδων, στην οποία υπήρχε αλληλεπίδραση μόνο μεταξύ πελάτη (client) και εξυπηρετητή (server). Το τρίτο επίπεδο που εισήχθη βρίσκεται ανάμεσα στο



περιβάλλον του χρήστη (client) και τα συστατικά της διαχείρισης των δεδομένων (server). Το μεσαίο αυτό επίπεδο παρέχει διαχείριση διαφόρων λειτουργιών στις οποίες εφαρμόζονται επιχειρησιακή λογική και κανόνες και μπορεί να φιλοξενήσει πολλούς χρήστες (σε αντίθεση με τους μόνο 100 που μπορούσε να εξυπηρετήσει η αρχιτεκτονική δύο επιπέδων).



Σχήμα 3.1.: Η Αρχιτεκτονική των Τριών Επιπέδων και η λειτουργία τους

Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων παρέχει αυξημένη απόδοση, ευελιξία, συντηρησιμότητα, επαναχρησιμοποίηση και κλιμάκωση λειτουργικότητας, ενώ ταυτόχρονα αποκρύπτει τη πολυπλοκότητα της κατανεμημένης επεξεργασίας των δεδομένων από τον χρήστη. Τα χαρακτηριστικά αυτά οδήγησαν στο να γίνει η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων μια δημοφιλής επιλογή για διαδικτυακές εφαρμογές και δικτυοκεντρικά πληροφορικά συστήματα. [24] Το μοντέλο αυτό παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1. Σύμφωνα με αυτό, το πρώτο επίπεδο αποτελεί το περιβάλλον του χρήστη στο οποίο ανήκουν λειτουργίες όπως η είσοδος κειμένου, οι διάλογοι, η διαχείριση της απεικόνισης των αποτελεσμάτων κ.α. Το τρίτο επίπεδο παρέχει λειτουργικότητα στην διαχείριση μιας βάσης δεδομένων, είναι αφοσιωμένο στα αρχεία και τα δεδομένα και εξασφαλίζει τη συνέπεια των

πληροφοριών μέσα από το κατανεμημένο αυτό περιβάλλον, σύμφωνα με τις αιτήσεις του χρήστη για δεδομένα και υπηρεσίες. Το μεσαίο επίπεδο παρέχει υπηρεσίες ασφάλειας και διαχείρισης επεξεργασιών όπως διαδικασίες ολοκλήρωσης, διεκπεραίωσης, καταγραφής και εκμαίευσης πληροφοριών. [12,22,23]

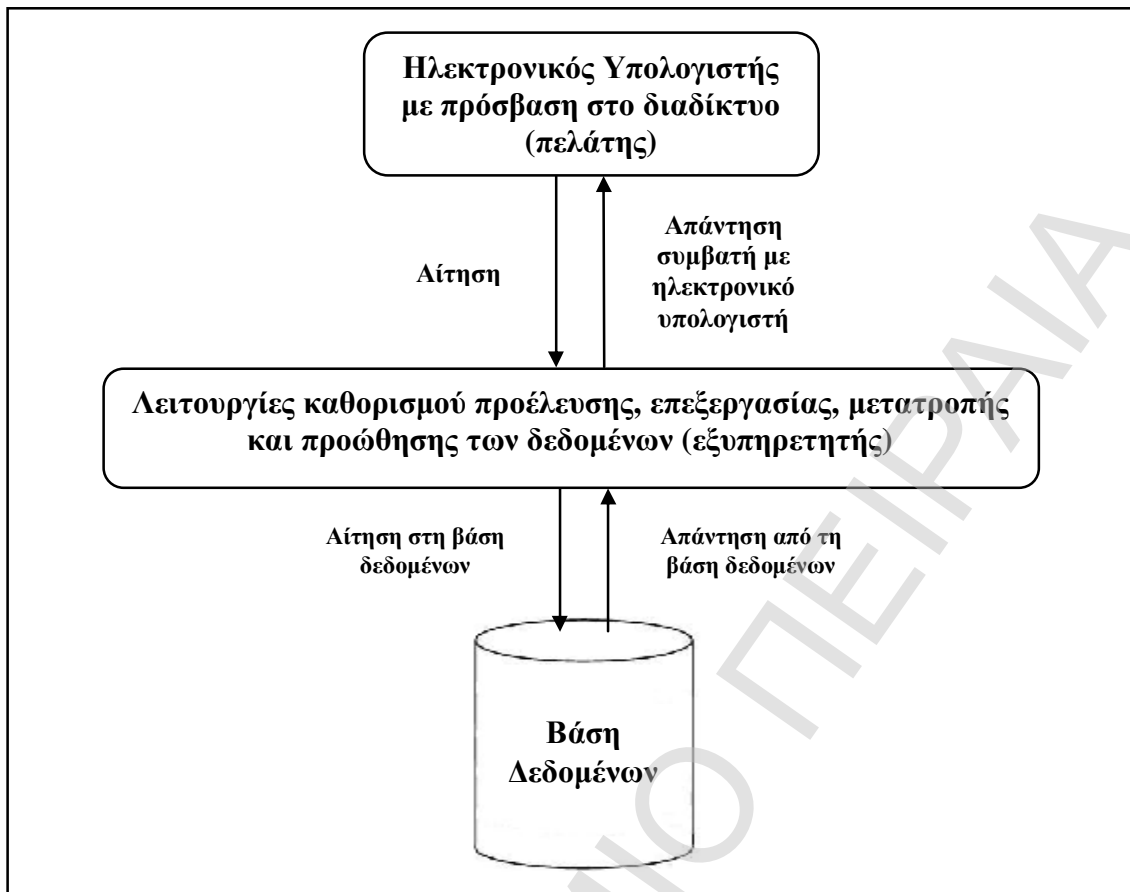
Και τα τρία επίπεδα πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους. Την επικοινωνία αυτή διευκολύνουν πρότυπα, ρουτίνες και συναρτήσεις, σύμφωνα με τα οποία μπορούν να γραφούν προγράμματα σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού, όπως η Java, C++ κτλ. Τα προγράμματα αυτά μπορούν να εκτελούνται σε οποιαδήποτε λειτουργικά συστήματα και να επικοινωνούν απευθείας με το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής. Επίσης, η βάση δεδομένων μπορεί να είναι οποιασδήποτε σχεδίασης, αρκεί το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής να μπορεί να εκτελεί ερωτήματα σε αυτή και να τη διαχειρίζεται. [21,25.26]

Αξίζει να σημειωθεί ότι η δημιουργία ενός συστήματος σύμφωνα με την αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων είναι μια πολύπλοκη διεργασία. Αυτό συμβαίνει γιατί τα εργαλεία προγραμματισμού που υποστηρίζουν το σχεδιασμό και την ολοκλήρωση της τριών επιπέδων της αρχιτεκτονικής αυτής δεν παρέχουν ακόμη όλες τις επιθυμητές λειτουργίες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την υποστήριξη ενός κατανεμημένου υπολογιστικού περιβάλλοντος. Ένα πιθανό πρόβλημα στο σχεδιασμό μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής είναι ο διαχωρισμός της λογικής της αλληλεπίδρασης του χρήστη, της λογικής της διαχείρισης των διαδικασιών και της λογικής των δεδομένων, ο οποίος δεν είναι πάντα προφανής. Για παράδειγμα, κάποια λογική διαχείρισης διαδικασιών μπορεί να εμπεριέχεται και στα τρία επίπεδα. Για το λόγο αυτό η επίτευξη μιας ικανοποιητικής λειτουργικότητας απαιτεί αρχικά μια αναλυτική περιγραφή των εκάστοτε αιτήσεων και στη συνέχεια τη γραφή ενός έξυπνου και ευέλικτου κώδικα, ικανό να προσδώσει τις επιθυμητές λειτουργίες. Ο διαχωρισμός των τριών επιπέδων και ο τρόπος αλληλεπίδρασής τους εξαρτάται αποκλειστικά από τον προγραμματιστή και την σαφήνεια διατύπωσης των πληροφοριακών αναγκών. [26]

### 3.2. Λογική περιγραφή πειραματικού μοντέλου

Η εφαρμογή επικοινωνεί με μια σχεσιακή βάση δεδομένων, στην οποία έχουν δημιουργηθεί χρήστες με δικαιώματα και πίνακες στους οποίους μπορούν τα δεδομένα να αποθηκεύονται και να ανακτώνται έπειτα από κάποια αίτηση (επίπεδο διαχείρισης δεδομένων). Σε γενικές γραμμές, ο χρήστης μπορεί να εκτελεί λειτουργίες και να θέτει ερωτήματα στη βάση μέσω ενός υπολογιστή συνδεδεμένου στον παγκόσμιο ιστό (επίπεδο παρουσίασης). Οι αιτήσεις του χρήστη θα εισέλθουν στο επίπεδο επιχειρησιακής λογικής, θα αναγνωριστεί η προέλευσή τους, θα υποστούν την αντίστοιχη επεξεργασία και θα μετατραπούν σε εντολές προς τη βάση. Η βάση δεδομένων θα δεχτεί την εντολή και θα επιστρέψει μια πληροφορία, η οποία αφού διέλθει από το μεσαίο επίπεδο θα αποδοθεί στην αντίστοιχη συσκευή από την οποία έγινε η αίτηση, στην αντίστοιχη επίσης συμβατή με τη συσκευή μορφή, και κατά συνέπεια στο χρήστη (Σχήμα 3.2.).

Τα σημαντικότερα επίπεδα του λογισμικού από λειτουργικής άποψης αποτελούν το επίπεδο διαχείρισης δεδομένων (μια σχεσιακή βάση δεδομένων που περιέχει πίνακες στους οποίους αποθηκεύεται η πληροφορία) και το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής. Το επίπεδο παρουσίασης σχετίζεται κυρίως με τις εκάστοτε συσκευές και τα λογισμικά που περιέχει, τα οποία είναι βασισμένα σε πρότυπα και τεχνικές λειτουργίας, σύμφωνα με τα οποία ο προγραμματιστής θα προσαρμόσει το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής έτσι ώστε να υπάρχει συμβατότητα ανάμεσά τους. Τέτοια προγράμματα που κατηγοριοποιούνται στο επίπεδο παρουσίασης και σκοπός τους είναι η ανάγνωση και παρουσίαση κάποιου κώδικα που περιέχει δεδομένα, αποτελούν τα εργαλεία πλοήγησης (web browsers), τα οποία παρέχονται από την κατασκευάστρια εταιρία με την αγορά του λογισμικού (στην περίπτωση ηλεκτρονικού υπολογιστή ο Internet Explorer της Microsoft). Τα λογισμικά αυτά πλέον είναι συμβατά με πληθώρα προτύπων και προσφέρουν περισσότερες λειτουργίες από ότι παλαιότερα. Πρωταρχικός τους στόχος είναι η παρουσίαση των πληροφοριών που μεταφέρονται μέσω του διαδικτύου από έναν εξυπηρετητή σε κάποιον χρήστη. [14,27]



Σχήμα 3.2.: Απεικόνιση της λειτουργικότητας της εφαρμογής

Τα προγράμματα πλοήγησης υποστηρίζουν συγκεκριμένα πρωτόκολλα και αναγνωρίζουν μόνο πηγαίους κώδικες συμβατούς με αυτά. Έτσι, για παράδειγμα, ο φυλλομετρητής ενός κινητού τηλεφώνου που υποστηρίζει το πρωτόκολλο WAP μπορεί να αναγνωρίσει και να παρουσιάσει δεδομένα γραμμένα σε γλώσσα προγραμματισμού WML, ενώ ο αντίστοιχος πλοηγητής ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή θα αδυνατεί να αναγνωρίσει το ίδιο αρχείο. [19,27] Στο σημείο αυτό επικεντρώνεται όλη η φιλοσοφία των εφαρμογών που είναι ικανές να παρέχουν συγκεκριμένο περιεχόμενο σε διαφορετικές πλατφόρμες με διαφορετικά λογισμικά και κανόνες (cross-platform content delivery), πράγμα το οποίο επιτελεί το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής. [26]

Η συγκεκριμένη εφαρμογή δεν αποσκοπεί μόνο στην παρουσίαση του περιεχομένου αποθηκευμένου στη βάση σε διαφορετικής συμβατότητας συσκευές, αλλά και στην πρόσβαση, ανάκτηση και διαχείριση των συγκεκριμένων δεδομένων σύμφωνα με τους απαιτούμενους κανόνες ασφάλειας. Οι δυνατότητες της γλώσσας προγραμματισμού Java και η εγκατάσταση ενός Java εξυπηρετητή εφαρμογών μας επιτρέπει να

δημιουργήσουμε ένα επίπεδο επιχειρησιακής λογικής με ισχυρούς κανόνες ασφάλειας, επομένως και αυξημένη προστασία των δεδομένων.

Συγκεκριμένα, το πρότυπο λογισμικό που κατασκευάστηκε επιτρέπει σε έναν εξουσιοδοτημένο χρήστη που έχει έναν λογαριασμό να μπορεί εισάγοντας το συνθηματικό και τον κωδικό πρόσβασής του να προσπελάσει δεδομένα που ο ίδιος εισάγει, να τα τροποποιήσει ή και να τα διαγράψει. Όλοι οι εγγεγραμμένοι χρήστες διατηρούνται σε ένα πίνακα στη βάση δεδομένων ορατό και προσπελάσιμο μόνο από τον διαχειριστή του συστήματος, ο οποίος μπορεί να επέμβει και να δώσει λύσεις σε διάφορα προβλήματα, όπως η απώλεια του κωδικού πρόσβασης από κάποιο χρήστη. Επίσης, δημιουργήθηκε ένα εξωτερικό περιβάλλον για να προσδώσει ευκολία στην περιήγηση του χρήστη αλλά και να θωρακίσει την εφαρμογή με κανόνες ασφάλειας για την προστασία των δεδομένων της βάσης. Έχουμε λοιπόν τη δημιουργία ενός διαδικτυακού τόπου που αποτελείται από σελίδες με διαφορετικό περιεχόμενο, στις οποίες εφαρμόζονται πρακτικές συνεχιζόμενης αυθεντικοποίησης σε κάθε στάδιο της περιήγησής του στην εφαρμογή. Η λειτουργία αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση των αντικειμένων των συνόδων. [9,14]

Το συγκεκριμένο λογισμικό περιέχει μια κεντρική σελίδα στην οποία θα μεταφέρεται ο χρήστης πληκτρολογώντας την αντίστοιχη URL διεύθυνση και στην οποία θα υπάρχει μια φόρμα εισαγωγής δεδομένων (κωδικό όνομα και συνθηματικό), τα οποία πρέπει να συμπληρωθούν ώστε να επιτευχθεί η εισαγωγή στις κύριες λειτουργίες της εφαρμογής. Στη συνέχεια, αφού διαπιστωθεί από το πρόγραμμα ότι τα στοιχεία που δόθηκαν από το χρήστη αντιστοιχούν σε κάποιο λογαριασμό, του παρέχεται πρόσβαση στην επόμενη σελίδα. Η επόμενη σελίδα, στην οποία προωθείται ο χρήστης μετά την αυθεντικοποίησή του, προσφέρει λειτουργίες όπως ανάκτηση όλων των αποθηκευμένων δεδομένων και ανάκτηση δεδομένων σύμφωνα με κριτήρια αναζήτησης. Η ανάλυση γίνεται σε επόμενη ενότητα.

### **3.3. Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα**

Βασικός παράγοντας μιας διαδικτυακής εφαρμογής είναι η προφύλαξη τόσο των δεδομένων όσο και της ταυτότητας του ίδιου του χρήστη από εξωτερικούς μη εξουσιοδοτημένους παράγοντες και πρέπει να θεσπιστούν τεχνικές διαφύλαξης της ακεραιότητας και των δύο. Από τη στιγμή που ρυθμιστεί ένας εξυπηρετητής να είναι προσβάσιμος από το διαδίκτυο, γίνεται

μια πρόσκληση ολόκληρου του κόσμου να συνδεθεί με το σύστημα. Υπάρχει λοιπόν κίνδυνος, εισβολείς, συνήθως άριστοι γνώστες των δικτυακών τεχνολογιών τόσο να επηρεάσουν λειτουργίες της εφαρμογής όσο και να υποκλέψουν ή να αλλοιώσουν εμπιστευτικά δεδομένα.

Η ασφάλεια στο διαδίκτυο είναι δύσκολη υπόθεση λόγω της φύσης του, γιατί αφορά πολλούς εξυπηρετητές, εφαρμογές γραμμένες σε διαφορετικές γλώσσες, πολλές τεχνολογίες και λειτουργικά συστήματα, καθένα από τα οποία έχει τη δική του ιδιουσυγκρασία και προβλήματα ασφάλειας. Για το λόγο αυτό επινοήθηκαν τεχνικές και τρόποι προγραμματισμού που ελαττώνουν τον κίνδυνο από εξωτερικές απειλές. Παρόλα αυτά ο κίνδυνος δολιοφθοράς και μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης από κάποιον ειδικό δεν εξαλείφεται τελείως με αποτέλεσμα, την ασφάλεια των συστημάτων να έχουν αναλάβει προγράμματα και συσκευές, τα λεγόμενα τείχη προστασίας, που αποτρέπουν την εκτέλεση εφαρμογών άγνωστων σε ένα σύστημα. Αν και ο τρόπος αυτός προάσπισης της ασφάλειας είναι αρκετά ικανοποιητικός, οι εσωτερικές τεχνικές είναι απαραίτητες κατά την κατασκευή ενός λογισμικού.

Έτσι, στη συγκεκριμένη εφαρμογή, με μηχανισμούς και τεχνικές στο επίπεδο του εξυπηρετητή, ο χρήστης παραμένει αυθεντικοποιημένος καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής. Δεδομένα εγκυρότητας του χρήστη μεταφέρονται σε κάθε επόμενη σελίδα που αυτός επιλέξει. Αν διακοπεί η ροή των δεδομένων αυτών για οποιοδήποτε λόγο, ο χρήστης δεν μπορεί να συνεχίσει την πλοήγησή του στις σελίδες της εφαρμογής, αποσυνδέεται, οι πληροφορίες διαγράφονται από την προσωρινή μνήμη του υπολογιστή και πρέπει να εισαχθούν πάλι τα στοιχεία για την πρόσβαση στα επιθυμητά δεδομένα. Επιπρόσθετα, το σύστημα καταργεί την εγκυρότητα ενός αυθεντικοποιημένου χρήστη στην περίπτωση που δε γίνει χρήση των λειτουργιών της εφαρμογής πέρα ενός χρονικού ορίου, με αποτέλεσμα ο χρήστης να αποσυνδέεται. Οι περιορισμοί αυτοί εφαρμόζονται τόσο στην προσπέλαση της εφαρμογής από ηλεκτρονικό υπολογιστή όσο και από ασύρματη συσκευή και στηρίζονται στις ιδιότητες μιας Java δομής, τα αντικείμενα συνόδου. [3]

Με τον τρόπο αυτό, τα μαθησιακά δεδομένα μπορούν να παραμείνουν ασφαλή στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων, αλλά και να μεταφερθούν στο χρήστη με ελάχιστες πιθανότητες εξωτερικών παρεμβολών. Συγκεκριμένοι κανόνες ασφάλειας είναι ανάγκη να θεσπιστούν κατά την κατασκευή της

πειραματικής εφαρμογής, όμως το κύριο έργο της προστασίας από κακόβουλα προγράμματα επιτελούν άλλες διατάξεις όπως τα τείχη προστασίας, τα λογισμικά εντοπισμού και καταστροφής ιών και πρόγραμμα αποκοπής εξωτερικών μη εγκεκριμένων ενεργειών, τα οποία πρέπει να εγκατασταθούν στο σύστημα – δίκτυο που εκτελούνται οι εφαρμογές.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## 4. Τεχνική περιγραφή πειραματικού μοντέλου

Η συγκεκριμένη εργασία εστιάζει σε σύγχρονες τεχνολογίες και χρησιμοποιεί σύνθετα εργαλεία, τα οποία κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες συσχετίζονται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ώστε να είναι εφικτό ένα ικανοποιητικό επίπεδο λειτουργικότητας. Το βασικό στοιχείο δόμησης και διασύνδεσης των διαφόρων εργαλείων αποτελεί η ισχυρή και ευέλικτη γλώσσα προγραμματισμού Java. Για την επίτευξη της επιθυμητής λειτουργικότητας όμως, κρίθηκαν αναγκαία επιπλέον εργαλεία, καθώς κι ένας συγκεκριμένος τρόπος υλοποίησης (αρχιτεκτονική τριών επιπέδων) στον οποίο αναφερθήκαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. [4,5,6] Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι εμπλεκόμενες τεχνολογίες καθώς και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για να διευκολύνουν την επίτευξη του αποτελέσματος.

### 4.1. Εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού και παρουσίασης δεδομένων

Για την υλοποίηση της εφαρμογής δεν είναι αρκετό μόνο η συγγραφή κώδικα, ο οποίος μπορεί να γίνει και χειρόγραφα σε ένα αρχείο κειμένου, αλλά απαιτείται και η χρήση προγραμμάτων, τα οποία άλλα αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα της εφαρμογής και άλλα μας διευκολύνουν στην ολοκλήρωση, διόρθωση και δοκιμή του λογισμικού. [11] Στη συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της εφαρμογής.

#### 4.1.1. Apache Tomcat

Ο Apache Tomcat (<http://tomcat.apache.org>) είναι ένας εξυπηρετητής (server) που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση των τεχνολογιών Java Servlets και Java Server Pages (JSPs) οι οποίες έχουν αναπτυχθεί από την Sun υπό την αιγίδα του Java Community Process. [3] Ο Apache Tomcat έχει αναπτυχθεί σε ανοικτό περιβάλλον και υποστηρίζει πολλές ευρέως κλίμακας δικτυακές εφαρμογές διαφόρων βιομηχανιών και οργανισμών. [32]

Στον φάκελο εγκατάστασης στο σύστημά μας, οι υποφάκελοι έχουν συγκεκριμένη ιεραρχία με συγκεκριμένα περιεχόμενα, ώστε ο εξυπηρετητής να μπορεί να διαβάσει τα προγράμματα και να εκτελέσει τις απαιτούμενες λειτουργίες. Ο εξυπηρετητής περιέχει έναν ενσωματωμένο μεταγλωττιστή, απαραίτητος για την μεταγλώττιση των προγραμμάτων Java που περιέχει (Servlets) και των διαφόρων Java σελίδων (JSPs). Γενικά αποτελεί ένα χώρο



αποθήκευσης των διαφόρων εγγράφων Java (Java container) με συγκεκριμένη δομή, τα οποία αφού μεταγλωττιστούν θα προωθηθούν και παρουσιαστούν σε ένα πρόγραμμα πλοήγησης διαδικτύου όπως ο Internet Explorer της Microsoft. [28,32]

#### **4.1.2. Εργαλεία συγγραφής Java Κώδικα**

Ως κυρίως πρόγραμμα γραφής, διόρθωσης, μεταγλώττισης και εκτέλεσης κώδικα Java αποτέλεσε το περιβάλλον NetBeans IDE 6.7.1. Ο επεξεργαστής αυτός είναι ένα έξυπνο πρόγραμμα προσαρμοσμένο έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται εύκολα και γρήγορα η ανάπτυξη προγραμμάτων Java. Παρέχει ισχυρούς συνδυασμούς εμπλουτισμένων εργαλείων συγγραφής κώδικα και αυτόματους βοηθούς γραφής και διόρθωσης ώστε να περιορίζει λάθη και να αυξάνει τη λειτουργικότητά του. [29]

#### **4.1.3. Η Σχεσιακή Βάση Δεδομένων MySQL**

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε ήταν η MySQL, η οποία είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων ανοικτού κώδικα. Προτιμήθηκε τόσο για τη σταθερότητά της όσο και για τη συμβατότητά της με πολλά προγράμματα και κυρίως με τον Java εξυπηρετητή που χρησιμοποιήσαμε Apache Tomcat. Για τη διαχείριση της βάσης MySQL χρησιμοποιήθηκε ο SQL Manager Lite for MySQL, με τον οποίο εύκολα και γρήγορα γίνεται πρόσβαση στη βάση και η ανάλογη διαχείριση των δεδομένων. [21]

#### **4.1.4. Πλοηγητές διαδικτύου**

Ένας πλοηγητής διαδικτύου αποτελεί μια εφαρμογή λογισμικού που επιτρέπει σε έναν χρήστη να παρουσιάζει και να αλληλεπιδρά με κείμενο, εικόνες και άλλες πληροφορίες οι οποίες βρίσκονται σε μια ιστοσελίδα, στον Παγκόσμιο Ιστό ή σε ένα τοπικό δίκτυο. Οι πλοηγητές διαδικτύου (web browsers) που δοκιμάστηκαν για τη συμβατότητά τους με την εφαρμογή και χρησιμοποιήθηκαν για την παρουσίασή της ήταν ο Internet Explorer της Microsoft όπως και ο Mozilla Firefox. Μέσα από τον εγκατεστημένο πλοηγητή μπορούμε να δούμε το περιεχόμενο που παρέχει ο εξυπηρετητής μετά από κάθε αίτηση του χρήστη. [30.31]

## **4.2. Ανάλυση του Συστήματος**

Για τον καθορισμό της λειτουργικότητας του συστήματος ακολουθήθηκε η μεθοδολογία της αντικειμενοστραφούς ανάλυσης (Rational Unified Process - RUP), η οποία διαφέρει σημαντικά από τα παραδοσιακά μοντέλα ανάπτυξης,

και έχει σαν βάση την κατανόηση του περιβάλλοντος στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί το σύστημα. Αν δηλαδή το σύστημα αλληλεπιδρά με ανθρώπους, αν εμπλέκεται σε διαδικασίες ελέγχου ή χρησιμοποιείται από άλλα συστήματα.

Σύμφωνα με την εν λόγω μεθοδολογία, ο τρόπος με τον οποίο ορίζεται η λειτουργικότητα του συστήματος είναι μέσα από την περιγραφή των περιπτώσεων χρήσης του (use cases). Αυτές πληρούν τους παρακάτω αντικειμενικούς σκοπούς:

α. Ορίζουν τις συναρτησιακές και λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος καθορίζοντας σενάρια χρήσης, τα οποία είναι σύμφωνα από τους τελικούς χρήστες.

β. Παρέχουν μια καθαρή και σαφή περιγραφή του τρόπου με τον οποίο οι τελικοί χρήστες και το σύστημα αλληλεπιδρούν.

γ. Παρέχουν τη βάση για τον έλεγχο της αξιοπιστίας.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της αντικειμενοστραφούς ανάλυσης είναι η δυνατότητα γραφικής απεικόνισης. Χρησιμοποιώντας τη σημειογραφία UML (Unified Modeling Language), μπορεί να δημιουργηθεί μια διαγραμματική παρουσίαση των περιπτώσεων χρήσης, η οποία ονομάζεται διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (use case diagram). Το διάγραμμα αυτό περιέχει τους ρόλους (actors) και τις περιπτώσεις χρήσης (use cases). Οι ρόλοι είναι οντότητες που αλληλεπιδρούν με το σύστημα και μπορεί να είναι χρήστες ή άλλα συστήματα με καθορισμένες διασυνδέσεις.

Το γενικό διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης της υπό ανάπτυξη εφαρμογής φαίνεται παρακάτω. Στη συνέχεια, αναλύονται με λεπτομέρεια οι ρόλοι (χρήστες και άλλα συστήματα), που αλληλεπιδρούν με το σύστημα, καθώς και οι περιπτώσεις χρήσης του. [10]



Οι κατηγορίες των εξουσιοδοτημένων χρηστών που θα έχουν δικαίωμα πρόσβασης για να αλληλεπιδρούν με το σύστημα, είναι οι εξής:

α. Οι Εκπαιδευόμενοι (στο διάγραμμα ο ρόλος «Σπουδαστής»).

Οι εκπαιδευόμενοι είναι αυτοί που θα χρησιμοποιούν το σύστημα για να παρακολουθήσουν το εκπαιδευτικό υλικό. Εφόσον, η εφαρμογή αναφέρεται σε ομάδα ανθρώπων με μειωμένη ή και ακόμα με απώλεια όρασης, το εκπαιδευτικό υλικό θα βρίσκεται σε αρχεία ήχου και η εφαρμογή θα δίνει τη δυνατότητα σ' αυτούς τους ανθρώπους να επιλέγουν και να παρακολουθούν τα μαθήματα.

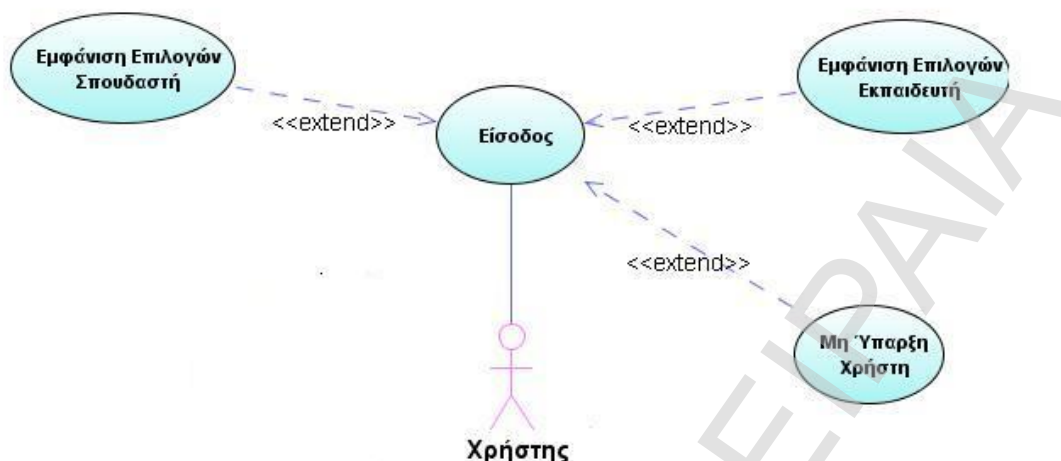
β. Οι Εκπαιδευτές (στο διάγραμμα ο ρόλος «Εκπαιδευτής»).

Οι χρήστες αυτοί διαχειρίζονται το υλικό που θα παρακολουθούν οι εκπαιδευόμενοι. Το υλικό αυτό είναι αρχεία ήχου, τα οποία έχουν φροντίσει να δημιουργήσουν πριν τα τοποθετήσουν στην εφαρμογή. Οι δυνατότητες διαχείρισης αυτού του υλικού περιγράφεται με λεπτομέρεια στις αντίστοιχες περιπτώσεις χρήσης.

#### **4.2.2 Περιπτώσεις Χρήσης (Use Cases)**

Στη συνέχεια αναλύονται λεπτομερώς οι περιπτώσεις χρήσης. Αυτές, στο σύνολό τους, καλύπτουν όλη τη λειτουργικότητα του υπό ανάπτυξη συστήματος. Για λόγους ομαδοποίησης οι περιπτώσεις χρήσης παρουσιάζονται ανά κατηγορία χρήστη.

## Περιπτώσεις Χρήσης για τον Ρόλο «Χρήστης»



Αρχικά, η περίπτωση χρήσης που αναλύεται είναι η είσοδος ενός χρήστη στη κεντρική ιστοσελίδα (use case «Είσοδος») και ο έλεγχος της δυνατότητας πρόσβασής του στο σύστημα.

### Περίπτωση Χρήσης: «Είσοδος»

#### Περιγραφή

Η διαδικασία με την οποία ελέγχεται η πρόσβαση των χρηστών στο σύστημα. Ανάλογα με τα στοιχεία πρόσβασης, εξακριβώνεται η ιδιότητα του χρήστη και εμφανίζεται το ανάλογο περιβάλλον εργασίας.

#### Ανάλυση

1. Ο Χρήστης πληκτρολογεί το url του ιστοτόπου ηλεκτρονικής εκπαίδευσης.
2. Το Σύστημα εμφανίζει την ιστοσελίδα.
3. Το Σύστημα φορτώνει την Applet.
4. Το Σύστημα εμφανίζει:
  - α. Ένα πλαίσιο κειμένου με ετικέτα "Όνομα Χρήστη".
  - β. Ένα πλαίσιο κειμένου με ετικέτα "Κωδικός Πρόσβασης".
  - γ. Ένα κουμπί με ετικέτα "OK".
  - δ. Ένα κουμπί με ετικέτα "Άκυρο".
5. Ο Χρήστης πληκτρολογεί το όνομα χρήστη.
6. Ο Χρήστης πληκτρολογεί τον κωδικό πρόσβασης.
7. Ο Χρήστης πατάει το κουμπί OK.

8. Το Σύστημα δημιουργεί κι αποστέλλει ερώτημα στη βάση δεδομένων με τα περιεχόμενα των πλαισίων κειμένων.

9. Το Σύστημα ελέγχει την ιδιότητα του χρήστη και:

α. Αν ο Χρήστης είναι Σπουδαστής τότε extend "Εμφάνιση Επιλογών Σπουδαστή".

β. Αν ο Χρήστης είναι Εκπαιδευτής τότε extend "Εμφάνιση Επιλογών Εκπαιδευτή".

### **Εξαιρέσεις – Σφάλματα**

Περίπτωση 7: «Ο Χρήστης πατάει το κουμπί OK»

7.1. Ο Χρήστης πατάει το κουμπί "Άκυρο".

7.2. Το Σύστημα καθαρίζει τα πλαίσια κειμένου.

Περίπτωση 9: «Το Σύστημα ελέγχει την ιδιότητα του χρήστη και:

α. Αν ο Χρήστης είναι Σπουδαστής τότε extend "Εμφάνιση Επιλογών Σπουδαστή".

β. Αν ο Χρήστης είναι Εκπαιδευτής τότε extend "Εμφάνιση Επιλογών Εκπαιδευτή".»

9.1. Τα στοιχεία δεν υπάρχουν στη Βάση Δεδομένων.

9.2. Extend "Μη Ύπαρξη Χρήστη"

### **Περίπτωση Χρήσης: «Εμφάνιση Επιλογών Σπουδαστή»**

#### **Περιγραφή**

Το Σύστημα, αφού αναγνωρίσει ότι ο χρήστης αντιστοιχεί σε εκπαιδευόμενο, εμφανίζει και εκφωνεί τις αρχικές επιλογές του.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εμφανίζει αριθμημένη λίστα με τις ενότητες.

2. Το Σύστημα εκφωνεί τις ενότητες με τον αντίστοιχο αριθμό.

### **Περίπτωση Χρήσης: «Εμφάνιση Επιλογών Εκπαιδευτή»**

#### **Περιγραφή**

Το Σύστημα, αφού αναγνωρίσει ότι ο χρήστης αντιστοιχεί σε εκπαιδευτή, εμφανίζει τις αρχικές επιλογές του.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εμφανίζει τα παρακάτω:
  - α. Κουμπί με ετικέτα "Δημιουργία Ενότητας".
  - β. Κουμπί με ετικέτα "Εισαγωγή Υλικού".
  - γ. Κουμπί με ετικέτα "Τροποποίηση Υλικού".
  - δ. Κουμπί με ετικέτα "Άκυρο".

### **Περίπτωση Χρήσης: «Μη Ύπαρξη Χρήστη»**

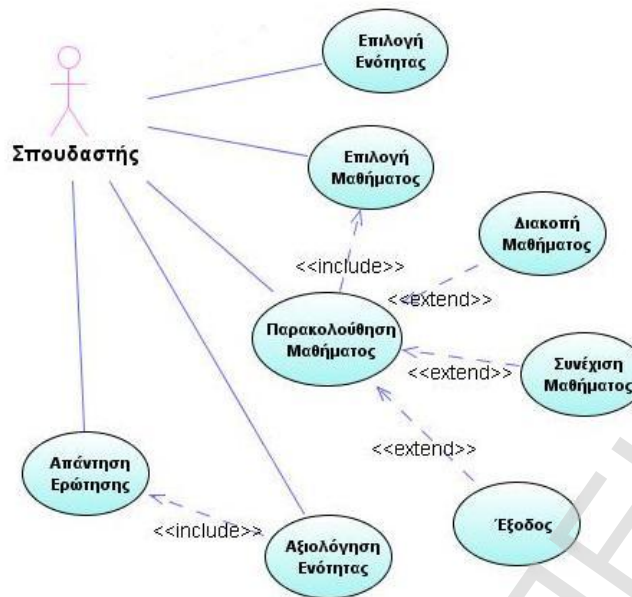
#### **Περιγραφή**

Η περίπτωση αυτή εκτελείται όταν ο χρήστης δώσει όνομα και κωδικό που ο συνδυασμός τους δεν υπάρχει στη βάση δεδομένων.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εμφανίζει μήνυμα ότι τα στοιχεία είναι λάθος.
2. Το Σύστημα καθαρίζει τα πεδία "Όνομα Χρήστη" και "Κωδικός Πρόσβασης".

Στη συνέχεια αναλύονται οι περιπτώσεις χρήσης που αφορούν στους εκπαιδευόμενους. Οι περιπτώσεις αυτές φαίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



### Περίπτωση Χρήσης: «Επιλογή Ενότητας»

#### Περιγραφή

Ο Σπουδαστής μετά την είσοδό του στην εφαρμογή επιλέγει την ενότητα που θέλει να παρακολουθήσει.

#### Ανάλυση

1. Ο Σπουδαστής πατάει τον αριθμό που αντιστοιχεί στην ενότητα που θέλει να παρακολουθήσει.
2. Το Σύστημα εμφανίζει:
  - α. Ένα κουμπί με ετικέτα "Παρακολούθηση Μαθήματος".
  - β. Ένα κουμπί με ετικέτα "Αξιολόγηση Ενότητας".
3. Το Σύστημα εκφωνεί τις επιλογές.

### Περίπτωση Χρήσης: «Παρακολούθηση Μαθήματος»

#### Περιγραφή

Ο Σπουδαστής, αφού επιλέξει το κεφάλαιο του μαθήματος που θέλει να παρακολουθήσει, ακούει το εκπαιδευτικό υλικό.

#### Ανάλυση

1. Ο Σπουδαστής πατάει τον αριθμό που αντιστοιχεί στην επιλογή "Παρακολούθηση Μαθήματος".
2. Include "Επιλογή Μαθήματος"



3. Ο Σπουδαστής πατάει τον αριθμό για το κεφάλαιο που θέλει να παρακολουθήσει.

4. Το Σύστημα εκφωνεί το μάθημα.

5. Αν ο Σπουδαστής πατήσει αριστερό κλικ στο ποντίκι τότε extend "Διακοπή Μαθήματος".

6. Αν ο Σπουδαστής πατήσει ξανά αριστερό κλικ στο ποντίκι τότε extend "Συνέχιση Μαθήματος".

7. Αν ο Σπουδαστής πατήσει δεξί κλικ στο ποντίκι τότε extend "Εξοδος".

### **Περίπτωση Χρήσης: «Επιλογή Μαθήματος»**

#### **Περιγραφή**

Ο Σπουδαστής επιλέγει το μάθημα που θέλει να παρακολουθήσει και το σύστημα του εμφανίζει τα κεφάλαια του μαθήματος για να επιλέξει.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εμφανίζει αριθμημένη λίστα με τα μαθήματα της ενότητας.

2. Το Σύστημα εκφωνεί τη λίστα με τα μαθήματα.

3. Ο Σπουδαστής πατάει τον αριθμό που αντιστοιχεί στο μάθημα που θέλει να παρακολουθήσει.

4. Το Σύστημα εμφανίζει αριθμημένη λίστα με τα κεφάλαια του μαθήματος.

5. Το Σύστημα εκφωνεί τη λίστα με τους αντίστοιχους αριθμούς των κεφαλαίων.

### **Περίπτωση Χρήσης: «Διακοπή Μαθήματος»**

#### **Περιγραφή**

Ο Σπουδαστής μπορεί να διακόψει τη ροή εκφώνησης του μαθήματος.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα διακόπτει την εκφώνηση του μαθήματος.

### **Περίπτωση Χρήσης: «Συνέχιση Μαθήματος»**

#### **Περιγραφή**

Ο Σπουδαστής μπορεί να συνεχίσει τη ροή εκφώνησης του μαθήματος απ' εκεί που τη διέκοψε.

## **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα συνεχίζει την εκφώνηση από εκεί που διεκόπη.

## **Περίπτωση Χρήσης: «Έξοδος»**

### **Περιγραφή**

Ο Σπουδαστής μπορεί να σταματήσει εντελώς την εκφώνηση του μαθήματος.

## **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα σταματάει την εκφώνηση του μαθήματος.
2. Το Σύστημα εκφωνεί τη λίστα με τα κεφάλαια του μαθήματος.

## **Περίπτωση Χρήσης: «Αξιολόγηση Ενότητας»**

### **Περιγραφή**

Ο Σπουδαστής επιλέγει την ενότητα και εκτελεί το τεστ αξιολόγησης.

## **Ανάλυση**

1. Ο Σπουδαστής πατάει το κουμπί "Αξιολόγηση Ενότητας".
2. Το Σύστημα εμφανίζει αριθμημένη λίστα με τα τεστ της ενότητας.
3. Το Σύστημα εκφωνεί τη λίστα με τα τεστ.
4. Ο Σπουδαστής πατάει τον αριθμό που αντιστοιχεί στο τεστ που θέλει να κάνει.
5. Το Σύστημα για κάθε ερώτηση include "Απάντηση Ερώτησης".
6. Το Σύστημα εκφωνεί τον αριθμό των σωστών και των λάνθασμένων απαντήσεων.

## **Περίπτωση Χρήσης: «Απάντηση Ερώτησης»**

### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία ο Σπουδαστής απαντάει στις ερωτήσεις του τεστ.

## **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εκφωνεί την ερώτηση.
2. Το Σύστημα εκφωνεί τις απαντήσεις.

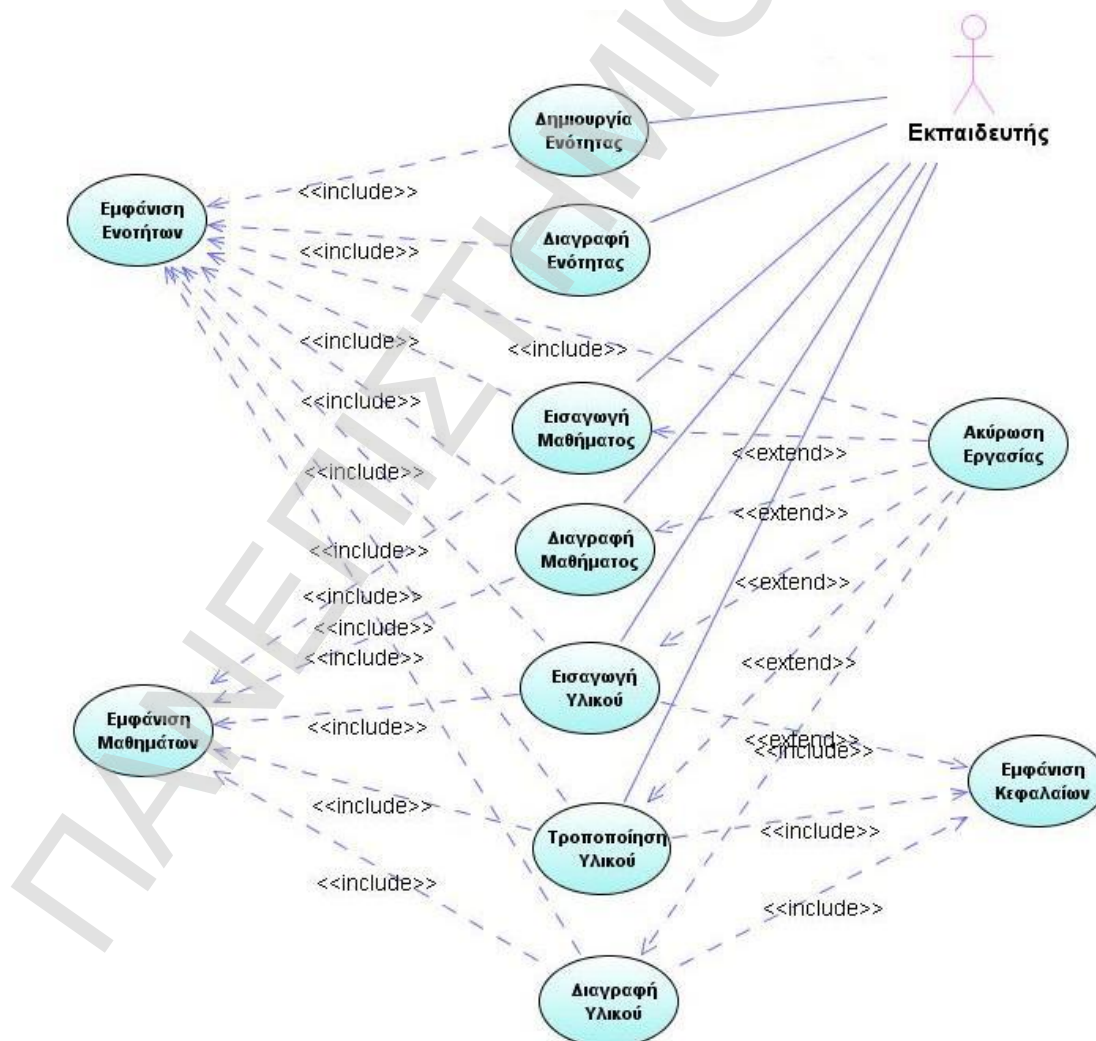
3. Ο Σπουδαστής πατάει το γράμμα ή τον αριθμό που αντιστοιχεί στην απάντησή του.
4. Το Σύστημα ελέγχει αν είναι σωστή ή λάθος η απάντηση.
5. Το Σύστημα αυξάνει τον αντίστοιχο μετρητή σωστών ή λάθων απαντήσεων.

### Εξαιρέσεις – Σφάλματα

Περίπτωση 3: «Ο Σπουδαστής πατάει το γράμμα ή τον αριθμό που αντιστοιχεί στην απάντησή του.»

- 3.1. Ο Σπουδαστής πατάει το γράμμα "r".
- 3.2. Το Σύστημα επαναλαμβάνει την "Απάντηση Ερώτησης".

Στη συνέχεια αναλύονται οι περιπτώσεις χρήσης που αφορούν στους εκπαιδευτές. Οι περιπτώσεις αυτές φαίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



## **Περίπτωση Χρήσης: «Δημιουργία Ενότητας»**

### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία ο Εκπαιδευτής δημιουργεί μια εκπαιδευτική ενότητα.

### **Ανάλυση**

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων".
2. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει μια ενότητα.
3. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Δημιουργία".
4. Το Σύστημα ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει:
  - α. Ένα πλαίσιο κειμένου με ετικέτα "Όνομασία Ενότητας".
  - β. Ένα κουμπί "OK"
  - γ. Ένα κουμπί "Άκυρο".
5. Ο Εκπαιδευτής γράφει στο πλαίσιο την ονομασία της ενότητας.
6. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "OK"
7. Το Σύστημα προσθέτει στη λίστα, κάτω από την επιλεγμένη ενότητα, μία νέα με όνομα το κείμενο του πλαισίου κειμένου.
8. Το Σύστημα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων τη νέα ενότητα.

### **Εξαιρέσεις – Σφάλματα**

Περίπτωση 6: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "OK"»

1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
2. Το Σύστημα κλείνει το παράθυρο.

## **Περίπτωση Χρήσης: «Διαγραφή Ενότητας»**

### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία ο Εκπαιδευτής διαγράφει μια εκπαιδευτική ενότητα.

### **Ανάλυση**

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων".
2. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει μια ενότητα.
3. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαγραφή".

4. Το Σύστημα ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει:
  - α. Το μήνυμα "Αν διαγράψετε την ενότητα θα διαγραφούν και τα αντίστοιχα μαθήματά της. Θέλετε να προχωρήσετε σε διαγραφή;"
  - β. Ένα κουμπί "ΟΚ"
  - γ. Ένα κουμπί "Άκυρο".
5. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "ΟΚ"
6. Το Σύστημα διαγράφει από τη λίστα την επιλεγμένη ενότητα.
7. Το Σύστημα διαγράφει από τη βάση δεδομένων την ενότητα.

### **Εξαιρέσεις – Σφάλματα**

Περίπτωση 5: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "ΟΚ"»

- 5.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 5.2. Το Σύστημα κλείνει το παράθυρο.

### **Περίπτωση Χρήσης: «Εμφάνιση Ενοτήτων»**

#### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία το Σύστημα εμφανίζει τις εκπαιδευτικές ενότητες στον εκπαιδευτή.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εμφανίζει λίστα με τις ενότητες.
2. Το Σύστημα εμφανίζει
  - α. Ένα κουμπί με ετικέτα "Δημιουργία".
  - β. Ένα κουμπί με ετικέτα "Διαγραφή".
  - γ. Ένα κουμπί με ετικέτα "Διαχείριση Μαθημάτων".

### **Περίπτωση Χρήσης: «Εισαγωγή Μαθήματος»**

#### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία ο Εκπαιδευτής εισάγει ένα νέο μάθημα σε μια εκπαιδευτική ενότητα.

#### **Ανάλυση**

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων".
2. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει μια ενότητα.
3. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Μαθημάτων".

4. Include "Εμφάνιση Μαθημάτων".
5. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα μάθημα.
6. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Δημιουργία".
7. Το Σύστημα ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει
  - α. Ένα πλαίσιο κειμένου με ετικέτα "Όνομασία Μαθήματος".
  - β. Ένα κουμπί "OK"
  - γ. Ένα κουμπί "Άκυρο".
8. Ο Εκπαιδευτής γράφει στο πλαίσιο την ονομασία του μαθήματος.
9. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "OK"
10. Το Σύστημα προσθέτει στη λίστα, κάτω από το επιλεγμένο μάθημα, ένα νέο με όνομα το κείμενο του πλαισίου κειμένου.
11. Το Σύστημα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων το νέο μάθημα.

### **Εξαιρέσεις – Σφάλματα**

Περίπτωση 6: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Δημιουργία".»

- 6.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 6.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 9: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "OK"»

- 9.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 9.2. Το Σύστημα κλείνει το παράθυρο.

### **Περίπτωση Χρήσης: «Διαγραφή Μαθήματος»**

#### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία ο Εκπαιδευτής διαγράφει ένα μάθημα από μια εκπαιδευτική ενότητα.

#### **Ανάλυση**

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων".
2. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει μια ενότητα.
3. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Μαθημάτων".
4. Include "Εμφάνιση Μαθημάτων".
5. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα μάθημα.
6. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαγραφή".
7. Το Σύστημα ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει:

α. Το μήνυμα "Αν διαγράψετε το μάθημα θα διαγραφεί και το αντίστοιχο εκπαιδευτικό υλικό. Θέλετε να προχωρήσετε σε διαγραφή;"

β. Ένα κουμπί "ΟΚ"

γ. Ένα κουμπί "Άκυρο".

8. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "ΟΚ"

9. Το Σύστημα διαγράφει από τη λίστα το επιλεγμένο μάθημα.

10. Το Σύστημα διαγράφει από τη βάση δεδομένων το μάθημα.

### **Εξαιρέσεις – Σφάλματα**

Περίπτωση 6: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαγραφή".»

6.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".

6.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 8: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "ΟΚ"»

8.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".

8.2. Το Σύστημα κλείνει το παράθυρο.

### **Περίπτωση Χρήσης: «Εμφάνιση Μαθημάτων»**

#### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία το Σύστημα εμφανίζει τα μαθήματα μιας εκπαιδευτικής ενότητας στον εκπαιδευτή.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εμφανίζει λίστα με τα μαθήματα της επιλεγμένης ενότητας.
2. Το Σύστημα εμφανίζει
  - α. Ένα κουμπί με ετικέτα "Δημιουργία".
  - β. Ένα κουμπί με ετικέτα "Διαγραφή".
  - γ. Ένα κουμπί με ετικέτα "Διαχείριση Υλικού".
  - δ. Ένα κουμπί με ετικέτα "Άκυρο".

### **Περίπτωση Χρήσης: «Εισαγωγή Υλικού»**

#### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία ο Εκπαιδευτής εισάγει ένα νέο κεφάλαιο, με τη μορφή αρχείου ήχου, σ ένα μάθημα μιας εκπαιδευτικής ενότητας.

#### **Ανάλυση**

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων".
2. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει μια ενότητα.
3. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Μαθημάτων".
4. Include "Εμφάνιση Μαθημάτων".
5. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα μάθημα.
6. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Υλικού".
7. Include "Εμφάνιση Κεφαλαίων".
8. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα κεφάλαιο.
9. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Εισαγωγή".
10. Το Σύστημα ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει:
  - α. Ένα πλαίσιο κειμένου με ετικέτα "Ονομασία Κεφαλαίου".
  - β. Ένα πλαίσιο κειμένου με ετικέτα "Διαδρομή αρχείου".
  - γ. Ένα κουμπί "OK"
  - δ. Ένα κουμπί "Άκυρο".
11. Ο Εκπαιδευτής γράφει στο πλαίσιο την ονομασία του κεφαλαίου.
12. Ο Εκπαιδευτής γράφει στο άλλο πλαίσιο τη διαδρομή του αρχείου.
13. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "OK"
14. Το Σύστημα προσθέτει στη λίστα, κάτω από το επιλεγμένο κεφάλαιο, ένα νέο με όνομα το κείμενο του πλαισίου κειμένου.
15. Το Σύστημα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων το νέο κεφάλαιο.
16. Το Σύστημα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων τη θέση του αρχείου του κεφαλαίου.

#### **Εξαιρέσεις – Σφάλματα**

Περίπτωση 6: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Υλικού".»

6.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".

6.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 9: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Εισαγωγή".»

9.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".

9.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 13: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το OK.»

13.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".

13.2. Το Σύστημα κλείνει το παράθυρο.

#### **Περίπτωση Χρήσης: «Τροποποίηση Υλικού»**



## Περιγραφή

Η διαδικασία με την οποία ο Εκπαιδευτής τροποποιεί ένα κεφάλαιο, αλλάζοντας το αρχείο ήχου, σ' ένα μάθημα μιας εκπαιδευτικής ενότητας.

## Ανάλυση

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων".
2. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει μια ενότητα.
3. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Μαθημάτων".
4. Include "Εμφάνιση Μαθημάτων".
5. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα μάθημα.
6. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Υλικού".
7. Include "Εμφάνιση Κεφαλαίων".
8. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα κεφάλαιο.
9. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Τροποποίηση".
10. Το Σύστημα ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει:
  - α. Ένα πλαίσιο κειμένου με ετικέτα "Διαδρομή αρχείου".
  - β. Ένα κουμπί "OK"
  - γ. Ένα κουμπί "Άκυρο".
11. Ο Εκπαιδευτής γράφει στο πλαίσιο τη νέα διαδρομή του αρχείου.
12. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "OK"
13. Το Σύστημα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων τη νέα θέση του αρχείου του επιλεγμένου κεφαλαίου.

## Εξαιρέσεις – Σφάλματα

Περίπτωση 6: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Υλικού".»

- 6.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 6.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 9: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Τροποποίηση".»

- 9.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 9.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 12: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το OK.»

- 12.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 12.2. Το Σύστημα κλείνει το παράθυρο.

## Περίπτωση Χρήσης: «Διαγραφή Υλικού»

### Περιγραφή

Η διαδικασία με την οποία ο Εκπαιδευτής διαγράφει ένα κεφάλαιο σ ένα μάθημα μιας εκπαιδευτικής ενότητας.

### Ανάλυση

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων".
2. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει μια ενότητα.
3. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Μαθημάτων".
4. Include "Εμφάνιση Μαθημάτων".
5. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα μάθημα.
6. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Υλικού".
7. Include "Εμφάνιση Κεφαλαίων".
8. Ο Εκπαιδευτής επιλέγει ένα κεφάλαιο.
9. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαγραφή".
10. Το Σύστημα ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει:
  - α. Ένα μήνυμα με κείμενο "Πρόκειται να διαγράψετε το επιλεγμένο εκπαιδευτικό υλικό. Θέλετε να συνεχίσετε;"
  - β. Ένα κουμπί "ΟΚ"
  - γ. Ένα κουμπί "Άκυρο".
11. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "ΟΚ"
12. Το Σύστημα αφαιρεί από τη λίστα το επιλεγμένο κεφάλαιο.
13. Το Σύστημα διαγράφει από τη βάση δεδομένων το επιλεγμένο κεφάλαιο.
14. Το Σύστημα διαγράφει από τη βάση δεδομένων τη θέση του αρχείου του κεφαλαίου.

### Εξαιρέσεις – Σφάλματα

Περίπτωση 6: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαχείριση Υλικού".»

- 6.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 6.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 9: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Διαγραφή".»

- 9.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".
- 9.2. Extend "Ακύρωση Εργασίας".

Περίπτωση 11: «Ο Εκπαιδευτής πατάει το OK.»

11.1. Ο Εκπαιδευτής πατάει το κουμπί "Άκυρο".

11.2. Το Σύστημα κλείνει το παράθυρο.

### **Περίπτωση Χρήσης: «Εμφάνιση Κεφαλαίων»**

#### **Περιγραφή**

Η διαδικασία με την οποία το Σύστημα εμφανίζει τα κεφάλαια ενός μαθήματος μιας εκπαιδευτικής ενότητας στον εκπαιδευτή.

#### **Ανάλυση**

1. Το Σύστημα εμφανίζει λίστα με τα κεφάλαια του επιλεγμένου μαθήματος.

2. Το Σύστημα εμφανίζει:

α. Ένα κουμπί με ετικέτα "Εισαγωγή".

β. Ένα κουμπί με ετικέτα "Διαγραφή".

γ. Ένα κουμπί με ετικέτα "Τροποποίηση".

δ. Ένα κουμπί με ετικέτα "Άκυρο".

### **Περίπτωση Χρήσης: «Ακύρωση Εργασίας»**

#### **Περιγραφή**

Όταν ο Εκπαιδευτής ακυρώνει μια εργασία του εμφανίζει τη λίστα με τις εκπαιδευτικές ενότητες.

#### **Ανάλυση**

1. Include "Εμφάνιση Ενοτήτων"

### **4.3. Σχεδιασμός του Συστήματος**

Στη φάση της ανάλυσης καθορίστηκε με λεπτομέρεια η λειτουργικότητα του συστήματος. Στη συνέχεια η υλοποίηση συνεχίζεται με τον σχεδιασμό του. Στη φάση αυτή καθορίζονται με λεπτομέρεια τα δεδομένα, που θα χρησιμοποιήσει το σύστημα, τον τρόπο διαχείρισης – επεξεργασίας τους από το υπό ανάπτυξη λογισμικό, ο τρόπος αποθήκευσής τους και τέλος ο τρόπος ανάπτυξης των διαδικασιών – λειτουργιών, που καθορίστηκαν στο διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (Use Cases Diagram).

Οι ενέργειες που απαιτούνται για τον σχεδιασμό του συστήματος είναι:

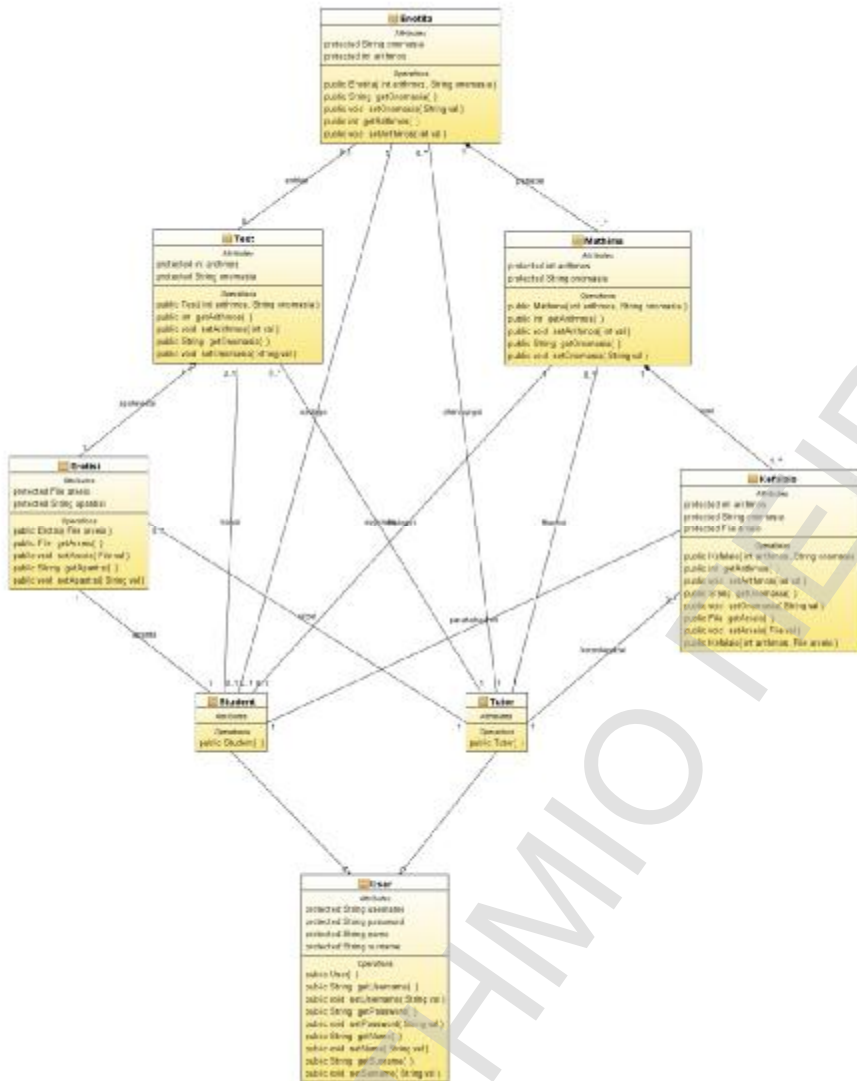
- Η δημιουργία του διαγράμματος κλάσεων.
- Η δημιουργία του σχήματος της βάσης δεδομένων.
- Ο καθορισμός της αρχιτεκτονικής του συστήματος.

#### **4.3.1. Διάγραμμα Κλάσεων**

Για τη δημιουργία του διαγράμματος κλάσεων απαιτείται η αναγνώριση των οντοτήτων και των χαρακτηριστικών τους. Στη συνέχεια αναγνωρίζονται οι συσχετίσεις των οντοτήτων και η πολυπλοκότητα των συσχετίσεων αυτών.

Η ανωτέρω εργασία εκτελείται πάντα με το σκεπτικό ότι οι οντότητες αναπαρίστανται στο σύστημα με κλάσεις, σύμφωνα με τις οποίες θα δημιουργούνται και στη συνέχεια θα καταστρέφονται τα απαιτούμενα αντικείμενα για τη λειτουργία της εφαρμογής. Σύμφωνα με τη λογική αυτή δε λαμβάνεται υπόψη η ιστορικότητα των δεδομένων, αφού αυτό αποτελεί κύρια λειτουργία της βάσης δεδομένων.

Κατόπιν των ανωτέρω, το διάγραμμα κλάσεων του συστήματος φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



### Διάγραμμα Κλάσεων

Οι κλάσεις, που απαιτεί το σύστημα, είναι οι κατωτέρω:

- Η κλάση User, η οποία αντιπροσωπεύει έναν χρήστη του συστήματος γενικά. Τα αντικείμενα αυτής της κλάσης περιέχουν τα χαρακτηριστικά ενός χρήστη χωρίς αυτά που έχουν σχέση με την ιδιότητά του στο σύστημα (Σπουδαστής ή Καθηγητής).
- Η κλάση Student, η οποία κληρονομεί τα χαρακτηριστικά της κλάσης User και περιέχει και αυτά που χαρακτηρίζουν έναν σπουδαστή στο σύστημα.
- Η κλάση Tutor, η οποία κληρονομεί τα χαρακτηριστικά της κλάσης User και περιέχει και αυτά που χαρακτηρίζουν έναν καθηγητή στο σύστημα.
- Οι κλάσεις Enotita, Mathima και Kefalαιο, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το εκπαιδευτικό υλικό και συγκεκριμένα τις εκπαιδευτικές ενότητες, τα μαθήματα και τα κεφάλαια αντίστοιχα. Οι σχέσεις μεταξύ τους είναι ότι οι



Erotisi. Οι πίνακες αυτοί περιέχουν τα πεδία των αντίστοιχων οντοτήτων, που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 4.2.1.

Πέρα από τους ανωτέρω πίνακες, το σύστημα, για τη σωστή αποθήκευση των πληροφοριών, απαιτεί και πίνακες, που προκύπτουν από τις συσχετίσεις των οντοτήτων μεταξύ τους. Αυτοί είναι:

- Ο πίνακας ErotisiTest, στον οποίο αποθηκεύεται η πληροφορία σε ποια τεστ περιέχονται ποιες ερωτήσεις.
- Ο πίνακας Eggraph, όπου αποθηκεύεται η πληροφορία ποιος σπουδαστής είναι εγγεγραμμένος να παρακολουθεί ποια ενότητα. Στηρίζεται στην παραδοχή ότι δεν παρακολουθούν όλοι οι σπουδαστές όλες τις ενότητες αλλά μόνο αυτές που είναι εγγεγραμμένοι.
- Ο πίνακας Diejagvgh, όπου αποθηκεύεται η πληροφορία πότε ένας σπουδαστής έκανε κάποιο τεστ, όπως επίσης και το αποτέλεσμα του τεστ.
- Ο πίνακας Parakolouthisi, όπου αποθηκεύεται η πληροφορία πότε ένας σπουδαστής παρακολούθησε την εκφώνηση ενός κεφαλαίου.

#### **4.3.3. Αρχιτεκτονική του Συστήματος.**

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το σύστημα αναπτύχθηκε με αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (3-tier). Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική αυτή υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ της βάσης δεδομένων, της επιχειρησιακής λογικής και της παρουσίασης στον χρήστη.

Έτσι, η βάση δεδομένων του συστήματος εγκαταστάθηκε σε έναν MySQL εξυπηρετητή. Με την εγκατάσταση της MySQL στον Η/Υ δημιουργείται μια διεργασία, η οποία “ακούει” στη θύρα 3306 για κλήσεις σύνδεσης στη βάση δεδομένων. Η σύνδεση επιτυγχάνεται με την αποστολή από το πρόγραμμα – πελάτη του κατάλληλου ονόματος χρήστη και κωδικού πρόσβασης, τα οποία απαιτούνται να έχουν καταχωρηθεί στη βάση δεδομένων.

Ο μεταγλωττισμένος κώδικας της εφαρμογής καθώς και του προγράμματος – πελάτη της βάσης δεδομένων εγκαταστάθηκαν σε έναν εξυπηρετητή εφαρμογών Apache Tomcat. Ο εξυπηρετητής αυτός έχει την ιδιότητα να λειτουργεί ως ενδιάμεσος της βάσης δεδομένων και της παρουσίασης της εφαρμογής στο χρήστη. Ο Apache Tomcat διατηρεί μία και μοναδική σύνδεση με τη βάση δεδομένων, απ' όπου αποστέλλει ερωτήματα στη βάση και δέχεται τα αποτελέσματα. Απ' την άλλη πλευρά, διατηρεί συνδέσεις με

τους χρήστες της εφαρμογής, οι οποίοι συνδέονται μέσω φυλλομετρητή στη θύρα 8080. Ο εξυπηρετητής φροντίζει για την αποστολή του γραφικού περιβάλλοντος και των απαιτούμενων δεδομένων κάθε χρήστη, διατηρώντας έτσι σε χαμηλό επίπεδο τις απαιτήσεις επεξεργασίας των Η/Υ των χρηστών.

Τέλος, στο επίπεδο παρουσίασης της εφαρμογής στους χρήστες χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία Java Server Pages (JSP), η οποία και είναι πλήρως συμβατή με τους εξυπηρετητές Apache Tomcat. Η ανωτέρω τεχνολογία χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με την τεχνολογία Java Applets, σύμφωνα με την οποία ο κώδικας της εφαρμογής “κατεβαίνει” κι εκτελείται στον Η/Υ του χρήστη και παρουσιάζεται μέσω φυλλομετρητή.

Ο παραπάνω συνδυασμός τεχνολογιών χρησιμοποιήθηκε μόνο για το λόγο ότι η εφαρμογή έχει ως σκοπό την παρουσίαση της λειτουργικότητας ενός συστήματος μάθησης ατόμων με προβλήματα όρασης. Η χρήση του συνδυασμού αυτού δεν ενδείκνυται για την ανάπτυξη του συστήματος για επιχειρησιακό ή εμπορικό σκοπό, αφού οι Applets αφήνουν μεγάλα κενά ασφαλείας στο σύστημα και απαιτούν μεγάλη επεξεργαστική ικανότητα του Η/Υ του χρήστη.

Προτάσεις βελτίωσης του συστήματος αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας.

#### **4.4. Υλοποίηση του Συστήματος**

Τα βασικά στάδια για την υλοποίηση του συστήματος ήταν:

- Η εγκατάσταση του εξυπηρετητή βάσης δεδομένων MySQL και η δημιουργία της βάσης δεδομένων σύμφωνα με το σχήμα της παραγράφου 4.3.2.
- Η εγκατάσταση του εξυπηρετητή εφαρμογών Apache Tomcat και η σύνδεσή του με τη βάση δεδομένων.
- Η ανάπτυξη του πηγαίου κώδικα της εφαρμογής με χρήση του εργαλείου NetBeans IDE.
- Τέλος, η μεταγλώττιση του πηγαίου κώδικα και η σύνδεσή του με τον Apache Tomcat, έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρήση της εφαρμογής μέσω του φυλλομετρητή του χρήστη.

Από τις παραπάνω ενέργειες, αξίζει να αναφερθούν τα χαρακτηριστικά του πηγαίου κώδικα της εφαρμογής γιατί οι υπόλοιπες ενέργειες (εγκαταστάσεις, συνδέσεις και μεταγλώττιση) αποτελούν τυποποιημένες



διαδικασίες, οι οποίες περιγράφονται στους αντίστοιχους ιστοτόπους των προϊόντων.

#### **4.4.1. Δημιουργία των Κλάσεων Υποδομής**

Αρχικά δημιουργήθηκαν οι κλάσεις υποδομής. Αυτές είναι οι κλάσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται από το σύστημα ως σύνθετοι τύποι δεδομένων για τη δημιουργία αντικειμένων. Ο κώδικας των κλάσεων αυτών συντάσσεται σύμφωνα με το διάγραμμα κλάσεων, που περιγράφηκε στην παράγραφο 4.3.1.

#### **4.4.2. Δημιουργία των Ιστοσελίδων**

Η εισαγωγή του χρήστη στο σύστημα γίνεται πληκτρολογώντας στον φυλλομετρητή τη διεύθυνση [http://localhost:8080/Blind\\_eLearning\\_System](http://localhost:8080/Blind_eLearning_System).

Η αρχική σελίδα (index.jsp) εμφανίζει τα πεδία “Όνομα Χρήστη” και “Κωδικός Πρόσβασης”, στα οποία καλείται ο χρήστης με φωνητικό μήνυμα να εισάγει τα ανάλογα στοιχεία. Η σελίδα, παρόλο που έχει το επίθεμα jsp, είναι μια απλή σελίδα html με μια φόρμα εισαγωγής στοιχείων.

Πατώντας ο χρήστης το κουμπί “Υποβολή”, το σύστημα μεταβιβάζει τα δεδομένα της φόρμας στην ιστοσελίδα response.jsp. Η σελίδα αυτή για να επιτύχει τον έλεγχο των στοιχείων του χρήστη συνδέεται με τη βάση δεδομένων, όπου και αποστέλλει σχετικό ερώτημα με χρήση της γλώσσας JSTL.

Ανάλογα με το αποτέλεσμα του ερωτήματος, η ιστοσελίδα προβαίνει στις παρακάτω ενέργειες:

- Αν τα στοιχεία δεν υπάρχουν στη βάση δεδομένων, εμφανίζει και εκφωνεί ανάλογο μήνυμα προς τον χρήστη.
- Αν τα στοιχεία αντιστοιχούν σε σπουδαστή, η ιστοσελίδα φορτώνει και εκτελεί την Applet StudentApplet.
- Αν τα στοιχεία αντιστοιχούν σε καθηγητή, η ιστοσελίδα φορτώνει και εκτελεί την Applet TutorApplet.

Επίσης, στην αρχική ιστοσελίδα δίνεται η δυνατότητα εγγραφής νέου χρήστη με την αντίστοιχη επιλογή σύνδεσης. Στην περίπτωση αυτή εμφανίζεται ιστοσελίδα, με τα απαραίτητα στοιχεία που πρέπει να εισάγει ο χρήστης καθώς και την επιλογή Σπουδαστής ή Καθηγητής. Όταν συμπληρώσει τα στοιχεία ο χρήστης, ενημερώνεται η βάση δεδομένων.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη λειτουργία θεωρείται υποβοηθητική και διαφεύγει του σκοπού ανάπτυξης της εφαρμογής, αφού δε χρησιμοποιεί φωνητικά μηνύματα για τους χρήστες με προβλήματα όρασης. Έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ως παραδοχή ότι στο σύστημα δε γίνεται η εγγραφή από τους σπουδαστές αλλά από τον διαχειριστή ή ακόμα κι από τον καθηγητή.

#### **4.4.3. Δημιουργία των Applets**

Η βασική λειτουργικότητα του συστήματος παρέχεται στον κώδικα των δύο Applets (StudentApplet και TutorApplet).

Η Applet StudentApplet εκτελείται μετά την αναγνώριση του χρήστη και την επιβεβαίωση ότι ο χρήστης είναι σπουδαστής. Ξεκινώντας η Applet συνδέεται στη βάση δεδομένων, από την οποία και βρίσκει τις ενότητες που έχει εγγραφεί ο συγκεκριμένος σπουδαστής. Στη συνέχεια, εμφανίζει τις ονομασίες των ενοτήτων σε λίστα ενώ παράλληλα τις εκφωνεί αντιστοιχώντας τις σε ένα πλήκτρο – αριθμό.

Ο χρήστης επιλέγει την ενότητα πατώντας το αντίστοιχο πλήκτρο και η εφαρμογή δημιουργεί ερώτημα στη βάση για τα μαθήματα της επιλεγμένης ενότητας.

Η ίδια διαδικασία εκτελείται για την επιλογή μαθήματος, επιλογή κεφαλαίου, επιλογή τεστ και απάντηση ερώτησης. Για κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις εκφωνούνται οι επιλογές του χρήστη, ο οποίος για να συνεχίσει παρακάτω πρέπει να πατήσει το ανάλογο πλήκτρο. Επίσης, δίνονται επιλογές επανάληψης της εκφώνησης καθώς και αλλαγής ενότητας, μαθήματος, κλπ.

Οι ανωτέρω διαδικασίες υλοποιούνται με τη δήλωση ενός KeyListener στην Applet και μιας παραμέτρου flag, η οποία αλλάζει κάθε φορά που γίνεται μια επιλογή, έτσι ώστε να γνωρίζει η εφαρμογή σε ποια ενέργεια αντιστοιχεί η επιλογή του χρήστη.

Επίσης, τα αρχεία ήχου έχουν ηχογραφηθεί και αποθηκευθεί σε συγκεκριμένη θέση του δίσκου έτσι ώστε να διαβάζονται από την εφαρμογή όταν απαιτείται. Τα αρχεία αυτά αντιπροσωπεύονται στο σύστημα από αντίστοιχα αντικείμενα Clip της Java, τα οποία και δημιουργούνται για κάθε αρχείο ήχου όταν απαιτηθεί η χρήση τους.

Βασικό μειονέκτημα των ανωτέρω αντικειμένων είναι ότι με τη δημιουργία τους καταλαμβάνουν όση μνήμη απαιτεί το αρχείο με αποτέλεσμα η εφαρμογή

να απαιτεί μεγάλους πόρους από τον Η/Υ του χρήστη. Επίσης, η διεργασία που διαβάζει το αρχείο δεν αναστέλλει τη λειτουργία της κατά την εκφώνηση με αποτέλεσμα να απαιτείται αυτό να γίνεται στον κώδικα [Thread.sleep()]. Ο τρόπος βελτίωσης του εν λόγω προβλήματος περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Η λειτουργία της StudentApplet αποτελεί και τη κύρια εργασία, αφού επιδεικνύει τον τρόπο που θα μπορούσε να λειτουργεί ένα σύστημα μάθησης για άτομα με προβλήματα όρασης. Συμπληρωματικά, στην εργασία αυτή και για λόγους ευκολότερης διαχείρισης της προς επίδειξη εφαρμογής δημιουργήθηκε και αντίστοιχη Applet για χρήση από έναν καθηγητή (TutorApplet).

Η βασική λειτουργία της Applet είναι να δίνει τη δυνατότητα σε έναν καθηγητή να ορίζει ενότητες, μαθήματα, κεφάλαια, το εκπαιδευτικό υλικό καθώς και να δημιουργεί τεστ με ερωτήσεις. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιείται μια δενδρική δομή δεδομένων η οποία και απεικονίζεται με ένα δένδρο (Tree).

Ο καθηγητής πρέπει, αφού δημιουργήσει τα αρχεία ήχου και τα αποθηκεύσει στο δίσκο, να “χτίσει” το δένδρο της ενότητας δηλώνοντας τις ονομασίες ενότητας, μαθημάτων, κεφαλαίων και τέλος το αρχείο ήχου, που περιλαμβάνει το εκπαιδευτικό υλικό, την αφήγηση δηλαδή της ύλης.

Κάθε ενότητα, που δημιουργεί ο καθηγητής, καταγράφεται σαν ιδιοκτησία του, που σημαίνει ότι δεν είναι δυνατή η τροποποίηση της από άλλο καθηγητή. Τέλος, δίνεται η δυνατότητα να εγγράψει σπουδαστές σε κάθε ενότητα, που έχει δημιουργήσει.

## 5. Προοπτικές Βελτίωσης – Μελλοντική Εξέλιξη

### 5.1. Προτάσεις Βελτίωσης

Όπως ήδη αναφέρθηκε βασικός στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση ενός πιλοτικού συστήματος μάθησης για άτομα με προβλήματα όρασης. Αυτό σημαίνει ότι η κυριότερη λειτουργία της εφαρμογής είναι η χρήση ήχου για καθοδήγηση του χρήστη.

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με το παραπάνω σκεπτικό (δηλαδή την επίδειξη) και όχι ως επιχειρησιακό – εμπορικό εργαλείο. Για να μπορούσε να χρησιμοποιηθεί έτσι απαιτούνται βελτιώσεις στον τρόπο λειτουργίας της.

Βασικές πτυχές βελτίωσης της εφαρμογής αποτελούν οι παρακάτω:

- Τροποποίηση του γραφικού περιβάλλοντος με κατάργηση των Applets.
- Χρήση πιο εξελιγμένης τεχνολογίας “διαβάσματος” αρχείων ήχου.

#### Κατάργηση των Applets

Όπως ήδη αναφέρθηκε οι Applets έχουν τα μειονεκτήματα της μη ασφαλούς πρόσβασης στα δεδομένα καθώς και τις αυξημένες απαιτήσεις σε πόρους του Η/Υ του χρήστη. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα στην εκτέλεση της εφαρμογής από τους χρήστες μέσω διαδικτύου, όπως καθυστερήσεις στην αρχικοποίηση κι εμφάνιση της Applet.

Μια τεχνολογία, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να επιλύσει αυτά τα προβλήματα, είναι όλη η επεξεργασία των δεδομένων και η εκτέλεση της εφαρμογής να γίνεται στον εξυπηρετητή, ενώ στον Η/Υ του χρήστη να μην απαιτείται καμιά επεξεργασία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την τεχνολογία Java Servlet.

Ο Java Servlet είναι η αρχιτεκτονική, η οποία χρησιμοποιεί τις δυνατότητες του εξυπηρετητή Apache Tomcat, για να εκτελέσει τον κώδικα της εφαρμογής στον Server και να αποστείλει τα αποτελέσματα στον χρήστη με τη μορφή ιστοσελίδας. Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο HTTP για να μεταβιβάσει στον Η/Υ του χρήστη την πληροφορία ήδη διαμορφωμένη σε html ή javascript.

Ένας java servlet, ο οποίος θα εκτελούσε τις λειτουργίες της StudentApplet σε επίπεδο εξυπηρετητή και απλά θα επέστρεφε ήχο δε θα απαιτούσε αυξημένους πόρους από τον Η/Υ του χρήστη, ενώ θα ήταν πολύ πιο ασφαλής αφού θα διατηρούσε ακόμα και τα αρχεία ήχου στον εξυπηρετητή.

## Αλλαγή Χειρισμού των Αρχείων Ήχου

Στη παρούσα κατάσταση, τα αρχεία ήχου φορτώνονται στη μνήμη σε αντικείμενα της κλάσης Clip της Java και διαβάζονται από την εφαρμογή. Η τεχνική αυτή έχει το μειονέκτημα της απαίτησης πόρων ενώ σε περίπτωση χρήσης της τεχνολογίας Java Servlet, δε θα ήταν η ενδεικνυόμενη αφού τα αντικείμενα Clip θα έπρεπε να δημιουργηθούν στο επίπεδο του εξυπηρετητή και ν' αποσταλούν ολόκληρα στον Η/Υ του χρήστη και μετά να εκτελεστούν.

Για να βελτιωθεί η εφαρμογή και να λειτουργεί καλύτερα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τεχνικές streaming και buffering. Με τη χρήση ενός buffer σε επίπεδο χρήστη και με την αποστολή του ήχου με τη μορφή ρεύματος (stream) από τον εξυπηρετητή στον χρήστη επιτυγχάνεται η όσο το δυνατόν μικρότερη απασχόληση του Η/Υ του χρήστη χωρίς αυτό να επηρεάσει την ποιότητα και τη συνέχεια του ήχου.

### **5.2. Εξέλιξη του Συστήματος**

Όπως γίνεται αντιληπτό, η πειραματική εφαρμογή που αναπτύχθηκε προσφέρει συγκεκριμένες λειτουργίες, όσον αφορά την απλή αποθήκευση δεδομένων, την τροποποίηση και διαγραφή τους, πράγμα εφικτό από συσκευές διαφορετικής αρχιτεκτονικής και με διαφορετικά λογισμικά. Η ευελιξία που παρέχει αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο του προγράμματος, μιας και μπορεί να εφαρμοστεί για την κάλυψη πολλών και διαφορετικών πληροφοριακών αναγκών χωρίς να γίνουν σημαντικές αλλαγές στον κώδικα. Μπορούμε δηλαδή να αφήσουμε το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής αναλλοίωτο ή να το τροποποιήσουμε ελάχιστα και οι αλλαγές να γίνουν στο επίπεδο διαχείρισης δεδομένων όπως στον τρόπο αποθήκευσης, τους χρήστες και τα δικαιώματα πρόσβασης, στις συσχετίσεις μεταξύ των αποθηκευμένων εγγραφών καθώς και στο επίπεδο παρουσίασης, στο οποίο η εφαρμογή των αντίστοιχων προτύπων μπορεί να προσδώσει συμβατότητα σε περισσότερες ετερογενείς συσκευές και λογισμικά.

Όπως και στις περισσότερες περιπτώσεις λογισμικών, μια τέτοιου είδους εφαρμογή συγκεντρώνει θετικά και αρνητικά σημεία. Η βελτίωση των αρνητικών σημείων της καθώς και η επέκταση της λειτουργικότητάς της, μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση παρόμοιων μοντέλων ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη προσφορά υπηρεσιών με λιγότερο κόστος σε πηγές και δυναμικό.

Αναλυτικότερα, στα θετικά στοιχεία παρόμοιων λογισμικών συγκαταλέγεται η ικανοποιητική λειτουργικότητα σε ετερογενή περιβάλλοντα, τα οποία απαιτούν διαμοιραζόμενες πηγές και πόρους καθώς και ειδικούς κανόνες επεξεργασίας. Επίσης, επιτρέπει την εξυπηρέτηση πολλών χρηστών ταυτόχρονα αποκρύπτοντας από αυτούς την πολυπλοκότητα της δόμησης και υποστήριξης των υπηρεσιών και των δικτύων επικοινωνίας. Οι αρχιτεκτονικές τριών επιπέδων διευκολύνουν την ανάπτυξη λογισμικού, λόγω του ότι επιτρέπουν σε κάθε επίπεδο να μπορεί να δομηθεί και να εκτελεστεί σε διαφορετικές πλατφόρμες, πράγμα που κάνει την υλοποίηση ευκολότερη. Ακόμη, τα διαφορετικά επίπεδα μπορούν να δομηθούν με διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού, ανάλογα με την ευχέρεια του προγραμματιστή και τις λειτουργίες που πρόκειται να προσδοθούν στο λογισμικό. Τέλος, την ομάδα των θετικών στοιχείων ολοκληρώνει το γεγονός, ότι η μετατροπή συστημάτων σε λογισμικά τριών επιπέδων, με όλα τα χαρακτηριστικά που τα περιστοιχίζουν, είναι χαμηλής επικινδυνότητας (low-risk) και οικονομικά αποδοτική (cost-effective). [22,23,24]

Στα αρνητικά στοιχεία παρόμοιων λογισμικών συγκαταλέγεται η πολυπλοκότητά τους. Επίσης, τα σύγχρονα εργαλεία δεν μπορούν ακόμα να παρέχουν τις επιθυμητές υπηρεσίες που χρειάζονται για την υποστήριξη ενός κατανεμημένου υπολογιστικού περιβάλλοντος. Υπάρχει μεγαλύτερη δυσκολία στην ανάπτυξη, τον έλεγχο, τη διαχείριση, καθώς και τη βελτίωση των εξυπηρετητών ώστε να καλύπτουν περισσότερες ανάγκες, σε σχέση με πιο απλές αρχιτεκτονικές. Τέλος, είναι αναγκαία η θέσπιση κοινών προτύπων και πρωτοκόλλων ώστε να μπορούν οι ετερογενείς δομές που περιέχονται στο λογισμικό να επικοινωνούν με επιτυχία. “Έτσι, περιορίζεται η επιλογή των εργαλείων σε αυτά που είναι συμβατά και όχι στα πιο λειτουργικά. [22,23]

Έτσι, η απλή καταχώρηση και επεξεργασία των τυπικών εκπαιδευτικών δεδομένων από μαθητές και καθηγητές είναι δυνατό να επεκταθεί ώστε ένα σύστημα να αποθηκεύει σε σχεσιακούς πίνακες περισσότερες πληροφορίες, όπως το ιστορικό του μαθητή και του καθηγητή, αναλυτικά δεδομένα εξετάσεων και τεστ αξιολόγησης, δεδομένα κόστους και πληρωμής των παρεχόμενων υπηρεσιών κ.α. ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε φορέα. Αναφερόμαστε λοιπόν σε ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα το οποίο μπορεί να χτιστεί με τα ίδια στοιχεία και τις ίδιες τεχνικές ώστε να εμπλουτιστεί και να καλύψει περισσότερο εξειδικευμένες απαιτήσεις των χρηστών. Επίσης, μπορούμε να

αυξήσουμε την απόδοσή του όσον αφορά την βελτίωση της ασφάλειας των διακινούμενων και αποθηκευμένων δεδομένων, τη γρηγορότερη πρόσβαση του χρήστη στη βάση ή πολλών χρηστών στην ίδια πηγή ταυτόχρονα, τη διαθεσιμότητα των δεδομένων σε περισσότερες ετερογενείς συσκευές, την υποστήριξη περισσότερων πρωτοκόλλων με ταυτόχρονη αύξηση της συμβατότητας των πληροφοριών, την παροχή λειτουργίας αποθήκευσης των καταχωρήσεων σε περίπτωση κρίσιμου σφάλματος στο σύστημα (backup) κ.α.

Οι παραπάνω βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν σε επίπεδο λογισμικού δεν έχουν μεγάλη σημασία αν δεν είναι συμβατές με τις σύγχρονες τεχνολογίες που εφαρμόζονται στο διαδίκτυο. Νέες τεχνικές μεταφοράς δεδομένων και παροχής υπηρεσιών, που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο, καθιστούν αναγκαία την τροποποίηση των διαδικτυακών λογισμικών για την καλύτερη και περισσότερο αξιόπιστη ανταλλαγή των δεδομένων τους. Καινούρια πρότυπα εισάγονται και νέες αρχιτεκτονικές επικοινωνίας επινοούνται. Αναφερόμαστε λοιπόν στη σύγχρονη τάση και τις μελλοντικές κινήσεις όσον αφορά τη διακίνηση των δεδομένων και την παροχή των υπηρεσιών εκπαίδευσης μέσω του διαδικτύου.

### 5.3. Εικονικός Φάκελος Μαθητή

Η Εκπαίδευση υποβάλλεται τελευταία σε ριζικές αλλαγές λόγω των διαφόρων τεχνολογικών, πολιτικών και κοινωνικών αλλαγών. Για να μπορέσουν αυτές οι αλλαγές να είναι αποτελεσματικές όσον αφορά το κόστος και την ποιότητα της παροχής υπηρεσιών εκπαίδευσης απαιτείται η διαχείριση των μαθησιακών δεδομένων με τελείως διαφορετικό τρόπο. Συγκεκριμένα, θα μπορούσε ο ηλεκτρονικός φάκελος ενός μαθητή να αποτελεί μια οντότητα τμήματα της οποίας περιέχονται σε διαφορετικά συστήματα ενός δικτύου και η συνολική μορφή του να δημοσιεύεται ταυτόχρονα από πολλαπλές τοποθεσίες. Η συγκεκριμένη δομή αναφέρεται στον Εικονικό Φάκελο Μαθητή, ο οποίος λέγεται εικονικός λόγω του ότι δεν υπάρχει σε ένα σύστημα σαν ολοκληρωμένη οντότητα, αλλά τα δεδομένα που περιέχει ανακτώνται από διαφορετικά συστήματα, στα οποία είναι καταχωρημένα.

Οι εικονικοί φάκελοι μαθητών παρέχουν το μέσο για την πρόσβαση σε εκπαιδευτικά δεδομένα τα οποία μπορεί να είναι διαμοιρασμένα σε διαφορετικές λειτουργίες και κυρίως αφορούν ετερογενή συστήματα που επικοινωνούν μεταξύ τους. Μια τέτοια διάταξη κι επομένως η λογική του εικονικού φακέλου μαθητή είναι χρήσιμη, μιας και

- υποστηρίζουν τη συνέχεια της εκπαίδευσης,
- βοηθούν στο να αποφεύγεται ο πλεονασμός των εκπαιδευτικών διαδικασιών και η ανάπτυξη περιττού λογισμικού
- βελτιώνουν την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων
- μειώνουν γενικά το κόστος στους φορείς εκπαίδευσης και αυξάνουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες σε σχέση με αυτό.

Παρόλα αυτά, για την ανάπτυξη μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής, απαιτείται η κατάλληλη τεχνολογική δομή ώστε να μεταφέρονται τα δεδομένα, που παράγονται και αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων διαφορετικών παρόχων εκπαίδευσης, σε μια μορφή κατανοητή από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Έτσι, ένας χρήστης θα μπορεί να ανακτήσει εκπαιδευτικά δεδομένα ενός μαθητή από διαφορετικά, ετερογενή συνήθως, συστήματα, ανάλογα με τα εισαγόμενα κριτήρια.

Για την εφαρμογή ενός κοινού τρόπου επικοινωνίας των διαφορετικών συστημάτων είναι ανάγκη να εισαχθούν πρότυπα και κοινοί κανόνες μεταφοράς δεδομένων. Μια τέτοια δομή αποτελεί η αρχιτεκτονική εκπαιδευτικών εγγράφων,



η οποία είναι μια δομή εγγράφων για την ανταλλαγή εκπαιδευτικών αρχείων κειμένου, βασισμένη στο πρότυπο XML. Εκτός από την κοινή δομή που πρέπει να έχουν τα διακινούμενα μηνύματα, πρέπει να χρησιμοποιούν και κοινό τρόπο διατύπωσης των δεδομένων τους. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να δημιουργηθεί πρότυπο και διάφορα κωδικοποιημένα λεξικά για την αναπαράσταση των πληροφοριών. Η εν λόγω αρχιτεκτονική επομένως, υποστηρίζει τη διαλειτουργικότητα και τη συμβατότητα μεταξύ ετερογενών συστημάτων. Επίσης, επιπλέον πρότυπα και τεχνικές εφαρμόζονται για την εξομάλυνση των τεχνολογικών διαφορών των συστημάτων. Έτσι, τα μηνύματα SOAP είναι το προτεινόμενο μοντέλο για την αποστολή μηνυμάτων XML, ενώ για τη μεταφορά τους χρησιμοποιείται κυρίως το γνωστό και ευρέως εφαρμοσμένο στον παγκόσμιο ιστό πρότυπο HTTP. Επίσης, οι υπηρεσίες ιστού (Web Services) παρέχουν ένα προτυποποιημένο μέσο διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών λογισμικού, οι οποίες εκτελούνται σε διαφορετικές πλατφόρμες ή αρχιτεκτονικές. Επομένως, η ανωτέρω αρχιτεκτονική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό και τη δόμηση των εκπαιδευτικών εγγράφων, τα μηνύματα SOAP χρησιμοποιούνται για τη σωστή ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των εμπλεκόμενων οργανισμών και οι υπηρεσίες ιστού διευκολύνουν την εξαγωγή εκπαιδευτικών δεδομένων στη μορφή XML, σχετικά με τα εισαγόμενα κριτήρια του χρήστη και τα οποία είναι ενθυλακωμένα σε μορφή αρχιτεκτονικής εγγράφων.

Με τον τρόπο αυτό γίνεται εφικτή η εγκατάσταση μιας κοινής γλώσσας επικοινωνίας μεταξύ ετερογενών συστημάτων. Με βάση το πρότυπο XML και με τη δυναμικότητα που μπορούν να παρέχουν σύγχρονα λογισμικά γίνεται εφικτή η επικοινωνία ετερογενών συστημάτων στους διάφορους φορείς εκπαίδευσης. Ο εικονικός φάκελος μαθητή αποτελεί μια οντότητα η οποία μπορεί να επιτευχθεί με πληθώρα τεχνολογιών, αρκεί να βασίζεται σε συγκεκριμένα πρότυπα περιγραφής και διακίνησης των δεδομένων.

Ως επέκταση των παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι η παροχή εκπαιδευτικών δεδομένων μπορεί να επεκταθεί εκτός από διαφορετικά λογισμικά και σε ετερογενείς συσκευές, με τη χρήση των τεχνολογιών που πραγματεύεται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Έτσι, θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε δυναμικά μια «παρουσίαση» ενός εικονικού φακέλου μαθητή όχι μόνο για ηλεκτρονικούς υπολογιστές αλλά και για ασύρματες φορητές συσκευές, χωρίς σημαντικές τροποποιήσεις στον κώδικα και της πειραματικής

εφαρμογής που αναπτύχθηκε. Επίσης, η συμβατότητα των διαφορετικών συστημάτων και συσκευών είναι στενά συνυφασμένη με την εφαρμογή προτύπων, με πιο κοινό το XML, και την υιοθέτηση σύγχρονων τεχνολογιών, ώστε να επιτευχθεί μελλοντικά μια αρχιτεκτονική αλληλένδετων ετερογενών συστημάτων που να ικανοποιεί τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για την περιγραφή και διακίνηση των εκπαιδευτικών δεδομένων ενός συνόλου φορέων εκπαίδευσης.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα κυρίαρχα σύγχρονα πρότυπα που, σε αντίθεση με αυτά που έχουν αναφερθεί, δεν επικεντρώνονται στην παροχή δεδομένων στο χρήστη, αλλά δομούν συστήματα που προσφέρουν υπηρεσίες. Τα πρότυπα αυτά αποτελούν οι Υπηρεσίες Ιστού (Web Services) και οι αρχιτεκτονικές SOA.

#### 5.4. Web Services και Service Oriented Architectures (SOA)

Στη σημερινή εξαιρετικά ανταγωνιστική εποχή απαιτείται η ανταλλαγή πληροφοριών και η επιτυχής επικοινωνία. Η ανάγκη αυτή οδήγησε σε μια νέα, να γίνει η πληροφορία αυτή επιλεκτικά «ορατή» και η παρουσίασή της να μπορεί να μεταβάλλεται εύκολα. Για παράδειγμα, η επινόηση του τηλεφώνου οδήγησε στην ανάγκη μιας υπηρεσίας καταλόγου. Έτσι δημιουργήθηκε ο γνωστός «Χρυσός Οδηγός», ο οποίος έφερε πιο κοντά τον καταναλωτή και τον πάροχο. Αντίστοιχα, η επανάσταση των πληροφορικών υπηρεσιών και η εφαρμογή τους οδήγησε στη δημιουργία απομονωμένων συστημάτων και σε λογισμικά που κάλυπταν τις ειδικές ανάγκες του κάθε φορέα για τον οποίο προορίζονταν. Όμως η επέκταση των επιχειρήσεων και οι συγχωνεύσεις των οργανισμών οδήγησαν στην ανάγκη να μπορούν να μεταφερθούν οι πληροφορίες που ήταν αποθηκευμένες στα απομονωμένα αυτά συστήματα υπολογιστών ώστε να είναι δυνατή η από κοινού αξιοποίησή τους. Τη λύση εν μέρει έδωσε το διαδίκτυο που παρείχε εύκολη διακίνηση δεδομένων, ανοίγοντας όμως πολλά κενά ασφάλειας. Έτσι, θεωρήθηκε ότι για καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων, έπρεπε αυτά να μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους, να έχουν πρόσβαση σε ένα δίκτυο διαφορετικό από τον Παγκόσμιο Ιστό, και το καθένα να λειτουργεί με τα υπόλοιπα να βρίσκονται σε ένα μεγάλο κλειστό δίκτυο. [6,34]

Για το λόγο αυτό οδηγηθήκαμε στην εισαγωγή του προτύπου των Υπηρεσιών Ιστού (Web Services) και των Αρχιτεκτονικών προσανατολισμένες στις υπηρεσίες που παρέχονται (Service-Oriented Architectures - SOA), οι οποίες αλλάζουν τον τρόπο κατασκευής των εσωτερικών συστημάτων και τον τρόπο που αυτά αλληλεπιδρούν με τα εξωτερικά συστήματα. Δεν πρόκειται για κάτι καινούριο, αλλά για μια διαφορετική μεθοδολογία, με την οποία οι Υπηρεσιοκεντρικές Αρχιτεκτονικές (SOA) είναι συμβατές με τα περισσότερα λογισμικά και δομές στο διαδίκτυο. Αναφέρεται σε μια διαφορετική δομή του επιπέδου επιχειρησιακής λογικής, κατά την οποία ανάλογα με το ποια λειτουργία εκτελείται, καλείται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ή κατά την έκβαση της ακολουθίας ενεργειών η αντίστοιχη υπηρεσία από ένα μεγαλύτερο σύνολο υπηρεσιών που ένα πάροχος υπηρεσιών προσφέρει. Οι υπηρεσίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάλι ανάλογα με την περίπτωση (Reusable Services). [34]

Για παράδειγμα, έστω ότι πρόκειται για μια απλή υπηρεσία αναζήτησης την οποία προσφέρει ένας εξυπηρετητής και κατά την οποία δίνονται ορισμένα κριτήρια από το χρήστη ώστε να περιοριστούν τα επιστρεφόμενα αποτελέσματα. Τότε ενεργοποιείται μια αλληλουχία διαδικασιών κατά την οποία με βάση τα δεδομένα κριτήρια εξάγονται από μια βάση δεδομένων τα περισσότερο κοινά στα κριτήρια αναζήτησης αποτελέσματα. Επίσης, έστω ότι ο χρήστης δώσει επιπλέον περιορισμούς στην αναζήτηση όπως το είδος των αποτελεσμάτων που επιθυμεί (αρχεία εικόνας, κειμένου, ήχου), την ημερομηνία τροποποίησης, το μέγεθος των ζητούμενων αποτελεσμάτων, το πλήθος τους που θα επιστραφεί από το λογισμικό κτλ. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να κληθούν επιπλέον υπηρεσίες της ομάδας των υπηρεσιών αναζήτησης που προσφέρονται. Έτσι, στα επιστρεφόμενα αποτελέσματα θα εφαρμοστούν επιπλέον λειτουργίες ώστε αυτά να «φιλτραριστούν», και να επιστραφούν στη συνέχεια μόνο αυτά που ικανοποιούν όλα τα κριτήρια που δόθηκαν από το χρήστη ή κανένα αν δεν υπάρχει. Σε μια τυχόν επανάληψη της αναζήτησης ο χρήστης μπορεί να καλέσει πάλι από τον πάροχο τις προηγούμενες υπηρεσίες.

Συγκεκριμένα, πρόκειται για το πρότυπο των Υπηρεσιών Ιστού (Web Services) που απορρέουν από SOA αρχιτεκτονικές. Όταν η δομή του επιπέδου επιχειρησιακής λογικής είναι επικεντρωμένη σε ομάδες υπηρεσιών που παρέχονται σε χρήστες, τότε αυτό διαθέτει μια Υπηρεσιοκεντρική Αρχιτεκτονική. Σύμφωνα με τη δομή SOA, μπορούμε να στείλουμε οποιοδήποτε μήνυμα ανάμεσα στις διασυνδέσεις, αλλά πρέπει να εφαρμοστούν ορισμένοι περιορισμοί για να θεωρηθεί ότι ένα σύστημα είναι υπηρεσιοκεντρικό. Έτσι, το μήνυμα που προέρχεται ή καταλήγει σε μια υπηρεσία πρέπει:

- να είναι περιγραφικό και να περιέχει συνοπτικές πληροφορίες για μια επιθυμητή λειτουργία,
- να είναι γραμμένο με συγκεκριμένη μορφή, δομή και λεξιλόγιο ώστε να είναι κατανοητό,
- να είναι επεκτάσιμο και αναβαθμίσιμο ώστε να μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερα και νέα δεδομένα για μια συγκεκριμένη υπηρεσία,
- να διαθέτει έναν ευέλικτο μηχανισμό, ο οποίος θα οδηγεί τον καταναλωτή σε έναν πάροχο υπηρεσιών μέσα από ένα συναφές με την ζητούμενη υπηρεσία περιβάλλον. [6,34]

Όσον αφορά τις Υπηρεσίες Ιστού (Web Services), αυτές απορρέουν από τις Υπηρεσιοκεντρικές Αρχιτεκτονικές. Βασίζονται στο γνωστό πρωτόκολλο HTTP και χρησιμοποιούν την XML ως κύρια γλώσσα. Αποκτούν φορητότητα με το να τηρούν ένα σύνολο από προτυποποιημένους κανόνες και λεπτομερείς ορισμούς. [35]

Τα συστήματα που παρέχουν κάποιες υπηρεσίες και συνδέονται με τον παγκόσμιο ιστό, για να τις κάνουν προσίτες και εκμεταλλεύσιμες, πρέπει να τις γνωστοποιήσουν και επομένως με κάποιο τρόπο να καταγραφούν. Επίσης, κατά τη χρήση μιας υπηρεσίας, η εντολή πρέπει να περιέχει συγκεκριμένα στοιχεία για το είδος της, ώστε να διακριθεί ανάμεσα σε μια ομάδα υπηρεσιών. Τέλος, όταν γίνεται η αίτηση στη μηχανή αναζήτησης του παραδείγματος, τα στοιχεία που δόθηκαν πρέπει να μετατραπούν σε μια συγκεκριμένη μορφή και στη συνέχεια να ενθυλακωθούν σε μια δομή, ώστε να αποσταλούν στον εξυπηρετητή που προσφέρει την υπηρεσία αναζήτησης. Τις οντότητες του παραδείγματος της αναζήτησης αντιπροσωπεύουν η XML, το SOAP, η WSDL και το UDDI που περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια:

XML: Η XML αποτελεί τον τρόπο για τη μεταφορά πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ μιας εφαρμογής παρόχου υπηρεσιών δικτύου (Web Service Provider) και πελάτη υπηρεσιών δικτύου (Web Service Client). Είναι πολύ εύχρηστη λόγω του ότι τα δεδομένα που περιέχονται στα έγγραφα XML μπορούν να δημιουργηθούν από μη συμβατές δομές αρχείων και να επεξεργαστούν με τη χρήση απλών τεχνικών (XML parsers). [35]

Simple Object Access Protocol (SOAP): Αποτελεί το κανάλι που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία πελάτη και παρόχου υπηρεσιών. Είναι ο τρόπος επικοινωνίας με τη μηχανή αναζήτησης, η οποία διαθέτει περιεχόμενα των εγγεγραμμένων ιστοσελίδων τα οποία είναι συσχετισμένα με τα περιεχόμενα των λέξεων κλειδιά για κάθε υπηρεσία και που χρησιμοποιούνται στην αναζήτηση. [35]

Universal Description Discovery and Integration (UDDI): Είναι ο «Χρυσός Οδηγός» του διαδικτύου. Αποτελεί ένα μητρώο στο οποίο καταχωρούνται οι πάροχοι υπηρεσιών για κάθε υπηρεσία, π.χ. Εκπαιδευτικοί φορείς σε μια χώρα. Όπως και η WSDL, έτσι και το UDDI είναι βασισμένο στην XML. Στο παράδειγμα αντιστοιχεί με τα περιεχόμενα της μηχανής αναζήτησης. [35]

Web Services Description Language (WSDL): Οι πάροχοι Υπηρεσιών Ιστού δημοσιεύουν τις υπηρεσίες που παρέχουν χρησιμοποιώντας τη

συγκεκριμένη πρότυπη γλώσσα περιγραφής υπηρεσιών. Βασίζεται στην XML και διαθέτει συγκεκριμένες ετικέτες που δηλώνουν το είδος της υπηρεσίας που παρέχεται, που βρίσκεται αυτή η υπηρεσία και ούτω καθεξής. Στην ουσία, αποτελεί τη μέθοδο μέσω της οποίας περιγράφονται οι διαφορετικές υπηρεσίες στο UDDI. Έτσι, ο πελάτης μπορεί να πληροφορηθεί για μια υπηρεσία πριν ακόμα αποκτήσει πρόσβαση σε αυτή και τη χρησιμοποιήσει. Στο παράδειγμα αντιστοιχεί στην κατεξοχήν λειτουργία της αναζήτησης. [35]

Με τον τρόπο αυτό παρέχεται ένας μηχανισμός επικοινωνίας μεταξύ απομακρυσμένων συστημάτων συνδεδεμένων μέσω του δικτύου των Υπηρεσιών Ιστού. Η διασύνδεση διαφόρων οργανισμών μεταξύ τους και με τον χρήστη μπορεί εύκολα να επιτευχθεί «δηλώνοντας» τις διάφορες υπηρεσίες τους ως Υπηρεσίες Ιστού. Στη συνέχεια, το σύστημα αυτό γίνεται προσιτό μέσω απλών SOAP μηνυμάτων τα οποία χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο HTTP για τη μεταφορά τους.

Οι Υπηρεσίες Ιστού και οι SOA αρχιτεκτονικές διευκολύνουν την παροχή υπηρεσιών και αποτελούν το επόμενο βήμα στην παροχή υπηρεσιών μέσω διαδικτύου. Συγκεκριμένα, μπορούν να:

- επεκτείνουν τις επιλογές της τεχνολογίας της πληροφορικής,
- αυξήσουν την ευελιξία και την ευαισθησία των συστημάτων,
- ελαττώσουν το χρόνο κατασκευής συστημάτων και
- να ελαττώσουν το κόστος συντήρησής τους. [6,35]

Ειδικότερα, στην περίπτωση του Τομέα Εκπαίδευσης, το συγκεκριμένο σύστημα χρίζει ιδιαίτερης σημασίας. Με την εφαρμογή του θα μπορούσε να μετατρέψει έναν Φορέα Εκπαίδευσης σε μια λειτουργική οντότητα, η οποία θα μπορεί να ανταλλάζει πληροφορίες με εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες, ακολουθώντας κοινούς κανόνες και συντακτικό επικοινωνίας και εξαλείφονται προβλήματα ασυμβατότητας μεταξύ ετερογενών συστημάτων. Ακόμη, η χρησιμότητα του μοντέλου αυτού αναδεικνύεται από το γεγονός ότι προτιμάται, σαν αρχιτεκτονική, από παρόχους κάθε είδους υπηρεσιών για τη δημιουργία πληροφοριακών συστημάτων και πολύπλοκων εφαρμογών. Τελευταία παρόμοια μοντέλα κάνουν την εμφάνισή τους στον Τομέα της Εκπαίδευσης με σημαντικά αποτελέσματα στην ικανοποίηση των αναγκών και την εκμετάλλευση των παρεχόμενων υπηρεσιών. Τέλος, η εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών σε αρχιτεκτονικές που υποστηρίζουν την εξυπηρέτηση των

χρηστών μέσω ασύρματων τρόπων επικοινωνίας είναι απολύτως εφικτές, εφόσον χρησιμοποιηθούν τα αντίστοιχα για τις ζητούμενες υπηρεσίες πρότυπα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## 6. Συμπεράσματα

Όπως φαίνεται από την παρούσα διπλωματική εργασία, η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στον τομέα της Πληροφορικής της Εκπαίδευσης είναι εφικτή, με την προϋπόθεση της εφαρμογής των αντίστοιχων προτύπων και τεχνικών ώστε να επιτευχθεί συμβατότητα μεταξύ διαφορετικών αρχιτεκτονικών συστημάτων. Δικτυακές εφαρμογές που διαθέτουν χαρακτηριστικά Ηλεκτρονικής Εκπαίδευσης μπορούν να υποστηρίξουν την αποθήκευση χρήσιμων μαθησιακών δεδομένων και να τα ανταλλάξουν με συνέπεια χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο και τις υπηρεσίες που προσφέρει. Ακόμη, με τη συμβολή των ευέλικτων και δυνατών γλωσσών προγραμματισμού μπορεί να δημιουργηθεί ένα περιφρουρούμενο περιβάλλον ώστε να διακινούνται με ασφάλεια τα μαθησιακά δεδομένα.

Οι στόχοι που τέθηκαν στα εισαγωγικά κεφάλαια της συγκεκριμένης διπλωματικής και όσον αφορά τη κατασκευή μιας πειραματικής εφαρμογής, ήταν:

- να δημιουργηθεί ένα διαδικτυακό μοντέλο που να παρέχει ασφαλή και γρήγορη πρόσβαση στα μαθησιακά δεδομένα μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων (προσβασιμότητα),
- μέσω μιας αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων να επιτρέπει την εύκολη εισαγωγή και διαχείριση δεδομένων από ηλεκτρονικό υπολογιστή το καθαυτό λογισμικό να είναι ευέλικτο, συντηρήσιμο, κλιμακώσιμο και επαναχρησιμοποιήσιμο, να μπορεί με ευκολία να δοκιμαστεί και να διαχειριστεί κάτω από ορισμένες συνθήκες και σύμφωνα με τους σκοπούς χρήσης του (εφαρμογή νέων τεχνολογιών και χρήση των λειτουργιών τους),
- να είναι εφικτή η προτυποποίηση της μορφής και του περιεχομένου των μηνυμάτων, μέσω των οποίων μεταφέρονται τα δεδομένα (προτυποποιημένη περιγραφή των διακινούμενων δεδομένων).

Όπως φαίνεται από την παρούσα διπλωματική, οι στόχοι αυτοί έχουν επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό. Ακολουθεί συνοπτικά ο τρόπος επίτευξής τους, βασισμένος σε στοιχεία και δεδομένα που περιέχονται στη συγκεκριμένη εργασία.



Η εισαγωγή της επιστήμης της Πληροφορικής στον Τομέα της Εκπαίδευσης, η μηχανογράφηση των μαθησιακών δεδομένων σε πληροφοριακά συστήματα, η είσοδος της έννοιας της Ηλεκτρονικής Εκπαίδευσης και η επανάσταση των δικτύων με κύριο αντιπρόσωπο το Διαδίκτυο, οδήγησαν στην ανάγκη της αξιοποίησης των λειτουργιών που προσφέρονται και των συνδυασμών των παραπάνω τεχνολογιών ώστε να προκύψει ένα μοντέλο με αυξημένη λειτουργικότητα και σημαντικές δυνατότητες ώστε να τεθεί στην υπηρεσία της Εκπαίδευσης. Έτσι, πρωταρχικής σημασίας ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου που να μπορεί γρήγορα και με τρόπο ασφαλή να αποκτή πρόσβαση σε δεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων. Η ελαχιστοποίηση των αποστάσεων με τη χρήση του διαδικτύου όμως, έδινε τη δυνατότητα η λειτουργία αυτή να είναι εφικτή και από απομακρυσμένες τοποθεσίες. Για το λόγο αυτό, το μοντέλο έπρεπε να μπορεί να υποστηρίξει την πρόσβαση στη βάση που περιέχονται τα συγκεκριμένα δεδομένα, ανεξάρτητα από το που βρίσκεται αυτή και ο ενδιαφερόμενος που κάνει την αίτηση. Λόγω όμως της ευαισθησίας των δεδομένων που πρόκειται να αποθηκευτούν στη βάση αυτή η σύνδεση πρέπει να γίνεται με συνθήκες ασφάλειας, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με τεχνολογίες που παρέχουν οι γλώσσες προγραμματισμού, όπως η παρακολούθηση των συνόδων (session tracking).

Εκτός όμως από την επιστράτευση των σύγχρονων τεχνολογιών ώστε να επιτευχθεί γρήγορη και ασφαλής πρόσβαση σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων μέσω διαδικτύου, μεγάλης σημασίας είναι να μπορεί ο εξουσιοδοτημένος χρήστης να αλληλεπιδρά με την εφαρμογή και τη βάση με τρόπο φιλικό και κατανοητό. Για την επίτευξη του στόχου αυτού χρησιμοποιήθηκε μια αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (επίπεδα διαχείρισης δεδομένων, επιχειρησιακής λογικής και παρουσίασης). Η σχεσιακή βάση δεδομένων και τα περιεχόμενά της αποτελούν το επίπεδο διαχείρισης δεδομένων. Το ενδιάμεσο επίπεδο, που παρεμβάλλεται μεταξύ του επιπέδου διαχείρισης δεδομένων και του επιπέδου παρουσίασης και που ονομάζεται επίπεδο επιχειρησιακής λογικής ή λογικό επίπεδο, περιέχει έναν εξυπηρετητή Java (Apache Tomcat), ο οποίος περιέχει αρχεία με πηγαίο κώδικα. Ο κώδικας αυτός είναι υπεύθυνος για την εκτέλεση των λειτουργιών που προσφέρει η πειραματική εφαρμογή (αναζήτηση, εισαγωγή, τροποποίηση, διαγραφή δεδομένων). Επίσης, περιέχει δυναμικές σελίδες (JSPs), οι οποίες δέχονται τα αποτελέσματα της κάθε διεργασίας και τα

παρουσιάζουν στην αντίστοιχη συσκευή από την οποία προήλθε η αίτηση (επίπεδο παρουσίασης). Οι δυναμικές αυτές σελίδες είναι έτσι δομημένες, ώστε ανάλογα με το ποια συσκευή έστειλε μια αίτηση στην εφαρμογή, εκτελείται κάθε φορά το τμήμα εκείνο κώδικα ώστε η απάντηση να είναι συμβατή με την αντίστοιχη συσκευή. Το πειραματικό μοντέλο που σχεδιάστηκε για τους σκοπούς της εφαρμογής μπορεί δυναμικά να παρέχει δεδομένα σε μορφή συμβατή με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Μια τέτοιου είδους εφαρμογή πρέπει να διαθέτει ένα σύνολο βασικών χαρακτηριστικών, ώστε να μπορεί να προσαρμόζεται στις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες στο χώρο της εκπαίδευσης όσο και στον κόσμο των ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων των διαφόρων φορέων εκπαίδευσης. Έτσι, πρέπει να διαθέτει ευελιξία (flexibility), δηλαδή να μπορεί να προσαρμόζεται εύκολα σε διαφορετικές εφαρμογές και περιβάλλοντα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, επιπλέον, με το να είναι συντηρήσιμο (maintainable), να διευκολύνει δηλαδή τον διαχειριστή να αποκτά πρόσβαση σε τυχόν βλάβες και να τις διορθώνει, αλλά και να αυξάνει την απόδοσή του στα επιθυμητά επίπεδα. Επίσης, πρέπει να μπορεί να μετατρέπεται ώστε να καλύπτει περισσότερες πληροφοριακές ανάγκες από αυτές που προγραμματίστηκε να ικανοποιεί – κλιμάκωση λειτουργιών (scalability) αλλά και να μπορεί να επαναχρησιμοποιείται σε περισσότερες αρχιτεκτονικές συστημάτων και συσκευές (reusability). Στην παρούσα πειραματική εφαρμογή, τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν μπορούν να δοθούν με τη μετατροπή του κώδικα που περιέχεται στο επίπεδο επιχειρησιακής λογικής, χωρίς να είναι αναγκαία η εξολοκλήρου μετατροπή του μοντέλου.

Επίσης, ο έλεγχος των λειτουργιών που προσφέρονται πρέπει να είναι εύκολος. Είναι ανάγκη να δοκιμαστούν και να ελεγχθούν διεξοδικά οι δυνατότητες που προσφέρει στον χρήστη, δίνοντας βάση στο περιβάλλον χρήσης και όχι στον κώδικα στον οποίο στηρίζεται. Πρέπει να υπάρχει μια κατανοητή στο χρήστη ροή της διαδικασίας με ευανάγνωστες οθόνες, οι οποίες θα επιστρέφουν την απάντηση της κάθε αίτησης και θα εμφανίζουν μηνύματα λάθους ή επιβεβαίωσης. Τέλος, ο διαχειριστής της εφαρμογής πρέπει να διαθέτει όλα τα προνόμια στη βάση και να μπορεί εύκολα να διαχειρίζεται λογαριασμούς και δεδομένα με σκοπό την εξυπηρέτηση των χρηστών. Έτσι, θα μπορεί για παράδειγμα να ανακτήσει χαμένους κωδικούς εισόδου χρηστών ή να επέμβει σε άλλες περιπτώσεις όπου χρειάζεται. Για το σκοπό αυτό στο

συγκεκριμένο πειραματικό λογισμικό υπάρχει τρόπος επικοινωνίας με τον διαχειριστή της εφαρμογής, ώστε να μπορεί ο χρήστης να επικοινωνήσει μαζί του και να του εκθέσει το πρόβλημά του.

Όσον αφορά την επίτευξη κοινού τρόπου επικοινωνίας των εμπλεκόμενων συστημάτων, το πρότυπο XML είναι εκείνο με το οποίο επιτυγχάνεται η δημιουργία καλοσχηματισμένων (well formed) και έγκυρων (valid) μηνυμάτων. Η περιγραφική φύση του XML προτύπου και η αποδοχή του από τις περισσότερες αρχιτεκτονικές συστημάτων κάνουν εφικτή μια συμβατή μορφή επικοινωνίας ανάμεσα σε μη συμβατά συστήματα και διαδικασίες. Επίσης, το πρότυπο XML σε συνδυασμό με τις εφαρμογές της σύγχρονης τεχνολογίας, μπορεί να κάνει δυνατή την ταυτόχρονη πρόσβαση σε μια υπηρεσία διαφορετικής ολοκλήρωσης συσκευών. Αυτό είναι εφικτό λόγω του ότι μέσω διαφόρων τεχνικών μπορεί ένα μήνυμα XML να μετατρέπεται στην αντίστοιχη με την κάθε συσκευή συμβατή μορφή και το αντίθετο, όταν πρόκειται να μεταφερθεί σε άλλο τμήμα του συστήματος. Η ανάγνωση και η μετατροπή κειμένων XML μπορεί να γίνει εύκολα με τη χρήση των ανάλογων τεχνικών που προσφέρουν γλώσσες προγραμματισμού όπως η Java (XML parsers).

Εν κατακλείδι, η χρήση του εικονικού φακέλου μαθητή μπορεί να διευκολύνει την πρόσβαση σε δεδομένα τα οποία προέρχονται από διαφορετικές τοποθεσίες και από συστήματα διαφορετικών αρχιτεκτονικών. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, γίνεται παρουσίαση του ηλεκτρονικού φακέλου ενός μαθητή, ο οποίος όμως συντίθεται από τα συστατικά του στοιχεία τα οποία βρίσκονται αποθηκευμένα σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων σε διαφορετικά συστήματα. Παρέχεται λοιπόν στο χρήστη ένας φάκελος μαθητή ο οποίος δεν περιέχεται εξολοκλήρου στο συγκεκριμένο σύστημα από το οποίο αποκτά πρόσβαση. Για το λόγο αυτό ο φάκελος λέγεται εικονικός, δηλώνοντας τη διαφορετική προέλευση των συντιθέμενων στοιχείων του. Επίσης, η αύξηση της λειτουργικότητας και η διευκόλυνση παροχής υπηρεσιών σε συστήματα παρόμοιας αρχιτεκτονικής επιτυγχάνεται με τη χρήση του προτύπου των Υπηρεσιών Ιστού (Web Services) που υποστηρίζει λειτουργίες επικεντρωμένες στις υπηρεσίες που παρέχονται (Service Oriented Architectures - SOA). Συνοπτικά, σε ένα δίκτυο συστημάτων που παρέχουν διαφορετικές υπηρεσίες ο χρήστης θα μπορεί να χρησιμοποιεί μία ή περισσότερες από αυτές ανάλογα με τις ανάγκες του, χωρίς να υπάρχει περιορισμός σε λογισμικά και διατάξεις συστημάτων, αφού η όλη διαδικασία είναι προτυποποιημένη και χρησιμοποιεί

τον Παγκόσμιο Ιστό ως «ραχοκοκαλιά» για την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων συστημάτων. Μελλοντικά, η χρήση στην Πληροφορική της Εκπαίδευσης, των τεχνικών και των προτύπων που προτείνουν οι SOA αρχιτεκτονικές, μπορούν να οδηγήσουν την παροχή υπηρεσιών σε μεγαλύτερα επίπεδα. Και στις τρεις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν, το πρότυπο XML παίζει πρωταρχικό ρόλο, λόγω του ότι είναι υπεύθυνο για την οποιαδήποτε επικοινωνία ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα.

Ικανοποιώντας λοιπόν ζητήματα συμβατότητας, ανταλλαγής και προστασίας δεδομένων στη διακίνησή τους στον Παγκόσμιο Ιστό, γίνεται κατανοητό ότι το μέλλον των Υπηρεσιών Εκπαίδευσης παρουσιάζεται πολλά υποσχόμενο. Στην προσπάθεια βελτίωσης των υπηρεσιών, που παρέχονται τόσο στον καθηγητή όσο και στο μαθητή, συνεισφέρουν καθημερινά όλο και περισσότερες τεχνολογίες, οι οποίες τροποποιούνται για να εφαρμοστούν στην Πληροφορική Εκπαίδευσης. Τέλος, η ταχύτατη εξάπλωση των ασύρματων δικτύων και η ολοένα και μεγαλύτερη επένδυση των κυβερνήσεων στους τομείς της πληροφορικής γενικότερα, ανοίγουν νέους ορίζοντες, συνυπολογίζοντας στην προσπάθεια αυτή και την παροχή υπηρεσιών εκπαίδευσης.

## Βιβλιογραφία

1. Moeller A, Schwartzbach MI. An introduction to XML and web technologies. Addison-Wesley Press; 2006.
2. Rusty HE, Means SW. XML in a nutshell: Simple API for XML (SAX). 2nd ed. O'Reilly Press; 2002.
3. Hall M. Core servlets and java server pages. Sun Microsystems Press; 2003.
4. Lu CJ, Bangalore A, Tse T. Developing web browser recording tools: Using server-side programming technology. Procedures of WebNet World conference on WWW and Internet: Association for the advancement of computing and education; 2000.
5. Flanagan D. Java in a nutshell: Getting started with java. 2nd ed. O'Reilly Press; 1997.
6. Douglas KB. [Web services and service-oriented architectures: The savvy manager's guide](#). Morgan Kaufmann Publishers; 2003.
7. Nolan B. Information systems: Java and information retrieval from the Internet. Proceedings of the 2nd international conference on principles and practice of programming in Java. Computer Science Press, Inc; 2003.
8. Korson DT. From UML to Java, building a 3-tier architecture: case study. Proceedings of the 23rd IEEE international conference on software engineering. IEEE Computer Society; 2001.
9. Kamra A, Misra V, Nahum E. Controlling the performance of 3-tiered web sites: modelling, design and implementation. Proceedings of the joint international conference on measurement and modelling of computer systems. ACM Press; 2004.
10. Chung S, Lee YS. Modelling web applications using Java and XML related technologies. Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. IEEE Computer Society; 2003.
11. Lee HG, Jung J. Web framework with Java and XML in multi-tiers for productivity. Future Generation Computer Systems. Elsevier Science Publishers B. V.; 2007.
12. Liu X, Heo J, Sha L. Modelling 3-tiered web applications. Proceedings of the 13th international symposium on modelling, analysis, and simulation of computer and telecommunication systems. IEEE Computer Society; 2005.

13. Pour G. Enterprise JavaBeans: JavaBeans and XML expanding the possibilities for web-based enterprise application development. Proceedings of the 31st international conference on technology of object-oriented language and systems. IEEE Computer Society; 1999.
14. Shan CT, Hua WW. Solution architecture for n-tier applications. Proceedings of the IEEE international conference on services computing. IEEE Computer Society; 2006.
15. Hoschka P. The W3C Mobile Web Initiative (MWI). 2005; Available at: <http://www.w3.org/2005/Talks/200509Berlin/all.htm>. Accessed January 18, 2008.
16. Nazmul I. Benefits of using XML. 1999; Available at: <http://developerlife.com/xmlbenefits/default.htm>. Accessed January 18, 2008.
17. W3Schools. HTML tutorial: Introduction to HTML. 2003; Available at: <http://www.w3schools.com/html/default.asp>. Accessed January 18, 2008.
18. W3Schools. XHTML tutorial: XHTML introduction. 2003; Available at: <http://www.w3schools.com/xhtml/default.asp>. Accessed January 18, 2008.
19. Developer's Home. WML tutorial. Available at: <http://www.developershome.com/wap/wml>. Accessed January 18, 2008.
20. Developer's Home. XHTML MP Tutorial. Available at: <http://www.developershome.com/wap/xhtmlmp>. Accessed January 18, 2008.
21. W3Schools. SQL tutorial: SQL introduction. 2003; Available at: <http://www.w3schools.com/sql/default.asp>. Accessed January 18, 2008.
22. Eckerson WW. Three tier client/server architecture: Achieving scalability, performance and efficiency in client server applications. 1995; Available at: [http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/threetier\\_body.html](http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/threetier_body.html). Accessed January 25, 2008.
23. Schussel G. Client/server past, present, and future. 1995; Available at: <http://news.dci.com/geos/dbsejava.htm>. Accessed January 25, 2008.
24. Edelstein H. Unravelling client server architectures. 1994; Available at: [http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/threetier\\_body.html](http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/threetier_body.html). Accessed January 25, 2008.
25. Oracle TopLink Developer's Guide 10g Release 3. Understanding the Three-Tier Architecture. 2004; Available at:

- <http://www.oracle.com/technology/products/ias/toplink/doc/1013/MAIN/htm/undtlddev010.htm>. Accessed January 25, 2008.
26. IBM Corporation. Three-tier architectures. 2006; Available at: [http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/wasinfo/v5r1/index.jsp?topic=/com.ibm.websphere.base.doc/info/aes/ae/covr\\_3-tier.html](http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/wasinfo/v5r1/index.jsp?topic=/com.ibm.websphere.base.doc/info/aes/ae/covr_3-tier.html). Accessed January 25, 2008.
  27. Wikipedia The Free Encyclopedia. Web browser. Available at: [http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_browser](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_browser). Accessed January 28, 2008.
  28. Apache Tomcat Home Page. Available at: <http://tomcat.apache.org/>. Accessed January 28, 2008.
  29. JetBrains IntelliJ Idea. Available at: <http://www.jetbrains.com/idea/>. Accessed January 28, 2008.
  30. Microsoft Internet Explorer Home Page. Available at: <http://www.microsoft.com/windows/products/winfamily/ie/default.msp>. Accessed January 28, 2008.
  31. Mozilla Firefox Home Page. Available at: <http://www.mozilla-europe.org/el/products/firefox/>. Accessed January 28, 2008.
  32. Hall M. Configuring and Using Apache Tomcat. Available at: <http://www.coreservlets.com/Apache-Tomcat-Tutorial/>. Accessed January 28, 2008.
  33. Java Developer Documentation. Interface ResultSet. Available at: <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/api/java/sql/ResultSet.html>. Accessed January 28, 2008.
  34. Lakshmi A. The Advent of Web Services. 2003; Available at: <http://www.developer.com/services/article.php/1485821>. Accessed January 28, 2008.
  35. He H. What is service-oriented architecture. 2003; Available at: <http://webservices.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>. Accessed January 28, 2008.
  36. Κουρουπέτρογλου, Γ και Φλωριάς, Ε. (2003) «Επιστημονικά σύμβολα κατά BRAILLE στον Ελληνικό χώρο - Εφαρμογή σε Συστήματα Πληροφορικής για Τυφλούς», Έκδοση: Κέντρο Εκπαίδευσης και Αποκατάστασης Τυφλών (KEAT), Αθήνα 2003, ISBN 960-87918-0-4.
  37. Kouroupetroglou, G. and Nemeth, G. (1995) «Speech Technology for Disabled and Elderly People», κεφάλαιο στο βιβλίο «Telecommunications for

- All», Ed. Patrick Roe, Published by the European Commission - Directorate General XIII, Catalogue number: CD-90-95- 712-EN-C, pp186-195.
38. Kouroupetroglou, G. (1996) «Speech Technology» in Telecommunications for People with Disabilities - The Missing Links, Ed. J.Gill, Published by the European Commission - Directorate General XIII, ISBN 92-827-5115-5.
  39. G. Xydas and G. Kouroupetroglou: "The DEMOSTHeNES Speech Composer", Proc. of the 4th ISCA Tutorial and Research Workshop on Speech Synthesis, Perthshire, Scotland, August 29th - September 1st, 2001, pp 167-172.
  40. Xydas, G. and Kouroupetroglou, G. (2001) «Augmented Auditory Representation of e-Texts for Text-to-Speech Systems» Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), Vol. 2166, pp. 134-141.
  41. Xydas, G., Spiliotopoulos, D. and Kouroupetroglou, G. (2003) "Modeling Emphatic Events from Non-Speech Aware Documents in Speech-based User Interfaces", Proc. of HCI2003, pp. 806-810.
  42. Emiliani, P.L., Ekberg, J., Kouroupetroglou, G., Petrie, H. and Stefanidis, C.(1996) «Development Platform for Unified Access to Enabling Environments» Proc. of ICCHP'96, July 17-19, Linz, pp. 69-75
  43. Κουρουπέτρογλου, Γ. (2003) «Υποστηρικτικές Δράσεις για Φοιτητές Άτομα με Ειδικές Ανάγκες» κεφάλαιο στο βιβλίο «Άτομα με Αναπηρίες στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση», εκδόσεις ΚΡΙΤΙΚΗ, σελ. 200-207.
  44. [www.di.uoa.gr/speech/symbraille/](http://www.di.uoa.gr/speech/symbraille/) (Accessed March 10, 2008)
  45. <http://demosthenes.di.uoa.gr/> (Accessed March 10, 2008)
  46. [www.w3c.org/WAI](http://www.w3c.org/WAI) (Accessed March 10, 2008)
  47. [www.keat.gr/education/teiresias.asp](http://www.keat.gr/education/teiresias.asp) (Accessed March 10, 2008)
  48. [www.e-accessibility.gr](http://www.e-accessibility.gr). (Accessed March 10, 2008)
  49. Γεώργιος Θ. Κουρουπέτρογλου (2004) «Ένα Ολοκληρωμένο Μοντέλο Ενσωμάτωσης Τυφλών Μαθητών στο Σχολείο μέσω Προηγμένων Συστημάτων Πληροφορικής», Πρακτικά από το 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικής, 29 Ιανουαρίου - 1 Φεβρουαρίου 2004, Λουτράκι, 2004.



## ΙΣΤΟΘΕΣΕΙΣ

- § A-Prompt helps people with disabilities use the Internet [Διαθέσιμο στο <http://aprompt.snow.utoronto.ca/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 01/10/08)]
- § AccessWorld: technology and people with visual impairments [Διαθέσιμο στο <http://www.afb.org/aw/main.asp> (Ημερομηνία πρόσβασης: 16/09/08)]
- § “Access and services for people with physical, sensory and learning difficulties”, *PULMAN* [Διαθέσιμο στο <http://www.pulmanweb.org/DGMs/section1/AccessServices1.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 01/07/08)]
- § Accessibility and design for visually impaired people [Διαθέσιμο στο <http://www.cerlim.ac.uk/projects/nova/section03.php> (Ημερομηνία πρόσβασης: 11/09/08)]
- § “Are chat rooms accessible to people with disabilities?” [Διαθέσιμο στο <http://www.washington.edu/accessit/articles?64> (Ημερομηνία πρόσβασης: 26/10/08)]
- § American printing house for the blind (APH) [Διαθέσιμο στο <http://www.aph.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 25/08/08)]
- § The Archimedes Project [Διαθέσιμο στο <http://archimedes.stanford.edu> (Ημερομηνία πρόσβασης: 19/07/08)]
- § Betsie Home Page [Διαθέσιμο στο <http://www.bbc.co.uk/education/betsie> (Ημερομηνία πρόσβασης: 12/09/08)]
- § BrailleNet project [Διαθέσιμο στο <http://www.snv.jussieu.fr/inova/publi/ifla1.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 28/08/08)]
- § The Canadian National Institute for the Blind (CNIB) Library [Διαθέσιμο στο <http://www.cnib.ca/library> (Ημερομηνία πρόσβασης: 18/07/08)]
- § DAISY [Διαθέσιμο στο <http://projects.fnb.nl/daisy/default.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 20/08/08)]
- § Design for all [Διαθέσιμο στο <http://www.design-fro-all.info> (Ημερομηνία πρόσβασης: 26/10/08)]
- § Designing accessible websites [Διαθέσιμο στο [http://www.outreach.utk.edu/guidelines/accessible\\_webs.htm](http://www.outreach.utk.edu/guidelines/accessible_webs.htm) (Ημερομηνία πρόσβασης: 11/10/08)]
- § Doctor HTML [Διαθέσιμο στο

<http://www2.imagiware.com/RxHTML/index.html>

(Ημερομηνία πρόσβασης: 02/08/08)]

- § Duxbury Systems: the worldwide Braille translation leader [Διαθέσιμο στο <http://www.duxburysystems.com> (Ημερομηνία πρόσβασης: 25/08/08)]
- § EASI (Equal Access to Software and Information) [Διαθέσιμο στο <http://www.rit.edu/~easi/webcast/weekarch.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 11/10/08)]
- § European Year of People with Disabilities [Διαθέσιμο στο <http://www.eypd2003.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 02/10/08)]
- § Eurostat [Διαθέσιμο στο <http://europa.eu.int/comm/eurostat/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 10/07/08)]
- § Journal of visual impairment and blindness (JVIB) [Διαθέσιμο στο <http://www.afb.org/jvib.asp> (Ημερομηνία πρόσβασης: 01/08/08)]
- § National Braille Press [Διαθέσιμο στο <http://www.nbp.org/ic/nbp/braille/louis.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 03/09/08)]
- § National Organization on Disability (Διαθέσιμο στο <http://www.nod.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 07/07/08)]
- § Online Services for People with Disabilities in Australian Public Libraries [Διαθέσιμο στο <http://www.sims.monash.edu.au/research/itnr/assets/review2.pdf> (Ημερομηνία πρόσβασης: 15/09/08)]
- § Recorded Textbooks go Digital [Διαθέσιμο στο <http://www.visionconnection.org/Content/New/Technology/RecordedTextbooksGoDigitalandOfferUnprecedentedAccessToInformation.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 07/08/08)]
- § Royal National Institute of the Blind [Διαθέσιμο στο <http://www.rnib.org.uk> (Ημερομηνία πρόσβασης: 01/07/08)]
- § SIGACCESS (Special Interest Group on Accessible Computing) [Διαθέσιμο στο <http://www.acm.org/sigaccess/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 28/08/08)]
- § TeDUB (Technical Drawings Understanding for the Blind) [Διαθέσιμο στο <http://projects.fnb.nl/tedub/default.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 12/08/08)]
- § Testlab (Testing systems using telematics for library access for blind and visually handicapped readers) [Διαθέσιμο στο

- <http://projects.fnb.bl/testlab/default.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 24/07/08)]
- § T.N.A.U.K. (Talking Newspaper Association of United Kingdom) [Διαθέσιμο στο <http://www.tnauk.org.uk> (Ημερομηνία πρόσβασης: 01/09/08)]
- § Valle Verde Library, “Designing web pages for people with disabilities” [Διαθέσιμο στο <http://www.epcc.edu/vvlib/webada.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 11/10/08)]
- § Visunet [Διαθέσιμο στο <http://www.cnib.ca/library/visunet> (Ημερομηνία πρόσβασης: 15/09/08)]
- § Wave 3.0 Accessibility Tool [Διαθέσιμο στο <http://wave.webaim.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 02/08/08)]
- § Web Accessibility Initiative (WAI) [Διαθέσιμο στο <http://www.w3.org/WAI> (Ημερομηνία πρόσβασης: 04/08/08)]
- § WebAble [Διαθέσιμο στο <http://www.webable.com/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17/09/08)]
- § WebAIM (Web Accessibility in Mind) [Διαθέσιμο στο <http://www.webaim.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17/09/08)]
- § World’s first Internet portal for visually impaired children brings honors to Microsoft Canada and Bill Gates [Διαθέσιμο στο <http://www.microsoft.com/presspass/features/2002/aug2002/08-20DigitalLibrary.asp> (Ημερομηνία πρόσβασης: 05/08/08)]
- § Αναπηρία Τώρα [Διαθέσιμο στο <http://www.disabled.gr> (Ημερομηνία πρόσβασης: 05/07/08)]
- § Βιβλιοθήκη του KEAT [Διαθέσιμο στο <http://www.keat.gr/services/lib.asp> (Ημερομηνία πρόσβασης: 13/09/08)]
- § Διακήρυξη Sundberg για τα ανάπηρα άτομα [Διαθέσιμο στο <http://www.rhodes.aegean.gr/gr/Filoks/AMEA/Sundberg.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 15/07/08)]
- § Εθνική Συνομοσπονδία Ατόμων με Αναπηρία [Διαθέσιμο στο <http://www.esaea.gr> (Ημερομηνία πρόσβασης: 01/10/08)]
- § Επίσημος Ιστοχώρος του Συλλόγου Τεχνολογικής Ανάπτυξης Τυφλών [Διαθέσιμος στο <http://www.blind.gr> (Ημερομηνία πρόσβασης: 27/08/08)]
- § Έργο ΕΥΤΕΧΝΟΣ [Διαθέσιμο στο <http://www.di.uoa.gr/speech/eftehnos/description.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 06/11/08)]

- § Ευρωπαϊκό Φόρουμ Ατόμων με Αναπηρία (European Disability Forum) [Διαθέσιμο στο <http://www.edf-feph.org> (Ημερομηνία πρόσβασης: 19/12/08)]
- § Η Ευώνυμος προσιτή στα άτομα με προβλήματα όρασης [Διαθέσιμο στο <http://demos.neuron.gr/evonymos/greek/index.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 8/10/08)]
- § Ιδιαιτερότητες των ΑΜΕΑ [Διαθέσιμο στο <http://www.rc.teipir.gr/sepsite/html.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 20/09/08)]
- § Νόμος 1566/85 (ΦΕΚ167/85) [Διαθέσιμο στο <http://www.disabled.gr/gr-arts/nl1566.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 07/07/08)]
- § Ομάδα Ομιλίας [Διαθέσιμο στο <http://www.di.uoa.gr/speech> (Ημερομηνία πρόσβασης: 12/09/08)]
- § Πανελλήνιος Σύνδεσμος Τυφλών (Δικτυακός Τόπος Πρωτοβουλίας e-Vision) [Διαθέσιμο στο <http://www.neoievision.gr/libraries/index.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 6/11/08)]
- § Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 212 (ΦΕΚ 112/15.6.95 τ.Α) [Διαθέσιμο στο <http://www.disabled.gr/gr-arts/pd212.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 15/10/08)]
- § Υπηρεσία ομιλούντων βιβλίων και ομιλούντων περιοδικών [Διαθέσιμο στο <http://www.pst.gr/html/services/service01.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 8/10/08)]
- § Υπολογιστής: ένα πανίσχυρο όπλο [Διαθέσιμο στο <http://www.disabled.gr/compbook/h-y01.htm> (Ημερομηνία πρόσβασης: 15/09/08)]
- § Φάκελος Τετραπληγία – Πληροφόρηση [Διαθέσιμο στο <http://www.disabled.gr/gr-arts/29fakelos.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 15/09/08)]