



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Μοντελοποίηση Χρήστη σε Προσαρμοστικό Σύστημα Διδασκαλίας Μουσικής
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Δημήτριος Νέγκας
Πατρώνυμο	Παναγιώτης
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΠΛ/ 10031
Επιβλέπων	Μαρία Βίρβου, Καθηγήτρια

Ημερομηνία Παράδοσης **Οκτώβριος 2013**

Περίληψη

Η μουσική θεωρία και η μουσική γενικότερα είναι άλλο ένα γνωστικό πεδίο που προσφέρεται για διδασκαλία μέσω υπολογιστή. Μεγάλο βοήθημα η δυνατότητα αναπαράστασης της σε πολλαπλές μορφές ενώ πολλές θεωρίες έχουν προταθεί για τον τρόπο εκμάθησης της και πολλές εφαρμογές αναπτύχθηκαν από τα τέλη της δεκαετίας του 70 και μετά. Στην βιβλιογραφία δεν βρέθηκε πολυπληθές υλικό το οποίο μοντελοποιεί τον χρήστη ανάλογα με κριτήρια που ανήκουν στον γνωστικό πεδίο. Στην εργασία αυτή προτείνεται μοντελοποίηση χρήστη σε οπτική και ακουστική ικανότητα, μέσα από ένα σύστημα εκμάθησης μουσικής θεωρίας από κείμενο με πολυμέσα και ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών με βοήθεια. Η Μοντελοποίηση γίνεται μέσω δέντρου αξιών δύο επιπέδων με μεταβλητό βάρος και οι τιμές υπολογίζονται από τα σταθερά τους στοιχεία και τη δράση τους στο σύστημα. Επιπλέον οι χρήστες χωρίζονται σε επίπεδα με υπολογιζόμενο βαθμό προσαρμόζοντας τις ασκήσεις στο επίπεδο κάθε χρήστη. Επιπλέον ως σε ένα μεγάλο βαθμό υπάρχει στο σύστημα μεγάλη δυνατότητα για παραμετροποίηση άλλα και προσθήκες από τον εκπαιδευτή-διαχειριστή, μοιάζοντας έτσι με Συγγραφικό Εργαλείο.

Abstract

Music Theory and Music in general is another cognitive field that can be taught by a computer. Aid to this is Music's representation potential in multiple forms while multiple theories have been proposed and many applications have been developed since the end of the 70s. Not much has been written about user modeling based on criteria that belong to the specific cognitive field. On this thesis a model of User Modeling using Visual and Aural Capability is proposed, through a Music Theory learning System which provides text, multimedia and multiple choice questions with Help. Modeling is implemented through a two-level value tree with variable weights and the values are calculated from both Users' Stereotypes and System Interaction to the system. In addition, the Users are divided in levels by a calculated grade and so exercises adapt to each user's level. Furthermore, Customization and Additions can be made, such as resembling an Authoring Tool.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή-Περιγραφή Προβλήματος	4
2	Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα και Μοντελοποίηση χρήστη στη Μουσική Εκπαίδευση	6
2.1	Εισαγωγή	6
2.2	Ιστορική Αναδρομή-Κατηγορίες Συστημάτων	7
2.3	Μοντέλο Διδασκαλίας-Διδακτικές Μέθοδοι-Υλικό Διδασκαλίας	9
2.3.1	Διδακτικές Μέθοδοι	9
2.3.2	Ενδεικτικό Υλικό Διδασκαλίας-Ασκήσεις	10
2.4	Μοντέλο Μαθητή-Διάγνωση	11
2.5	Μοντέλο Γνώσης- Αναπαράσταση Γνώσης	12
2.6	Επισκόπηση Γνωστών Συστημάτων	15
2.6.1	Guido System	15
2.6.2	Vivace	15
2.6.3	Lamb and Buckley System, Yoshinori and Nagaoka System, Tunemaster	15
2.6.4	MacVoice	15
2.6.5	Lasso	16
2.6.6	Bamberger 's Music Logo System	16
2.6.7	Σειρά Loco	16
2.6.8	Piano Tutor Project	16
2.6.9	Σύστημα του Cook	17
2.6.10	PianoFORTE	17
2.6.11	MC	17
2.6.12	Motive	18
2.6.13	Harmony Space	18
2.6.14	Coleridge	19
2.6.15	Charm	19
2.6.16	Σύστημα Πανεπιστημίου Multimedia της Μαλαισίας	20
2.6.17	Συστήματα χωρίς εκπαιδευτικό χαρακτήρα	22
3	Εφαρμογή	23
3.1	Εισαγωγή	23
3.2	Ανάλυση-Μοντελοποίηση Χρήστη και Προσαρμοστικότητα	23
3.2.1	Στερεότυπο Χρήστη	23
3.2.2	Τροποποίηση μοντέλου βάσει χρήσης της εφαρμογής	40
3.2.3	Δένδρο Ικανοτήτων	43
3.2.4	Εγχειρίδιο Απλού Χρήστη και Διαχειριστή	46
3.2.5	Παράδειγμα Χρήσης Εφαρμογής	64
4	Συμπεράσματα-Ελλείψεις	74
4.1	Σύγκριση με άλλες Εργασίες	74
4.2	Προσθήκες-Ελλείψεις	75
4.3	Συμπεράσματα-Επίλογος	76
I	Βιβλιογραφία	77
II	Παράρτημα	79

1 Εισαγωγή-Περιγραφή Προβλήματος

Για να εκμεταλλευτούμε της δυνατότητας της τεχνολογίας στην εκπαίδευση πρέπει να προσεγγίσουμε τον πυρήνα του τομέα που διδάσκεται, δηλαδή της μουσικής[8]. Η μουσική είναι πολύ σημαντική δραστηριότητα της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Η μελέτη της μπορεί να αποκαλύψει ζωτικά στοιχεία για την λειτουργία του ανθρώπινου μυαλού, ιδιαίτερα στην σχέση μεταξύ διανοητικής και συναισθηματικής ικανότητας[4]. Ο M. Minsky[6] είχε υποστηρίξει ότι η όπως "το μυαλό δουλεύει σαν μια κοινωνία αλληλεπιδρώντων πρακτόρων" έτσι και η κατανόηση της μουσικής πραγματοποιείται από πολλαπλές ακροάσεις που αποκαλύπτουν διαφορετικές πτυχές της μουσικής.

Η μουσική εκφράζεται με τρεις κυρίως τρόπους[8]: Ακούγοντας, παίζοντας και συνθέτοντας μελωδίες, ήχους και ρυθμούς. Ο εκπαιδευόμενος καλείται να εξασκήσει το αυτί του στη μουσική, να μάθει να αναγνωρίζει άμεσα την γραφική αναπαράστασή της, να μπορεί να συνθέτει και να μπορεί να χρησιμοποιεί σωστά κάποιο μουσικό όργανο ή τη φωνή του.

Τα βασικά γνωστικά πεδία της μουσικής εκπαίδευσης μπορούμε να πούμε ότι είναι το εξής[2]:

- Διδασκαλία βασικών θεωρητικών γνώσεων
- Διδασκαλία μουσικών ικανοτήτων
- Μουσική Ανάλυση
- Διδασκαλία θεμάτων σύνθεσης

Οι βασικές γνώσεις είναι εφικτό να διδαχθούν με παραδοσιακούς τρόπους. Ορισμένα μέρη όμως της μουσικής θεωρίας απαιτούν πιο μελετημένες διαδράσεις με τον χρήστη και κατά συνέπεια μοντελοποίηση χρήστη βασισμένη σε διάφορους παράγοντες. Ειδικά η Μουσική Σύνθεση θεωρείται «Ανοιχτό Πεδίο» (Open Ended Domain)[3] χωρίς ξεκάθαρους πάντα στόχους. Επιπλέον στην μουσική δεν επιλύονται μόνο προβλήματα αλλά και αναζητούνται. Ένα χαρακτηριστικό που δείχνει την ιδιαιτερότητα των θεμάτων της μουσικής σε σχέση με άλλα γνωστικά πεδία είναι ότι η γνώση της μουσικής θεωρίας δεν οδηγεί απαραίτητα σε ανάπτυξη της ικανότητας για μουσική δημιουργία ή εκτέλεση[16]. Είναι διαφορετικοί τομείς που πέρα από τον διαφορετικό τρόπο διδασκαλίας συνήθως αναπτύσσονται σε διαφορετικά επίπεδα στους εκπαιδευόμενους.

Η μουσική θεωρία συνδέεται με τέσσερα πεδία έρευνας[18]:

- Ακοή (σύλληψη ήχων, μουσική ορθογραφία)
- Διάβασμα (ανάγνωση και κατανόηση παρτιτούρας)
- Τραγούδι(αλλά και εκτέλεση)
- Συγγραφή(σύνθεση)

Αυτά συνυπάρχουν στο μυαλό και τη συνείδηση του εκπαιδευόμενου και μπορεί μεν να έχει ιδιαίτερη κλίση σε κάποιο από αυτά, είναι βέβαιο δε ότι μπορεί να καλλιεργήσει με τη μελέτη τις ικανότητες του σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό.

Επιπλέον, θεωρείται απαραίτητη η χρήση οπτικό-ακουστικού υλικού έτσι ώστε να υπάρχει δεσμός μεταξύ θεωρίας και πρακτικής. Εξάλλου η εκτέλεση ενός μουσικού κομματιού για πολλούς ερμηνευτές βασίζεται στην κατανόηση του οπτικού υλικού, δηλαδή το διάβασμα μιας παρτιτούρας μηχανικά ενώ το ίδιο σημαντική είναι και η εξάσκηση του μουσικού αυτιού.

Η πρόοδος του υλικού και του λογισμικού έχει συνεισφέρει στην αύξηση των δυνατοτήτων αναπαράστασης της μουσικής, στην συνεχή τροφοδότηση μέσω του διαδικτύου των εκπαιδευομένων με νέο υλικό, στην διάδραστικότητα των συστημάτων, στην δημιουργία και συντήρηση όλο και πιο αναλυτικού μοντέλο μαθητή. Έτσι όλο και περισσότεροι δρόμοι ανοίγονται στην εκπαίδευση της μουσικής στον εικοστό πρώτο αιώνα. Εκπαιδευτικό λογισμικό με multimedia και σχηματική απεικόνιση των χαρακτηριστικών της μουσικής, προγράμματα σύνθεσης μουσικής με χρήση παρτιτούρας η μη, διαδικτυακές συνευρέσεις μπαντών συνθέτουν ένα σκηνικό απείρων δυνατοτήτων, με τη μόνο ένσταση κάποιων ειδικών ότι μπορεί να χειραγωγήσει τον μαθητή σε προκαθορισμένα μονοπάτια και να περιορίσει την δημιουργικότητα και φαντασία του [7]

Δεν πρέπει να παραγνωρίζουμε εξάλλου την πρόοδο της τεχνολογίας όσον αφορά την μοντελοποίηση και ανάλυση της μουσικής της ίδιας[10]. Ένα σύγχρονο ερευνητικό πεδίο είναι η προσπάθεια ανάλυσης από μηχανές ακουστικών εκτελέσεων από μαθητές και η σύγκριση τους με πραγματικές ψηφιακές παρτιτούρες μέσω της επεξεργασίας σήματος και ενσωματώνοντας μουσικούς κανόνες.

Σκοπός της εργασίας αυτής, αφού κάνει μια επισκόπηση των σημαντικών θέσεων πάνω στο εκπαιδευτικό λογισμικό σχετικό με τη μουσική είναι η μοντελοποίηση εκπαιδευόμενου πάνω στη μουσική (και συγκεκριμένα στον τομέα της μουσικής θεωρίας), χρησιμοποιώντας θεωρία αποφάσεων, και ειδικότερα στην ακουστική (aural) ή οπτική (visual) ικανότητα. Όλα αυτά σε ένα σύστημα χωρισμένο σε επίπεδα ασκήσεων πολλαπλής επιλογής και με θεωρητικό υλικό στο οποίο καταγράφονται οι κινήσεις των χρηστών και χρησιμοποιούνται για την άμεση επεξεργασία του μοντέλου τους. Η εφαρμογή απευθύνεται κυρίως σε ενήλικες που έχουν από μικρή έως σημαντική ενασχόληση με τη μουσική και προσφέρει βασικές θεωρητικές γνώσεις, οι οποίες μπορούν να διδαχθούν με παραδοσιακές μεθοδολογίες.

2 Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα και Μοντελοποίηση χρήστη στη Μουσική Εκπαίδευση

2.1 Εισαγωγή

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν την εξάσκηση μέσω υπολογιστή με λιγότερο άγχος εκμεταλλεόμενοι την απουσία κοινού.[12]. Επιπλέον, έχουν αποδειχτεί τα πλεονεκτήματα της προσαρμοστικότητας των προγραμμάτων αυτών στον χρήστη. Σημαντικός αρωγός των Προσαρμοστικών Συστημάτων Διδασκαλίας αλλά και των εφαρμογών της τεχνολογίας στην εκπαίδευση είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη και η Μηχανική Μάθηση.

Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence) είναι η επιστημονική μελέτη και προσομοίωση της νοήμονος συμπεριφοράς[4].Σαν γνωστικό πεδίο η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελείται από πολλά άλλα υπο-πεδία, με κυριότερα τα:

- Μηχανική Ευφυών Συστημάτων (Intelligence System Engineering). Σκοπός των επιστημόνων του πεδίου αυτού είναι η κατασκευή συστημάτων που μιμούνται την ευφυή ανθρώπινη συμπεριφορά
- Γνωστική Θεωρία (Cognitive Science) που σκοπός της είναι να καταλάβει την λειτουργία του μυαλού

Η διαφορά μεταξύ της Γνωστικής Θεωρίας και της Μηχανικής Ευφυών Συστημάτων έγκειται στο ότι στην πρώτη το σύστημα βασίζεται σε θεωρίες για το πώς λειτουργεί το μυαλό και τελικός στόχος είναι η επίτευξη μεγάλων ποσοστών επιτυχίας αντίστοιχα με αυτά του ανθρώπινου (η ζωικού) μυαλού, ενώ στη δεύτερη κατασκευάζεται ένα σύστημα που μπορεί βάσει εκτέλεσης αλγορίθμων να αντιγράψει την ανθρώπινη προσπάθεια σε μια εργασία.

Ένας άλλος διαχωρισμός στην Τεχνητή Νοημοσύνη είναι τα Συμβολικά και τα ΥποΣυμβολικά Συστήματα (Symbolic and SubSymbolic Systems). Τα Συμβολικά Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης βασίζονται στην αρχή της ύπαρξης εύκολα αναγνωρίσιμων συγκεκριμένων αντικειμένων τα οποία αντιπροσωπεύουν ρητά αντικείμενα και έννοιες του συγκεκριμένου μοντέλου (Lisp, Prolog)

Τα Υπο-Συμβολικά Συστήματα είναι συστήματα που προσπαθούν να μιμηθούν την λειτουργία του ανθρώπινου μυαλού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα Νευρωνικά Δίκτυα ένα σύστημα από κόμβους-επεξεργαστές οι οποίοι επιτελούν σχετικά απλή λειτουργία αλλά η πολυπλοκότητα των σχέσεων μεταξύ τους δίνει σε αυτά την δυνατότητα να δουλέψουν σε σύνθετα προβλήματα. Λέγονται Υπο-Συμβολικά διότι δεν είναι προφανής ο τρόπος που λειτουργεί το δίκτυο σε αντιστοιχία με τον πραγματικό κόσμο.

Τα υπολογιστικά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μελετηθεί η αντίληψη της μουσικής έτσι ώστε (και μέσω βοηθητικών προγραμμάτων) να γίνει προσπάθεια να εξηγηθεί η διαδικασία της Μουσικής Σύνθεσης.

Επιπλέον, οι αρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση μουσικών κομματιών έτσι ώστε να βοηθηθούν οι μουσικολόγοι να ανακαλύψουν π.χ. τον συνθέτη ενός «ορφανού» κομματιού ή να αναγνωρίσουν τις κοινές τάσεις ενός μουσικού κινήματος.

Ένα πρόγραμμα Τεχνητής Νοημοσύνης θα θέλαμε να μπορεί να χρησιμοποιεί κάποια Λογική (Reasoning), να εξάγει συμπεράσματα που δεν αντικρούονται μεταξύ τους (Soundness) και να εξάγει όλα τα συμπεράσματα που είναι σωστά (Completeness). Αν κατέχουμε συμπεράσματα για μια γλώσσα ή ένα προγραμματιστικό μοντέλο μπορούμε να κρίνουμε για τον αν αυτή είναι

κατάλληλη για την αναπαράσταση του συγκεκριμένου πεδίου γνώσης αλλά και να δούμε τις ελλείψεις της[4].

Ένα από τα παρακλάδια της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι η Μηχανική Μάθηση (Machine Learning) που ασχολείται με την δημιουργία συστημάτων που μαθαίνουν από δεδομένα, κάτι που θα μας απασχολήσει στην δημιουργία και συντήρηση κυρίως του Μοντέλου Μαθητή.

Η Μηχανική Μάθηση μπορεί να είναι εποπτευόμενη ή μη. Εποπτευόμενη θεωρείται όταν το σύστημα εκπαιδεύεται στο να ταξινομεί στιγμιότυπα σε δεδομένες κλάσεις. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, με Συμβολική(Symbolic) και με Νευρωνική(Neural) Μάθηση [17]. Στην Συμβολική εξετάζονται όλα τα στιγμιότυπα αν ικανοποιούν κάποια υπόθεση, ενώ στη Νευρωνική δημιουργούνται δίκτυα με κόμβους που ενώνονται με σταθμισμένους κατευθυνόμενους συνδέσμους. Οι κόμβοι αυτοί δέχονται εισόδους από άλλους κόμβους, έχουν ένα τρέχον επίπεδο ενεργοποίησης και βάσει μιας συνάρτησης η οποία έχει σαν μεταβλητές τις εισόδους και τα βάρη τους παράγει το επόμενο επίπεδο ενεργοποίησης και εξόδους προς γειτονικούς κόμβους, δίνοντας τελικά ένα αποτέλεσμα σαν έξοδο για το συνολικό δίκτυο[17].

Μη Εποπτευόμενη Μάθηση έχουμε όταν το σύστημα δημιουργεί από μόνο του κλάσεις από τα δεδομένα εκπαίδευσης και τους δίνει εννοιολογικές περιγραφές.

2.2 Ιστορική Αναδρομή-Κατηγορίες Συστημάτων

Τα συστήματα υποβοήθησης από υπολογιστή (Computer Aided Instruction Systems,C.A.I) και κυρίως τα παλαιότερα από αυτά στηρίζονταν σε κωδικοποιημένη εκ των προτέρων γνώση της οποίας ο τρόπος παρουσίασης παρέμενε συνήθως στατικός και γραμμικός. Εξάλλου, δεν είχαν πολύπλοκη εκπαιδευτική στρατηγική και ούτε ρητή αναπαράσταση του γνωστικού πεδίου[2]. Στα συστήματα αυτά ο έλεγχος συνήθως καθοριζόταν από τον δημιουργό του συστήματος και όχι από τον μαθητή ή τον εκπαιδευτή όπως στα μεταγενέστερα συστήματα. Στατική ήταν επίσης η διάδραση με τον εκπαιδευόμενο ενώ η κύρια διδακτική στρατηγική ήταν το "drill and practice", δηλαδή η επαναληπτική εξάσκηση μέχρι την επίτευξη της απόκτησης γνώσεων. Θεωρούνται ακόμα επαρκής λύση όταν το αντικείμενο διδασκαλίας είναι αρκετά ξεκάθαρο και διαφαίνεται ότι για να προκύψει η μάθηση αρκεί η παρουσίαση του υλικού διδασκαλίας και η συνεχής εξάσκηση. Μεγάλο μέρος της μουσικής θεωρίας(χωρίς να συμπεριλαμβάνουμε βέβαια σύνθεση ή εκπαίδευση ειδικών ικανοτήτων) είναι ένας τομέας σχετικά πεπερασμένου μεγέθους και πολυπλοκότητας ο οποίος μπορεί να διδαχθεί μέσω απλών κανόνων με τη χρήση C.A.I συστήματος.

Ένα Ευφυές Σύστημα Διδασκαλίας (Intelligent Tutoring System, I.T.S) από την άλλη εκμεταλλεύεται την διαδραστικότητα μεταξύ μαθητή και υπολογιστή και βασίζεται: [2],[1]

- στο Μοντέλο Μαθητή (Student Model), δηλαδή μια ποιοτική αναπαράσταση της συμπεριφοράς του μαθητή σχετικά με τη υπάρχουσα γνώση ενός πεδίου αλλά και τη διαδικασία απόκτησης της γνώσης.[8] Ονομάζεται επίσης και διαγνωστική γνώση του μαθητή (Student Diagnostic Knowledge,δηλαδή η ικανότητα το σύστημα να καταλαβαίνει την συλλογιστική πορεία του μαθητή[2]
- Μοντέλο διδασκαλίας (Tutor Model) η Μάθηση μέσω Προγραμματισμένης Διδασκαλίας(Curricular Knowledge)[2] η οποία με παιδαγωγικές μεθόδους φέρνει κοντά τη γνώση του ειδικού και του εκπαιδευόμενου. Στο μοντέλο αυτό ορίζεται η βιβλιοθήκη

διδασκτικών στρατηγικών που θα ακολουθηθούν και οι παρεμβάσεις του συστήματος κατά την προσπάθεια μάθησης του χρήστη

- το Πεδίο Γνώσης (Knowledge Domain) ή αλλιώς τη γνώση του ειδικού του πεδίου(Expert Knowledge) που ουσιαστικά περιλαμβάνει όλο το διδακτικό υλικό του συστήματος.
- τη Διεπαφή (Human Computer Interface), που περιλαμβάνει όλη την διάδραση χρηστών και συστήματος.

Την δεκαετία του 50 δημιουργήθηκαν τα πρώτα συστήματα από την συνεργασία που προέκυψε μεταξύ IBM και του πανεπιστημίου Stanford, ενώ όσο οι υπολογιστές γίνονταν δυνατότεροι και φθηνότεροι το φαινόμενο γινόταν μαζικότερο μέχρι να φτάσουμε στο τέλος της δεκαετίας του 80 όπου όλα σχεδόν τα σχολεία στις Η.Π.Α. και στις ανεπτυγμένες χώρες ήταν εφοδιασμένα με ειδικούς υπολογιστές για εκπαίδευση[9]. Στη συνέχεια, με την ταυτόχρονη εξέλιξη στην Τεχνητή Νοημοσύνη προτάθηκαν όλο και νεότερες τάσεις και μοντέλα.

Ο Holland[3] χωρίζει την Τεχνητή Νοημοσύνη στην εκπαίδευση(AI-ED) στις εξής περιόδους:

1. Την Κλασσική(έως το 1987), που ακολουθεί το παραδοσιακό μοντέλο του ITS το οποίο αποτελείται από 3 (η και 4) expert systems:
 - το Μοντέλο Διδάσκοντα (Domain Model) π.χ. ειδικός σε θέματα αρμονίας
 - το Μοντέλο Μαθητή (Student Model) όπου χτίζεται το μοντέλο των γνώσεων, των ικανοτήτων και των διαφόρων στοιχείων του μαθητή, είτε απλά με κάποιο checklist είτε από τη δράση του στο σύστημα
 - το Μοντέλο Διδασκαλίας (Teaching Model) που περιλαμβάνει τις διδακτικές μεθόδους που θα ακολουθούνται
 - σαν τέταρτο σύστημα μπορεί να θεωρηθεί η εξειδικευμένη διεπαφή(Interface) αν αυτή υπάρχει

Παραδείγματα της Κλασσικής περιόδου είναι το Vivace, MacVoice, Lasso και τα συστήματα βασισμένα στη φιλοσοφία της Logo τα οποία αναλύονται παρακάτω.

Συνοψίζοντας για τα παραδοσιακά ITS συστήματα ο Holland τονίζει δύο σημεία:

- Σε ένα θεματικό χώρο όπως η μουσική δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι υπάρχει ένα διακριτό πεδίο γνώσης
- Σε έναν μη έμπειρο μαθητή της μουσικής είναι πιο σημαντικό να του παρουσιάσεις τις δομές που ακολουθούν έμπειροι μουσικοί παρά να του θέτεις δυσνόητους κανόνες

2. την.Μοντέρνα.,μετά το 1987 στην οποία επιχειρήθηκε να αμβλυνθούν οι ελλείψεις και οι περιορισμοί της πρώτης. Στην περίοδο αυτή:
 - δόθηκε μεγάλη σημασία στον κονστрукτιβισμό και στην δημιουργικότητα, κάτι το οποίο ταιριάζει με τη φύση της μουσικής σαν ανοιχτό γνωστικό πεδίο.
 - Με τις βασικές σκέψεις να έχουν γίνει λίγο νωρίτερα, αναπτυχθήκαν συστήματα βασισμένα στην Logo Φιλοσοφία, σε γλώσσες (π.χ. Lisp) και μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης και σε προηγμένα υπολογιστικά μοντέλα.

2.3 Μοντέλο Διδασκαλίας-Διδακτικές Μέθοδοι-Υλικό Διδασκαλίας

2.3.1 Διδακτικές Μέθοδοι:

Για να μεταφερθεί η γνώση στον μαθητή από τον εκπαιδευτή έχουν παρατηρηθεί, προταθεί και εφαρμοστεί διάφορες τεχνικές, με πολλές από αυτές να αντικρούονται μεταξύ τους.

Οι οπαδοί του Αντικειμενισμού(Objectivism)[1] πιστεύουν ότι υπάρχει μια μόνο αλήθεια, η οποία εξηγείται μέσω των αντικειμενικών μεθόδων της επιστήμης. Η δομή και οι οντότητες της φύσης μαζί με τις σχέσεις που τις διέπουν μπορούν να αναπαρασταθούν με σύμβολα και έννοιες και αυτά να διδαχτούν στους μαθητές. Η θεωρία του Κονστρουκτιβισμού (Εποικοδομητισμού-Constructivism) από την άλλη υποστηρίζει ότι η γνώση δεν υπάρχει ξεχωριστά από τον μαθητή και κατασκευάζεται από τον καθένα[5]. Έτσι, δίνεται έμφαση στη δημιουργία γνώσης μέσα από τις εμπειρίες και την μελέτη [6]. Ο Holland[3] σημειώνει ότι ο πρώτος είναι χρήσιμος μόνο στα πρώτα στάδια της μάθησης, ενώ ο Κονστρουκτιβισμός είναι γενικά μια σωστή πρακτική, δεδομένου του ότι η μουσική γνώση δεν είναι τόσο στιβαρά δομημένη αλλά και του ότι οι μαθητές πρέπει να μαθαίνουν να χρησιμοποιούν την φαντασία τους και να δημιουργούν τα δικά τους κομμάτια. Στην θεωρία του Κονστρουκτιβισμού βασίζονται και οι υλοποιήσεις που ακολουθούν την εκπαιδευτική φιλοσοφία της Logo.

Η Logo φιλοσοφία επικεντρώνεται στην έννοια του εκπαιδευτικού μικρόκοσμου, δηλαδή ενός ανοιχτού περιβάλλοντος μάθησης το οποίο χτίζεται με μια απλή έκδοση μιας γλώσσας προγραμματισμού τεχνητής νοημοσύνης. Σαν εκπαιδευτική φιλοσοφία η Logo στον τομέα της μουσικής διδασκαλίας εκφράστηκε αρχικά με την παρότρυνση των μαθητών να ανακατασκευάσουν μελωδίες μέσα από ήδη υπάρχουσες. Αυτό αποσκοπούσε οι μαθητές να δουλεύουν για την παρασκευή του επιθυμητού αποτελέσματος και μέχρι να γίνει αυτό να επεξεργάζονται τα ενδιάμεσα αποτελέσματα και τα λάθη τους. Η φιλοσοφία αυτή αντλήθηκε από πολλές πηγές αλλά και από θεωρίες του Piaget για το πώς τα παιδιά κατασκευάζουν τη γνώση τους μέσα από το παιχνίδι. Οι μικρόκοσμοι μπορεί να είναι απλοί ή πιο σύνθετοι και να περιλαμβάνουν μια απλή γραμματική για την μουσική σύνθεση.[3]. Τα μειονεκτήματα της φιλοσοφίας αυτής είναι ότι επειδή είναι προγραμματιστικό περιβάλλον απαιτείται η έντονη υποστήριξη του δασκάλου αλλά και η ανταλλαγή ιδεών με άλλους μαθητές.

Ο Brandao[2] αναφέρεται επίσης σε άλλους δύο πόλους όσον αφορά την κατηγοριοποίηση των θεωριών της ανθρώπινης μάθησης, Connectionists και Behaviorists, τους οποίους θεωρεί ιδιαίτερως σημαντικούς ως προς την σχεδίαση εκπαιδευτικού λογισμικού. Στην πρώτη κατηγορία θεωριών εξετάζεται η μάθηση μέσω Ερεθισμάτων και Αντίδρασης (Stimulus and Responce) ενώ στην δεύτερη οι γνωστικές θεωρίες δίνουν έμφαση στην λειτουργία του μυαλού και πώς οι γνωστικές θεωρίες τροποποιούν την συμπεριφορά του μαθητή.

Πιο αναλυτικά, στην πρώτη ομάδα θεωριών(Connectionists) παρουσιάζονται τα εξής χαρακτηριστικά[2]:

- Προγραμματισμένη Μάθηση (Programmed Learning), του οποίου η βασική ιδέα είναι η παρουσίαση προ-αποθηκευμένου υλικού στον μαθητή. Ο μαθητής επίσης απαντάει σε

ερωτήσεις που του κάνει το σύστημα, το οποίο από την άλλη παρέχει σχολιασμό μέσω προ-αποθηκευμένων απαντήσεων. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι η βάση των CAI συστημάτων

- Εξάσκηση (Drill and Practice), δηλαδή επανάληψη ασκήσεων μέχρι η επίλυση τους να γίνεται αυθόρμητα

Στην δεύτερη παρουσιάζονται τα εξής:

- Σωκρατικός Διάλογος (Socratic Dialogue), όπου ο εκπαιδευτής προσπαθεί να οδηγήσει τον μαθητή στην ανακάλυψη της γνώσης
- (Coaching/Monitoring), δηλαδή παρακολούθηση των προσπαθειών του μαθητή σε μια εργασία κρατώντας ιστορικό των κινήσεων του και παρέχοντας συμβουλές όπου εντοπίζονται λάθη
- (Explanatory), δηλαδή ενθάρρυνση της εξερεύνησης ενός πεδίου γνώσης χωρίς συνήθως καθοδήγηση

Ο Holland[3] επιπλέον, παρουσιάζει δύο τρόπους διδακτικής διαδικασίας:

1. Μέσω της Διαπραγμάτευσης(Negotiation).

Ο Holland αναφέρεται στο σύστημα του Baker(1990). Στόχος είναι να βρεθούν μηχανισμοί έτσι ώστε ο μαθητής και το σύστημα να διαπραγματευτούν μεταξύ τους σε θέματα όπως π.χ. τι παραδείγματα να μελετηθούν, τι στρατηγική θα ακολουθηθεί.

2. Μέσω της Αντανάκλασης (Reflection)

Προτάθηκε από τον Cook το 1994 και βασίζεται επίσης στην μάθηση μέσω διαλόγου. Σαν Αντανάκλαση (Reflection) ο John Dewey το 1916 όρισε την προσπάθεια για ανακάλυψη σχέσης μεταξύ των πράξεών μας και των συνεπειών αυτών. Ένα καλό παράδειγμα Αντανάκλασης στην Μουσική είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για την θεωρία της αρμονίας μέσα από εμπειρία και αναζήτηση προβλημάτων σε μουσική δημιουργία ή πειραματισμό. Ο Cook δημιούργησε το σύστημα COLERIDGE για το οποίο υπάρχει αναφορά σε επόμενο κεφάλαιο.

2.3.2 Ενδεικτικό Υλικό Διδασκαλίας - Ασκήσεις:

Αν και ίσως μέρους του μοντέλου γνώσης, αναφέρεται ενδεικτικά υλικό διδασκαλίας μουσικής θεωρίας και μουσικής γενικότερα όπως και πιθανές ασκήσεις:

- Αναγνώριση Μουσικών Συμβολισμών-Διάβασμα Παρτιτούρας
- Αναγνώριση Μουσικών Δομών όπως Κλίμακες και Συγχορδίες
- Ντικτέ, δηλαδή αναγνώριση μουσικών συμβολισμών ακούγοντάς τους
- Αναγνώριση ρυθμικών μοτίβων, μέτρων
- Αναγνώριση τονικών Διαστημάτων μεταξύ δύο η παραπάνω νοτών
- Αρμονικές Ακολουθίες και Σύνθεση, Αναζήτηση αρμονικών προβλημάτων
- Ανάλυση Μουσικών Κομματιών
- Οργανογνωσία
- Ανάλυση Ήχων

Σύμφωνα με τον Brandao[2] για τα βασικά του πεδίου γνώσης της μουσικής είναι κατάλληλη η μέθοδος της προγραμματισμένης μάθησης ενώ τα πιο σύνθετα θέματα όπως η εκτέλεση του κομματιού και η σύνθεση θα πρέπει να υποστηριχθούν από γνωστικές θεωρίες.

Σε σύστημα που προτάθηκε στο Πανεπιστήμιο Πολυμέσων της Μαλαισίας[1] δόθηκαν δύο διαστάσεις στην μουσική διδασκαλία, το Πλάνο Εκπαίδευσης και η Μέθοδος Διδασκαλίας. Κάθε στάδιο της μεθόδου συγχέεται με κανένα, ένα ή παραπάνω στάδιο του πλάνου και αντιστρόφως.

Μέθοδος/Πλάνο	Παρουσίαση	Εξάσκηση	Δημιουργία
Εξάσκηση	1,2	1,2	1,2
Καθοδήγηση	2,3	2,3	2
Εκμάθηση μέσω παραδειγμάτων	3	3	3

Πίνακας 1: Πρόταση Διδασκαλίας [1]

2.4 Μοντέλο Μαθητή-Διάγνωση

Η συλλογή διαφόρων δεδομένων και η μετατροπή τους σε χρήσιμες πληροφορίες είναι σκοπός ενός Ευφυούς Συστήματος Διδασκαλίας. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει το σύστημα (εκπαιδευτής) να μοντελοποιήσει τον εκπαιδευόμενο, να έχει δηλαδή ορθή εικόνα των πεποιθήσεων και των προθέσεων του μαθητή. Η συλλογή μπορεί να γίνει ρητά με δήλωση των σταθερών στοιχείων του μαθητή αλλά και με την εξέταση των κινήσεων του μαθητή στο σύστημα, στο παρόν και στο παρελθόν. Επιπλέον, το μοντέλο μπορεί να βασίζεται σε βραχυχρόνια (short term) ή μακροχρόνια (long term) χαρακτηριστικά.

Η διαδικασία της μοντελοποίησης μπορούμε να πούμε ότι αποτελείται από τρία στοιχεία [17]

1. Την παρασκηνιακή γνώση (Background Knowledge) ενός συστήματος μοντελοποίησης, που περιλαμβάνει την θεωρία του πεδίου και μια βιβλιοθήκη λαθών (Bug Library) που κάνουν οι χρήστες καθώς και στερεοτυπική γνώση για τους μαθητές
2. Τη συμπεριφορά του Χρήστη (Student 's behavior), την αντίδραση δηλαδή στα ερεθίσματα του πεδίου
3. Το μοντέλο μαθητή, μια ποιοτική απεικόνιση την γνώσης του μαθητή για ένα το πεδίο που διδάσκεται ή για μια ικανότητα που ανήκει σε αυτό (π.χ. την ακουστική ικανότητα στη μουσική)

Ένα σύγχρονο σύστημα πρέπει να περιλαμβάνει ξεχωριστό μοντέλο για κάθε χρήστη, να κατασκευάζεται κυρίως από το σύστημα, να καταλαβαίνει αν ο χρήστης έχει δώσει αρκετά στοιχεία για να σχηματιστεί το μοντέλο, να διαχωρίζει τον περιστασιακό από τον επιμελή χρήστη και να περιέχει όσες περισσότερες χρήσιμες πληροφορίες είναι δυνατόν.

Μια λύση που χρησιμοποιείται είναι να δημιουργείται πρώτα το βασικό μοντέλο από τα σταθερά στοιχεία του χρήστη (είτε από προσωπικά στοιχεία είτε από ομάδες στις οποίες ανήκει ο χρήστης-μαθητής) και σταδιακά να προσθέτονται πληροφορίες βάσει της διάδρασης του χρήστη με το σύστημα. Αν το σύστημα δεν μπορεί να αξιολογήσει με βεβαιότητα την πληροφορία τότε ίσως πρέπει να χρησιμοποιηθούν βάρη (Weights) τα οποία θα δηλώνουν την σημαντικότητα μιας πληροφορίας ως προς τις άλλες. Τα βάρη αυτά θα ήταν χρήσιμο να ήταν μεταβλητά και να μπορούν να οριστούν από τον εκπαιδευτή ή από τον χειριστή του συστήματος (αν αυτός υπάρχει).

Πιθανά σταθερά στοιχεία του χρήστη είναι π.χ. η ηλικία, το φύλο, το επίπεδο εκπαίδευσης ενώ πληροφορίες στη χρήση του συστήματος μπορούν να συλλεχθούν από την χρήση της βοήθειας, τους χρόνους του χρήστη σε διάφορες διαδικασίες, προτιμήσεις σε κεφάλαια της θεωρίας κ.τ.λ. Πολλά συστήματα συλλέγουν πληροφορίες σε πολύ χαμηλό επίπεδο, όπως π.χ. το κούνημα του ποντικιού ή ακόμα και το κούνημα του ματιού. Όσο πιο αναλυτική είναι η πληροφορία βέβαια, εκτός από το κόστος απόκτησης της[1], αυξάνεται και ο κίνδυνος για άχρηστες, λανθασμένες, ακόμα και αντικρουόμενες τιμές οπότε θέλει μεγάλη προσοχή για το τί θα ληφθεί τελικά υπόψη. Επιπλέον, ο σχεδιαστής του συστήματος πρέπει να αποφασίσει πότε θα δίνει τις προτάσεις και γενικότερα την ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο, την στιγμή που χρησιμοποιεί το σύστημα ή σε νεκρό χρόνο (π.χ. παρακολούθηση στατιστικών).

Μια προσέγγιση είναι το μοντέλο μαθητή να στηρίζεται σε ένα παραμορφωμένο μοντέλο διδασκαλίας[3] με ανάλυση των πιθανών λαθών του μαθητή. Η Βιβλιοθήκη Λαθών (Bug Library μπορεί να είναι και δυναμική, δηλαδή να τροποποιείται όσο γίνεται χρήση του συστήματος άλλα και να διαχωρίζει τα λάθη σε λάθη γνώσης(Knowledge Errors) και Λάθη Απροσεξίας(Slip Errors). Η απαρίθμηση των πιθανών λαθών θεωρείται πολύ δύσκολη και επίπονη διαδικασία, ακόμα και όταν υπάρχουν σημαντικές γενικεύσεις των λαθών. [17]

Από μια παράλληλη οπτική γωνία μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τα μοντέλα μαθητή σε τρεις προσεγγίσεις: [17]

1. Επικάλυψης (Overlay), όπου το μοντέλο μαθητή είναι υποσύνολο του Μοντέλου Γνώσης(Expert Model)
2. Αναλυτική (Analytic), όπου το σύστημα συγκρίνει και προσπαθεί να φέρει κοντά τη συμπεριφορά του μαθητή στην παρασκευιακή γνώση η αντίστροφα
3. Συνθετική (Synthetic), όπου το σύστημα συνθέτει μια γενίκευση από τη παρασκευιακή γνώση και τα δεδομένα εισόδου

Σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα πάνω στην μουσική θεωρία θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν τα προσδοκώμενα λάθη ως εξής:

- Σωστή νότα άλλα λάθος κλειδί
- Σύγχυση ελαφρώς διαφορετικών κλιμάκων
- Αντίληψη τονικού ανεβάσματος άλλα όχι σωστού διαστήματος

Στην εκπαίδευση πάνω στη μουσική η συλλογή πληροφοριών για τον χρήστη πέρα από τα βασικά του στοιχεία μπορεί π.χ. στην συμπλήρωση νοτών, ή άλλων συμβόλων σε μια διεπαφή πενταγράμμου[1].

2.5 Μοντέλο Γνώσης- Αναπαράσταση Γνώσης

Μοντέλο ή Πεδίο Γνώσης (Knowledge Domain) όπως προαναφέραμε είναι οι πληροφορίες ενός αντικειμένου διδασκαλίας που ενσωματώνονται στο σύστημα για να είναι διαθέσιμες στον μαθητή. Η Μουσική Διδασκαλία έχει μεγάλο εύρος πεδίου γνώσης και μπορούμε να πούμε ,όπως προαναφέρθηκε και στην εισαγωγή, ότι είναι ένα σύνολο διαφορετικών πεδίων, όπως π.χ. η Σύνθεση και η Μουσική Ανάλυση. Για αυτό είναι πολύ σημαντικό ένα περιβάλλον παρουσίασης και αναπαράστασης της γνώσης αυτής να έχει τις αντίστοιχες δυνατότητες. Πολύ σημαντική επιπλέον είναι και η δυνατότητα παραμετροποίησης του συστήματος, όπως και ο τρόπος χειρισμού να εμπνέει τον μουσικό[14].

Η διεπαφή χρήστη σχεδόν πάντα οφείλει να περιλαμβάνει προσομοίωση του κλασικού μουσικού τρόπου γραφής, δηλαδή του πενταγράμμου στο οποίο οι μαθητές θα μπορούν να παρέμβουν και να συμπληρώσουν νότες. Θα μπορούσε ακόμα και να διαφέρει από αυτό που προτείνει η κλασική μουσική παιδεία, να είναι κάτι πιο εύκολο στο χειρισμό που μπορεί να

βοηθήσει τους αρχάριους χρήστες, όπως ο πίνακας που προτείνει ο Holland¹[11]. Αυτό μπορεί να συμβεί αν στην αναπαράσταση υπάρχουν στοιχεία τα οποία μπορεί ο χρήστης να συνδέσει εύκολα μεταξύ τους έτσι ώστε να κατανοήσει μια έννοια. Εναλλακτικές αναπαραστάσεις με απήχηση προφανώς καταλήγουν να γίνονται κανόνες.

Η μουσική είναι ένα σύνολο μουσικών ήχων. Η αναπαράσταση αυτού του συνόλου συνήθως γίνεται με μορφές όπως το πεντάγραμμο ή η ταμπλατούρα. Στον υπολογιστή μπορεί να αναπαρασταθεί με διάφορους τρόπους ο ήχος ξεχωριστά, όπως και η οπτική μορφή ενός συνόλου ήχων.

Ένας μουσικός ήχος έχει τα εξής χαρακτηριστικά [18]:

- Τονικότητα ή Συχνότητα (Pitch or frequency)
- Διάρκεια (Duration)
- Ποιότητα (Timbre)
- Ένταση ή Δυναμική (Loudness or Dynamics)
- Θέση στον χώρο (σχετικά με τον ακροατή)

Σύμφωνα με τον Jakendoff[13] Μουσική Επιφάνεια (Musical Surface) είναι η υποκειμενική αναπαράσταση του πεδίου γνώσης Μουσική. Είναι τα βασικά κομμάτια που θα χρησιμοποιήσει ο σχεδιαστής, συνθέτοντας τα οποία θα δημιουργήσει το εκάστοτε σύστημα (Μουσικής).

Επιπλέον ο Wiggins [14] έχει ορίσει δύο διαστάσεις βάσει των οποίων οι αναπαραστάσεις μπορούν να συγκριθούν:

- Εκφραστική Ολοκλήρωση (Expressive Completeness), ως το μέγεθος της λεπτομέρειας που μπορεί να απεικονιστεί
- Δομική Γενικότητα (Structural Generality), ως το μέγεθος της πληροφορίας σχετικά με τη μουσική δομή που μπορεί να κωδικοποιηθεί ρητά

Δεν μπορούμε να μιλήσουμε για αναπαράσταση γνώσης σε ένα σύστημα διδασκαλίας μουσικής χωρίς να αναφερθούμε στο πρωτόκολλο MIDI. Το Musical Instrument Digital Interface είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας μουσικών οργάνων. Από εκπαιδευτικής απόψεως έχει σημαντική χρησιμότητα, καθώς δίνει σε έναν εκπαιδευόμενο μουσικό τη δυνατότητα να δει τις νότες που έπαιξε σε ένα μουσικό όργανο να απεικονίζονται ψηφιακά με τη μορφή πενταγράμμου αλλά και σε άλλες μορφές που προαναφέρθηκαν. Έτσι έχει άμεση ανατροφοδότηση για την εκτέλεση του συνδυάζοντας και την θεωρία με την πρακτική.

Όσον αφορά τις δύο διαστάσεις όμως που θέτει ο Wiggins[4] το MIDI έχει χαμηλές επιδόσεις, στο πρώτο γιατί δεν μεταφέρει κάποιες πληροφορίες(ολική ποιότητα ήχου, επιθετικότητα ήχου) και στο δεύτερο γιατί δεν μπορεί να αναπαραστήσει ρητά με συγκεκριμένο τρόπο κάποιες μουσικές δομές (τρίλιες, κρεσέντο) με συνέπεια να μπορούν να αναπαρασταθούν με κάποιο τρόπο αλλά να μην αναγνωρίζονται εύκολα.

Μια επαρκής αναπαράσταση σύμφωνα με τον Wiggins[4] θα πρέπει να είναι συγκεκριμένη αλλά όχι να θέτει αυστηρούς περιορισμούς και να μπορεί να απεικονίζει πολλά δεδομένα. Επιπλέον θα πρέπει να μπορεί ο χρήστης να ομαδοποιεί τις βασικές δομές και το αποτέλεσμα

¹ Παρουσιάζεται παρακάτω

να μπορεί επίσης να το ομαδοποιεί σε μια πιο σύνθετη δομή. Έτσι θα επιτευχθεί μεγάλη δυνατότητα έκφρασης και δομικής γενίκευσης.

Στη μουσική, ένα σύστημα αναπαράστασης γνώσης μπορεί να λύσει τα εξής προβλήματα:

- Να βοηθήσει στην αναπαράσταση εννοιών και αντικειμένων της μουσικής τα οποία με την παραδοσιακή μουσική γραφή δεν είναι ξεκάθαρα.
- Να αποθηκευτεί σε ένα αρχείο υπολογιστή η μουσική γνώση με τρόπο που επιθυμεί ο αναλυτής
- Σε συνδυασμό με το ιντερνέτ να βοηθήσει τον διαμοιρασμό αρχείων μεταξύ μελετητών
- Όσον αφορά το διδακτικό κομμάτι, μπορεί να αναπαρασταθεί ακριβώς η πληροφορία που επιθυμούμε
- Να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση του τι θέλουμε να κάνουμε μέσα από τη μουσική.

Σε μια Μουσική Επιφάνεια το μικρότερο δομικό συστατικό είναι συνήθως οι νότες θέτοντας σε αυτό το επίπεδο την παρουσίαση διάφορων ιδιοτήτων όπως, π.χ. η δυναμική. Η αναπαράσταση με νότες δεν είναι ζωτική σε όλα τα μουσικά είδη (π.χ. ηλεκτρονική μουσική) είναι όμως ένας ευρέως διαδεδομένος τρόπος αναπαράστασης της μοντέρνας δυτικής μουσικής.

Τα βασικά χαρακτηριστικά μιας νότας όπως αναφέρει ο Wiggins[4] και μπορούμε να αποδεχτούμε εύκολα είναι τα εξής:

1. Η τιμή της συχνότητας ή τονικότητα (pitch). Το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να αναπαρασταθεί με τρεις προφανείς τρόπους:
 - Με τον αριθμό των Hz
 - Με τον αριθμό των ημιτονίων² πάνω από τη χαμηλότερη δυνατή τονικότητα
 - Δίνοντας τον τύπο της νότας (π.χ. Ντο, Ρε) και ένα νούμερο για την οκτάβα στην οποία ανήκει (και πιθανόν ένα σημείο στίξης)
2. Η θέση της νότας στο χρόνο, η οποία αναλύεται περαιτέρω σε:
 - Στη χρονική στιγμή που ξεκινάει η νότα.
 - Τη στιγμή που τελειώνει (ή τη χρονική διάρκειά της)

Επιθυμητές λειτουργίες σε ένα πλήρες σύστημα θα ήταν:[14]

- Εισαγωγή Νοτών, Μοτίβων και γενικότερα μουσικών αντικειμένων
- Μετασχηματισμός των αντικειμένων αυτών
- Ομαδοποίηση των αντικειμένων
- Δημιουργία και παραμετροποίηση νέων λειτουργιών από τον χρήστη

Στα συστήματα Charm και Harmony Space [4],[11] προτείνονται ιδιαίτερες επεκτάσεις της διεπαφής ενός μουσικού εκπαιδευτικού συστήματος. Επιπλέον, άξιο αναφοράς είναι το πεδίο γνώσης του συστήματος MC [3], σύστημα εκμάθησης, το οποίο βασισμένο σε ένα αρμονικό πρότυπο μετατρέπει τα αρμονικά προβλήματα σε Προβλήματα Ικανοποίησης Περιορισμών. Τα συστήματα αυτά παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο. Γενικά, αν και συχνά μέρος του μοντέλου διδασκαλίας, έχει πολύ μεγάλη σημασία ο τρόπος που οργανώνεται και παρουσιάζεται η γνώση του ειδικού καθώς μπορεί να οδηγήσει τον μαθητή σε διαφορετικές διόδους ανακάλυψης της γνώσης, που μπορούν να τον βοηθήσουν ή να τον απομακρύνουν από αυτή.

² Θα μπορούσε να υπάρχει και λεπτομερέστερη ανάλυση έτσι ώστε να υποστηρίζονται και λιγότερο επικρατούσες μουσικές σημειολογίες

2.6 Επισκόπηση γνωστών συστημάτων

Κατά καιρούς έχουν κατασκευαστεί πολλά συστήματα τα οποία επικεντρώνονται στην διδασκαλία της μουσικής. Παρουσιάζεται μια λίστα με χρονολογική σειρά.

2.6.1 Guido System(1975-1981)

Χρησιμοποιούταν για εξάσκηση και βελτίωση του μουσικού αυτιού, με χρήση synthesizer. Το σύστημα επέλεγε την εμφάνιση της ύλης βάσει των απαντήσεων του μαθητή σε διάφορα τεστ. [15]

2.6.2 Vivace (Thomas, 1985)

Το Σύστημα αυτό έλεγχε την αρμονία ενός μουσικού κομματιού χρησιμοποιώντας γνωστούς μουσικούς κανόνες. Η προσέγγιση όμως αυτή κρίθηκε ότι παρουσιάζει τα εξής προβλήματα:

- Το ότι οι κανόνες τηρούνται δεν είναι απαραίτητο ότι και το κομμάτι θα έχει όντως ένα αποτέλεσμα που θα ακούγεται αρμονικό στο ανθρώπινο αυτί
- Η χρήση των κανόνων αυτών διευκολύνει τον έλεγχο αλλά δεν βοηθάει την δημιουργία
- Είναι δύσκολο να ικανοποιηθούν όλοι οι κανόνες με την μία

Οι ελλείψεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν από τον συγγραφέα για να ανανεώσει το κομμάτι της μουσικής θεωρίας και να εισάγει νέους κανόνες αρμονίας. [3]

2.6.3 Lamb and Buckley System (1985), Yoshinori and Nagaoka System (1985), Tunemaster(Kirshbaum,1986)

Τα δύο πρώτα παρείχαν απεικόνιση της μουσικής εκτέλεσης ενός κομματιού από τον μαθητή, ενώ το δεύτερο περιλάμβανε και πρότυπες εκτελέσεις από ειδικούς.[2]

Το σύστημα του Kirshbaum επικεντρώνεται σε ασκήσεις αναπαραγωγής μελωδιών εξ ακοής χρησιμοποιώντας ένα πίνακα αφής και οπτικοποιώντας το αποτέλεσμα με ένα εικονικό πιάνο[10].

2.6.4 MacVoice (έως 1987)

Δημιουργήθηκε για υπολογιστές Macintosh και διαθέτει απλό editor όπου συμπληρώνονται μουσικές φράσεις και δίνεται ανατροφοδότηση στον χρήστη για το πώς ορίζεται θεωρητικά αυτό που εισήγαγε. Επιπλέον, υποδεικνύονται και τα αρμονικά λάθη. Και σε αυτήν την εφαρμογή παραμένει το πρόβλημα ότι κυρίως υποδεικνύονται λάθη και δεν υποβοηθείται η δημιουργία.[3]

2.6.5 Lasso (Newcomb,έως 1987)

Η εφαρμογή αυτή υλοποιήθηκε από τον Newcomb και αποσκοπεί στο να μεταδώσει στους εκπαιδευόμενους τις απαραίτητες γνώσεις και βοήθεια για να περάσουν τις απαραίτητες εξετάσεις. Ο Newcomb θεώρησε ότι η κωδικοποίηση της απαιτούμενης γνώσης δεν μπορεί να αναπαρασταθεί επαρκώς σε ένα βιβλίο θεωρίας και χρησιμοποίησε πιθανολογικές (probabilistic) μεθόδους για να εξερευνήσει, θέτοντας διάφορα κατώφλια, πόσο αποδεκτή είναι μια λύση. Το γεγονός όμως ότι χρησιμοποιούνται πολλοί μαθηματικοί και μη παραδοσιακά μουσικοί κανόνες χαμηλού επιπέδου προκάλεσε την δυσκολία αντιμετώπισης τους από μαθητές. Από την άλλη πλευρά, θεωρήθηκε αρκετά εντυπωσιακή η διεπαφή του, με πολύ λεπτομερές editor. Το Lasso (όπως και το MacVoice) ανέλυαν τις απαντήσεις που έδιναν οι εκπαιδευόμενοι και δεν ανέλυαν τον εκπαιδευόμενο[3].

2.6.6 Bamberger 's Music Logo System(1986-1991)

Είναι από τις πιο γνωστές υλοποιήσεις της Logo φιλοσοφίας στη μουσική εκπαίδευση. Γινόταν χρήση κάρτας ήχου και συνθεσάιζερ και τα μουσικά δεδομένα αναπαρίσταντο με χρήση πινάκων(δύο διανυσμάτων συγκεκριμένα) στα οποία μπορούσε να γίνει εφαρμογή συναρτήσεων(π.χ. αντιστροφή μελωδίας) και επαναληπτικών δομών(π.χ. Repeat). Χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την κατανόηση μέσω πειραμάτων από τον μαθητή βασικών εννοιών και για πρώτη διδασκαλία στη σύνθεση. [10]

Από τα πειράματα της μελέτης της Bamberger εξήχθησαν τα εξής χρήσιμα συμπεράσματα για την μουσική αντίληψη που αξίζει να αναφέρουμε:

- Μικρές αλλαγές στη μουσική δομή (συγκεκριμένα στη διάρκεια) προκαλούν ριζικές αλλαγές στην αντίληψη της αρχής και τέλους μια μουσικής φράσης
- Γενικότερα υπάρχει μεγάλη ανισότητα ανάμεσα στον βαθμό της τροποποίησης μιας μουσικής δομής και στο βαθμό της αλλαγής που γίνεται αντιληπτή.[3]

2.6.7 Σειρά Loco(Desain και Honing,1986-1996)

Η σειρά συστημάτων Loco δημιουργήθηκε αρχικά από τους Desain και Honing το 1986. Ακολούθησαν διάφορες εκδόσεις μέχρι το 1996. Χρησιμοποιεί ειδικές δομές για την αναπαράσταση των στιγμιότυπων της νότας και της παύσης και προσφέρει δύο συναρτήσεις (Parallel, Sequential) που καθορίζουν αν οι νότες θα ακούγονται παράλληλα ή στη σειρά. Επίσης υπήρχε η δυνατότητα τυχαίων συνδυασμών με βάση μαθηματικά μοντέλα[3]

2.6.8 Piano Tutor Project(1990), Interpreter (Baker,1992)

Ανήκουν στην κατηγορία των ITS, παρέχουν εκπαίδευση στο παίξιμο του πιάνου και ανατροφοδότηση για την απόδοση ενός αρχάριου μαθητή συγκρίνοντας τη με πρότυπες αποθηκευμένες εκτελέσεις ειδικών[2],[10]

2.6.9 Σύστημα του Cook(Cook,1994)

Παρουσιάζει ένα γνωστικό μοντέλο για το πώς αντιλαμβάνονται οι συνθέτες την τονικότητα την ώρα της δημιουργίας και χρησιμοποιεί την Αντανάκλαση (Reflection) (βλέπε 2.3.1) για να ωθήσει τον εκπαιδευόμενο σε μια διαδικασία στην οποία θα προσπαθεί να πετύχει έναν στόχο και να ελέγχει αν η μέθοδος που χρησιμοποιεί δημιουργεί κάποιο πρόβλημα στην επίτευξή του.

Σε πιο πρόσφατη έκδοση χρησιμοποιήθηκε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον για να μελετηθούν οι διαδράσεις εκπαιδευτή-μαθητή στον χώρο της Μουσικής Σύνθεσης κατηγοριοποιώντας και τους παιδαγωγικούς σκοπούς. Βάσει του περιβάλλοντος αυτού δημιουργήθηκε ένας Πράκτορας (Agent) και μελετήθηκε οι συμπεριφορά του. Τα αποτελέσματα της μελέτης θεωρήθηκαν χρήσιμα για την εφαρμογή.[2]

2.6.10 PianoFORTE (Smoliar,1995)

Εισάγει ανάλυση υψηλού επιπέδου (High Level Reasoning) εκτέλεσης κομματιών από επαγγελματίες μουσικούς. Για αυτό το λόγο δημιουργήθηκε ένα μοντέλο εκφραστικότητας στην εκτέλεση από δασκάλους πιάνου το οποίο κωδικοποιήθηκε και ενσωματώθηκε στο σύστημα. Με τη χρήση Midi πληκτρολογίου αποθηκεύεται στο σύστημα η εκτέλεση του μαθητή και με οπτικό τρόπο παρέχεται ανατροφοδότηση σε θέματα όπως ρυθμός, συγχρονισμός και δυναμικές.[2]

2.6.11 MC(Holland)

Το σύστημα MC (MetaConstraints-Master of Ceremonies)[3] είχε σαν σκοπό την εκμάθηση δημιουργίας σειράς συγχορδιών και χρησιμοποιούσε μια γνωστική θεωρία αρμονίας του Bolzano. Ο Holland παραθέτει τις δύο απόψεις του Johnson-Laird(1988) για το μοντέλο διδασκαλίας:

- Για την δημιουργία είναι απαραίτητη κάποια αρχική βασική γνώση
- Για την δημιουργία δεν υπάρχει ακριβής στόχος άλλα κάποιοι περιορισμοί ή κριτήρια που πρέπει να ισχύουν

Οπότε η δημιουργία μπορεί να θεωρηθεί μια επαναληπτική λειτουργία στην οποία τοποθετούνται και ελέγχονται κριτήρια και περιορισμοί. Τοποθετώντας το πρόβλημα στην Μουσική Διδασκαλία και ειδικότερα στην Σύνθεση ο συγγραφέας αναφέρει τριών ειδών περιορισμούς:

- Σε αυτούς που επιβάλλουν ορθή αρμονική δομή
- Σε αυτούς που είναι ριζωμένοι μέσα μας βάσει των ακουσμάτων μας
- Σε αυτούς που καθορίζει ο ίδιος ο εκπαιδευόμενος συνθέτης

Έτσι ο Holland υποστηρίζει ότι ένας ανοιχτός χώρος μάθησης μπορεί να μοντελοποιηθεί με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Διάλεξε ένα στόχο
2. Διάλεξε περιορισμούς

3. Επανέλαβε την παρακάτω διαδικασία:

- ο Εφάρμοσε τους περιορισμούς για να παράγει ένα αποτέλεσμα
- ο Δοκίμασε τα αποτελέσματα
- ο Προσάρμοσε τους περιορισμούς ή τον στόχο έτσι ώστε αυτοί να ικανοποιούνται

Τα βασικά χαρακτηριστικά του MC είναι τα εξής:

- Ένας σχεδιαστής (PLANC) βάσει περιορισμών
- Απεικονίσεις των μουσικών αντικειμένων βάσει περιορισμών
- Αρμονικά Πρωτότυπα (συναρτήσεις βάσει παραμέτρων) για δημιουργία μουσικών παραμέτρων
- Έτοιμα μουσικά κομμάτια (συνδυασμένα με τα πρωτότυπα)
- Περιγραφές διαφόρων μουσικών στυλ και πώς εφαρμόζονται οι περιορισμοί
- Ένας διαδραστικός μικρόκοσμος

Σύμφωνα με τον Holland[3], η ορθότητα ενός μουσικού πλάνο βάσει περιορισμών μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένα Πρόβλημα Ικανοποίησης Περιορισμών (Constraint Satisfaction Problem). Κάθε λύση του προβλήματος αυτού είναι η ανάθεση τιμών σε μεταβλητές οι οποίες τιμές ικανοποιούν τα κριτήρια. Παραπάνω από μία λύσεις είναι πιθανή και έτσι ο σχεδιαστής (PLANC) παράγει διάφορες αποδεκτές τιμές δίνοντας στον εκπαιδευόμενο την δυνατότητα να πειραματιστεί.

Εξάλλου, οι εκπαιδευόμενοι μέσα από το σύστημα έχουν τη δυνατότητα ένα ήδη έτοιμο κομμάτι να το αποσυνθέσουν και μέσα από τα μέρη του να ανασυνθέσουν ένα νέο και όλα αυτά ελέγχοντας και πόσο κοντά είναι σε κάποιο μουσικό στυλ.

Στο MC δεν έχει υλοποιηθεί το μοντέλο μαθητή. Επίσης, δεν είναι ένα ολοκληρωμένο πρακτικό σύστημα αλλά ένα πρωτότυπο, συμβατό όμως με πολλές γνωστές τεχνικές διδασκαλίας και μοντελοποίησης.

2.6.12 Motive(Smith & Holland,1994)

Κατασκευάστηκε για εξάσκηση και ανάλυση πάνω σε μελωδικές γραμμές. Το εργαλείο αυτό βασίζεται πάνω στην θεωρία του Narmour για την μελωδία (1989) η οποία προσπαθεί να προβλέψει πώς ένας ακροατής διαμερίζει μια μελωδία σε συστάδες από «συνεχόμενες» νότες και ποιες νότες θα εκλάβει ως πιο σημαντικές. Έτσι δημιουργούνται ιεραρχικά αναλυτικά δέντρα που αναδρομικά μειώνουν τη μελωδία σε πιο απλές εκδόσεις, βοηθώντας έτσι τους αρχαρίους χρήστες να κατανοήσουν τη δομή μιας μελωδίας.[3]

Οι περιορισμοί του Motive συνίστανται σε αδυναμίες των θεωριών των μελωδιών να αποδεδειχθούν πάντα επαρκείς.

2.6.13 Harmony Space(Holland,1994)

Είναι εργαλείο διεπαφής το οποίο χρησιμοποιείται για τον χειρισμό των αντικειμένων και των σχέσεων όπως αυτά αναπαρίστανται σε ένα σύστημα τριών συντεταγμένων για την τονικότητα σύμφωνα με την θεωρία των Bolzano (1982), Longuet-Higgins(1962) για την αντίληψη της Αρμονίας, ξεφεύγοντας έτσι από την παραδοσιακή σημειολογία της μουσικής.

Με το σύστημα αυτό οι μαθητές μάθαιναν για την αρμονία και την σύνθεση μέσω της διάδρασης με μιας διεπαφής που διαφέρει από το κλασσικό πεντάγραμμα άλλα σύμφωνα με τον Holland[11] μπορεί να αποδειχθεί πιο φιλική σε έναν αρχάριο χρήστη.

2.6.14 Coleridge(Cook)

Το C.O.L.E.R.I.D.G.E. (Composition Learning Environment for Reflection about Intentions and Dialogue Goal 's in Education) είναι ουσιαστικά ένα εργαλείο, σε θεωρητική κυρίως βάση, μοντελοποίησης δραστηριοτήτων υψηλού επιπέδου (όπως ή μουσική σύνθεση) που όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, βασίζεται στην θεωρία της Αντανάκλασης, δηλαδή στην αναζήτηση των συνεπειών που έχει μια πράξη[3]. Μοντελοποιεί τον δάσκαλο στον ρόλο του εκπαιδευτή, τον μαθητή στο ρόλο του εκπαιδευόμενου αλλά ταυτόχρονα και τους δύο στο ρόλο του συνθέτη. Οι ρόλοι έχουν από τέσσερα επίπεδα με το κάθε υψηλότερο να μελετά τις συνέπειες του προηγούμενου του.

2.6.15 Charm(Wiggins,Smail)[4],[14]

Το Charm είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον μουσικής διεπαφής. Ο Wiggins δημιούργησε έναν αφηρημένο τύπο δεδομένων για την αναπαράσταση των ιδιοτήτων μιας νότας παραθέτοντας τα γνωρίσματα που απαιτούνται για την αναπαράσταση Τονικότητας και Χρόνου(όπως προαναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο) καθώς και τι λειτουργίες θα μπορούσαν να επιτελούνται σε αυτά.

Παραδείγματα λειτουργιών:

- Δεδομένων δύο τονικότητων, υπολογισμός του διαστήματος τους
- Δεδομένων μιας τονικότητας και ενός διαστήματος, υπολογισμός της νέας τονικότητας
- Συνένωση(πρόσθεση δύο διαστημάτων)

Οι λειτουργίες αυτές θα μπορούσαν να αποτελούν ασκήσεις για τους μαθητές.

Μια συλλογή από τέτοια αντικείμενα (νότες), χρησιμοποιώντας και επιπλέον γνωρίσματα, είναι ένα μουσικό κομμάτι. Πηγαίνοντας προς το υψηλότερο επίπεδο, οι συγγραφείς ορίζουν σαν Συστατικά (Constituents), ομαδοποιήσεις νοτών (η άλλων Συστατικών). Οι ομαδοποιήσεις αυτές μπορούν να γίνουν με τους εξής τρόπους:

- βρίσκοντας κάποιες κυρίαρχες νότες
- βρίσκοντας νότες με την ίδια διάρκεια
- Νότες τοποθετημένες σε συγκεκριμένα σημεία μιας οκτάβας

Τα Συστατικά αυτά αναπαριστώνται με δύο τρόπους:

1. Ο χρήστης ομαδοποιεί νότες ή άλλα συστατικά βάσει της δικής του υποκειμενικής σημαντικότητας αυτών. Οι νότες αυτές μπορούν να παρουσιαστούν σαν Συμβάντα (Events), τα οποία έχουν σαν παράμετρο τα προαναφερθέντα γνωρίσματα. Π.χ.

```
Event(E1,pitch(),time())
```

Ένα συστατικό είναι μια συλλογή από τέτοια συμβάντα ενός τύπου που οι συγγραφείς ονομάζουν Motif.

2. Ορίζονται κάποιες προδιαγραφές για τις ιδιότητες (γνωρίσματα) που πρέπει να έχουν τα μέλη μιας ομάδας. Ορίζονται κάποιοι κανόνες (π.χ. κατώφλια διαφορετικότητας) σύμφωνα με τα οποία και ένα πρόγραμμα μπορεί να μελετήσει για να αποφασίσει αν κάποιες νότες ή

άλλα συστατικά μπορούν να ομαδοποιηθούν για να δημιουργήσουν ένα άλλο συστατικό. Ένα εύκολο παράδειγμα είναι οι νότες που βρίσκονται σε συγκεκριμένο σημείο μιας οκτάβας, π.χ. στην πέμπτη βαθμίδα

Εφαρμογές των ομαδοποιήσεων αυτών μπορεί να είναι:

- Βάσει ενός Μοτίβου, ανεύρεση παρομοίων
- Μελέτη ενός συγκεκριμένου στυλ μουσικής μέσω των επιτρεπτών λειτουργιών που μπορεί να γίνουν μεταξύ των μοτίβων του ενός κομματιού που θεωρητικά ανήκει σε αυτό
- Έλεγχος αν δύο μοτίβα προέρχονται από την ίδια μετατροπή σε μια μουσική φράση

Ακόμα μεγαλύτερη ανεύρεση και ανάλυση κανόνων μπορεί να γίνει με τη χρήση Μηχανικής Μάθησης. Σαν πιθανή μελλοντική εργασία αλλά και σαν γενικότερη έλλειψη στον τομέα της μουσικής γνώσης σε συνδυασμό με την Τεχνητή Νοημοσύνη, ο Wiggins προτείνει την δημιουργία μιας γλώσσας η οποία θα ήταν προσβάσιμη και από τον συνθέτη και από τον εκτελεστή, αλλά και κατανοητή από τον υπολογιστή.

2.6.16 Σύστημα Πανεπιστημίου Multimedia της Μαλαισίας (Phon Amnuasuk,Wai)[1]

Είναι μια πρόταση ενός συστήματος για την διδασκαλία απλής σύνθεσης τεσσάρων φωνών. Έμφαση δίνεται στα εξής σημεία:

- Αναπαράσταση Γνώσης
- Διάδραση μεταξύ μαθητή-υπολογιστή
- Ανάλυση της απόδοσης του μαθητή

Η συλλογή πληροφοριών για την κατασκευή και τροποποίηση του μοντέλου του μαθητή πραγματοποιείται στην διαδικασία συμπλήρωσης νοτών σε ένα πεντάγραμμα. Οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν με το σύστημα-εκπαιδευτή μέσα από ένα προκαθορισμένο λεξιλόγιο για να ζητήσουν βοήθεια. Δίνεται βάση στην πληροφορία χαμηλότερου επιπέδου, όπως στο κούνημα του ποντικιού ή ακόμα και στο κούνημα του ματιού. Δεν παραβλέπεται βέβαια ότι είναι πιο «ακριβό» και «επίπνο» να αποκτηθεί, όπως και ότι θα περιέχεται μεγάλο ποσοστό άχρηστων δεδομένων.

Όσον αφορά την διεπαφή, οι εκπαιδευόμενοι εισάγουν νότες σε μια σελίδα με πεντάγραμμα. Επίσης μπορούν με ένα ειδικού τύπου προκαθορισμένο λεξιλόγιο να κάνουν διάλογο με το σύστημα. Το γραφικό περιβάλλον είναι γραμμένο σε Java και οι κινήσεις του χρήστη μετατρέπονται σε ορισμούς ελέγχου (control definitions). Οι μαθητές μπορούν να εισάγουν σε ένα κανάλι τις κλασσικές νότες και τα κλασσικά σύμβολα.

Η αναπαράσταση αποτελείται από δύο κύρια συστατικά, το Μουσικό Υλικό (Music Material), που αντιστοιχεί στην αναπαράσταση των κλασσικών μουσικών συμβόλων, και την Διερμηνεία (Interpretation) του Μουσικού Υλικού που αντιστοιχεί σε Πειποιθήσεις (Beliefs) του μοντέλου μαθητή και του μοντέλου καθηγητή

Μια τυπική άσκηση στην διεπαφή είναι η συμπλήρωση των μπάσων νοτών σε ένα ξεχωριστό πεντάγραμμα σε ένα μουσικό κομμάτι.

Τα Μουσικά Γεγονότα (Musical Events) τροφοδοτούν μια ταξινομημένη λίστα η οποία αναπαρίσταται σε μελωδία σε κάποια γλώσσα που έχει οριστεί και περνάει στον μετα-διερμηνευτή της prolog.

Οι τρεις βασικές κατηγορίες ύλης που περιλαμβάνει το σύστημα είναι οι εξής:

1. Βασική Θεωρία της Μουσικής (Νότες, Κλίμακες, Συγχορδίες κ.α.)
2. Κανόνες για την σύνθεση μερών (π.χ. βασικές αρχές αρμονίας)
3. Κανόνες για το είδος μουσικής

Οι συγγραφείς δίνουν δύο διαστάσεις στη διδασκαλία, το Πλάνο Εκπαίδευσης και τη Μέθοδο Διδασκαλίας(βλέπε 2.3.2).

Όσον αφορά την διάγνωση αλλά και την ανατροφοδότηση που δίνεται στον εκπαιδευόμενο, το σύστημα λειτουργεί με έναν αυξητικό τρόπο, αναλόγως αν τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης κατά την εκπλήρωση μιας άσκησης (π.χ. νότες σε μια άσκηση αρμονίας) κρίνονται από το σύστημα ορθά η μη. Στην πρώτη περίπτωση το σύστημα παρεμβαίνει μόνο αν του ζητηθεί ενώ στην δεύτερη θα παρουσιάσει στον μαθητή το λάθος που έκανε και θα επαληθεύσει τί πρόθεση είχε πραγματικά ο μαθητής. Ο τύπος της διάγνωσης όπως και το πόσο γρήγορα πρέπει να δίνεται είναι κάτι που οι συγγραφείς σκόπευαν να μελετήσουν περαιτέρω.

Το μοντέλο γνώσης αναπαρίσταται μέσω συστατικών (Components), με τη χρήση λογικής γλώσσας. Η αναπαράσταση ξεκινάει από βασικές έννοιες όπως η τονικότητα και η διάρκεια. Η τονικότητα αποτελείται από ένα διάνυσμα με 3 στοιχεία:

- την σειρά νότας μέσα στην οκτάβα, η οποία δέχεται τιμές από το σύνολο {1,2,3,4,5,6,7}
- σημείο στίξης (π.χ. #) το οποίο μπορεί να πάρει και την κενή τιμή
- Αριθμό οκτάβας, έναν ακέραιο αριθμό, συνήθως μέχρι το 5

Η χρονική διάρκεια αποτελείται από ένα διάνυσμα δύο ακεραίων :

- Την στιγμή αρχής
- την διάρκεια

Από τις βασικές αυτές έννοιες δομούνται συνθετότερες όπως:

- Νότα: Τονικότητα * Χρονική Διάρκεια
- Γραμμή: Νότα * Νότα * ... * Νότα
- Συγχορδία: Τονικότητα * Τονικότητα * Τονικότητα*...
- Ανάπτυξη Συγχορδιών: Συγχορδία * Συγχορδία* Συγχορδία*...

Ενώ και από τις σύνθετες έννοιες δομούνται ακόμα πιο σύνθετες:

- Δυάδα (Interval): Τονικότητα * Τονικότητα

Τα σημεία που ήθελαν να επικεντρωθούν οι συγγραφείς ήταν αν η διάδραση στο επίπεδο συμπλήρωσης νότας είναι μια φυσική λειτουργία καθώς και αν μπορεί να κατασκευαστεί σύστημα βάσει της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής. Για το πρώτο καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι είναι κατάλληλη για την μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των μαθητών καθώς μπορεί να γίνει εκμετάλλευση της μέγιστης λεπτομέρειας. Επιπλέον, η κατασκευή ενός υπολογιστικού μοντέλου βάσει μιας συμβολικής προσέγγισης βοηθάει στην ρητή αναπαράσταση της γνώσης.

2.6.17 Συστήματα χωρίς εκπαιδευτικό χαρακτήρα

Διαδίκτυα συστήματα συνεύρεσης μουσικών

Τα τελευταία χρόνια έχει εισαχθεί με επιτυχία η διαδικτυακή συνεύρεση μουσικών (On line Jamming). Με την τεχνολογία αυτήν μπορούν οι χρήστες εγκαθιστώντας ειδικό λογισμικό(κάποια open source όπως το NINJAM) και με τη χρήση διαφορετικών μουσικών οργάνων να παίζουν μουσική με άλλους χρήστες που μπορεί να βρίσκονται και σε άλλη ήπειρο. Ένα από τα πρώτα συστήματα που προταθήκαν είναι το Jam2Jam .

Το Jam2Jam[6] σχεδιάστηκε από τον Andrew Brown το 2008 και είναι ένα παράδειγμα διαδραστικού λογισμικού στην μουσική εκπαίδευση. Είναι ένας μικρόκοσμος για αυτοσχεδιασμό χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο-γεννήτρια μουσικής. Ο χρήστης δεν εισάγει νότες, χειρίζεται διακόπτες και παράγει μουσική σε ένα περιβάλλον στο οποίο μπορεί να είναι και με άλλους χρήστες(στον ίδιο φυσικό χώρο ή απομακρυσμένα) , έτσι ώστε το αποτέλεσμα να κόπος είναι ομαδικής δουλειάς, δίνοντας έτσι την ψευδαίσθηση ότι παίζει μουσική με άλλα άτομα, στον ίδιο χώρο. Ο συγγραφέας ονομάζει την διαδικασία αυτή "Network Jamming"

Οι μουσικές εκτελέσεις αποθηκεύονται και μπορούν να αναπαρασταθούν γραφικά σε διάφορες διαστάσεις όπως διάρκεια, ρυθμός, ένταση και να μελετηθούν περαιτέρω. Επίσης, ο χειρισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί με εξωτερικές συσκευές όπως ένας ελεγκτής MIDI ή ένα tablet pc.

Συστήματα παραγωγής μουσικής

Τα συστήματα παραγωγής μουσικής (Music Production Systems, Sequencers, Trackers) επιτρέπουν την δημιουργία μουσικής σε ένα περιβάλλον που χρόνο με το χρόνο γίνεται πιο λειτουργικό, πιο εύχρηστο και με τεράστιες δυνατότητες. Στα αυτά τα συστήματα υπάρχει δυνατότητα απεικόνισης της μουσικής σε πολλές μορφές, χειροκίνητη ή με μουσικό όργανο εισαγωγή και τροποποίηση μιας μουσικής φράσης και φυσικά η ακοή και μελέτη του αποτελέσματος. Ενσωματώνουν σχεδόν όλες τις διαστάσεις της μουσικής θεωρίας, της οργανογνωσίας και μπορούν να κάνουν και αναγνώριση και διόρθωση λαθών(ρυθμικά, μελωδικά). Παραδείγματα γνωστών και ευρέως χρησιμοποιημένων συστήματων είναι τα: Cubase, Logic, Pro Tools.

Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης με εκπαιδευτικές εφαρμογές

Τα συστήματα Loco και Bamberger 's Loco όπως και τα συστήματα βασισμένα σε γλώσσες τεχνητής νοημοσύνης παρόλο που αναφέρθησαν σαν διδακτικά συστήματα απευθύνονται κατά κύριο λόγο σε συνθέτες και αναλυτές και δευτερεύοντα σε εκπαιδευόμενους.

3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

3.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε για την εκπαίδευση σε περιεχόμενο σχετικά με την μουσική. Ο χρήστης εισάγει κάποια στοιχεία για τον εαυτό του όπως η ηλικία και τα χρόνια που έχει σπουδάσει μουσική. Μπορεί να διαβάσει θεωρία από ειδική ενότητα και στη συνέχεια απαντάει σε θεωρητικές και πρακτικές³ ερωτήσεις.

Η βασική ιδέα για το εκπαιδευτικό κομμάτι για την είναι ότι με τις ερωτήσεις και κυρίως με τη βοήθεια που δίνεται στη λάθος απάντηση, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τον τρόπο λάθος απάντησης, ο χρήστης μαθαίνει με ενδιαφέρον.

3.2 Ανάλυση-Μοντελοποίηση Χρήστη και Προσαρμοστικότητα

Μεγάλη σημασία για το είδος των πληροφοριών που χρειάζεται να συλλεχτούν για την μοντελοποίηση του χρήστη καθώς και τον τρόπο που θα χρησιμοποιηθούν αυτές είναι το γνωστικό πεδίο της εφαρμογής. Για να προσαρμοστεί το μοντέλο στις ανάγκες του χρήστη πρέπει να απεικονίζει τις γνώσεις του, τις στόχους του, τις προτιμήσεις του.

3.2.1 Στερεότυπο Χρήστη

Στην εργασία αυτή γίνεται μοντελοποίηση χρήστη σε δύο επίπεδα: Σε επίπεδο γνώσεων και σε επίπεδο ειδικών ικανοτήτων χρήστη, με παράδειγμα την ανάλυση οπτικής και ακουστικής ικανότητας.

Στερεότυπο σε επίπεδο γνώσεων

Στον χώρο της μουσικής εκπαίδευσης για την ένταξη ενός ατόμου σε στερεότυπο θεωρούμε ότι παίζουν ρόλο τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ηλικία

³ Χωρίς τελικά αυτό να υλοποιηθεί

- Προηγούμενες γνώσεις

Ο κάθε χρήστης όταν εισάγεται στο σύστημα δηλώνει την ηλικία του και την προηγούμενη εμπειρία του στην μουσική εκπαίδευση.

Για την αξιολόγηση αυτών των χαρακτηριστικών δημιουργήθηκαν ξεχωριστά μοντέλα παλινδρόμησης(Regression) με βάσει ενδεικτικές τιμές που θεωρήθηκαν ικανοποιητικές. Για την ηλικία έγινε η παραδοχή ότι στα 45 αρχίζει να είναι φθίνουσα και να αποδίδονται χαμηλότερες τιμές. Οι ενδεικτικές τιμές για την ηλικία όρισαν το $m(\text{slope})=0,22$ και το $b(y \text{ intercept})=0,81$. Η συνάρτηση παλινδρόμησης

$$y = mx + b$$

υλοποιήθηκε σε μια διαδικασία της εφαρμογής, δίνοντας όμως αυθαίρετες τιμές σε ηλικίες άνω των 45 έτσι ώστε να υπάρχει μείωση της βαθμολογίας. Οι παράμετροι της συνάρτησης αν και στον παρακάτω κώδικα Sql δίνονται σαν σταθερές, ορίστηκαν σαν παράμετροι της εφαρμογής και μπορούν να μεταβληθούν από τον διαχειριστή του συστήματος.

Ηλικία	Ενδεικτική Τιμή	$y = mx + b$
5	0	1,1
10	3	2,2
15	4	3,3
20	7	4,4
25	7	5,5
30	9	6,6
35	10	7,7
40	10	8,8
45	10	9,9
50	8	11
55	8	12,1
60	7	13,2
65	5	14,3
70	5	15,4
75	4	16,5

Πίνακας 2: Ενδεικτικές Τιμές και Τιμές Παλινδρόμησης-Ηλικία

```
CREATE FUNCTION [dbo].[Fn_Age_Points]
(@US01_Id int)

RETURNS numeric (5,2)
AS
BEGIN

    DECLARE @partialGrade numeric (5,2)
    DECLARE @age int
```



```

DECLARE @m numeric (5,2)
DECLARE @b numeric (5,2)

set @age=(select US01_Age from dbo.US01_Users where
US01_Id=@US01_Id)
set @partialGrade =0
set @m=0.22 /* regression slope */
set @b=0.81 /*regression y intercept */
if (@age is null)
set @partialGrade=0
else
if (@age <=45)
set @partialGrade= (@m*@age)+ @b /*regression formula
y=mx+b*/
else set @partialGrade=
case
when (@age<=50) then 9
when (@age>50) and (@age<=60) then 7
when (@age>60) and (@age<=70) then 5
when (@age>70) then 3
end
set @partialGrade=(@partialGrade /10.71)*10
/*normalization*/
RETURN @partialGrade

END

```

Για τα χρόνια εμπειρίας θεωρήθηκε μονότονη συνάρτηση μέχρι τα δέκα χρόνια και για μεγαλύτερες τιμές δόθηκε η μέγιστη βαθμολογία. Για $b=1,18$ και $m=0,85$:

exp	points/10	y = mx + b
0	0	0
1	2	0,85
2	4	1,7
3	5,5	2,55
4	6,5	3,4
5	7	4,25
6	7,5	5,1
7	8	5,95
8	8,5	6,8
9	9	7,65

10	9,5	8,5
11	10	9,35
12	10	10,2
13	10	11,05
14	10	11,9
15	10	12,75
16	10	13,6
17	10	14,45
18	10	15,3
19	10	16,15
20	10	17

Πίνακας 3: Ενδεικτικές Τιμές και Τιμές Παλινδρόμησης-Ηλικία

```

CREATE FUNCTION [dbo].[Fn_ThExp_Points]
    (@US01_Id int)
RETURNS numeric (5,2)
AS
BEGIN
    DECLARE @exp int
    DECLARE @partialGrade numeric (5,2)
    DECLARE @m numeric (5,2)
    DECLARE @b numeric (5,2)

    set @exp=
        (select      US01_TheoryExperience from
         dbo.US01_Users
         where US01_Id=@US01_Id )
    set @partialGrade =0
    set @m=0.85 /* regression slope */
    set @b=1.18 /*regression y intercept */

    if (@exp <=10)
        set @partialGrade= (@m*@exp)+ @b /*regression formula
y=mx+b*/
    else
    if (@exp is null)
        set @partialGrade=0
    else
        set @partialGrade=10

```

RETURN @partialGrade

END

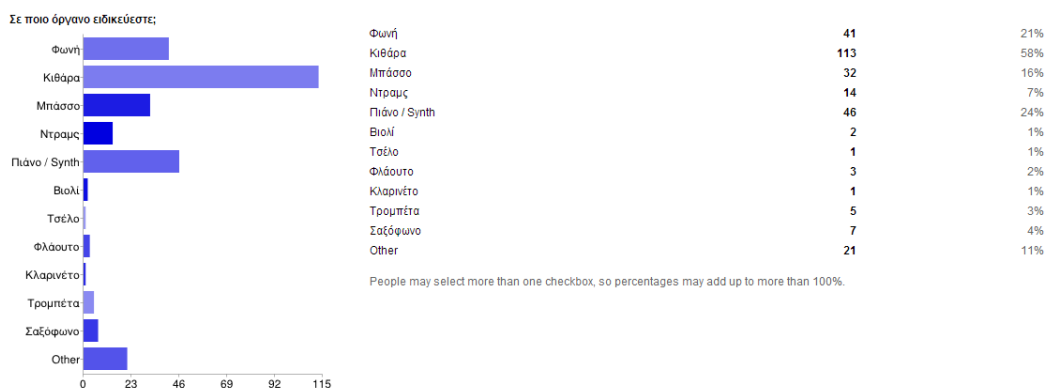
Σtereότυπο σε επίπεδο ικανοτήτων

Βήμα 1: Διεξαγωγή Ερωτηματολογίου

Για την μοντελοποίηση στερεοτύπων δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο μέσω του Google Docs. Σκοπός ήταν η έρευνα για το ποια σταθερά χαρακτηριστικά των χρηστών επηρεάζουν την ικανότητα τους να λειτουργούν με το αυτί τους και αντίστοιχα με οπτικό βοήθημα. Το δείγμα ήταν πλήθους περίπου 200 ατόμων, όλα από τα οποία είχαν κάποια σχέση με τη μουσική. Εκτός από προσωπικές επαφές, το ερωτηματολόγιο κοινοποιήθηκε στα Forum Noiz[21] και MusicHeaven[20].

Σαν σταθερά χαρακτηριστικά ζητήθηκαν τα εξής:

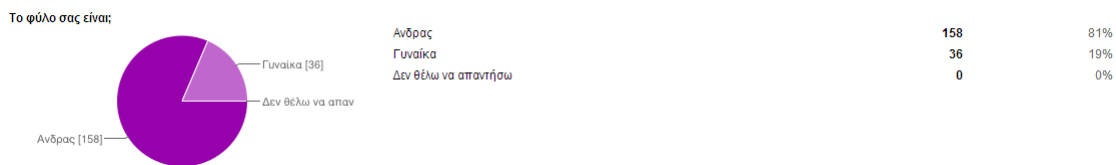
- Μουσικό Όργανο εξειδίκευσης



Εικόνα 1: Συνολικά Στατιστικά Οργάνου Εξειδίκευσης

Η ερώτηση αυτή ήταν πολλαπλής επιλογής, και η κιθάρα ήταν με διαφορά το πιο δημοφιλές όργανο. Μια άλλη πρόσθετη λύση θα ήταν να είχε γίνει ομαδοποίηση ανά οικογένεια και π.χ. στα μουσικά όργανα να υπήρχε η κατηγορία πνευστά, που θα περιλάμβανε το βιολί, την Βιόλα και το Τσέλο

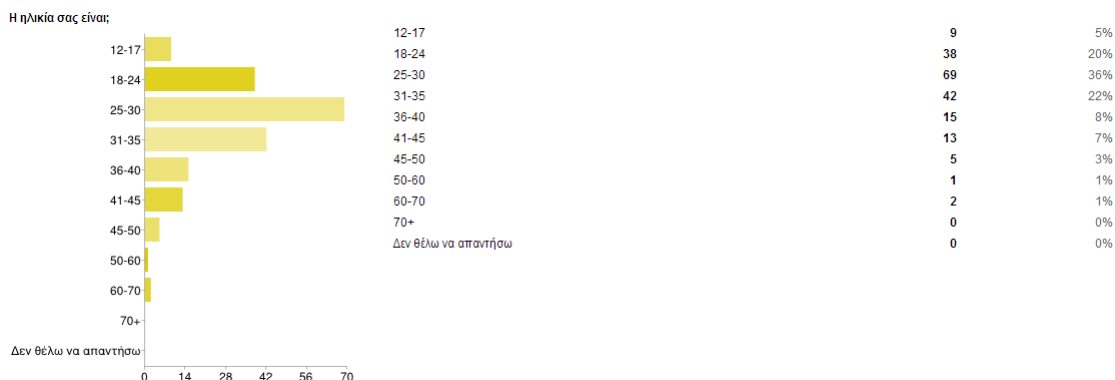
- Φύλο



Εικόνα 2: Συνολικά Στατιστικά Φύλου

Πάνω από 80% των απαντούντων ήταν άντρες.

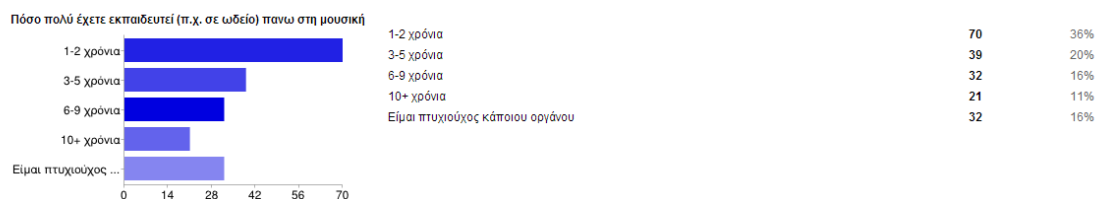
- Ηλικιακή ομάδα



Εικόνα 3: Συνολικά Στατιστικά Ηλικιακών Ομάδων

Το 77% των ερωτηθέντων ήταν μεταξύ 25-45 με την ομάδα 25-30 να είναι η πιο επιλεγμένη

- Χρόνια εκπαίδευσης σε ωδείο (γενικά)



Εικόνα 4: Συνολικά Στατιστικά Χρόνων Εκπαίδευσης σε Ωδείο (γενικά)

Η μεγαλύτερη ομάδα ήταν αυτή με την λιγότερη εκπαίδευση, κάτι που δεν εκπλήσσει, καθότι μεγάλο ποσοστό των μουσικών είναι αυτοδίδακτοι.

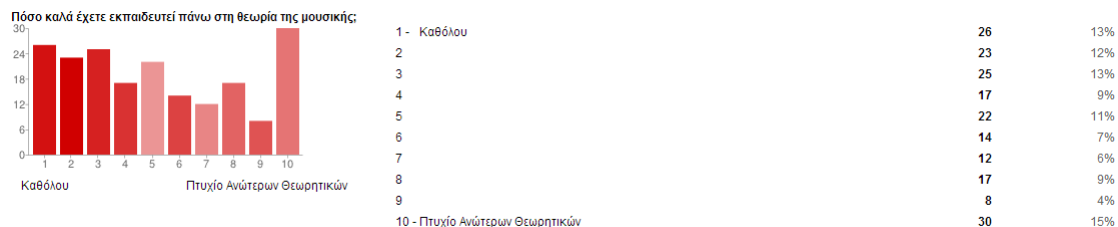
- Είδος εκπαίδευσης



Εικόνα 5: Συνολικά Στατιστικά Είδους Εκπαίδευσης

Παρατηρούμε ότι στους απαντούντες επικρατεί η Μοντέρνα Εκπαίδευση.

- Χρόνια εκπαίδευσης σε Θεωρία Μουσικής



Εικόνα 6: Συνολικά Στατιστικά Χρόνων Εκπαίδευσης σε Μουσική Θεωρία

Εδώ υπάρχει κατανομή μεταξύ 4% και 15% σε όλες τις απαντήσεις με τους πτυχιούχους να είναι στην κορυφή της κλίμακας

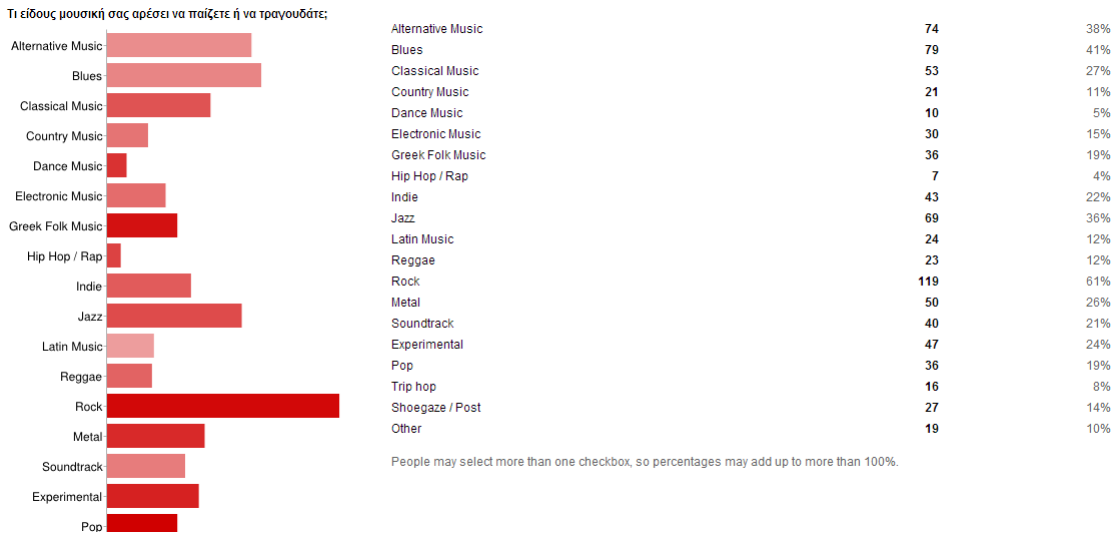
- Συνολικά χρόνια ενασχόλησης με τη μουσική



Εικόνα 7: Συνολικά Στατιστικά Χρόνων Ενασχόλησης με τη Μουσική

Κυρίαρχη τιμή είναι τα 11-15 χρόνια.

- Είδος μουσικής που προτιμούν να εξασκούνται



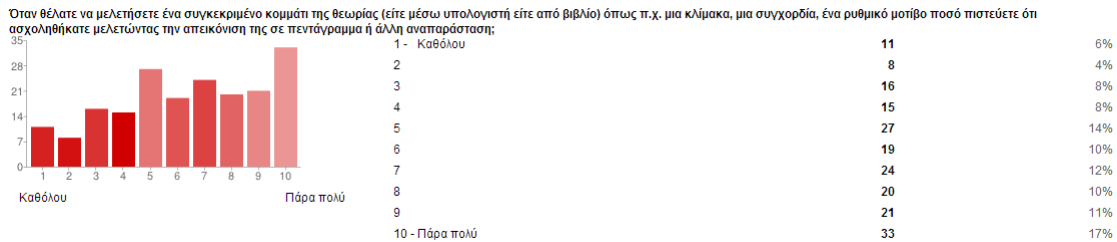
Εικόνα 8: Συνολικά Στατιστικά Ειδών Μουσικής

Και σε αυτό το κριτήριο μιας και είναι πολλαπλής επιλογής θα μπορούσε να είχε γίνει ομαδοποίηση και η Rock μουσική που εδώ εμφανίζεται ξεχωριστά να περιλάμβανε και άλλα σχετικά είδη με αυτήν, όπως π.χ. το Metal.

Επιπλέον ζητήθηκαν 3 δεδομένα τα οποία θεωρείται ότι χαρακτηρίζουν την ικανότητα του ερωτούμενου και χρησιμοποιήθηκαν για την βαθμολόγηση των χρηστών.

Για την οπτική ικανότητα:

- Χρόνος μελέτης της απεικόνισης μιας μουσικής έννοιας κατά την προσπάθεια κατανόησης της



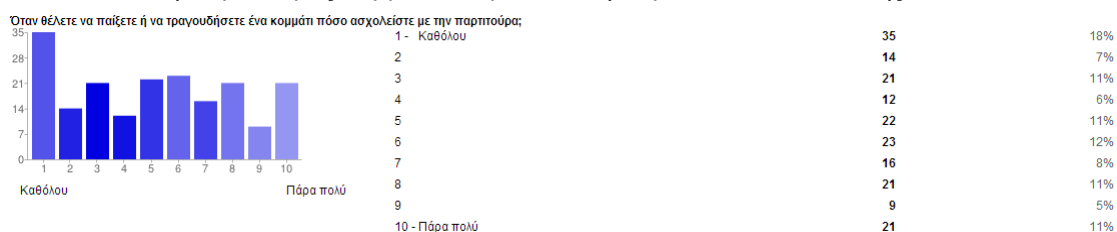
Εικόνα 9: Συνολικά Στατιστικά Χρόνου Μελέτης Απεικόνισης Μουσικής Έννοιας κατά την Προσπάθεια Κατανόησής της

- Ικανότητα κατανόησης νοτών σε πεντάγραμμα



Εικόνα 10: Συνολικά Στατιστικά Κατανόησης Μουσικής Απεικόνισης

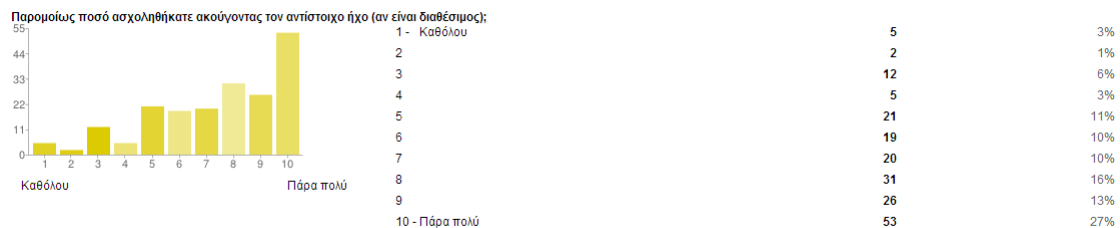
- Μελέτη παρτιτούρας κομματιού πριν από την προσπάθεια εκτέλεσης του



Εικόνα 11: Συνολικά Στατιστικά Χρόνου Μελέτης Παρτιτούρας

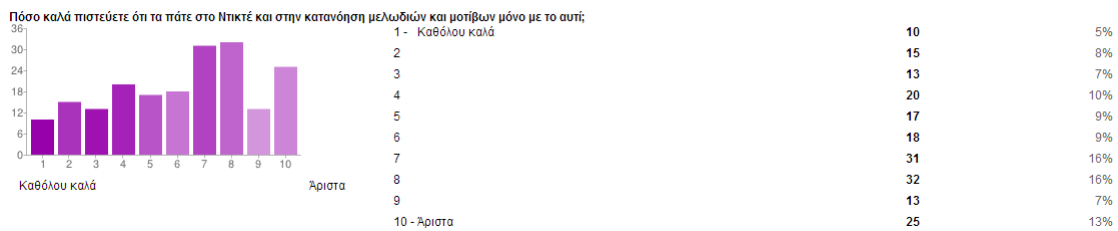
Για την Ακουστική Ικανότητα:

- Χρόνος ακούσματος μιας μουσικής έννοιας κατά την προσπάθεια κατανόησης της



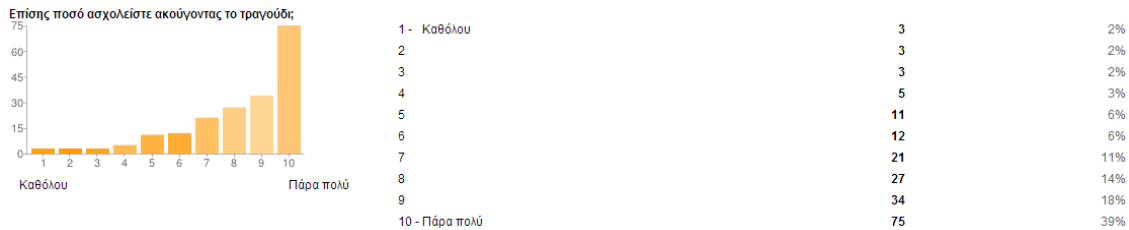
Εικόνα 12: Συνολικά Στατιστικά Χρόνου Ακούσματος Μουσικής Ακολουθίας για Κατανόηση

- Ικανότητα κατανόησης με το αυτί μιας μουσικής ακολουθίας (Ντικτέ)



Εικόνα 13: Συνολικά Στατιστικά Ικανότητας στο Νηκτέ

- Χρόνος ακούσματος κομματιού πριν την προσπάθεια εκτέλεσής του

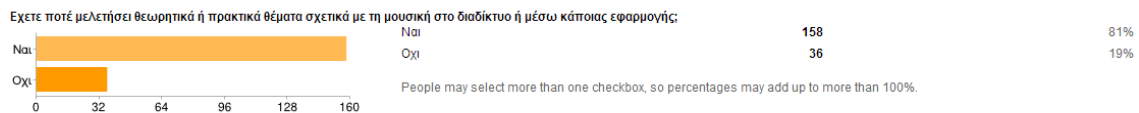


Εικόνα 14: Συνολικά Στατιστικά Χρόνου Ακούσματος Τραγουδιών πριν από την Προσπάθεια Εκτέλεσής των

Οι ερωτήσεις αυτές είναι μια εκτίμηση από τον γράφοντα και σίγουρα δεν είναι οι μόνες που θα μπορούσαν να καθορίσουν (και στον καλύτερο βαθμό) την κλίση του ατόμου για ακουστική ή οπτική ικανότητα. Άλλη ερώτηση θα μπορούσε να είναι π.χ. "Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε παρτιτούρα κατά την εκτέλεση ενός κομματιού σε μια συναυλία".

Επιπλέον τέθηκε άλλη μια ερώτηση, η οποία όμως τελικά χρησιμοποιήθηκε μόνο για στατιστικούς λόγους:

- Έχετε ποτέ μελετήσει θεωρητικά ή πρακτικά θέματα σχετικά με τη μουσική στο διαδίκτυο ή μέσω κάποιας εφαρμογής;



Εικόνα 15 : Συνολικά Στατιστικά Χρήσης Εφαρμογής ή Διαδικτύου για Μελέτη Μουσικής

Βήμα 2: Εξαγωγή Βαθμών

Τα αναλυτικά αποτελέσματα φορτώθηκαν σε έναν πίνακα και μετά την προπαρασκευή, η οποία περιλάμβανε διαγραφή τιμών με πολύ μικρή συχνότητα εμφάνισης, τέθηκαν ερωτήματα από τα οποία θα προκύψει για κάθε χρήστη που εισάγεται στο σύστημα ο βαθμός του ως προς την ικανότητα για κάθε σταθερό στοιχείο που δίνει ξεχωριστά. Αυτό προκύπτει προσθέτοντας τις απαντήσεις των τριών ερωτημάτων που δίνουν τον βαθμό ικανότητας (ή ενασχόλησης) με κάθε ειδικότητα.

Timestamp	SoftwareUse	Instruments	Education_type
2013-02-20 22:42:16.000	Ναι	Φωνή	Κλασσική

2013-02-20 23:16:27.000	Ναι	Κιθάρα, Ντραμς	Μοντέρνα
2013-02-20 23:30:45.000	Όχι	Φωνή	Κλασσική
2013-02-20 23:35:48.000	Ναι	Μπάσσο	Μοντέρνα
2013-02-20 23:52:07.000	Ναι	Φωνή, Κιθάρα, Πιάνο / Synth	Κλασσική
2013-02-21 00:05:37.000	Ναι	Πιάνο / Synth	Κλασσική
2013-02-21 00:21:58.000	Ναι	Πιάνο / Synth	Κλασσική
2013-02-21 00:38:35.000	Ναι	Φωνή, Κιθάρα	Κλασσική
2013-02-21 00:47:05.000	Ναι	Φωνή, Πιάνο / Synth	Κλασσική
2013-02-21 00:51:37.000	Ναι	Φωνή, πολίτικο λαούτο	παραδοσιακή

Πίνακας 4: Δείγμα Πίνακα Ερωτηματολογίου (πεδία 1-4)

V1_ImageSee	A1_SoundHear	V2_NoteRead	TotalTraining	agegroup	Total Music Years
10	3	9	Είμαι πτυχιούχος κάποιου οργάνου	25-30	11-15
2	7	8	1-2 χρόνια	25-30	7-10
8	3	8	6-9 χρόνια	25-30	16-20
7	5	8	3-5 χρόνια	25-30	4-6
5	10	7	10+ χρόνια	41-45	21-30
6	7	7	6-9 χρόνια	31-35	7-10
9	9	10	10+ χρόνια	25-30	21-30
8	6	10	Είμαι πτυχιούχος κάποιου οργάνου	31-35	21-30
6	5	10	Είμαι πτυχιούχος κάποιου οργάνου	25-30	16-20
6	10	10	6-9 χρόνια	25-30	11-15

Πίνακας 5: Δείγμα Πίνακα Ερωτηματολογίου (πεδία 5-10)

Gender	V3_SongScore	A2_SongPlay	A3_Dicte	MusicGenre	TheoryTraining
Γυναίκα	10	10	4	Alternative Music,	8

				Classical Music, Electronic Music, Indie , Soundtrack, Experimental, Pop, Trip hop, Shoegaze / Post	
Ανδρας	4	7	2	Alternative Music, Dance Music, Electronic Music, Indie , Rock, Experimental, Pop, Shoegaze / Post	1
Γυναίκα	3	9	3	Alternative Music, Greek Folk Music, Indie , Rock, Pop	7
Ανδρας	6	7	3	Alternative Music, Rock, Metal, Trip hop	4
Ανδρας	2	10	4	Alternative Music, Blues, Classical Music, Electronic Music, Indie , Jazz, Reggae, Rock, Pop, Trip hop, Shoegaze / Post	4
Ανδρας	4	8	4	Alternative Music, Electronic Music, Rock, Pop, Trip hop, Shoegaze / Post	3
Ανδρας	8	8	10	Classical Music, Greek	10

				Folk Music, Jazz, Rock	
Γυναίκα	9	8	7	Alternative Music, Classical Music, Jazz, Rock, Experimental	10
Γυναίκα	8	10	8	Alternative Music, Blues, Jazz	10
Γυναίκα	5	10	7	Greek Folk Music	6

Πίνακας 6: Δείγμα Πίνακα Ερωτηματολογίου (πεδία 11-16)

Κατόπιν η βαθμολογία συγκρίνεται με κάθε σταθερό στοιχείο ξεχωριστά. Π.χ. στην περίπτωση κριτηρίου «φύλου» το ερώτημα:

```
Select
gender, round(sum(v1_imagesee+v2_noteread+v3_songscore)/
count(*),2) as V,
count(*) as num
from P101_Poll
group by gender
order by V desc
```

όπου :

P101_Poll : ο πίνακας με τις απαντήσεις

Num : ο αριθμός των απαντώντων ανα κριτήριο

v1_imagesee : ο βαθμός (με ελάχιστο το 1 και μέγιστο το 10) που ο εκπαιδευόμενος στην μουσική επικεντρώνεται σε μια εικόνα κατά την εκμάθηση μιας έννοιας

v2_noteread : ο βαθμός (με ελάχιστο το 1 και μέγιστο το 10) που ο εκπαιδευόμενος στην μουσική επικεντρώνεται σε μια εικόνα

v3_songscore : ο βαθμός (με ελάχιστο το 1 και μέγιστο το 10) που ο εκπαιδευόμενος στην μουσική μελετά την παρτιτούρα όταν θέλει να εκτελέσει ένα μουσικό κομμάτι.

V : Βαθμός(με άριστα το 30) Οπτικής Ικανότητας

επιστρέφει το εξής αποτέλεσμα:

gender	V	num
Γυναίκα	22,03	33
Ανδρας	15,97	157

Πίνακας 7: Βαθμός Οπτικής Ικανότητας Βάσει Φύλου

που μας οδηγεί στο συμπέρασμα (αν και το δείγμα των γυναικών είναι πολύ μικρότερο) ότι οι γυναίκες ασχολούνται πολύ περισσότερο με το οπτικό μέρος.

Ενώ το :

```
Select
gender,
round(sum (A1_SoundHear+A2_SongPlay+A3_Dicte) /
count(*),2) as A,
count(*) as num
from P101_Poll
group by gender
order by A desc
```

όπου:

A1_SoundHear: ο βαθμός (με ελάχιστο το 1 και μέγιστο το 10) που ο εκπαιδευόμενος στην μουσική επικεντρώνεται στον ήχο μιας μουσικής έννοιας κατά την εκμάθησή της

A2_SongPlay: ο βαθμός (με ελάχιστο το 1 και μέγιστο το 10) που ο εκπαιδευόμενος ή ερασιτέχνης μουσικός όταν θέλει να εκτελέσει ένα κομμάτι επικεντρώνεται στην αναπαραγωγή του

A3_Dicte: ο βαθμός (με ελάχιστο το 1 και μέγιστο το 10) που ο εκπαιδευόμενος στην μουσική έχει ικανότητα στο Ντικτέ

A : Βαθμός(με άριστα το 30) Ακουστικής Ικανότητας

Επιστρέφει το εξής:

gender	A	num
Γυναίκα	20,36	57
Ανδρας	21,92	133

Πίνακας 8: Βαθμός Ακουστικής Ικανότητας Βάσει φύλου

Τοποθετώντας και τις δύο ικανότητες σε έναν πίνακα βλέπουμε τον συντελεστή που προκύπτει και ο οποίος χρησιμοποιείται για την βαθμολόγηση του χρήστη που έχει δηλώσει το συγκεκριμένο φύλο στο προφίλ του:

Φύλο	Βαθμός	Μέγιστος Βαθμός	Συντελεστής	Ικανότητα
W	22,03	30	0,734	V
M	15,97	30	0,532	V
W	20,36	30	0,679	A
M	21,92	30	0,731	A

Πίνακας 9: Συντελεστές που προκύπτουν βάσει Βαθμού για το κριτήριο "Φύλο" για τις δύο ικανότητες

Στην περίπτωση του κριτηρίου Μουσικό όργανο εξειδίκευσης το αντίστοιχο ερώτημα:

```
select
gu.P104_P103_id,
g.P103_genre,
round(sum(p.v1_imagesee+p.v2_noteread+p.v3_songscore)/
count(*),2) as V,
count(*) as num
from P104_Poll_User_M_Genres gu
inner join P101_Poll p
on gu.P104_P101_timestamp =p.timestamp
inner join P103_Poll_MusicGenres g
on gu.P104_P103_id=g.P103_id
group by gu.P104_P103_id,g.P103_genre
order by V desc
```

όπου:

P103_Poll_MusicGenres : Πίνακας με τα μουσικά είδη

P104_Poll_User_M_Genres : Σχέση πολλά προς πολλά απαντούντων και μουσικών ειδών

timestamp: μοναδικό κλειδί ερωτηματολογίου, η χρονική στιγμή που ο χρήστης απάντησε

επιστρέφει το αποτέλεσμα:

P104_P103_id	P103_genre	V	num
3	Classical Music	21,12	51
11	Latin Music	19,12	25
10	Jazz	19,09	69
8	Hip Hop / Rap	19	6
5	Dance Music	18,4	10
14	Metal	18,36	50
15	Soundtrack	18,23	40
7	Greek Folk Music	17,94	36

18	Trip hop	17,81	16
16	Experimental	16,63	48
13	Rock	16,52	120
1	Alternative Music	16,45	74
6	Electronic Music	16,33	30
19	Shoegaze / Post	16,15	27
12	Reggae	16,04	24
2	Blues	15,99	79
17	Pop	15,67	36
9	Indie	15,21	43
4	Country Music	14,76	21

Πίνακας 10: Βαθμοί και πλήθος εμφάνισης ανά είδος μουσικής για την οπτική ικανότητα

που (αγνοώντας εγγραφές με λίγες εμφανίσεις) δείχνει ότι άτομα που τους αρέσει να παίζουν κλασσική και τζαζ μουσική είναι στην κορυφή της λίστας των οπτικών τύπων, ενώ το ερώτημα:

```
select
gu.P104_P103_id,
g.P103_genre,
round(sum (p.A1_SoundHear+p.A2_SongPlay+p.A3_Dicte) /
count(*),2) as A,count(*) as num
from P104_Poll_User_M_Genres gu
inner join P101_Poll p
on gu.P104_P101_timestamp =p.timestamp
inner join P103_Poll_MusicGenres g
on gu.P104_P103_id=g.P103_id
group by gu.P104_P103_id,g.P103_genre
order by A desc
```

το οποίο επιστρέφει το αποτέλεσμα:

P104_P103_id	P103_genre	A	num
15	Soundtrack	23,77	40
18	Trip hop	23,44	16

5	Dance Music	23,2	10
6	Electronic Music	22,9	30
16	Experimental	22,9	48
11	Latin Music	22,72	25
10	Jazz	22,55	69
9	Indie	22,42	43
14	Metal	22,34	50
4	Country Music	22,33	21
17	Pop	22,11	36
19	Shoegaze / Post	21,89	27
7	Greek Folk Music	21,89	36
12	Reggae	21,88	24
2	Blues	21,78	79
13	Rock	21,63	120
1	Alternative Music	21,54	74
3	Classical Music	21,33	51
8	Hip Hop / Rap	20,83	6

Πίνακας 11: Βαθμοί και πλήθος εμφάνισης ανά είδος μουσικής για την ακουστική ικανότητα

μας δίνει το ανάλογο αποτέλεσμα για την ακουστική ικανότητα

Το κλάσμα του βαθμού / μέγιστος βαθμός(30) φέρνει τον συντελεστή που ζητείται. Δηλαδή αν ένας χρήστης ακούει μόνο Pop μουσική σύμφωνα με τον πίνακα 4 θα έχει κατά

$$15,67/30=0,522$$

την Οπτική Ικανότητα και σύμφωνα με τον πίνακα 5 κατά

$$22,11/30=0,737$$

την Ακουστική.

Αν ο ίδιος χρήστης είναι άντρας τότε βάσει του πίνακα 3 έχει κατά 0,532 την Οπτική ικανότητα και κατά 0,731 την ακουστική. Οπότε αν υποθέσουμε ότι ίσχυαν ισομερώς μόνο τα δύο αυτά κριτήρια ο συγκεκριμένος χρήστης της εφαρμογής που θα είχε δηλώσει αυτά τα δύο στοιχεία στο προφίλ του θα είχε τους εξής βαθμούς:

$$0,5 * 0,522 + 0,5 * 0,532 = 0,527$$

για την οπτική ικανότητα και

$$0,5 * 0,737 + 0,5 * 0,731 = 0,734$$

Σε επόμενη ενότητα παρουσιάζεται πλήρες παράδειγμα για έναν χρήστη του συστήματος με χρήση όλων των κριτηρίων του Στερεοτύπου.

3.2.2 Τροποποίηση μοντέλου βάσει χρήσης της εφαρμογής

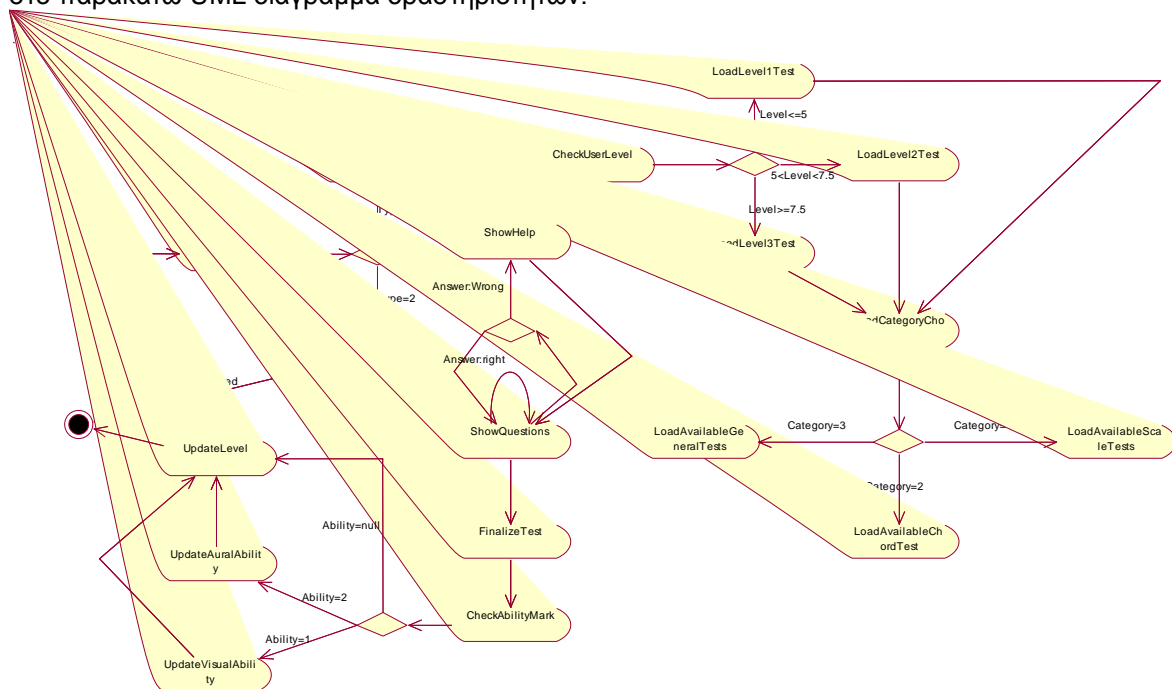
Η τροποποίηση του μοντέλου γίνεται μέσω δύο δραστηριοτήτων των χρηστών:

1. Επίλυση Ασκήσεων
2. Μελέτη Θεωρίας

Οι ασκήσεις χωρίζονται σε τρία επίπεδα δυσκολίας.

- Novice (1)
- Intermediate (2)
- Advanced (3)

Τα διαγωνίσματα (Tests) έχουν και αυτά αντίστοιχο επίπεδο δυσκολίας. Στον χρήστη γίνονται διαθέσιμα μόνο αυτά που αντιστοιχούν στο δικό του επίπεδο. Η όλη διαδικασία φαίνεται στο παρακάτω UML διάγραμμα δραστηριοτήτων:



Εικόνα 16: Διάγραμμα Δραστηριοτήτων Διαγωνισμάτων

Το επίπεδο του χρήστη διαμορφώνεται από τρία αντικείμενα:

- Ηλικία (*0,1)
- Εμπειρία (*0,22)
- Βαθμοί στα Τεστ (*0,68)

όπου η αριθμοί στην παρένθεση αναφέρονται στα βάρη που έχουν δοθεί στον κάθε χαρακτηριστικό του χρήστη, το οποίο είναι προσεγγιστικό και υποκειμενικό. Για αυτό το λόγο έχουν οριστεί παραμετρικά και μπορεί ο διαχειριστής να τα μεταβάλει και να προβεί και σε πιθανή ανάλυση ευαισθησίας⁴.

Η λογική είναι ότι δεν αρκεί να είσαι καλός στα τεστ, τα οποία έχουν και μια δόση τύχης, πρέπει να συμβαδίζει το επίπεδο σου και με τα χρόνια εκπαίδευσης. Το επίπεδο του χρήστη είναι από το 0 έως το 10 και η αντιστοιχία με τις τρεις κλάσεις είναι ως εξής:

```
if (UserLevel <= 5)
{
    QuestionsLevel = QuestionLevel.Novice;
}
else if (UserLevel <= 7.5)
{
    QuestionsLevel = QuestionLevel.Intermediate;
}
else
{
    QuestionsLevel = QuestionLevel.Advanced;
}
```

Το επίπεδο του χρήστη διαμορφώνεται από δύο χαρακτηριστικά που έχουν οριστεί με μικρό βάρος και με τις επιδόσεις του χρήστη στα διαγωνίσματα, που αντιστοιχούν στην χρήση του συστήματος.

Επιπλέον τα διαγωνίσματα συνδέονται με ειδικές έννοιες που σχετίζονται με τη μουσική όπως οι παρακάτω:

```
(1, 'Visual'),
(2, 'Aural'),
(3, 'Metric'),
(4, 'Performer'),
```

⁴ Χωρίς να έχει δημιουργηθεί κάποια ειδική αναφορά

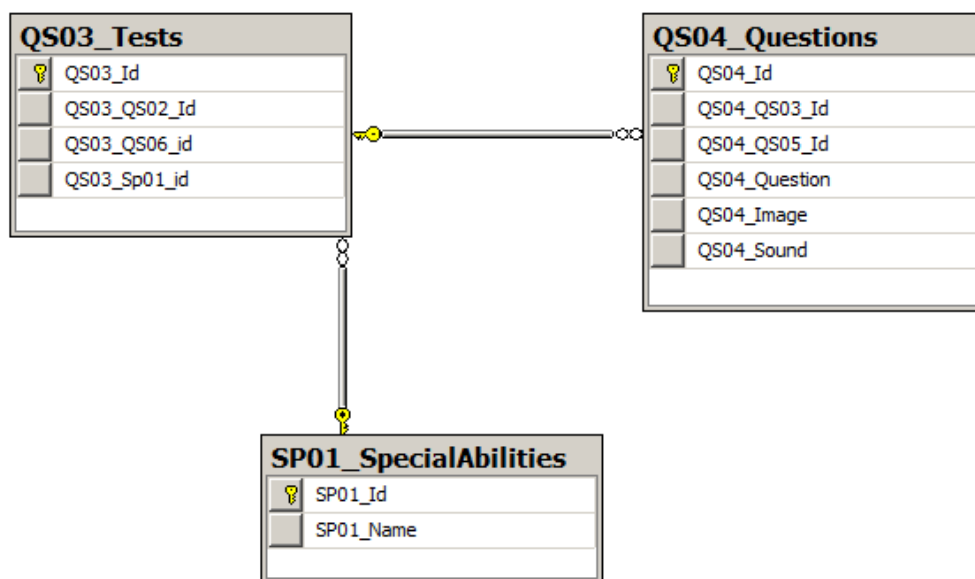
```

(5, 'Theoretical'),
(6, 'Musicologist'),
(7, 'Music Producer'),
(8, 'Composer')

```

Για παράδειγμα μια ερώτηση που αναφέρεται σε αναγνώριση τονικού διαστήματος από το άκουσμα του θα είχε την ετικέτα «Aural», η ανάλογη ερώτηση στην οποία το τονικό διάστημα θα έπρεπε να αναγνωρισθεί μέσα από την παρτιτούρα θα είχε την ετικέτα «Visual» ενώ μια ερώτηση η οποία θα επικεντρωνόταν σε χρονικά διαστήματα θα είχε την ετικέτα «Metric». Μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα σύμφωνα με τα οποία βάσει των απαντήσεων του χρήστη (αλλά και τα στοιχεία που δόθηκαν κατά την εγγραφή του χρήστη στο σύστημα) ο χρήστης θα αποκτά και θα ενημερώνει το επίπεδό του σε διάφορες ειδικές ικανότητες. Όσο απαντά σωστά δεν βελτιώνεται μόνο η γενική βαθμολογία αλλά και η επιμέρους ανά ικανότητα. Ο χρήστης θα μπορεί να επιλέγει πόσο γνώση θα θέλει να αποκομίσει από κάθε ειδική ικανότητα. Αν δεν φτάσει το σύστημα θα τον προτρέψει να συνεχίσει αλλιώς θα τον οδηγήσει σε άλλες ικανότητες.

Στην εργασία αυτή ο συσχετισμός έγινε σε επίπεδο διαγωνισμάτων, δηλαδή συνόλου ερωτήσεων, και μόνο για τις δύο πρώτες ικανότητες, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εικόνα 17: Διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων Ερωτήσεων, Διαγωνισμάτων, Ικανοτήτων

Οι έννοιες «Οπτικός» και «Ακουστικός» τύπος στην μουσική θα μπορούσαν να οριστούν από τα έξης χαρακτηριστικά:

Οπτικός:

- Παίζει καλύτερα διαβάζοντας παρτιτούρες
- Αναγνωρίζει καλύτερα μια παρτιτούρα η ταμπλατούρα (άρα απαντά καλύτερα σε ερωτήσεις που περιλαμβάνουν εικόνες παρτιτούρας). Επιπλέον, θα απαντά πιο γρήγορα και θα επιλέγει πιο γρήγορα τη σωστή απάντηση
- Θα διαβάσει την θεωρία πιο πολύ ώρα καθώς είναι πιο αναγκαίο για αυτόν να την κατέχει, ενώ είναι πιθανό να δει (μεγεθύνει κάποιες εικόνες)
- Είναι πιο πιθανόν να είναι καλός στη θεωρία

Ακουστικός

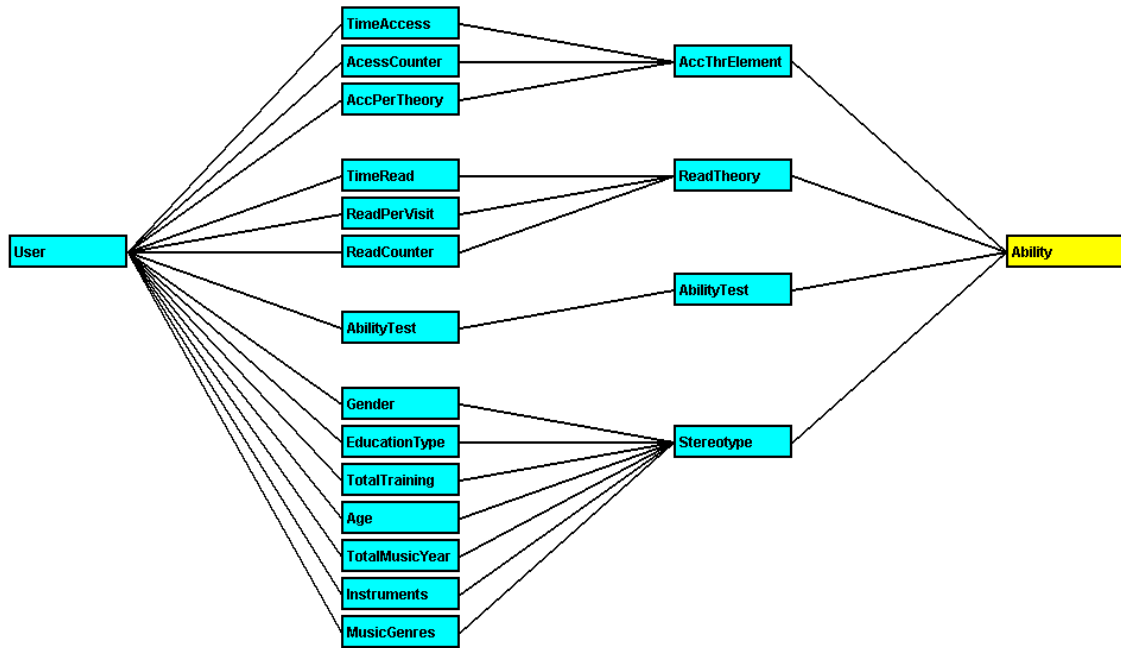
- Είναι πιο εύκολο να παίζει εξ ακοής
- Θα προσπαθήσει στην θεωρία να επικεντρωθεί σε ότι έχει ήχο(θα πατήσει πιο πολλά play σε κάποιον ήχο)

Στο συγκεκριμένο μοντέλο δημιουργήθηκαν οι εξής τύποι δοσοληψιών με το σύστημα:

- Μελέτη εικόνας, που αντιστοιχεί στη μεγέθυνση της εικόνας της θεωρίας
- Άκουσμα Ήχου, που αντιστοιχεί στη αναπαραγωγή ήχου που προσφέρει η θεωρία
- Διάβασμα θεωρίας, σε χρόνο, επαναλήψεις και παραλλαγές

3.2.3 Δέντρο Ικανοτήτων

Για τον υπολογισμό των βαθμών Ικανοτήτων δημιουργήθηκε, σαν μοντέλο μέσω του Web-Hygre και μετά προγραμματιστικά, ένα Δένδρο Αξιών. Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα κριτήρια, με διάφορα υποκριτήρια το καθένα, ίδια για κάθε ικανότητα.



Εικόνα 18: Δένδρο Ικανοτήτων Χρήστη

Κριτήριο 1: Προσπέλαση Αντικειμένων (Θεωρία)

Αφορά την προσπέλαση Εικόνων και Ήχων στις σελίδες της Θεωρίας, δηλαδή στις αναπαραγωγές των αντικειμένων που είτε μεγθύνουν την εικόνα, είτε σε αυτές των αντίστοιχων ήχων. Το σκεπτικό είναι ότι ο μαθητής που καταλαβαίνει καλύτερα τη σημειολογία της μουσικής θα την αναζητήσει περισσότερο, ενώ ο μαθητής που λειτουργεί πιο πολύ με το αυτί θα αναζητήσει πιο πολύ τον ήχο. Η πρώτη ενέργεια επιδρά στο μοντέλο της Οπτικής Ικανότητας και το δεύτερο σε αυτό της Ακουστικής.

Το κριτήριο αυτό διαχωρίζεται τρία υποκριτήρια-στόχους:

- Τον συνολικό χρόνο που ο χρήστης διανύει προσπελάζοντας το αντικείμενο (At)-TimeAccess
- Των Αριθμό των Προσπελάσεων (Ac)-Access Counter
- Τον αριθμό των προσπελάσεων ανά επίσκεψη στη σελίδα (AtPrT)-AccPerTheory

Τα δύο τελευταία κριτήρια μπορούν να ισχύσουν μόνο αν υπάρχουν αρκετά δεδομένα καθώς συγκρίνονται με την μέγιστη τιμή. Π.χ. Αν ο Χρήστης Α έχει At=600 Seconds και ο Χρήστης Β 500 Seconds για την προσπέλαση αντικειμένων Ήχου και υποθέτοντας ότι μόνο αυτοί υπάρχουν καταχωρημένοι στο σύστημα θα βαθμολογηθούν ως εξής για την Ακουστική Ικανότητα:

$$A: (600/600) * 10 = 10$$

$$B: (500/600) * 10 = 8,3$$

Ο Διαχειριστής έχει την δυνατότητα να μειώσει, αυξήσει ή να μηδενίσει το βάρος ενός κριτηρίου αν κρίνει αλλιώς την σημασία του.

Κριτήριο 2: Διάβασμα Θεωρίας

Ο ακουστικός τύπος είναι λιγότερο πιθανό να διαβάσει θεωρία⁵ από τον Οπτικό. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί με το γεγονός ότι η θεωρία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την απεικόνιση της μουσικής,

Η ανάλυση γίνεται την ώρα της εισόδου στις 3 φόρμες θεωρίας. Το σύστημα μετράει τις εισόδους και την διάρκεια διαβάσματος και υπολογίζει τρία μέτρα, τα οποία συγκρίνονται, όπως με κάποια από προηγούμενα υποκριτήρια, με την μεγαλύτερη τιμή για να υπολογιστεί ο συντελεστής.:

- Συνολική διάρκεια διαβάσματος (Rt)-TimeRead
- Χρόνος Ανά Σελίδα (RtpV)-ReadPerVisit
- Συνολικές σελίδες διαβάσματος (Rc)-ReadCounter

Το κριτήριο αυτό μπορεί να θεωρηθεί «ουδέτερο». Μπορεί επίσης όμως να θεωρηθεί ότι ο οπτικός τύπος διαβάζει πιο πολύ θεωρία. Για αυτό το λόγο ενεργοποιήθηκε ένας συντελεστής Vb ο οποίος προσαυξάνει τον βαθμό της οπτικής ικανότητας και ο οποίος μπορεί να μεταβληθεί από τον διαχειριστή του συστήματος.

Κριτήριο 3: Καλή απόδοση σε ασκήσεις-ερωτήσεις σχετικές με την δεξιότητα

Ο Χρήστης βαθμολογείται στην συγκεκριμένη δεξιότητα αν η ερώτηση ανήκει σε διαγώνισμα που είναι σχετικό με αυτήν. Όσο αυξάνει το επίπεδο δυσκολίας που έχει η ερώτηση ο χρήστης τόσο αυξάνεται και ο βαθμός που παίρνει η ερώτηση π.χ. 0,7 για το χαμηλό, 0,85 για το μεσαίο, 1,0 για το μεγάλο.

Επιπλέον θα μπορούσε να υπάρχει ένας συντελεστής σχετικότητας της ερώτησης ως προς την δεξιότητα έτσι ώστε να μην έχουν όλες οι (σχετικές) ερωτήσεις την ίδια βαρύτητα.

Καθώς επίσης λαμβάνεται υπόψη στην απλή βαθμολόγηση (ανεξαρτήτως δεξιότητας) θα μπορούσε να επηρεάζει τον βαθμό ο αριθμός των λανθασμένων απαντήσεων πριν την τελική επιλογή της ορθής απάντησης.

Κριτήριο 4: Στερεότυπο Χρήστη

Για τη δημιουργία Στερεοτύπου Χρήστη όσον αφορά τις δύο αυτές ικανότητες μπορούν να εξεταστούν οι εξής παράγοντες , όπως δόθηκαν και στο ερωτηματολόγιο που αναλύθηκε σε προηγούμενη παράγραφο:

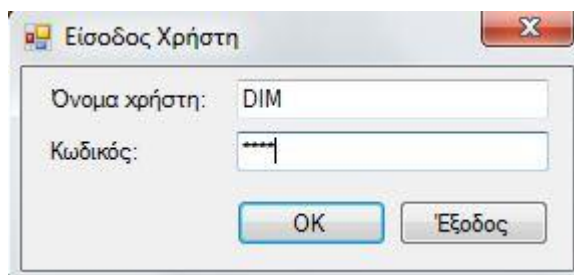
- Το φύλο του- (Gender)
- Το είδος εκπαίδευσης που έχει λάβει (π.χ. κλασική εκπαίδευση)- (EducationType)
- Τα χρόνια που έχει εκπαιδευτεί- (TotalTraining)
- Η ηλικία (Age)
- Τα συνολικά χρόνια ενασχόλησης του με μουσική -(TotalMusicYears)
- Το όργανο(α) που παίζει -(Instruments)
- Τα είδη της μουσικής που ασχολείται (κλασική, παραδοσιακή, Ροκ κτλ)-(MusicGenres)

⁵ Δεν προέκυψε από την βιβλιογραφία άλλα είναι πεποίθηση του γράφοντα. Στο συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί από τον διαχειριστή να εκμηδενιστεί η σημαντικότητά του

Τα κριτήρια αυτά επιλέχθηκαν όχι αποκλειστικά για την πληρότητα τους και αλλά λαμβάνοντας υπόψη και την δυνατότητα μοντελοποίησης τους στο σύστημα.

3.2.4 Εγχειρίδιο Απλού Χρήστη και Διαχειριστή

Ο χρήστης αφού ζητάει από τον διαχειριστή να του καταχωρήσει κάνει είσοδο στο σύστημα, χρησιμοποιώντας όνομα χρήστη και κωδικό



Εικόνα 19: Είσοδος Χρήστη

Υπάρχοντες Χρήστες:

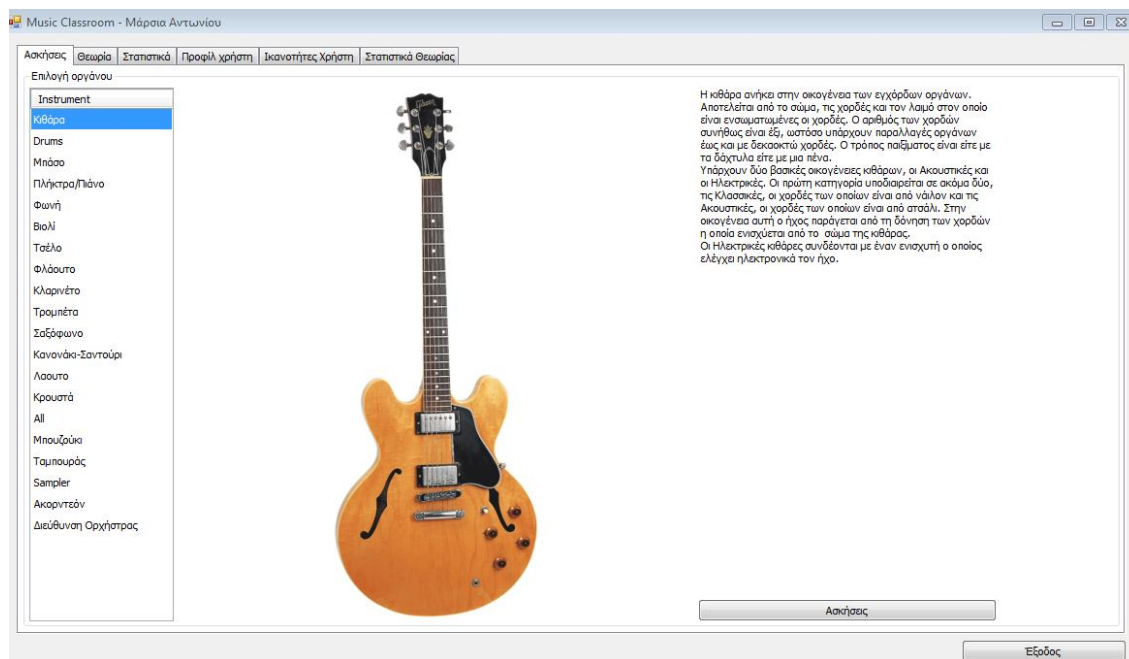
US01_UserName	US01_Password	lvl
admin	1234	1
jim	123	3
DIM	1234	2
marcy	moo	2
vag	vag	2
milt	1234	1
test	test	1

Πίνακας 12: Υπάρχοντες Χρήστες Συστήματος

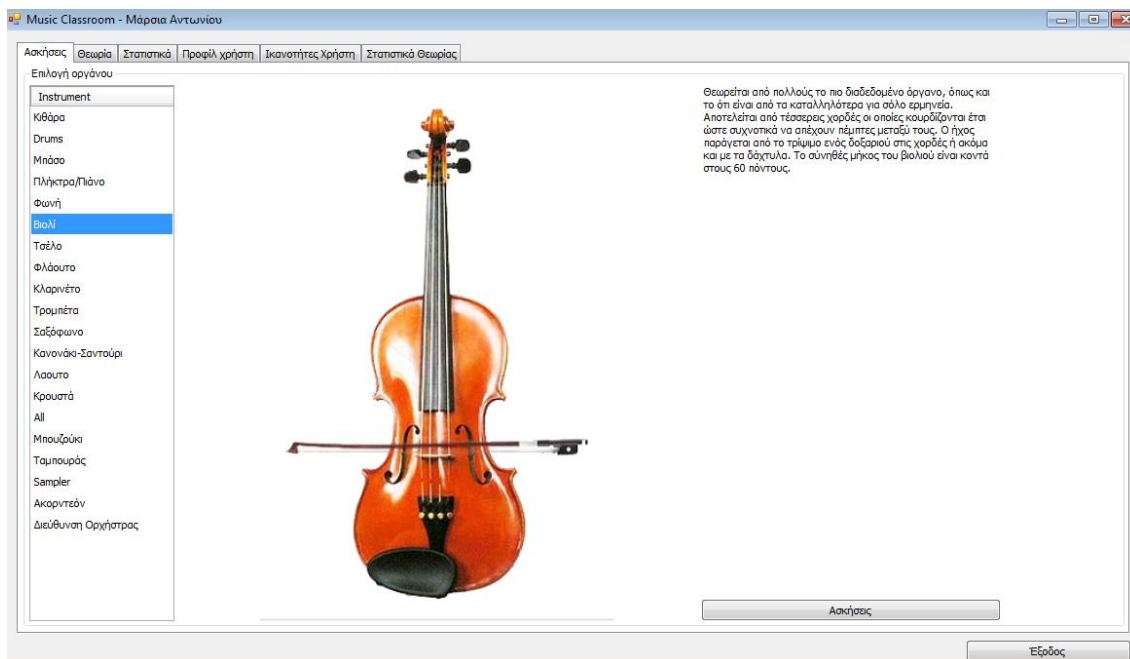
Κατόπιν εισάγεται στην κεντρική φόρμα της εφαρμογής. Η φόρμα αυτή αποτελείται από 6 υποφόρμες τις:

- Ασκήσεις
- Θεωρία
- Στατιστικά
- Προφίλ Χρήστη
- Ικανότητες Χρήστη
- Στατιστικά Θεωρίας

Στην υποφόρμα **Ασκήσεις**, εκτός από το να αρχίσει τα διαγωνίσματα, ο χρήστης βλέπει πληροφορίες για τα κυριότερα όργανα που χρησιμοποιούνται σε ένα συγκρότημα. Επιλέγοντας το αντίστοιχο εμφανίζονται πληροφορίες και η φωτογραφία του οργάνου.

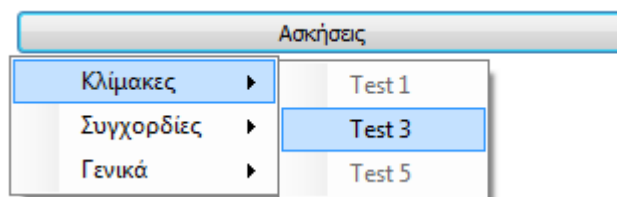


Εικόνα 20: Όργανα-Κεντρική Φόρμα



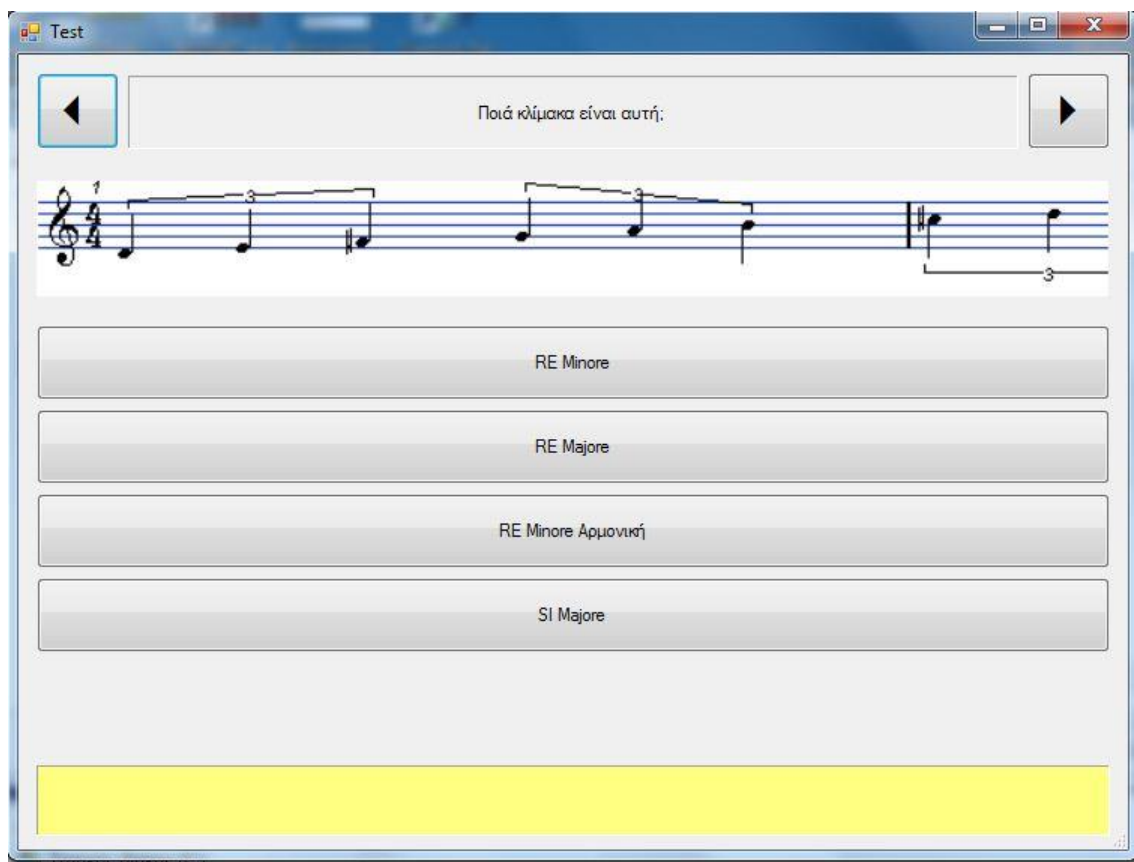
Εικόνα 21: Όργανα-Βιολί

Το κουμπί των Ασκήσεων βρίσκεται κάτω δεξιά. Ο χρήστης επιλέγει κατηγορία και ανάλογα με το επίπεδο του εμφανίζονται τα διαθέσιμα διαγωνίσματα.



Εικόνα 22: Επιλογή Κατηγορίας Διαγωνίσματος

Κατόπιν του εμφανίζονται στην οθόνη οι ερωτήσεις του διαγωνίσματος. Οι ερωτήσεις εκτός από κείμενο μπορούν να έχουν εικόνα και ήχο



Εικόνα 23: Ερώτηση

Αν η απάντηση είναι λανθασμένη τότε εμφανίζεται κάτω συμβουλή για να σκεφτεί ο χρήστης αφενός γιατί έκανε λάθος, αφετέρου να διαλέξει την απάντηση από τις εναπομείναντες επιλογές. Βέβαια, αν απαντήσει σωστά με την δεύτερη και μετά προσπάθεια δεν παίρνει όλους τους πόντους της ερώτησης, με κάθε λάθος απάντηση ο βαθμός διαιρείται με το δύο. Δηλαδή:

- Αν απαντήσει σωστά με την πρώτη παίρνει όλον το βαθμό
- Γενικότερα ο βαθμός με άριστα την μονάδα για κάθε ερώτηση βγαίνει από τον τύπο:

$$\Delta A / (\Lambda A * 2) / \Delta A$$

όπου ΔΑ= Διαθέσιμες Απαντήσεις

ΛΑ= Λανθασμένες Απαντήσεις

Για παράδειγμα αν οι διαθέσιμες απαντήσεις είναι 3 και ο χρήστης απαντήσει σωστά με την δεύτερη τότε η Λάθος Προσπάθεια του είναι μία και άρα παίρνει:

$$\frac{3}{(1*2)}$$

3

Άρα 0,5

αν οι διαθέσιμες απαντήσεις είναι 4 και ο χρήστης απαντήσει σωστά με την τρίτη τότε οι Λάθος Προσπάθειές του είναι δύο και άρα παίρνει:

$$\frac{4}{(2*2)}$$

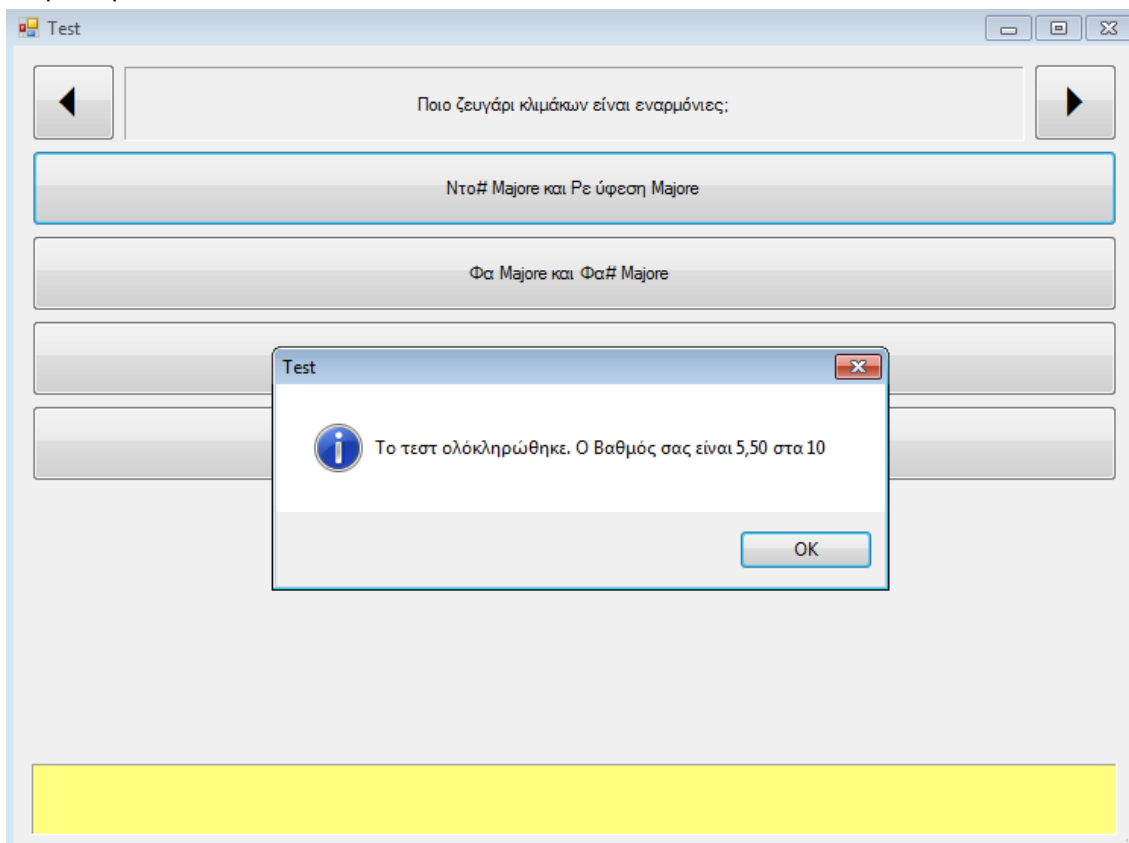
4

Άρα 0,25

Εικόνα 24: Βοήθεια σε Ερώτηση μετά από Λανθασμένη Απάντηση

Αν ο χρήστης επιθυμεί να προσπεράσει την απάντηση για την ώρα τότε μπορεί να την προσπεράσει πατώντας το βελάκι πάνω δεξιά.

Όταν ολοκληρωθεί το τεστ τότε ο χρήστης βλέπει την βαθμολογία του και αφού πατήσει OK μεταφέρεται αυτόματα στη φόρμα στατιστικών όπου μπορεί να δει τις επιδόσεις του σε όλα τα διαγωνίσματα.



Εικόνα 25: Ολοκλήρωση Τεστ και εμφάνιση Βαθμολογίας

Music Classroom - Μάρσα Αντωνίου							
Ασκήσεις Θεωρία Στατιστικά Προφίλ χρήστη Ικανότητες Χρήστη Στατιστικά Θεωρίας							
	α/α	Τύπος	Κατηγορία	Επίπεδο	Βαθμός	Ημερομηνία	Ικανότητα
▶	1	θεωρία	Συγχορδίες	3	3,00	26/9/2011	
	2	θεωρία	Συγχορδίες	3	3,00	26/9/2011	
	3	θεωρία	Συγχορδίες	3	3,00	26/9/2011	
	4	θεωρία	Συγχορδίες	1	10,00	1/10/2011 5:04 μμ	
	5	θεωρία	Γενικά	2	7,00	16/4/2013	Οπτική
	6	θεωρία	Γενικά	2	6,00	16/4/2013	Ακουστική
	7	θεωρία	Κλίμακες	2	5,50	6/10/2013 10:4...	

Εικόνα 26: Εμφάνιση Συνόλου Διαγωνισμάτων Χρήστη

Η επόμενη υποφόρμα είναι η φόρμα της **Θεωρίας**. Εκεί υπάρχουν ακόμα τρεις υποφόρμες που αντιστοιχούν στα θέματα της θεωρίας που μπορεί να μελετήσει ο χρήστης:

Music Classroom - Μάρσα Αντωνίου

Ασκήσεις | **Θεωρία** | Στατιστικά | Προφίλ χρήστη | Ικανότητες Χρήστη | Στατιστικά Θεωρίας

Γενικά | **Γενικά(2)** | Κλίμακες | Κλίμακες(2) | Συγχορδίες | Συγχορδίες(2)

Εισαγωγή-Νότες

Οι μουσικοί φθόγγοι είναι επτά:

Ελληνική Γραφή	Ντο	Ρε	Μι	Φα	Σολ	Λα	Σι
Ιταλική Γραφή	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
Αγγλική Γραφή	C	D	E	F	G	A	B

Ένας μουσικός φθόγγος έχει πέντε χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

- Ένταση (amplitude) - δύναμη, ένταση του ήχου
- Οξύτητα (pitch) : συχνότητα του μουσικού ακούσματος, πόσο ψηλή ή χαμηλή είναι
- Χροιά ή χρώμασμα: (tone) η διάκριση ενός ακούσματος, η ποιότητά του

Σημεία μουσικής γραφής:

1. Φθονγόσημα ή νότες
Αναπαριστούν το τονικό ύψος και τη χρονική διάρκεια του ήχου. Για την χρονική διάρκεια υπάρχουν τα εξής σύμβολα:

•Ολίγκληρο	•Μισό	•Τέταρτο	•Ογδοο	•Δέκατο Έκτο
------------	-------	----------	--------	--------------

Συνοχίζοντας να Προσθέτουμε γραμμές σχηματίζουμε και τις υπόλοιπες υποδιαιρέσεις, όπως Τριακοστό Δεύτερο και Εξηκοστό Τέταρτο

2. Κλειδιά ή Γνώμονες
Βρίσκονται στην αρχή του πενταγράμμου και προσδιορίζα κατά πρώτον το ύψος και κατά δεύτερον την ονομασία του μουσικού φθόγγου. Υπάρχουν 3 βασικά κλειδιά και με κάποιες παραλλαγές τους φτάνουν τα 9. Τα 3 βασικά είναι τα εξής:

•κλειδί του Σολ δεύτερης γραμμής (treble clef)		Είναι το πιο διαδεδομένο, χρησιμοποιούνταν αρχικά για τα υψηλότερα μέρη και λιγότερο και κλειδί του Βολιού
•κλειδί του Φα τέταρτης γραμμής (bass clef)		Χρησιμοποιείται για τις πιο χαμηλές νότες
•κλειδί του Ντο τρίτης γραμμής (alto clef)		Χρησιμοποιείται για την ψηλή περιοχή σε κάποια πνευστά και έγχορδα

Εξόδος

Εικόνα 27: Φόρμα Γενικής Θεωρίας


Music Classroom - administrator


Ασκήσεις Θεωρία Στατιστικά Προφίλ χρήστη Ικανότητες Χρήστη Διαχείριση

Γενικά Γενικά(2) Κλίμακες Κλίμακες(2) Συγχορδίες Συγχορδίες(2)

Αυξημένες Συγχορδίες

Στις αυξημένες συγχορδίες το διάστημα μεταξύ πρώτης και τρίτης είναι δύο τόνοι (μεγάλο) και το διάστημα μεταξύ τρίτης και πέμπτης δύο τόνοι (μεγάλο)


Εικόνα Faug: 


Έχος Faug: 

Στην παραπάνω εικόνα έχουμε την συγχορδία Fa μειζονα αυξημένη η οποία αποτελείται όπως βλέπουμε από τις νότες Fa, La και Nτο#. Μεταξύ Fa και La υπάρχουν δύο ηχητικά διαστήματα τόνων (Fa-Σολ και Σολ-La) και μεταξύ La και Nτο# άλλα δύο (La-Σι και Σι Nτο#)

Ελαττωμένες Συγχορδίες

Στις ελαττωμένες συγχορδίες το διάστημα μεταξύ πρώτης και τρίτης είναι τόνος και ημιτόνιο (μικρό) και το διάστημα μεταξύ τρίτης και πέμπτης τόνος και ημιτόνιο (μικρό)

Εικόνα Bdim: 

Έχος Bdim: 

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε την Si ελάσσονα ελαττωμένη η οποία αποτελείται από τις νότες Si, Re και Fa. Μεταξύ Si και Re υπάρχει ένα ημιτόνιο (Si-Nτο) και ένας τόνος (Nτο-Re) και μεταξύ Re και Fa ένας τόνος (Re-Mι) και ένα ημιτόνιο (Μι-Fa)

Καταστάσεις Συγχορδιών

Οι συγχορδίες βρίσκονται σε διάφορες καταστάσεις, οι οποίες αντιστοιχούν στην σειρά που εμφανίζονται οι φθόγγοι, κατά αύξουσα σειρά η τροποποιημένη σειρά

- Σε Ευθεία Κατάσταση ή θέση βρίσκεται η συγχορδία που σαν χαμηλότερη νότα έχει τη βασική της

Έξοδος


Εικόνα 28: Φόρμα Θεωρίας Συγχορδιών


Music Classroom - administrator

Ασκήσεις Θεωρία Στατιστικά Προφίλ χρήστη Ικανότητες Χρήστη Διαχείριση

Γενικά Γενικά(2) Κλίμακες Κλίμακες(2) Συγχορδίες Συγχορδίες(2)

Η πιο απλή(χωρίς οπλισμό) μεζόνα κλίμακα είναι η Ντο Μείζονα η οποία αποτελείται από τα εξής διαστήματα:

Εικόνα: 


Ήχος: 


Ντο-Ρε	Τόνος
Ρε-Μι	Τόνος
Μι-Φα	Ημιτόνιο
Φα-Σολ	Τόνος
Σολ-Λα	Τόνος
Λα-Σι	Τόνος
Σι-Ντο	Ημιτόνιο

Ελάσσονες Κλίμακες

Δομή ελάσσονος κλίμακας: T-H-T-T-H-T-T

Η πιο απλή Ελάσσονα κλίμακα είναι η Λα Ελάσσονα η οποία αποτελείται από τα εξής διαστήματα:

Εικόνα: 

Ήχος: 

Λα-Σι	Τόνος
Σι-Ντο	Ημιτόνιο
Ντο-Ρε	Τόνος
Ρε-Μι	Τόνος
Μι-Φα	Ημιτόνιο
Φα-Σολ	Τόνος
Σολ-Λα	Τόνος

Οι κλίμακες που δεν έχουν σημεία αλλοιώσεως (διέσεις, υφέσεις) όπως η ντο μεζών και η λα ελάσσονα λέγονται φυσικές

Ενας άλλος διαχωρισμός, που ισχύει όμως μονό στις ελάσσονες κλίμακες είναι σε Μελωδικές και Αρμονικές.

Οι Ελάσσονες Αρμονικές κατασκευάζονται αν η έβδομη βαθμίδα αυξηθεί κατά ένα ημιτόνιο. Έχουν ένα πιο λυπημένο άκουσμα σε σχέση με τις μεζόνες.

Δομή ελάσσονος Αρμονικής: T-H-T-T-H-TR-H
όπου TR=Τριημιτόνιο=3 ημιτόνια

Σχέσεις Κλιμάκων

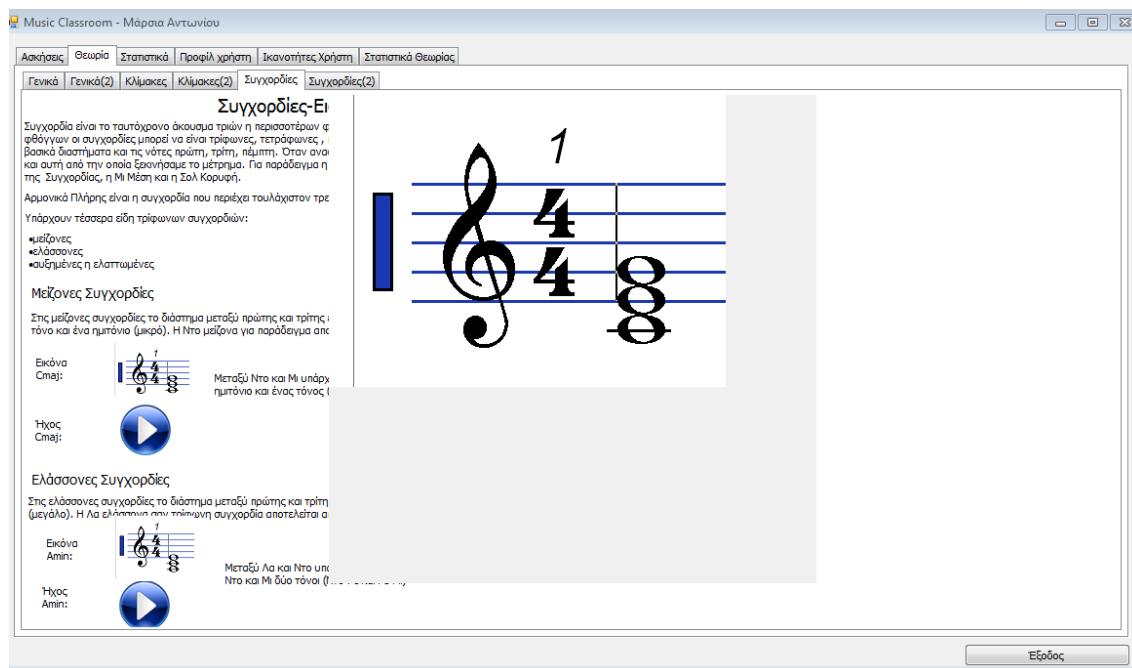
Σχετικές λέγονται οι κλίμακες(μια μεζόνα και μια ελάσσονα) που έχουν τον ίδιο οπλισμό. Για να βρούμε την σχετική ελάσσονα μιας μεζόνος αρκεί να κατέβουμε ένα διάστημα 3ης μικρής δηλαδή 3 ημιτόνια. Για παράδειγμα η σχετική της Ντο μεζόνος είναι η Λα ελάσσονα, η σχετική της Ρε μεζόν είναι η Σι ελάσσονα κ.ο.κ.

Ελασσονες κλίμακες που αντιστοιχούν σε ελάσσονες κλίμακες με οπλισμό: Ντο # μεζόνα Ρε Λα ελάσσονα

Εξοδος

Εικόνα 29: Φόρμα Θεωρίας Κλιμάκων

Κάποιες εικόνες της θεωρίας μεγεθύνονται, ενώ υπάρχουν και κουμπιά για την αναπαραγωγή ήχου. Όπως εξηγείται σε παραπάνω κεφάλαιο υπάρχει καταγραφή και χρήση των συμβάντων αυτών για τον υπολογισμό του βαθμού Ειδικών Ικανοτήτων.



Εικόνα 30: Θεωρία - Μεγέθυνση εικόνας

Οι άλλες δύο φόρμες είναι τα **Στατιστικά**, όπου όπως είπαμε ο χρήστης μπορεί να δει το ιστορικό του στα διαγωνίσματα,

Music Classroom - Μάρια Αντωνίου

Ασκήσεις | Θεωρία | Στατιστικά | Προφίλ χρήστη | Ικανότητες Χρήστη | Στατιστικά Θεωρίας

α/α	Τύπος	Κατηγορία	Επίπεδο	Βαθμός	Ημερομηνία	Ικανότητα
1	Θεωρία	Συγχορδίες	3	3,00	26/9/2011	
2	Θεωρία	Συγχορδίες	3	3,00	26/9/2011	
3	Θεωρία	Συγχορδίες	3	3,00	26/9/2011	
4	Θεωρία	Συγχορδίες	1	10,00	1/10/2011 5:04 μμ	
5	Θεωρία	Γενικά	2	7,00	16/4/2013	Οπτική
6	Θεωρία	Γενικά	2	6,00	16/4/2013	Ακουστική
7	Θεωρία	Κλίμακας	2	5,50	6/10/2013 10:4...	

Εξοδος

Εικόνα 31: Στατιστικά

και το **Προφίλ Χρήστη** όπου ο χρήστης μπορεί να δει τα στοιχεία του αλλά και να δει το συνολικό βαθμό που έχει φτάσει και να ξέρει αν είναι κοντά σε αλλαγή επιπέδου.

The screenshot shows a web application window titled "Music Classroom - Μάρια Αντωνίου". The interface includes a navigation menu with tabs: "Ασκήσεις", "Θεωρία", "Στατιστικά", "Προφίλ χρήστη", "Ικανότητες Χρήστη", and "Στατιστικά Θεωρίας". The "Προφίλ χρήστη" tab is active, displaying a form for user information. The form fields are as follows:

- Όνομα Χρήστη: marcy
- Κωδικός: ***
- Επαλ. Κωδικού: [Empty]
- Όνομα: Μάρια
- Επίθετο: Αντωνίου
- Ηλικία: 31
- Εμπειρία: [Progress bar]
- Επίπεδο: 5,92
- Φύλο: Είναι Γυναίκα
- Είδος Εκπαίδευσης: Κλασική
- Συνολική Εκπαίδευση: Είμαι πινακίσχος κάποιου οργάνου
- Συνολικά Χρόνια Ενασχόλησης: [Progress bar]

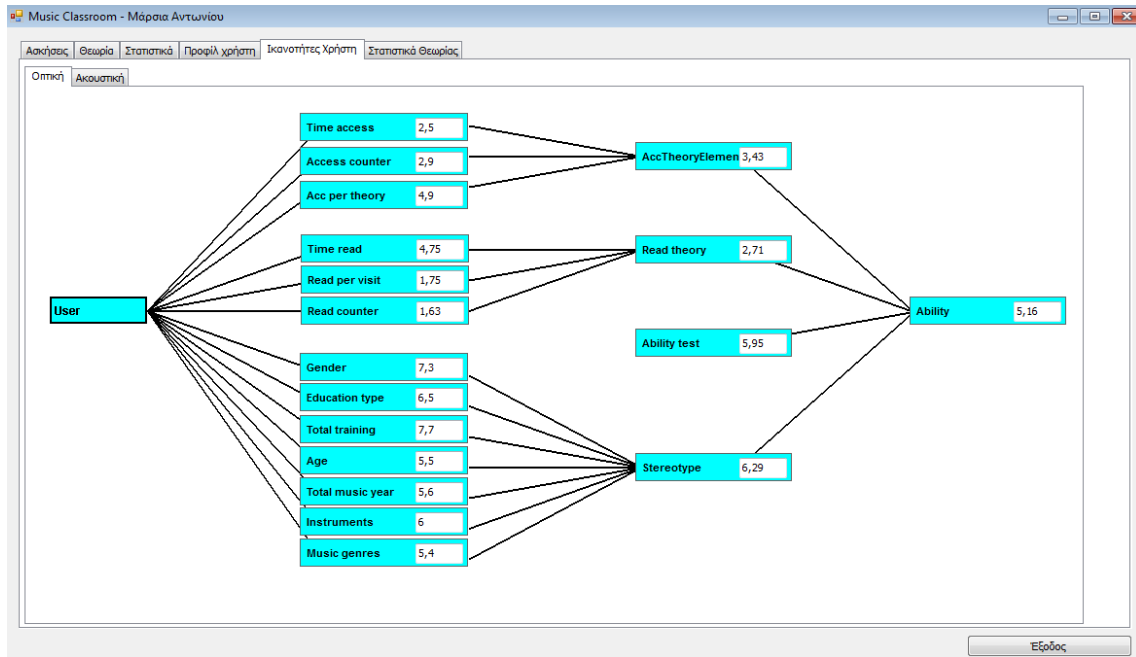
At the bottom, there are two panels for "Μουσικά Όργανα" and "Μουσικά Είδη".

- Μουσικά Όργανα:** Πλήκτρα/Πιάνο
- Μουσικά Είδη:** Alternative Music, Indie

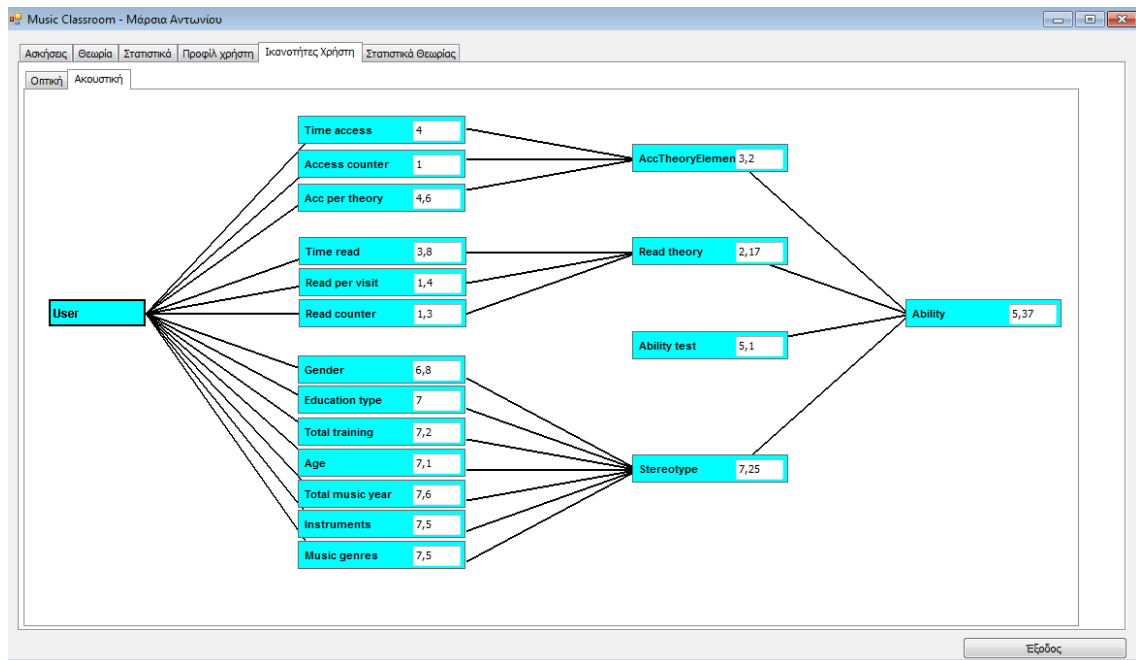
An "Εξόδος" button is located at the bottom right of the form.

Εικόνα 32: Φόρμα στοιχείων χρήστη

Στις δύο υποφόρμες της φόρμας **Ικανότητες Χρήστη** ο χρήστης βλέπει τους βαθμούς του στο Δέντρο Ειδικών Ικανοτήτων.



Εικόνα 33: Δέντρο Ικανοτήτων Χρήστη-Οπτική Ικανότητα



Εικόνα 34: Δέντρο Ικανοτήτων Χρήστη-Ακουστική Ικανότητα

A/A	A/A Χρήστη	Κατηγορία	Έναρξη	Λήξη
5	3	Συγχορδίες	2/4/2013 4:00:02 μμ	2/4/2013 4:02:00 μμ
14	3	Συγχορδίες	13/5/2013 12:00:00 πμ	13/5/2013 12:00:30 πμ
21	3	Γενικά	26/9/2013 11:45:37 μμ	26/9/2013 11:45:41 μμ
22	3	Κλίμακες	26/9/2013 11:45:41 μμ	26/9/2013 11:45:50 μμ
28	3	Γενικά	27/9/2013 1:42:39 πμ	27/9/2013 1:42:40 πμ
72	3	Γενικά	2/10/2013 9:08:20 μμ	2/10/2013 9:08:31 μμ
75	3	Γενικά	6/10/2013 10:31:25 πμ	6/10/2013 10:32:50 πμ
76	3	Κλίμακες	6/10/2013 10:32:50 πμ	6/10/2013 10:35:07 πμ
77	3	Συγχορδίες	6/10/2013 10:35:07 πμ	6/10/2013 10:37:48 πμ

A/A	A/A Θεωρίας	Ικανότητα	Έναρξη	Λήξη
31	77	Οπτική	6/10/2013 10:35:59 πμ	6/10/2013 10:36:45 πμ
32	77	Ακουστική	6/10/2013 10:37:39 πμ	6/10/2013 10:37:44 πμ

Εικόνα 35: Στατιστικά Θεωρίας

Στην υποφόρμα αυτήν φαίνεται η καταγραφή των επισκέψεων του χρήστη στις θεωρίες. Στο πάνω μέρος παρουσιάζονται οι ενάρξεις και λήξεις ανά ενότητα και σε κάθε εγγραφή αντιστοιχεί καμία, μία ή πολλές προσπελάσεις αντικειμένων, οι οποίες παρουσιάζονται στο κάτω μέρος της οθόνης. Για την προσπέλαση των εικόνων υπολογίζεται ο χρόνος από την στιγμή που ο χρήστης μεγεθύνει την εικόνα μέχρι να την κλείσει ενώ για την αναπαραγωγή ήχων ο χρόνος προσπέλασης θεωρείται πέντε δευτερόλεπτα.

Στην περίπτωση που ο χρήστης έχει δικαιώματα διαχειριστή τότε στην κεντρική φόρμα είναι ορατή μια ακόμα υποφόρμα η "Διαχείριση" όπου μπορεί να γίνει διαχείριση των Χρηστών, των Διαγωνισμάτων⁶ και λοιπών παραμέτρων, όπως οι διάφορες σταθερές και οι ειδικές ικανότητες.

⁶ Η λειτουργία δεν είναι ολοκληρωμένη και χρησιμοποιείται κυρίως για την εισαγωγή εικόνας και ήχου στις ήδη υπάρχοντες ερωτήσεις

Music Classroom - administrator

Ασκήσεις Θεωρία Στατιστικά Προφίλ χρήστη Ικανότητες Χρήστη Διαγείριση Στατιστικά Θεωρίας

Χρήστες Tests Ειδικές Ικανότητες Παραμετροί Δέντρο

A/A	Παράμετρος	Περιγραφή	Ομάδα	Τιμή
1	Fn_Age_Pts_Rgr_sl	Function Age Points Regression Slope (m)	Fn_Age_Points	0,22000
2	Fn_Age_Pts_Rgr_Intrc	Function Age Points Regression Intercept (m)	Fn_Age_Points	0,81000
3	Fn_Age_Pts_Norm_F	Function Age Points Regression Normalization Factor	Fn_Age_Points	10,71000
4	Fn_Th_Exp_Rgr_sl	Function Theory Experience Regression Slope (m)	Fn_ThExp_Points	0,85000
5	Fn_Th_Exp_Rgr_Intrc	Function Theory Experience Regression Intercept (m)	Fn_ThExp_Points	1,18000
6	Usp_Calc_level_Th_F	Store Procedure Calculate Level Theory Factor	Usp_Calculate_Level	0,22000
7	Usp_Calc_level_Age_F	Store Procedure Calculate Level Age Factor	Usp_Calculate_Level	0,10000
8	Usp_Calc_Adj_F	Store Procedure Calculate Level Adjustment Factor	Usp_Calculate_Level	0,68000
9	Usp_V_Opt_1_F	Store Procedure See Theory Images Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,25000
10	Usp_V_Opt_2_F	Store Procedure Read Theory Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,15000
11	Usp_V_Opt_3_F	Store Procedure Visual Questions Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,50000
12	Usp_V_Opt_4_F	Store Procedure Visual Sterotype Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,10000
13	Usp_A_1_F	Store Procedure Acoustic Play Theory Sounds Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,25000
14	Usp_A_2_F	Store Procedure Acoustic Read Theory Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,10000
15	Usp_A_3_F	Store Procedure Acoustic Questions Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,50000
16	Usp_A_4_F	Store Procedure Acoustic Sterotype Factor	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,15000
17	Usp_A_V_1_F	Read Theory Factor V Bonus	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	1,25000
18	Usp_A_V_2_F	Access Object Over Theory Read Threshold	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	0,25000

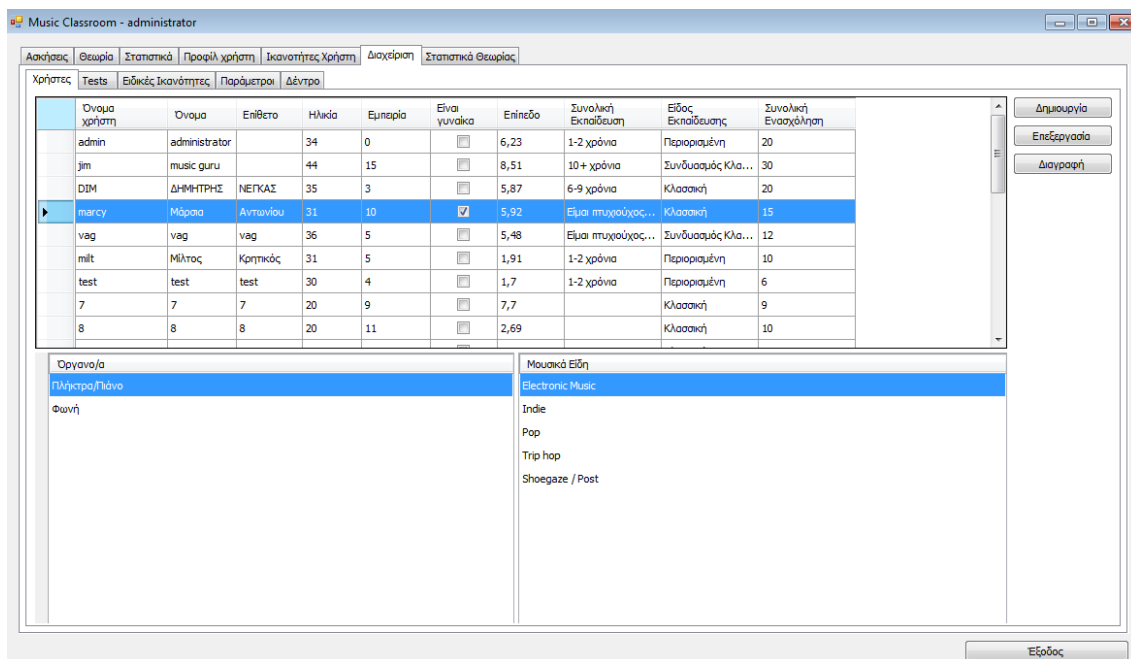
Εξοδος

Εικόνα 36: Φόρμα Ειδικών Παραμέτρων

Στην φόρμα ειδικών παραμέτρων ο διαχειριστής βλέπει και μπορεί να μεταβάλει παραμέτρους όπως:

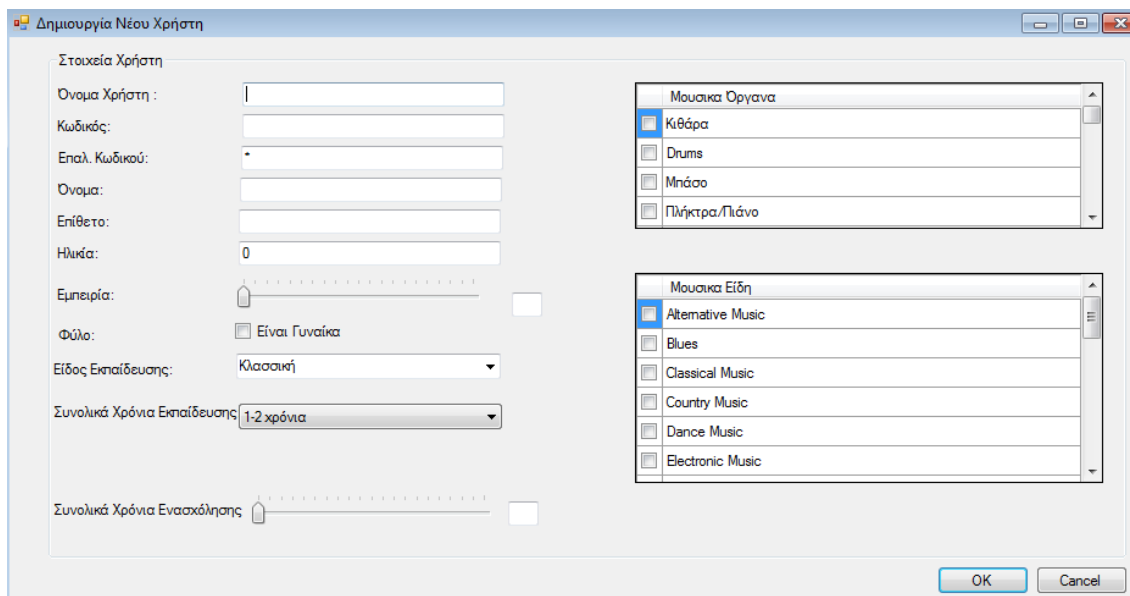
Μεταβλητές συναρτήσεων Παλινδρόμησης

- Βάρη Υπολογισμού Επιπέδου
- Bonus Κριτηρίου Διαβάσματος Θεωρίας
- Βοηθητικές Παράμετροι



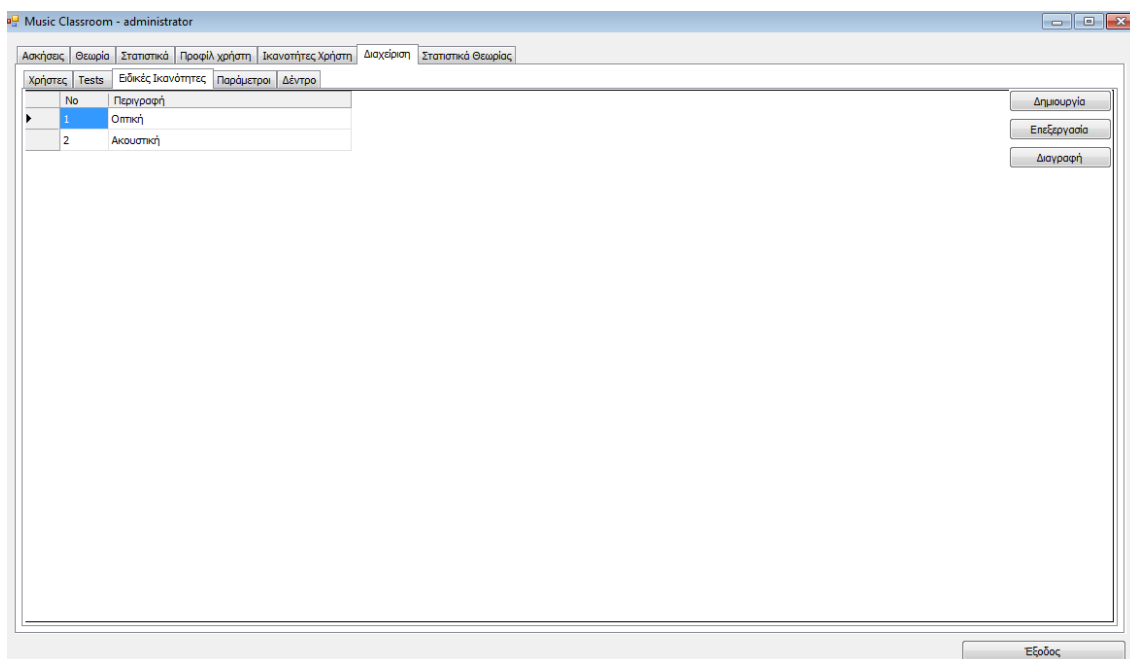
Εικόνα 37: Διαχείριση Χρηστών

Στην παραπάνω υποφόρμα προβάλλονται και διαχειρίζονται τα στοιχεία των χρηστών.



Εικόνα 38: Δημιουργία Νέου Χρήστη

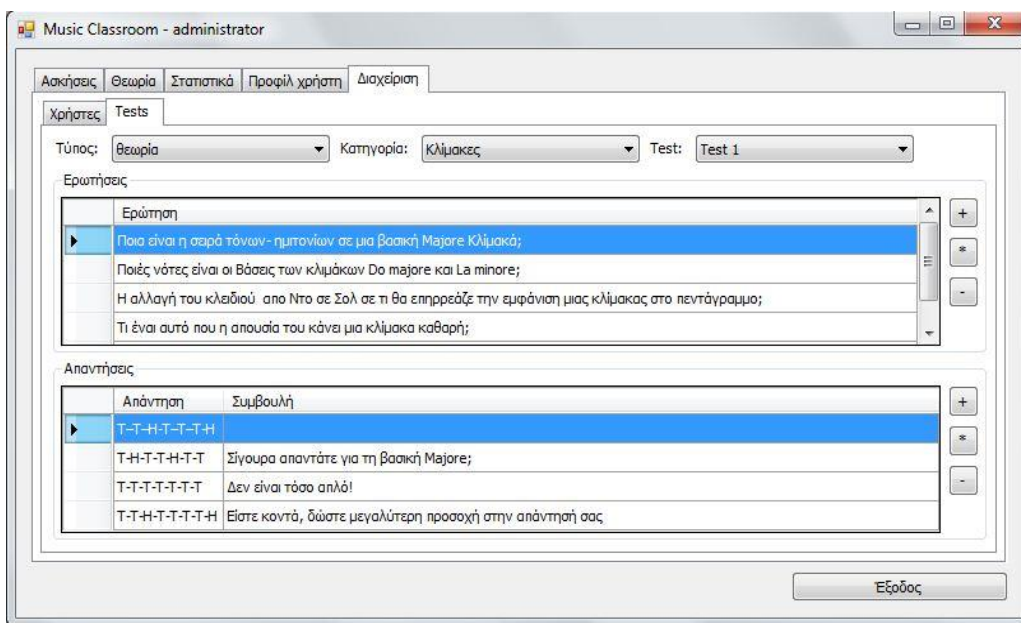
Πατώντας το κουμπί «Δημιουργία» εμφανίζεται η Φόρμα Δημιουργίας Χρήστη όπου ο διαχειριστής εισάγει τα σταθερά στοιχεία του χρήστη.



Εικόνα 39: Φόρμα Ειδικών Ικανοτήτων

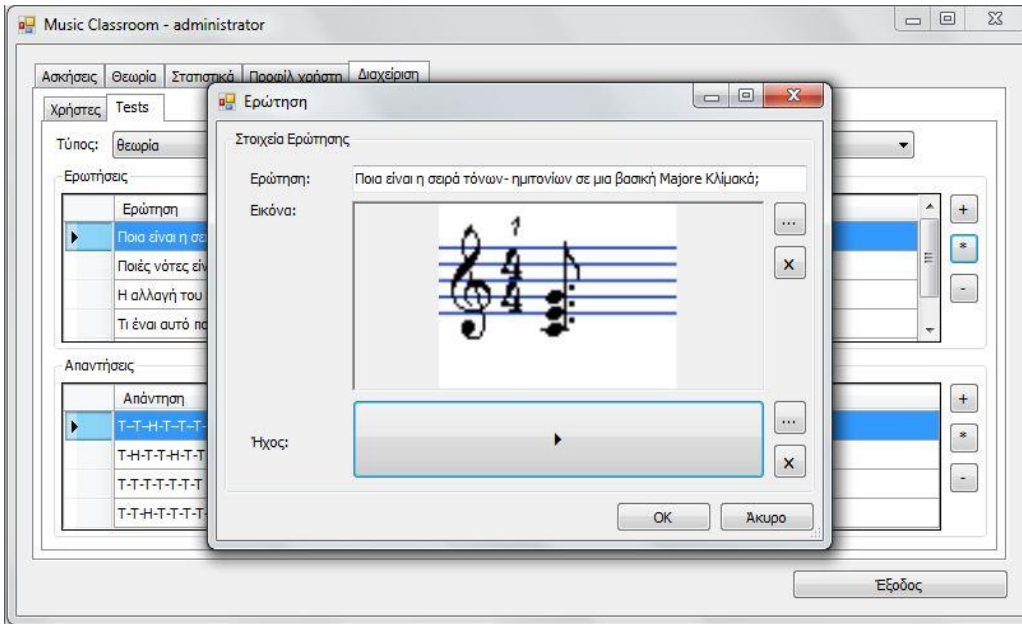
Στην Φόρμα Ειδικών Ικανοτήτων προβάλλονται οι ορισμένες από το σύστημα Ειδικές Ικανότητες.

Στις ερωτήσεις ο χρήστης-διαχειριστής μπορεί να επεξεργαστεί το κείμενο της ερώτησης, να προσθέσει αρχείο εικόνας και αρχείο ήχου σε μορφή .mid πατώντας το κουμπί + δεξιά από την ερώτηση.



Εικόνα 40: Επεξεργασία Ερώτησης

Με το κουμπί με τις τρεις τελείες ανοίγει η αναζήτηση στο δίσκο.



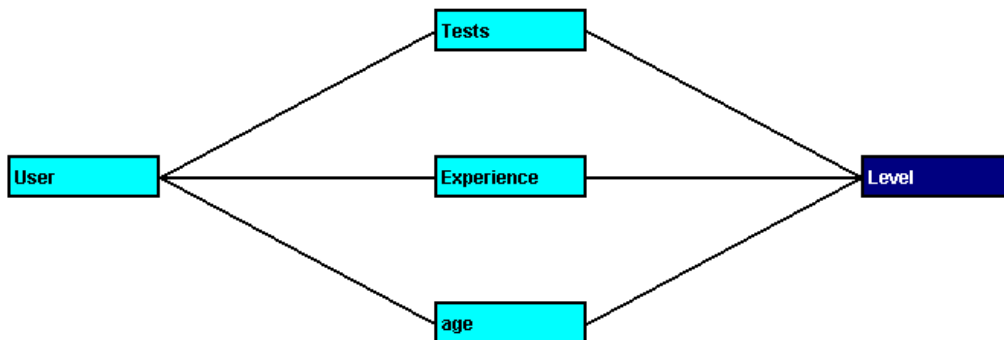
Εικόνα 41: Εισαγωγή ήχου και εικόνας

Πατώντας το OK η εγγραφή αποθηκεύεται.

3.2.5 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής

Παρατίθεται παράδειγμα εφαρμογής από τον χρήστη Marcia.

Διάσταση: Επίπεδο



Εικόνα 42: Δέντρο Αξιών Διάστασης Επιπέδου

Χρήστης Marcia

- **Level Age(La):**
Ηλικία: 31 ->βαθμός La=6,82
σύμφωνα με τον πίνακα παλινδρόμησης Ηλικίας
- **Level Experience (Le)**
Εμπειρία: 10 χρόνια->βαθμός 8,5
σύμφωνα με τον πίνακα παλινδρόμησης Εμπειρίας
- **Level Test (Lt)**

A/A	Επίπεδο	Βαθμός	Συντελεστής	Τελικός Βαθμός
1	3	3	1	3
2	3	3	1	3
3	3	3	1	3
4	1	10	0,70	7
5	2	7	0,85	5,95
6	2	6	0,85	5,1

Πίνακας 13: Αποτελέσματα Διαγωνισμάτων για τον χρήστη Μάρσια

Αρά ο βαθμός Lt που προκύπτει από τα διαγωνίσματα είναι:

$$Lt = (3+3+3+7+5,95+5,1) / 6 = 4,51$$

Οπότε ο συνολικός βαθμός επιπέδου TL υπολογίζεται έως εξής:

$$TL = Wa * La + We * Le + Wt * Lt$$

Όπου Wa=Βάρος Κριτηρίου Ηλικίας, We=Βάρος Κριτηρίου Εμπειρίας, Wt=Βάρος Κριτηρίου Διαγωνισμάτων

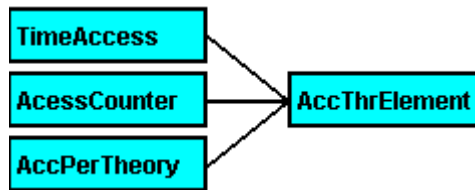
Αρά, με Wa=0,1 και We=0,22 και Wt=0,68 έχουμε:

$$TL = 0,1 * 6,82 + 0,22 * 8,5 + 0,68 * 4,51 = 5,62$$

Και ο χρήστης βρίσκεται στο επίπεδο 2 (Intermediate).

Διάσταση: Ειδικές Ικανότητες

- Κριτήριο 1: Προσπέλαση Αντικειμένων Θεωρίας



Εικόνα 43: Δέντρο Αξιών Υποκριτηρίου

Διαιρείται σε 3 υποκριτήρια:

○ **Υποκριτήριο 1.1: Χρόνος Προσπέλασης(At)**

Χρόνος Προσπέλασης Εικόνων $At(Vis)=20$ S. Max χρόνος =83 S. Άρα $20/83*10=2,4$ για την Οπτική Ικανότητα.

Χρόνος Προσπέλασης Ηχων $At(Aud)= 20$ S Max χρόνος =20 S. Άρα $20/20*10=10$ για την Ακουστική Ικανότητα.

○ **Υποκριτήριο 1.2: Μετρητής Προσπελάσεων(Ac)**

Μετρητής Προσπελάσεων εικόνων $Ac(Vis)=1$ Max=7 . Άρα $1/7*10=1,4$ για την Οπτική Ικανότητα.

Μετρητής Προσπελάσεων Ήχων $Ac(Aud)=1$ Max=1. Άρα $1/1*10=10$ για την Ακουστική Ικανότητα

○ **Υποκριτήριο 1.3 Χρόνος Προσπέλασης/Συνολικό Χρόνο σε θεωρία (AtPrT)**

Για την Οπτική Ικανότητα $At=20$ s , $Rt=148$ s . Ορίζοντας 0,25 το κατώφλι από το οποίο και πάνω η τιμή θεωρείται άριστη έχουμε $20/148=0,14$, $0,14/0,25*10=5,4$.

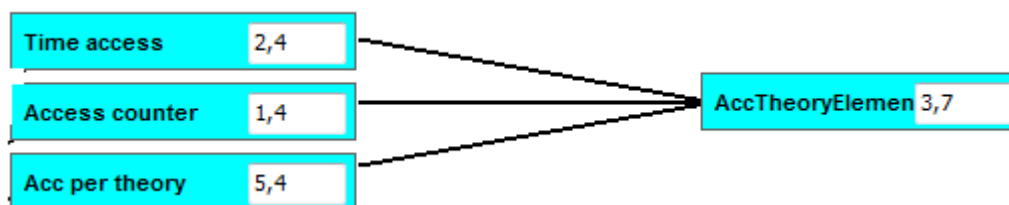
Για την ακουστική έχουμε στο παράδειγμα ακριβώς τα ίδια νούμερα.

Όπως προαναφέρθηκε, στα δύο πρώτα υποκριτήρια τα μέτρα αυτά συγκρίνονται με τη μέγιστη τιμή και έτσι υπολογίζεται ο βαθμός. Στο τρίτο υπάρχει μια μεταβλητή (η τιμή της οποίας ορίζεται από τον χειριστή) η οποία δίνει το ποσοστό του χρόνου προσπέλασης αντικειμένου έναντι προσπέλασης θεωρίας το οποίο θεωρείται άριστη τιμή. Και σε αυτό το κριτήριο τα βάρη είναι παραμετρικά και στο παράδειγμα είναι ισομερή.

Αρά συνολικά για το κριτήριο 4 για το χρήστη Marcia έχουμε:

Οπτική Ικανότητα:

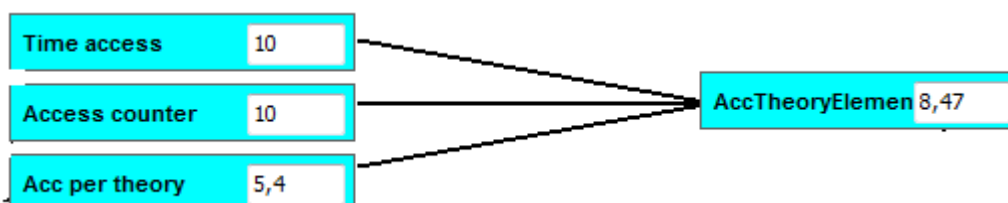
$$2,4*0,33+1,4*0,33+5,4*0,33=3,7$$



Εικόνα 44: Βαθμοί Κριτηρίου Προσπέλασης Αντικειμένων για τον χρήστη Marcia για την Οπτική Ικανότητα

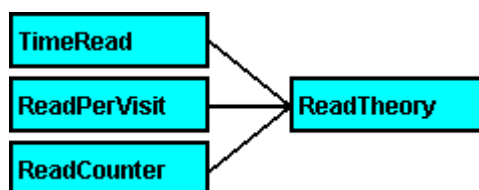
Ακουστική Ικανότητα:

$$10 * 0,33 + 10 * 0,33 + 5,4 * 0,33 = 8,47$$



Εικόνα 45: Βαθμοί Κριτηρίου Προσπέλασης Αντικειμένων για τον χρήστη Marcia για την Ακουστική Ικανότητα

- Κριτήριο 2: Διάβασμα Θεωρίας



Εικόνα 46: Δέντρο Αξιών για το υποκριτήριο «Διάβασμα Θεωρίας»

Το κριτήριο αυτό διαιρείται σε 3 υποκριτήρια τα μέτρα των οποίων συγκρίνονται με τη μέγιστη τιμή και έτσι υπολογίζεται ο βαθμός. Το κριτήριο αυτό μπορεί να θεωρηθεί «ουδέτερο». Μπορεί επίσης όμως να θεωρηθεί ότι ο οπτικός τύπος διαβάζει πιο πολύ θεωρία. Για αυτό το λόγο ενεργοποιήθηκε ένας συντελεστής Vb ο οποίος προσαυξάνει τον βαθμό της οπτικής ικανότητας και ο οποίος μπορεί να μεταβληθεί από τον διαχειριστή του συστήματος. Και σε αυτό το κριτήριο τα βάρη είναι παραμετρικά.

- **Υποκριτήριο 2.1: Χρόνος Διαβάσματος (Rt)**
Χρόνος Διαβάσματος $Rt = 148$ Secs. $Rt(\text{Max}) = 424$ Secs.
Αρά $148/424 * 10 = 3,5$ για την ακουστική ικανότητα. Για την οπτική πολλαπλασιάζεται επί τον συντελεστή Vb , άρα με $Vb = 1,25$
 $Rt(\text{Vis}) = 4,4$, $Rt(\text{Aur}) = 3,5$
- **Υποκριτήριο 2.2 Χρόνος Διαβάσματος ανά επίσκεψη (RtpV)**
Χρόνος Διαβάσματος $Rt = 148$ S. Μετρητής Διαβάσματος $Rc = 2$. Άρα $RtpV = 148/2 = 74$
 $\text{Max } RtpV = 203$. Αρά
 $RtpV(\text{Vis}) = (74/203) * 10 * 1,25 = 4,6$
 $RtpV(\text{Aur}) = (74/203) * 10 = 3,6$
- **Υποκριτήριο 2.3 Μετρητής Διαβάσματος (Rc)**
Μετρητής Διαβάσματος $Rc = 2$. $\text{Max } Rc = 5$. Αρά $Rc(\text{Vis}) = 0,4 * 1,25 * 10 = 5$,
 $Rc(\text{Aur}) = 0,4 * 10 = 4$

Συνολικός Βαθμός κριτηρίου 2 με ισοσταθμισμένα βάρη:

Οπτική ικανότητα:

$$4,4 * 0,33 + 4,6 * 0,33 + 5 * 0,33 = 4,63$$

Ακουστική ικανότητα:

$$3,5 * 0,33 + 3,6 * 0,33 + 4 * 0,33 = 3,7$$

- **Κριτήριο 3: Βαθμός Ειδικών Ασκήσεων**

Τα τεστ χωρίζονται σε 3 επίπεδα

Επίπεδο	Συντελεστής
Beginner	0,70
Intermediate	0,85
Advanced	1,00

Πίνακας 14: Επίπεδα Δυσκολίας Διαγωνισμάτων

Οι συντελεστές δυσκολίας εφαρμόζονται στην βαθμολογία του τεστ. Ο χρήστης Marcia έκανε 6 τεστ, δύο όμως έχουν χαρακτηριστεί με την οπτική ή ακουστική ικανότητα

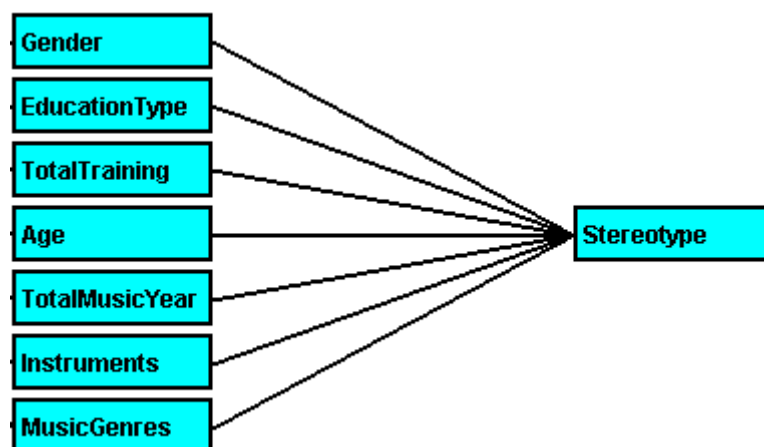
- Τεστ με Οπτική Ικανότητα Επιπέδου 2 (intermediate) με βαθμό 7.

$$Tg(\text{Vis}) = 7 * 0,85 = 5,95$$

- Τεστ με Ακουστική Ικανότητα Επιπέδου 2 (intermediate) με βαθμό 6.

$$Tg(\text{Aur}) = 6 * 0,85 = 5,10$$

- **Κριτήριο 4: Στερεότυπο**



Εικόνα 47: Δέντρο Αξιών για την Διάσταση Ειδικές Ικανότητες για το Κριτήριο Στερεότυπο

- Υποκριτήριο 4.1: Φύλο

gender= Γυναίκα

Βαθμός (με άριστα το 10)	Ικανότητα
7,3	Οπτική
6,8	Ακουστική

Πίνακας 15: Βαθμολογίες για το υποκριτήριο «Φύλο»

- Υποκριτήριο 4.2: Είδος Εκπαίδευσης

EducationType=Κλασσική

Βαθμός (με άριστα το 10)	Ικανότητα
6,5	Οπτική
7,0	Ακουστική

Πίνακας 16: Βαθμολογίες για το υποκριτήριο «Ηλικία»

- Υποκριτήριο 4.3: Συνολικά χρόνια εκπαίδευσης στη μουσική

TotalTraining= Πτυχιούχος οργάνου

Βαθμός (με άριστα το 10)	Ικανότητα
7,7	Οπτική
7,2	Ακουστική

Πίνακας 17: Βαθμολογίες για το υποκριτήριο «Συνολικά Χρόνια Εκπαίδευσης στη Μουσική»

- Υποκριτήριο 4.4: Ηλικία

age=31

Ανήκει στην ομάδα «31-35» τα μέλη της σύμφωνα με την επεξεργασία των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου έχουν τις ικανότητες έως εξής:

Βαθμός (με άριστα το 10) Ικανότητα	
5,5	Οπτική
7,1	Ακουστική

Πίνακας 18: Βαθμολογίες για το υποκριτήριο «Είδος Εκπαίδευσης»

- **Υποκριτήριο 4.5: Χρόνια Ενασχόλησης με τη μουσική**

TotalMusicYears= 15

Ανήκει στην ομάδα «11-15» τα μέλη της σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο έχουν τις ικανότητες έως εξής:

Βαθμός (με άριστα το 10) Ικανότητα	
5,6	Οπτική
7,6	Ακουστική

Πίνακας 19: Βαθμολογίες για το υποκριτήριο «Χρόνια Ενασχόλησης με τη μουσική»

- **Υποκριτήριο 4.6: Μουσικά Όργανα**

Instruments:{Φωνή,Πιάνο/Πλήκτρα}

Υπολογίζεται ο μέσος όρος των οργάνων

	Φωνή	Πλήκτρα/Πιάνο	M/O
Οπτική	5,4	6,6	6,0
Ακουστική	7,7	7,2	7,5

Πίνακας 20: Βαθμολογίες για το υποκριτήριο «Μουσικά Όργανα Ενασχόλησης»

- **Υποκριτήριο 4.7: : Μουσικά Είδη ενασχόλησης**

Music Genres:{Electronic, Indie, Pop, Trip Hop, ShoeGaze / Post }

Υπολογίζεται ο μέσος όρος των Μουσικών ειδών:

Είδος	Οπτική	Ακουστική
Electronic	5,4	7,6
Indie	5,1	7,5
Pop	5,2	7,4
Trip Hop	5,9	7,8
Shoegaze / Post	5,3	7,3
M.O	5,4	7,5

Πίνακας 21: Βαθμολογίες για το υποκριτήριο «Μουσικά Είδη Ενασχόλησης»

Συνολικός βαθμός στερεοτύπου:

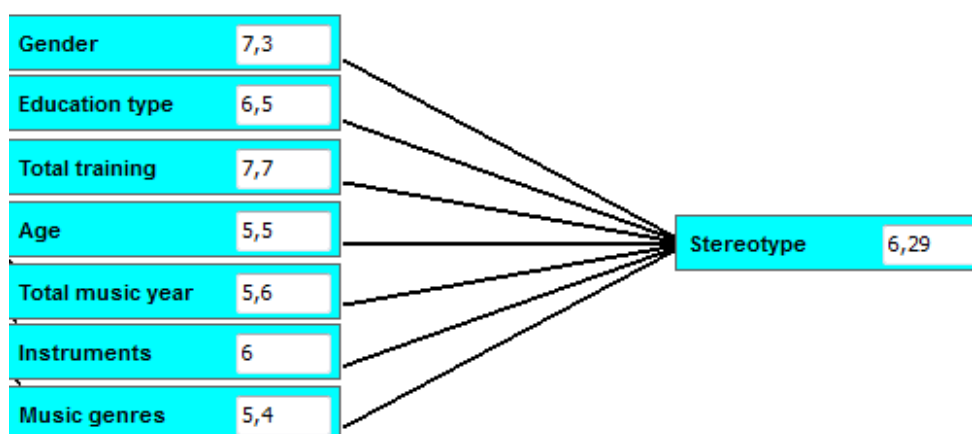
$$B_{κ1} * W_{κ1} + B_{κ2} * W_{κ2} + B_{κ3} * W_{κ3} + B_{κ4} * W_{κ4} + B_{κ5} * W_{κ5} + B_{κ6} * W_{κ6} + B_{κ7} * W_{κ7}$$

Όπου $B_{κn}$ =Βαθμός στο n (υπο)κριτήριο και W_n =Βάρος n υπό(κριτηρίου)

Αν τα βάρη είναι ισομερή, δηλαδή 0,143 τότε για τον χρήστη «Marcia»:

Βαθμός Οπτικής Ικανότητας=

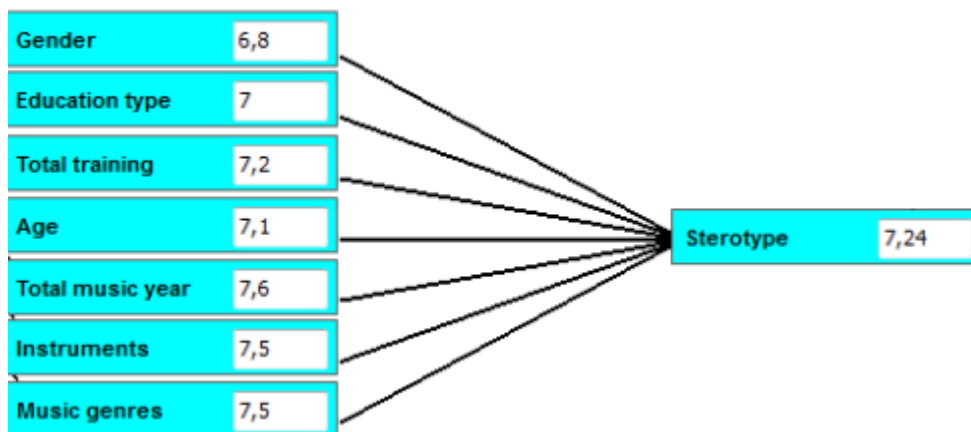
$$7,3 * 0,143 + 6,5 * 0,143 + 7,7 * 0,143 + 5,5 * 0,143 + 5,6 * 0,143 + 6 * 0,143 + 5,5 * 0,143 = 6,29$$



Εικόνα 48: Συνολικός βαθμός Στερεοτύπου-Οπτική Ικανότητα (Ισομερή Βάρη)

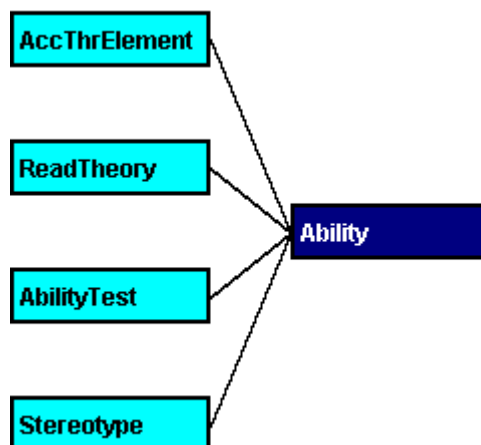
Βαθμός Ακουστικής Ικανότητας=

$$6,8 * 0,143 + 7,0 * 0,143 + 7,2 * 0,143 + 7,1 * 0,143 + 7,6 * 0,143 + 7,5 * 0,143 + 7,5 * 0,143 = 7,24$$



Εικόνα 49: Συνολικός βαθμός Στερεοτύπου-Ακουστική Ικανότητα (Ισομερή Βάρη)

Συνολικός Βαθμός:



Εικόνα 50: Δέντρο Αξιών Ικανοτήτων Επιπέδου 1

- Συνολικός βαθμός Ικανοτήτων:

$$B_{κ1} * W_{κ1} + B_{κ2} * W_{κ2} + B_{κ3} * W_{κ3} + B_{κ4} * W_{κ4}$$

Όπου $B_{κn}$ =Βαθμός στο n κριτήριο και W_n =Βάρος n κριτηρίου

Αν τα βάρη είναι ισομερή, δηλαδή 0,25 τότε για τον χρήστη «Marcia»:

Οπτική ικανότητα=

$$6,29 * 0,25 + 4,63 * 0,25 + 3,07 * 0,25 + 5,95 * 0,25 = \mathbf{4,99}$$

Ακουστική ικανότητα=

$$7,24 * 0,25 + 3,70 * 0,25 + 8,47 * 0,25 + 5,95 * 0,25 = \mathbf{6,13}$$

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ

4.1 Σύγκριση με άλλες εργασίες

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στην ανάλυση ικανοτήτων των εκπαιδευόμενων, και ειδικά στην Οπτική και Ακουστική Ικανότητα. Βασικός σκοπός είναι όχι η απευθείας βελτίωση των δυνατοτήτων όπως π.χ. το Guido ear training, αλλά να δοθεί ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο και στον εκπαιδευτή ώστε να ανακαλυφθούν αδυναμίες και να στραφεί ο εκπαιδευόμενος σε θέματα που θα τις καλύψουν. Επιπλέον δεν εξετάζονται οι ιδιότητες του ήχου, παρόλο που είναι βασικό δομικό στοιχείο της μουσικής.

Δεν περιλαμβάνει εξειδικευμένη διεπαφή ειδική στην αναπαράσταση της μουσικής όπως σχεδόν όλα τα εκπαιδευτικά μοντέλα που προτάθηκαν. Η αναπαράσταση της γνώσης δίνεται με ερωτήσεις, με αρχεία ήχου και εικόνων και με απλό κείμενο, δεν χρησιμοποιείται κάποια γλώσσα τεχνητής νοημοσύνης όπως στο σύστημα του Πανεπιστημίου της Μαλαισίας[1] ή κάποια εναλλακτική αναπαράσταση όπως στα Charm και Harmony Space [4],[11], χρησιμοποιείται μόνο η κλασσική.

Το εκπαιδευτικό κομμάτι της εργασίας ουσιαστικά μεταφέρει στον μαθητή τη γνώση αντικειμενικά, σαν μια δεδομένη αλήθεια ακολουθώντας τα πρότυπα των C.A.I συστημάτων. Αυτό είναι βασικό για να διδαχτεί η θεωρία της μουσικής, η οποία σε ένα σημαντικό βαθμό είναι δομημένη με μαθηματικό τρόπο. Παράλληλα όμως, η δυνατότητα πολλαπλής ευκαιρίας σε μια απάντηση δίνει την δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο, αντιλαμβανόμενος την διάσταση του λάθους του, να δημιουργήσει σε ένα βαθμό αυτός την γνώση. Η ύλη που παρέχεται στο υπάρχον σύστημα δεν περιλαμβάνει μουσική σύνθεση, κάτι που θα οδηγούσε σε προσπάθεια να ωθηθεί ο μαθητής σε αυθεντική ανακάλυψη της γνώσης στα πλαίσια του Κονστрукτιβισμού

Το Μοντέλο μαθητή δεν αναλύεται σε πολύ χαμηλό επίπεδο (όπως π.χ. στο σύστημα του Πανεπιστημίου της Μαλαισίας,[1]) που καταγράφει ουσιαστικά σε κάθε κίνηση του χρήστη και μετά αναλύει την πληροφορία ή στην ανάλυση της παρτιτούρας[10] όπως συμβαίνει σε άλλες εφαρμογές. Για παράδειγμα, χρησιμοποιείται για κριτήριο σύνολα ερωτήσεων αντί για μεμονωμένες ερωτήσεις κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει και σε αλλαγή του διδακτικού μοντέλου κατά την διάρκεια εξέτασης μιας ενότητας, μεταβάλλοντας π.χ. την επόμενη ερώτηση, τον χρόνο που θα επιτρέπεται για κάθε απάντηση, την ταχύτητα υπαγόρευσης[10], ότι συνέβαινε στο σύστημα Guido. Εξάλλου, η ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο δίνεται μόνο σε φόρμα στατιστικών ή εξετάζοντας το προφίλ του και όχι σε πραγματικό χρόνο κατά την ενεργή χρήση του συστήματος.

Η δεξαμενή των ερωταποκρίσεων είναι στατική, με πρόβλεψη για δημιουργία νέων σε αντίθεση με άλλα συστήματα που είτε το υλικό είναι προαποθηκευμένο με άλλα παρουσιάζεται τυχαία, είτε παράγεται τυχαία με την βοήθεια τεχνολογιών όπως το Midi.

Μια σημαντική έλλειψη σε σχέση με τα περισσότερα συστήματα μοντελοποίησης Χρήστη όπως π.χ. το Debuggy είναι η απουσία διαδικασίας δημιουργίας Βιβλιοθήκης Λαθών (Bug Library). Κάτι όμως που είναι υλοποιήσιμο αν η πληροφορία καταγραφόταν σε χαμηλότερο επίπεδο, ειδικά στο κομμάτι των ερωτήσεων-ασκήσεων, λαμβάνοντας υπόψη τις λανθασμένες απαντήσεις. Επίσης θα πρέπει να δοθεί βάσει στην αναγνώριση θορύβου, δηλαδή πληροφοριών που δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματική δράση των μαθητών στο σύστημα και πραγματοποιούνται είτε από ανωριμότητα είτε από μη συγκέντρωση.

Τέλος σε σχέση με τις νεότερες εφαρμογές [1] έχει γίνει μελέτη σε μεγαλύτερο βάθος στην ανάλυση του στερεοτύπου παρά στην άντληση πληροφοριών από τη δράση του μαθητή στο σύστημα.

4.2 Προσθήκες-Ελλείψεις

Πολλές είναι οι προσθήκες που θα μπορούσαν να γίνουν και να βελτιώσουν το υπάρχον μοντέλο. Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα θα μπορούσε εύκολα να δημιουργηθεί μια βιβλιοθήκη λαθών και να αξιοποιηθεί για την βελτίωση του μοντέλου μαθητή και της διδακτικής διαδικασίας.

Επιπλέον, όσον αφορά τη δημιουργία στερεοτύπου βάσει του ερωτηματολογίου τα κριτήρια στα οποία έχει αποδοθεί το ίδιο βάρος θα μπορούσαν να εισαχθούν σε μια εφαρμογή Εξόρυξη γνώσης (π.χ. WEKA) στην οποία θα μελετηθεί η σημαντικότητά τους. Αυτό θα μπορούσε να γίνει εάν προστίθονταν δύο πεδία(κλάσεις) στον πίνακα που δημιουργήθηκε από τα δεδομένα του ερωτηματολογίου τα οποία θα όριζαν αν το κάθε στιγμιότυπο έχει την οπτική ή(και) την ακουστική ικανότητα. Η επιλογή θα γινόταν αν δεχόμασταν ότι από έναν βαθμό και πάνω (ο οποίος προκύπτει από τις αντίστοιχες σχετικές ερωτήσεις) η ικανότητα υπάρχει ή όχι. Π.χ. αν τα πεδία ήταν το “Visual” και “Aural” αντίστοιχα και δεχόμασταν ότι ο βαθμός από 20 και πάνω είναι το κατώφλι θα μπορούσαμε να εκτελέσουμε την εξής ενημέρωση:

```
update Pl01_Poll set visual='True' where
(v1_imagesee+v2_noteread+v3_songscore) >20
update Pl01_Poll set visual='False' where
(v1_imagesee+v2_noteread+v3_songscore) <20
update Pl01_Poll set aural='True' where
(A1_SoundHear+A2_SongPlay+A3_Dicte) >20
update Pl01_Poll set aural='False' where
(A1_SoundHear+A2_SongPlay+A3_Dicte) <20
```

Κατόπιν το εργαλείο θα έβαζε τα κριτήρια σε σειρά σημαντικότητας και έτσι θα μπορούσε να αποδοθεί σε αυτά αντιστρόφως φθίνουσα σημαντικότητα.

Εξάλλου, για να αυξηθεί η προσαρμοστικότητα του μοντέλου θα μπορούσε το σύστημα να τροποποιεί το διδακτικό του μοντέλο βάσει του αν ο χρήστης έχει πιάσει το επιθυμητό κατώφλι για κάθε ικανότητα. Αν π.χ. ο βαθμός του στην οπτική ικανότητα είναι 7 και έχει βάλει σαν στόχο το 8 θα μπορούσε το σύστημα να τον οδηγεί σε ασκήσεις και θεωρία που έχει να κάνει με παρτιτούρα μέχρι να πιάσει τον στόχο.

4.3 Συμπεράσματα-Επίλογος

Η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή πραγματεύεται την δημιουργία, παρουσίαση και ανάλυση μοντέλου χρήστη μέσα σε ένα σύστημα διδασκαλίας θεωρίας μουσικής με προσαρμοστικά στοιχεία και χώρο για πολλές επεκτάσεις.

Το σύστημα που προτείνεται είναι ένα πρωτότυπο, ένα υπόδειγμα για το πώς θα μπορούσε να στηθεί ένα σύστημα βάσει των συγκεκριμένων απαιτήσεων και προδιαγραφών, δεν είναι μια εφαρμογή πλήρως απαλλαγμένη από σφάλματα.

Μέσα από την βιβλιογραφική μελέτη, ή οποία περιελάμβανε κυρίως εργασίες για εφαρμογές σχετικές με την μουσική εκπαίδευση, αξίζει να κρατηθεί ως προς το μοντέλο διδασκαλίας και δεδομένου ότι η μουσική είναι ανοιχτό πεδίο γνώσης, ότι η ώθηση στον μαθητή για ανακάλυψη και κατασκευή γνώσης είναι χρησιμότερη στα ποιο σύνθετα πεδία της μουσικής ενώ οι πιο παραδοσιακοί τρόποι διδασκαλίας είναι καταλληλότεροι στα πρώτα στάδια. Παράλληλα η πρόοδος της τεχνολογίας έχει βοηθήσει στην εύκολη ανεύρεση και άμεση επαφή(οπτική ή ακουστική) οποιασδήποτε μουσικής πληροφορίας. Επιπλέον, η ανάλυση των μουσικών κομματιών καθώς και των εκτελέσεων τους από μαθητές δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής πολύτιμων συμπερασμάτων για το πώς έχουν γραφτεί αυτά αλλά και πως τα αντιλαμβάνονται οι μαθητές και οι δάσκαλοι. Με τη χρήση επίσης πολλαπλών αναπαραστάσεων και διεπαφών και προσαρμοστικότητας, μπορεί να συλλεχτεί πληροφορία για τον μαθητή στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο, αλλά και να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες του κάθε μαθητή.

Μέσα από την εφαρμογή παρατηρήθηκε ότι το δέντρο αξιών είναι ένας εύκολος τρόπος να υπολογιστεί ένας συνολικός βαθμός χρησιμοποιώντας ουσιαστικά ιεραρχική ανάλυση προβλήματος απόφασης. Ο γενικός στόχος είναι ο χρήστης, οι στόχοι είναι τα κριτήρια επιπέδου 1, οι υποστόχοι τα κριτήρια επιπέδου 2, ενώ η εναλλακτική είναι μία, η δεξιότητα καθώς δεν γίνεται επιλογή μεταξύ των δεξιοτήτων αλλά υπολογισμός του βαθμού στον οποίο την κατέχει ο κάθε χρήστης. Όπως προαναφέρθηκε, δεν έγινε ουσιαστική μελέτη για τον ορισμό των βαρών των κριτηρίων αλλά αυτά ορίστηκαν ως παραμετρικά.

Η χρήση του ερωτηματολογίου ήταν ένας ασφαλής τρόπος για την δημιουργία στερεοτύπου χρηστών, εξετάζοντας με ποσοτικό τρόπο πόσο τα σταθερά τους στοιχεία επηρεάζουν την οπτική η ακουστική ικανότητα τους. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν είναι στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, ένα εύλογο συμπέρασμα που βγαίνει όμως είναι ότι η οπτική ικανότητα έχει μεγάλη σχέση με την μελέτη της θεωρίας και την παρουσία κλασσικής εκπαίδευσης, ενώ η ακουστική με την εμπειρία, χωρίς να αυξάνεται όμως σε σημαντικό βαθμό με τα χρόνια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Επιστημονικά Άρθρα

1. Somnuk Phon-Amnuaisuk, Tham Ooi Wai, A Computational Model for Intelligent Tutoring Systems that Teach Part Writing Skills, 2003
2. Brandao M, Wiggins G, Pain H, Computers in Music Education, In Proceedings of the AISB '99 Symposium on Musical Creativity, Edimburg, Scotland, 1999
3. Holland S, Artificial Intelligence in Music Education, a critical review, 2000
4. Wiggins G, Smaill A, Musical Knowledge: What Can Artificial Intelligence Bring to the musician, 1998
5. Vrasidas C, Constructivism Vs Objectivism: Implications for Interaction, Course Design and Evaluation in Distance Education, 2000
6. Brown A, Experience Design and Interactive Software in Music Education Research, 2012
7. Webster P, Hickey M, Computers and Technology, From Peter 's Webster Journal, 2006
8. Webster P, Creative Thinking in Music, 2002
9. Arnold D, Computer Aided Instruction, from Microsoft® Encarta® Online Encyclopedia 2000 <http://encarta.msn.com> © 1997-2000 Microsoft Corporation. All rights reserved, 2000
10. Βάγια Ο. Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Μουσική Εκπαίδευση, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2007
11. Holland S, Learning about Harmony with Harmony Space: An Overview, 1992
12. LeBlanc, Y. C. Jin, M. Obert, and C. Siivola. Effect of audience on music performance anxiety. *Journal of Research in Music Education*, 45(3):480–496, 1997.
13. Jackendoff R. *Consciousness and the computational mind*. MIT Press, Cambridge, MA., 1987.
14. Smaill A, Wiggins G, Miranda E, (1993b) Music Representation – Between the Musician and the Computer, *Music Education: An Artificial Intelligence Perspective*. Springer, London, 1993
15. F. Hoffstetter. GUIDO: an interactive computer-based system for improvement of instruction and research in ear-training. *Journal of Computer-Based Instruction*, 1(4):100–106, 1975
16. K. Swanwick. *A Basis for Music Education*. NFER Publishing, London, 1979.
17. Raymond Sison, Masamichi Shimura, Student Modeling and Machine Learning, *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (1998), 9, 128-158, 1998

Μουσική Θεωρία και Συνεργασία

18. http://www.oscarvandillen.com/Outline_of_basic_music_theory
19. Καβαλιεράτος Σ, Η Θεωρία της Μουσικής, Νάκας, 1992
20. <http://www.musicheaven.gr>

21. <http://www.noiz.gr>
 22. <http://www.musicsheet.com>
 23. <http://forum.penies.gr>
-

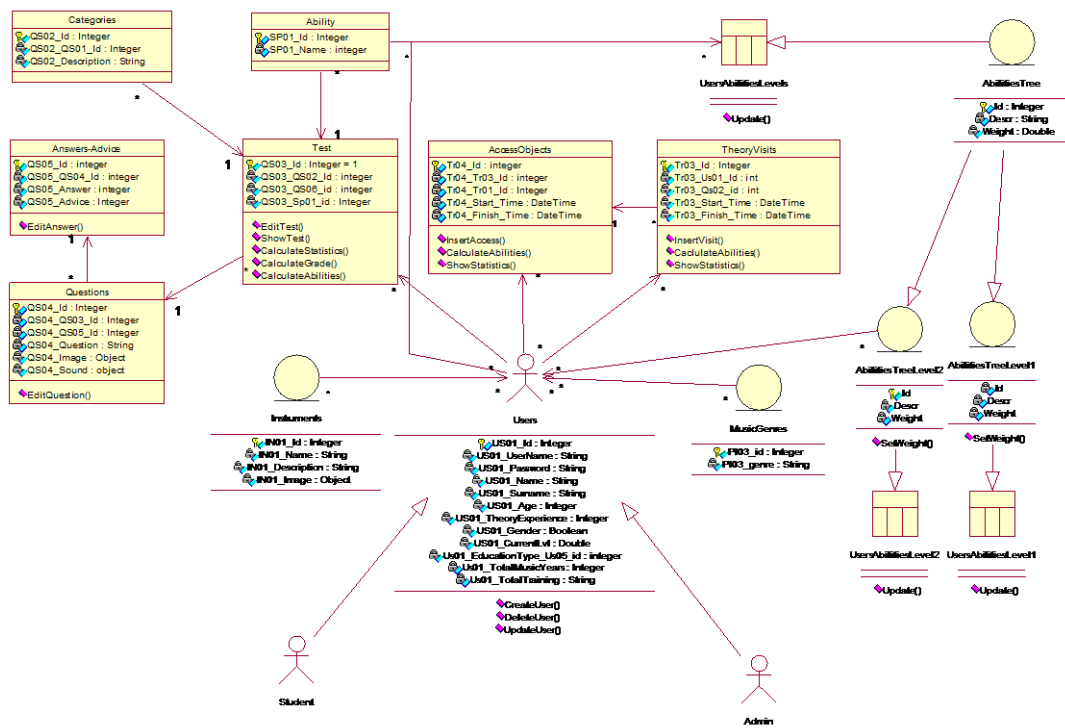
Παράρτημα-Εγχειρίδιο Προγραμματιστή

Η υλοποίηση έγινε με τη γλώσσα προγραμματισμού C# σε Visual Studio Express 2010 ενώ σαν πλατφόρμα δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ο Ms-SqlServer 2005 Express. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε το programmability του Ms-SqlServer και έγινε χρήση Stored Procedures, Scalar Functions, Triggers. Η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε Windows 7 32 bit και 64 bit και σε Sqlserver 2005 express και Sqlserver2008. Απαραίτητη προϋπόθεση η εγκατάσταση SqlServer και .Net 4

Για την πρόσβαση στα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα Datasets και χρησιμοποιήθηκαν BindingSources πάνω στις φόρμες της εφαρμογής για το φόρτωμα των δεδομένων. Για να αναγνωρίσει η εφαρμογή τον Database Server αν δεν είναι Sqlexpress χρειάζεται η δήλωση του στο αρχείο MusicClassroomUx.exe.config στην παράμετρο DataSource. Ο προκαθορισμένος ορισμός του είναι η trusted connection.

Διαγράμματα UML

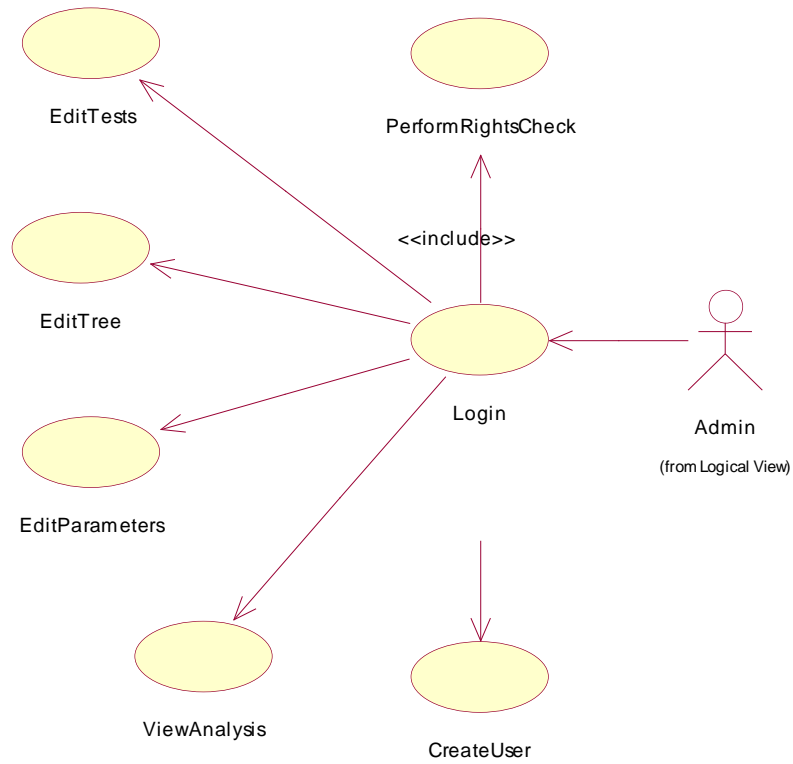
1. Διαγράμματα Τάξης(Class diagrams): Αντιπροσωπεύουν την στατική δομή ενός συστήματος.



Εικόνα 51: Διάγραμμα Τάξεων

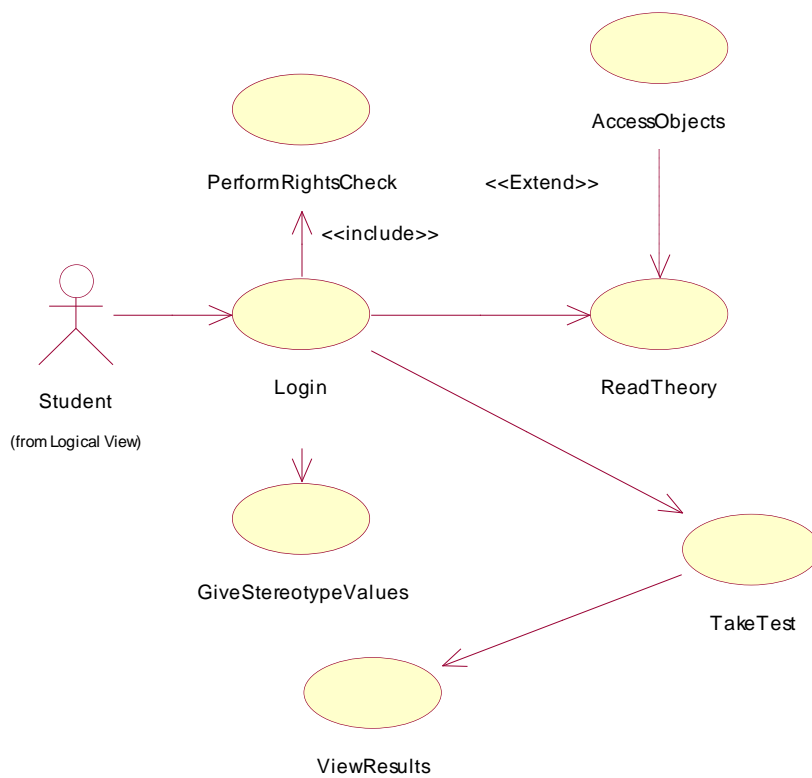
Κεντρική Κλάση είναι ο Χρήστης (User) με παραγόμενες τον Μαθητή (Student) και τον διαχειριστή (Admin). Σημαντικές κλάσεις με πολλές συσχετίσεις είναι επίσης το Δέντρο Ικανοτήτων από το οποίο παράγεται ο βαθμός ικανότητας.

2. Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης(Use Case Diagrams): Δείχνουν την λειτουργικότητα του συστήματος, όπως ορίζουν οι απαιτήσεις,



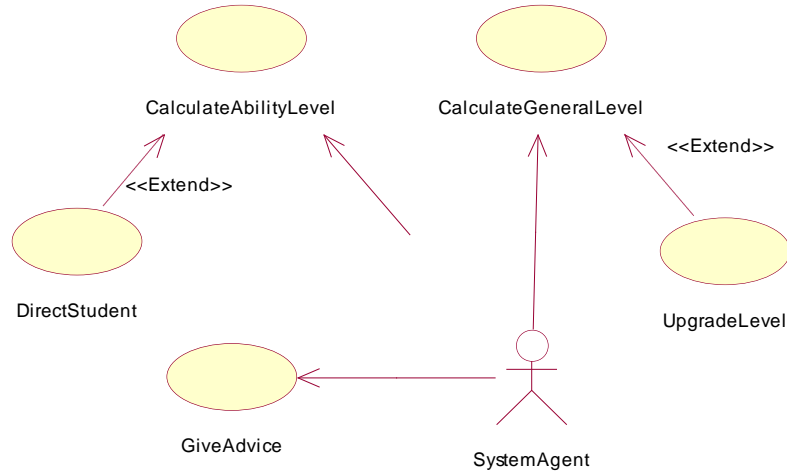
Εικόνα 52: Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης-Admin

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε τις περιπτώσεις χρήσης που αφορούν τον ενεργοποιό admin ο οποίος είναι ο διαχειριστής του συστήματος.



Εικόνα 53: Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης-Μαθητής

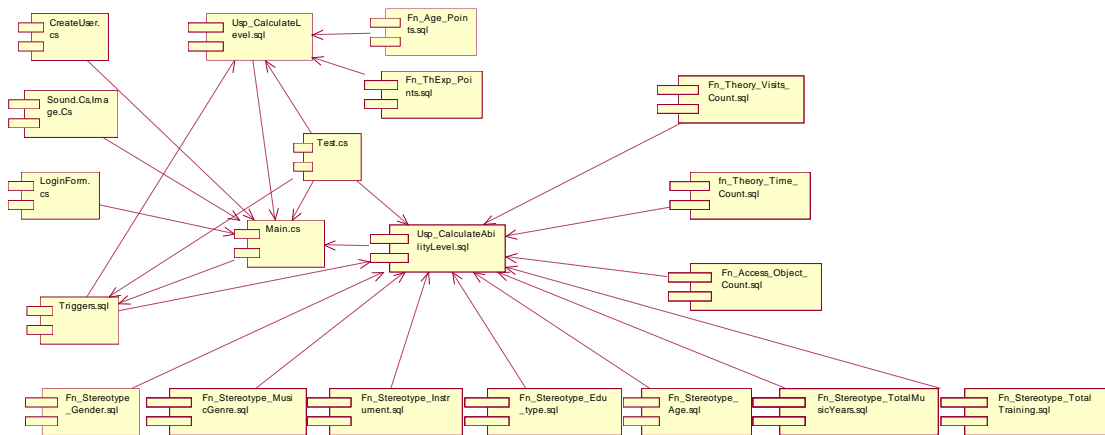
Εδώ ενεργοποιός είναι ο μαθητής και οι φυσαλίδες αντιστοιχούν στις λειτουργίες που πραγματοποιεί στο σύστημα.



Εικόνα 54: Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης-Πράκτορας Συστήματος

Στους ενεργοποιούς θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε και τον πράκτορα του συστήματος (παρόλο που το σύστημα από μόνο του δεν είναι ενεργοποιός) καθώς είναι μια οντότητα που παρεμβάλλεται όταν πρέπει και επικοινωνεί με τον χρήστη.

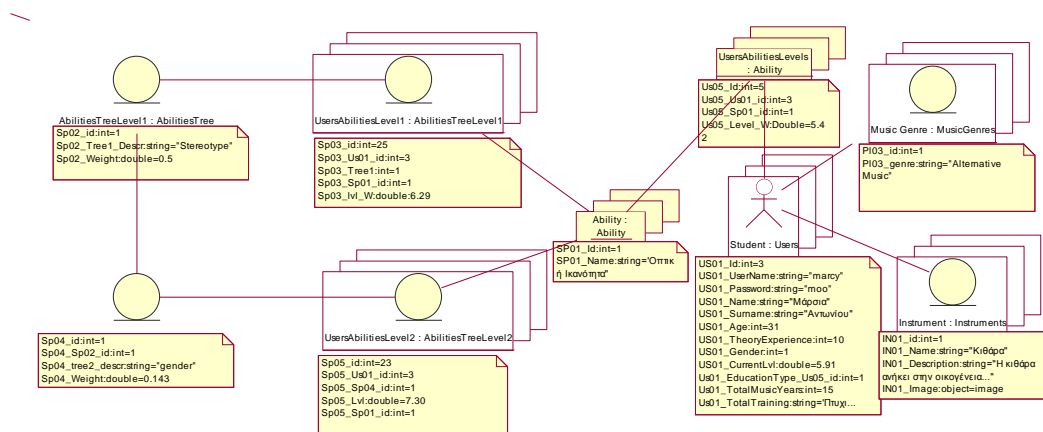
3. Διαγράμματα Εξαρτημάτων (Component Diagrams): Περιγράφουν το πως συνδέονται μεταξύ τους τα διάφορα τμήματα λογισμικού.



Εικόνα 55: Διάγραμμα Εξαρτημάτων

Κεντρικά τμήματα είναι η Main.cs κλάση σε C# και δύο Store Procedures στον SqlServer, οι Usp_Calculate_Level και Usp_Calculate_Level_Sp_Ab, Η πρώτη είναι υπεύθυνη για το μεγαλύτερο μέρος παρουσίασης της εφαρμογής ενώ οι δύο διαδικασίες, καλώντας άλλες συναρτήσεις, κάνουν όλους τους υπολογισμούς που χρειάζονται.

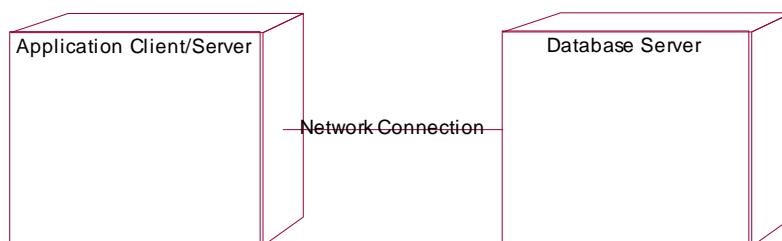
4. Διαγράμματα Αντικειμένων: Δείχνουν την όψη ενός συστήματος μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.



Εικόνα 56: Διάγραμμα Αντικειμένων-Ικανότητες Χρήστη

Το διάγραμμα αυτό επικεντρώνεται στις τιμές που έχουν τα αντικείμενα που σχετίζονται με έναν χρήστη του συστήματος, όσον αφορά τις ικανότητές του.

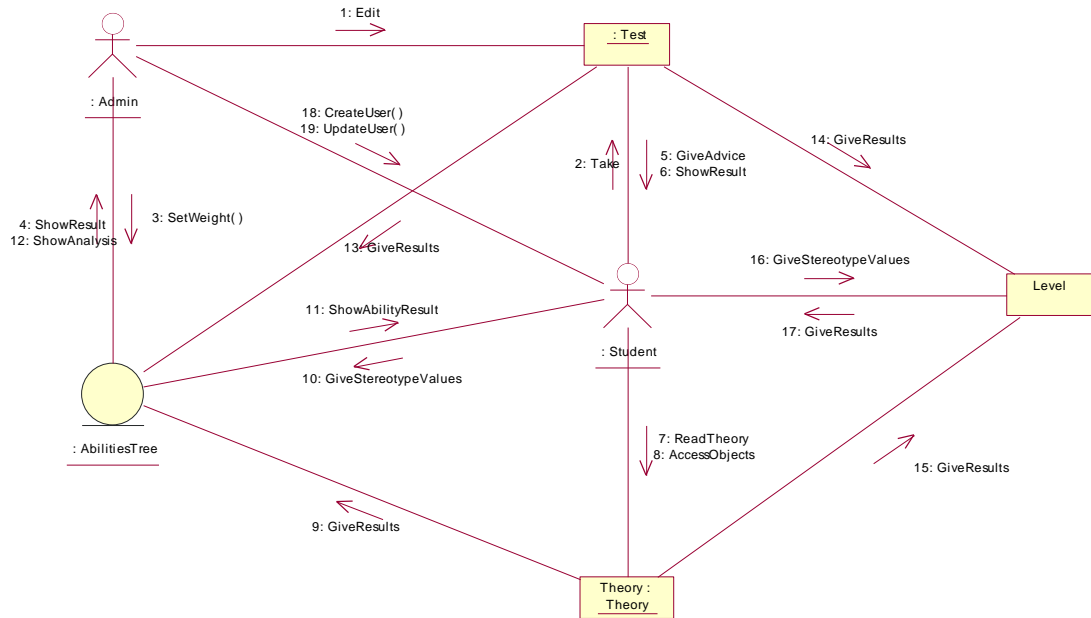
5. Διαγράμματα Διανομής (Deployment Diagrams): Δείχνουν πώς εξαρτήματα υλικού συνδέονται μεταξύ τους για την λειτουργία της εφαρμογής.



Εικόνα 57: Διάγραμμα Διανομής

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε και δοκιμάστηκε σε έναν υπολογιστή, με δυνατότητα όμως η βάση δεδομένων να βρίσκεται σε άλλων, αρκεί όμως να υπάρχει σύνδεση δικτύου μεταξύ τους. Για το λόγω αυτό στο σχεδιάγραμμα απεικονίζονται δύο κόμβοι.

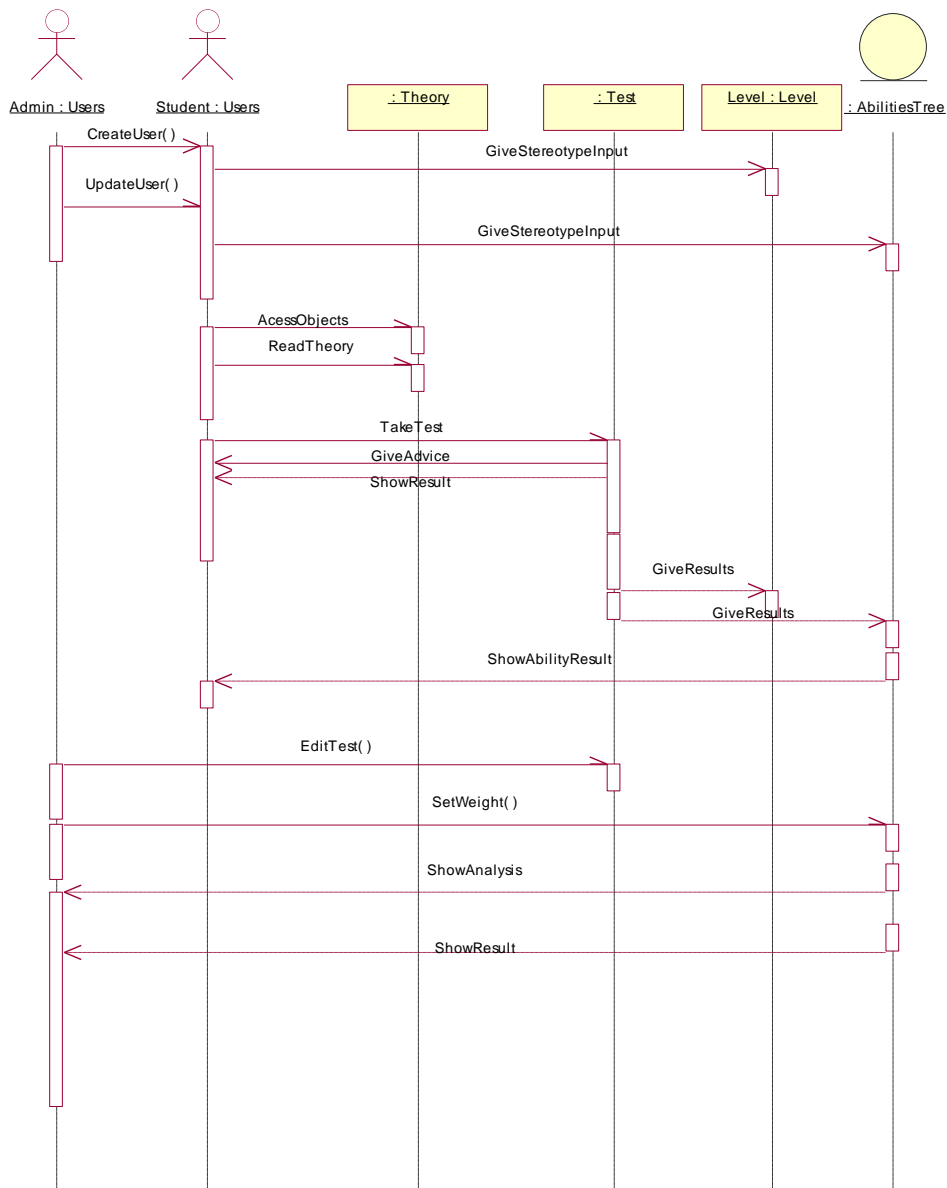
6. Διαγράμματα συνεργασίας (Collaboration Diagrams): Δείχνουν πώς τα διάφορα αντικείμενα επικοινωνούν μεταξύ τους.



Εικόνα 58: Διάγραμμα Συνεργασίας

Στο διάγραμμα αυτό απεικονίζεται η επικοινωνία των αντικειμένων των δύο κυρίως λειτουργιών του συστήματος, του υπολογισμού του επιπέδου, και του υπολογισμού του επιπέδου ικανοτήτων. Οι λειτουργίες αυτές εδώ απεικονίζονται στο υψηλότερο επίπεδο, μέσω των αντικειμένων "Level" και "Abilities Tree"

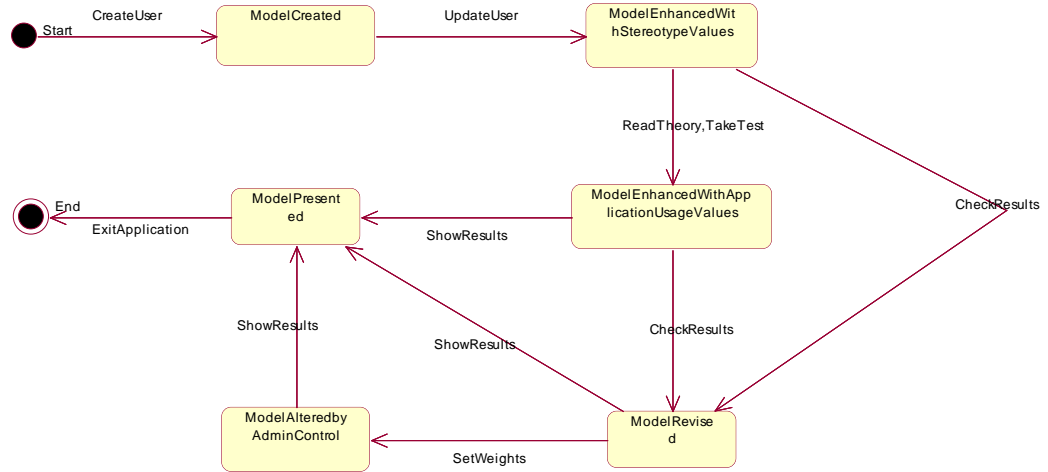
7. Διαγράμματα Σειράς (Sequence Diagrams): Τα διαγράμματα σειράς παρουσιάζουν τον τρόπο που διαφορετικά αντικείμενα συνεργάζονται μεταξύ τους σε μια χρονική ακολουθία.



Εικόνα 59: Διάγραμμα Σειράς

Τα ίδια αντικείμενα με το προηγούμενο διάγραμμα απεικονίζονται με αυστηρή χρονική σειρά στο Διάγραμμα Σειράς.

8. Διαγράμματα Καταστάσεων (StateChart Diagrams): Αναπαριστούν μηχανές καταστάσεων από την άποψη καταστάσεων και μεταβάσεων σε άλλες



Εικόνα 60: Διάγραμμα Καταστάσεων Μοντέλου Μαθητή

Στο παραπάνω διάγραμμα καταστάσεων απεικονίζονται οι διάφορες καταστάσεις από τις οποίες περνάει το μοντέλο μαθητή στην εφαρμογή, από την δημιουργία του μέχρι την παρουσίαση του.

9. Διαγράμματα Δραστηριοτήτων (Activity Diagrams): Αναπαριστούν λειτουργίες του προγράμματος, δηλαδή περιπτώσεις χρήσης.

- Βάσει των επιλογών του χρήστη φορτώνει τα διαθέσιμα τεστ με τη μέθοδο LoadQuestions
- Εμφανίζει την διαθέσιμη θεωρία από τα resources.
- Εμφανίζει τα στατιστικά του χρήστη με τη μέθοδο StatisticsDataList_CellFormatting
- Εμφανίζει τα στοιχεία του χρήστη και αν ο χρήστης είναι administrator επιτρέπει διόρθωση και προσθήκη χρήστη
- Εμφανίζει τα στοιχεία των ερωτήσεων στον διαχειριστή και του επιτρέπει να κάνει διόρθωση
- Εμφανίζει τη λίστα Ειδικών Ικανοτήτων
- Εμφανίζει το Δέντρο Αξιών Ικανοτήτων ώστε να μεταβάλει ο διαχειριστής τα βάρη των κριτηρίων
- Εμφανίζει την φόρμα Ειδικών Παραμέτρων όπου ο διαχειριστής μπορεί να κάνει μεταβολή

5. Test

Σε αυτή τη φόρμα εμφανίζονται οι ερωτήσεις των διαγωνισμάτων. Φορτώνονται οι ερωτήσεις και στο τέλος υπολογίζεται ο βαθμός του διαγωνίσματος με τη μέθοδο FinalizeTest/

6. Sound

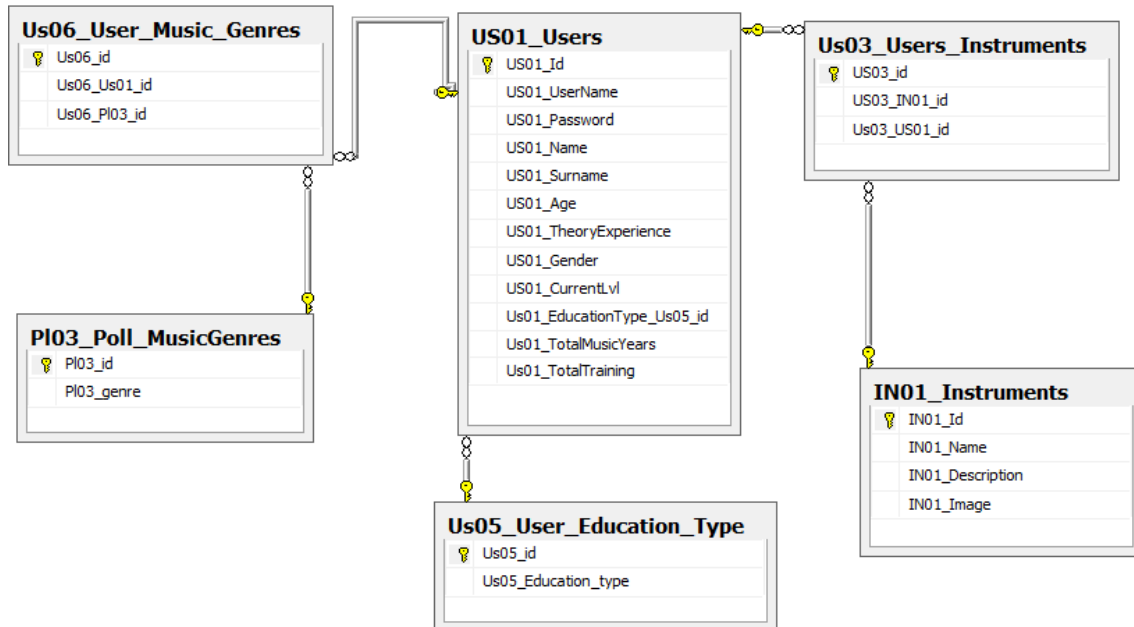
Είναι η κλάση που αναπαράγει τον ήχο σε μια ερώτηση. Χρησιμοποιεί την συνάρτηση MciSendString

7. Target

Εμφανίζει το δέντρο ικανοτήτων.

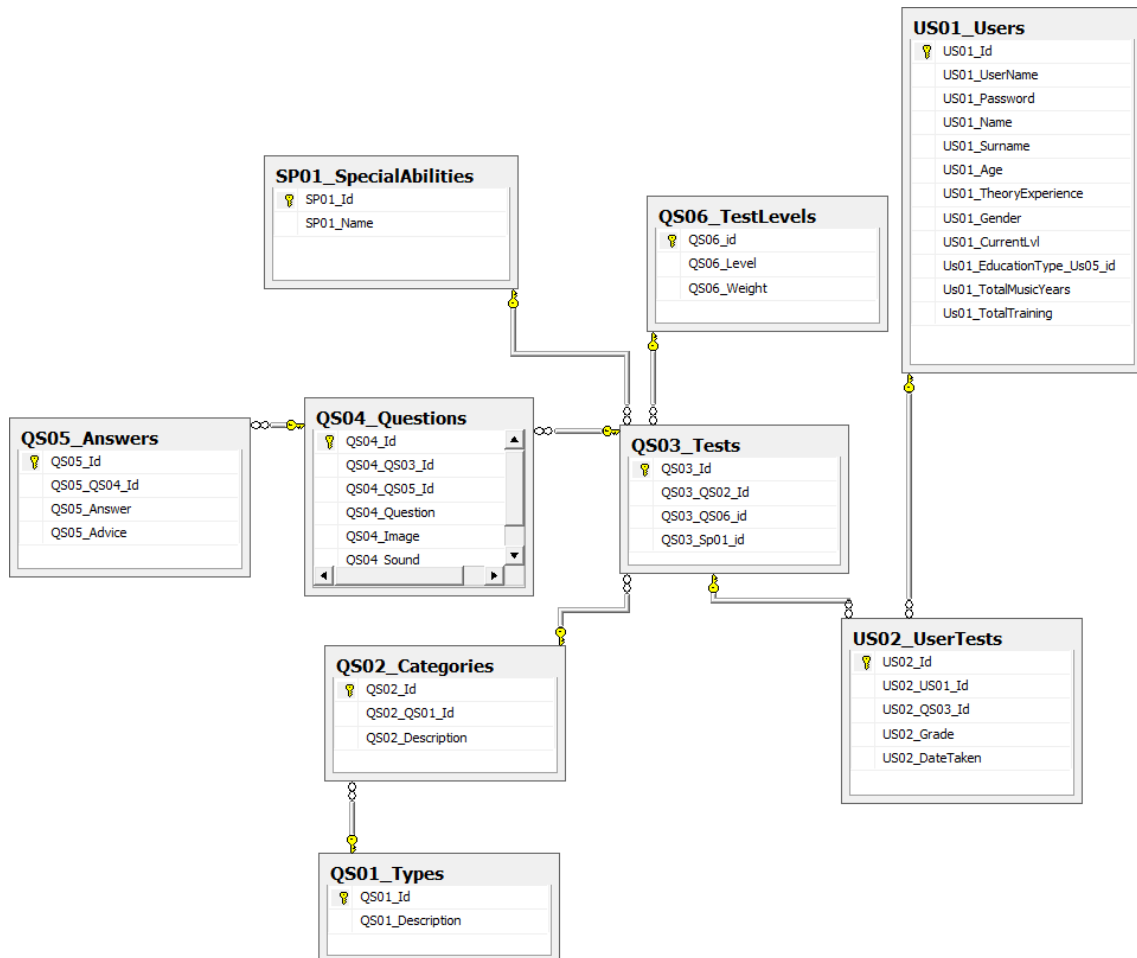
Βάση Δεδομένων

1. Διαγράμματα Οντοτήτων-Συσχετίσεων



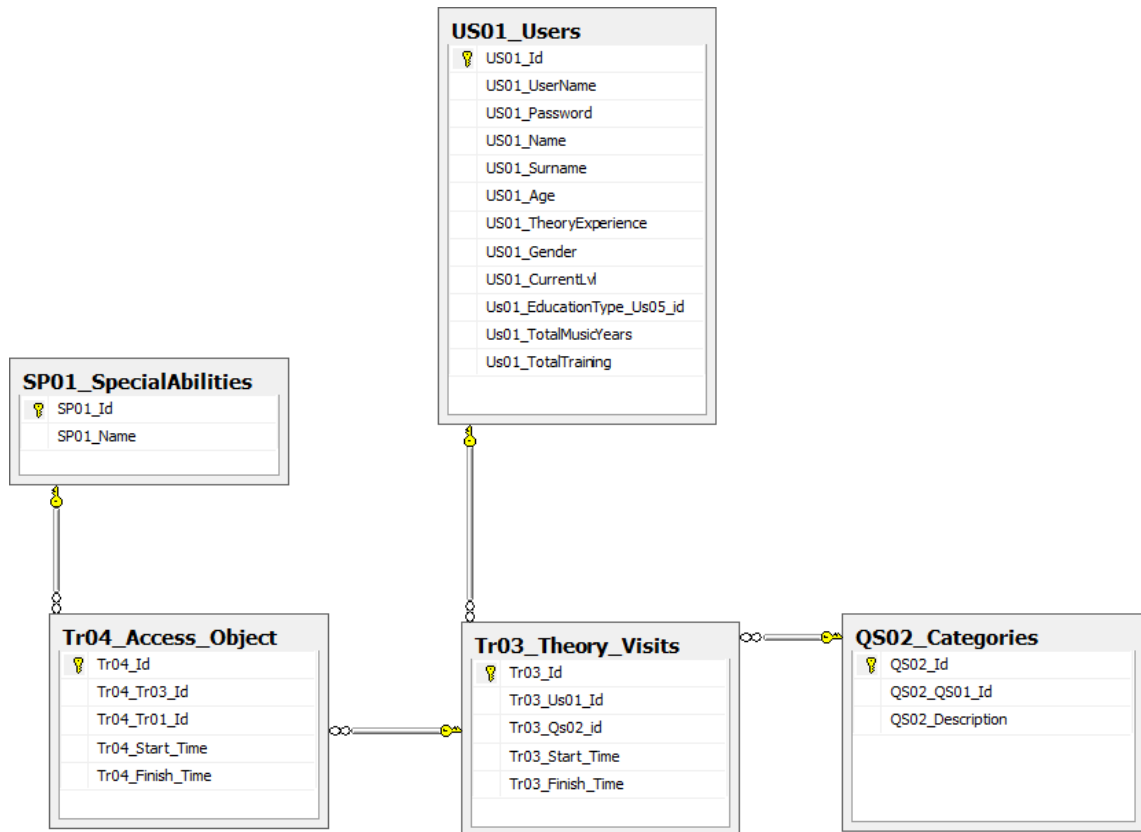
Εικόνα 62: Διάγραμμα Χρήστη

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται οι οντότητες και οι συσχετίσεις που έχουν να κάνουν με την οντότητα Χρήστης.



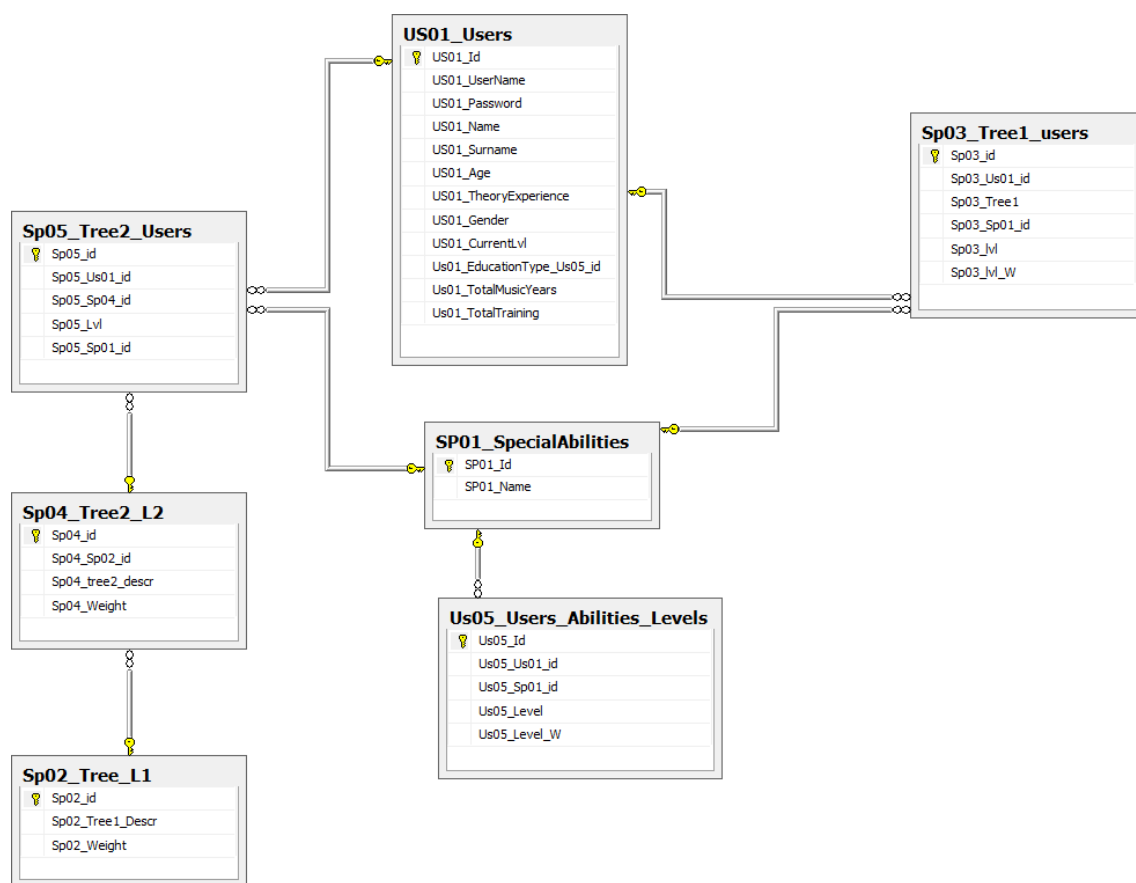
Εικόνα 63: Σχήμα Διαγωνισμάτων

Σε αυτό το διάγραμμα απεικονίζεται η συσχέτιση της οντότητας Χρήστης με τα Διαγωνίσματα.



Εικόνα 64: Διάγραμμα Περιήγησης σε Θεωρία

Εδώ απεικονίζονται οι οντότητες και οι συσχετίσεις που ορίζουν πως θα περιηγηθεί ο χρήστης στην Θεωρία.



Εικόνα 65: Σχήμα Ικανοτήτων Χρήστη

Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζονται οι οντότητες που ορίζουν το Δένδρο Ικανοτήτων, καθώς και οι συσχετίσεις αυτών.

2. Πίνακες-Πεδία Βάσης Δεδομένων

Παρατίθενται οι πίνακες της βάσης και τα πεδία τους:

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
Πίνακας	IN01_Instruments		Τα Μουσικά Όργανα	
Πεδίο	IN01_Id	Integer	A/A ⁸	ΠΚ
Πεδίο	IN01_Name	Nvarchar(50)	Όνομα Οργάνου	
Πεδίο	IN01_Description	Nvarchar(2048)	Περιγραφή Οργάνου	
Πεδίο	IN01_Image	Image	Εικόνα Οργάνου	
Πίνακας	PI01_Poll		Περιεχόμενα Ερωτηματολογίου	
Πεδίο	Timestamp	DateTime	Χρονική Στιγμή Απάντησης	
Πεδίο	SoftwareUse	Nvarchar(255)	Χρήση Εκπαιδευτικής Εφαρμογής	
Πεδίο	Instruments	Nvarchar(255)	Μουσικά Όργανα Ερωτούμενου	
Πεδίο	Education_type	Nvarchar(255)	Είδος Εκπαίδευσης Ερωτούμενου	
Πεδίο	V1_ImageSee	float	1ο κριτήριο Οπτικής Ικανότητας ⁹	
Πεδίο	A1_SoundHear	float	1ο κριτήριο Ακουστικής Ικανότητας	
Πεδίο	V2_NoteRead	float	2ο κριτήριο Οπτικής Ικανότητας	
Πεδίο	TotalTraining	Nvarchar(255)	Συνολική Εκπαίδευση	

⁷ ΠΚ= Πρωτεύων Κλειδί, ΞΚ= Ξένο κλειδί

⁸ Μοναδικό Αναγνωριστικό, Αύξων Αριθμός

⁹ Όλα τα κριτήρια εξηγούνται παραπάνω

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
			Ερωτούμενου	
Πεδίο	agegroup	Nvarchar(255)	Ηλικιακή Ομάδα Ερωτούμενου	
Πεδίο	TotalMusicYears	Nvarchar(255)	Συνολικά Χρόνια Ενασχόλησης Ερωτούμενου	
Πεδίο	Gender	Nvarchar(255)	Φύλο Ερωτούμενου	
Πεδίο	V3_SongScore	float	3ο κριτήριο Οπτικής Ικανότητας	
Πεδίο	A2_SongPlay	float	2ο κριτήριο Ακουστικής Ικανότητας	
Πεδίο	A3_Dicte	float	3ο κριτήριο Ακουστικής Ικανότητας	
Πεδίο	MusicGenre	Nvarchar(255)	Μουσικά Είδη Ερωτούμενου	
Πεδίο	TheoryTraining	Nvarchar(255)	Γνώση Θεωρίας Ερωτούμενου	
Πίνακας	PI02_Poll_Instruments		Σχέση Πολλά προς Πολλά Ερωτηθέντων- Μουσικών Οργάνων	
Πεδίο	PI02_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	PI02_PI01_timestamp	DateTime		ΞΚ: PI01_Poll. timestamp ¹⁰

¹⁰ Παίρνει τιμές από το πεδίο timestamp του πίνακα PI01_Poll

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
Πεδίο	PI02_In01_id	Integer		ΞΚ: IN01_Instruments. In01_id
Πίνακας	PI03_Poll_MusicGenres		Πίνακας Μουσικών Ειδών	
Πεδίο	PI03_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	PI03_genre	Nvarchar(255)	Περιγραφή Μουσικού Είδους	
Πίνακας	PI04_Poll_User_M_Genres		Σχέση Πολλά προς Πολλά Ερωτηθέντων-Μουσικών Ειδών	
Πεδίο	PI04_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	PI04_PI01_timestamp	Integer		ΞΚ: PI01_Poll.timestamp
Πεδίο	PI04_PI03_id	Integer		ΞΚ: PI03_Poll_MusicGenres. PI03_id
Πίνακας	QS01_Types		Τύποι Τεστ	
Πεδίο	QS01_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	QS01_Description	Nvarchar(20)	Περιγραφή Τύπου Τεστ	
Πίνακας	QS02_Categories		Κατηγορίες Τεστ	
Πεδίο	QS02_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	QS02_Description	Nvarchar(20)	Περιγραφή Κατηγορίας Τεστ	
Πεδίο	QS02_QS01_Id	Integer	Τύπος στον οποίο ανήκει η Κατηγορία	ΞΚ: QS01_Types. QS01_Id
Πίνακας	QS03_Tests		Διαθέσιμα Τεστ	
Πεδίο	QS03_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	QS03_QS02_Id	Integer	Κατηγορία στην οποία ανήκει το	ΞΚ: QS02_Categories.

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
			Τεστ	QS02_Id
Πεδίο	QS03_QS06_id	Integer	Επίπεδο στο οποίο ανήκει το Τεστ	ΞΚ: QS06_TestLevels. QS06_id
Πεδίο	QS03_Sp01_id	Integer	Ειδική Ικανότητα στην οποία ανήκει το Τεστ	ΞΚ: SP01_SpecialAbilities. SP01_Id
Πίνακας	QS04_Questions		Ερωτήσεις που περιέχονται στα Τεστ	
Πεδίο	QS04_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	QS04_QS03_Id	Integer	Τεστ στο οποίο ανήκει η Ερώτηση	ΞΚ: QS03_Tests. QS03_Id
Πεδίο	QS04_QS05_Id	Integer	Σωστή Απάντηση Ερώτησης	ΞΚ: QS05_Answers. QS05_Id
Πεδίο	QS04_Question	Nvarchar(200)	Κείμενο Ερώτησης	
Πεδίο	QS04_Image	Image	Εικόνα Ερώτησης	
Πεδίο	QS04_Sound	VarBinary	Ήχος Ερώτησης	
Πίνακας	QS05_Answers		Πολλαπλές Απαντήσεις Τεστ	
Πεδίο	QS05_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	QS05_QS04_Id	Integer	Ερώτηση στην οποία ανήκει η απάντηση	
Πεδίο	QS05_Answer	Nvarchar(200)	Κείμενο Απάντησης	
Πεδίο	QS05_Advice	Nvarchar(200)	Συμβουλή αν η απάντηση ανήκει στις λανθασμένες	

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
Πίνακας	QS06_TestLevels		Τα επίπεδα των διαγωνισμάτων με τους συντελεστές τους	
Πεδίο	QS06_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	QS06_Level	Integer	Επίπεδο	
Πεδίο	QS06_Weight	Numeric(5,2)	Συντελεστής Βαρύτητας Επιπέδου	
Πίνακας	Set01_Settings		Ρυθμίσεις Εφαρμογής	
Πεδίο	Set01_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Set01_Setting	varchar(50)	Παράμετρος	
Πεδίο	Set01_Value	Numeric(13,5)	Τιμή Παραμέτρου	
Πεδίο	Set01_Description	varchar(100)	Περιγραφή Παραμέτρου	
Πεδίο	Set01_Application	varchar(100)	Εφαρμογή Παραμέτρου	
Πίνακας	SP01_SpecialAbilities		Ειδικές Ικανότητες	
Πεδίο	SP01_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	SP01_Name	Nvarchar(50)	Περιγραφή Ικανότητας	
Πίνακας	Sp02_Tree_L1		Επίπεδο 1 Δένδρου Ικανοτήτων	
Πεδίο	Sp02_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Sp02_Tree1_Descr	varchar(50)	Περιγραφή Κριτηρίου	
Πεδίο	Sp02_Weight	Numeric(7,3)	Βάρος Κριτηρίου	
Πίνακας	Sp03_Tree1_users		Βαθμοί Χρηστών Στα Κριτήρια	

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
			Επιπέδου 1	
Πεδίο	Sp03_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Sp03_Us01_id	Integer	A/A Χρήστη	ΞΚ: US01_Users. Us01_id
Πεδίο	Sp03_Tree1	Integer	A/A Κριτηρίου	ΞΚ: Sp02_Tree_L1. Sp02_id
Πεδίο	Sp03_Sp01_id	Integer	A/A Ειδικής Ικανότητας	ΞΚ: SP01_SpecialAbilities. Sp01_id
Πεδίο	Sp03_lvl	Numeric (5,2)	Βαθμός Χρήστη	
Πεδίο	Sp03_lvl_W	Numeric (5,2)	Σταθμισμένος Βαθμός Χρήστη	
Πίνακας	Sp04_Tree2_L2		Επίπεδο 2 Δένδρου Ικανοτήτων	
Πεδίο	Sp04_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Sp04_Sp02_id	Integer	A/A Κριτηρίου στο οποίο ανήκει το Υποκριτήριο	ΞΚ: Sp02_Tree_L1. Sp02_id
Πεδίο	Sp04_tree2_descr	varchar(50)	Περιγραφή υποκριτηρίου	
Πεδίο	Sp04_Weight	Numeric (7,3)	Βάρος Υποκριτηρίου	
Πίνακας	Sp05_Tree2_Users		Βαθμοί Χρηστών στα Κριτήρια Επιπέδου 2 (Υποκριτήρια_	
Πεδίο	Sp05_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Sp05_Us01_id	Integer	A/A Χρήστη	ΞΚ: US01_Users.

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
				Us01_id
Πεδίο	Sp05_Sp04_id	Integer	A/A Υποκριτηρίου	ΞΚ: Sp04_Tree2_L2. Sp04_id
Πεδίο	Sp05_Lvl	Numeric (5,2)	Βαθμός Χρήστη	
Πεδίο	Sp05_Sp01_id	Integer	A/A Ειδικής Ικανότητας	ΞΚ: SP01_SpecialAbilities. Sp01_id
Πίνακας	Tr03_Theory_Visits		Επισκέψεις Χρηστών στις Σελίδες της Θεωρίας	
Πεδίο	Tr03_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Tr03_Us01_Id	Integer	A/A Χρήστη	ΞΚ: US01_Users. Us01_id
Πεδίο	Tr03_Qs02_id	Integer	A/A Κατηγορίας Θεωρίας	ΞΚ: QS02_Categories. Qs02_id
Πεδίο	Tr03_Start_Time	DateTime	Στιγμή Έναρξης Επίσκεψης	
Πεδίο	Tr03_Finish_Time	DateTime	Στιγμή Λήξης Επίσκεψης	
Πίνακας	Tr04_Access_Object		Προσπελάσεις Αντικειμένων Θεωρίας	
Πεδίο	Tr04_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Tr04_Tr03_Id	Integer	A/A Επίσκεψης Θεωρίας	ΞΚ: Tr03_Theory_Visits .Tr03_Id
Πεδίο	Tr04_Tr01_Id	Integer	A/A Ειδικής Ικανότητας που αφορά	ΞΚ: SP01_SpecialAbilities. Sp01_id
Πεδίο	Tr04_Start_Time	DateTime	Στιγμή Έναρξης Προσπέλασης	

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
Πεδίο	Tr04_Finish_Time	DateTime	Στιγμή Λήξης Προσπέλασης	
Πίνακας	US01_Users		Χρήστες Συστήματος	
Πεδίο	US01_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	US01_UserName	nvarchar(50)	Username	
Πεδίο	US01_Password	nvarchar(50)	Κωδικός	
Πεδίο	US01_Name	nvarchar(50)	Όνομα	
Πεδίο	US01_Surname	nvarchar(50)	Επίθετο	
Πεδίο	US01_Age	Integer	Ηλικία	
Πεδίο	US01_TheoryExperience	Integer	Εμπειρία σε Θεωρία	
Πεδίο	US01_Gender	Bit	Φύλο	
Πεδίο	US01_CurrentLvl	Float	Τρέχων Επίπεδο	
Πεδίο	Us01_EducationType_Us05_id	Integer	A/A Είδους Εκπαίδευσης	ΞΚ: Us05_User_Education_Type. Us05_id
Πεδίο	Us01_TotalMusicYears	Integer	Συνολικά Χρόνια Ενασχόλησης	
Πεδίο	Us01_TotalTraining	nvarchar(50)	Συνολικά Χρόνια Εκπαίδευσης	
Πίνακας	US02_UserTests		Τεστ που έχουν κάνει οι Χρήστες	
Πεδίο	US02_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	US02_US01_Id	Integer	A/A Χρήστη	ΞΚ: US01_Users. Us01_id
Πεδίο	US02_QS03_Id	Integer	A/A Τεστ	ΞΚ: QS03_Tests.

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
				QS03_Id
Πεδίο	US02_Grade	Numeric (10,2)	Βαθμός	
Πεδίο	US02_DateTaken	DateTime	Χρονική Στιγμή Τεστ	
Πίνακας	Us03_Users_Instruments		Σχέση πολλά προς πολλά Χρηστών-Οργάνων	
Πεδίο	US03_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	US03_IN01_id	Integer	A/A Μουσικού Οργάνου	ΞΚ: IN01_Instruments. IN01_Id
Πεδίο	Us03_US01_id	Integer	A/A Χρήστη	ΞΚ: US01_Users. Us01_id
Πίνακας	Us05_User_Education_Type		Είδη Εκπαίδευσης	
Πεδίο	Us05_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Us05_Education_type	varchar(50)	Είδος Εκπαίδευσης	
Πίνακας	Us05_Users_Abilities_Levels		Βαθμοί Χρηστών ανά Ικανότητα	
Πεδίο	Us05_Id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Us05_Us01_id	Integer	A/A Χρήστη	ΞΚ: US01_Users. Us01_id
Πεδίο	Us05_Sp01_id	Integer	A/A Ειδικής Ικανότητας	ΞΚ: SP01_SpecialAbilities. Sp01_id
Πεδίο	Us05_Level	Numeric (5,2)	Βαθμός Χρήστη	
Πεδίο	Us05_Level_W	Numeric (5,2)	Σταθμισμένος Βαθμός Χρήστη	
Πίνακας	Us06_User_Music_Genres		Σχέση πολλά προς πολλά Χρηστών-Μουσικών Ειδών	

Αντικείμενο	Όνομα	Τύπος	Περιγραφή	Κλειδί ⁷
Πεδίο	Us06_id	Integer	A/A	ΠΚ
Πεδίο	Us06_Us01_id	Integer	A/A Χρήστη	ΞΚ: US01_Users. Us01_id
Πεδίο	Us06_PI03_id	Integer	A/A Μουσικού Είδους	ΞΚ: PI03_Poll_MusicGe nres. PI03_id

Πίνακας 22: Πίνακες και Πεδία Βάσης Δεδομένων

3. Όψεις (Views)

Στην εφαρμογή χρησιμοποιούνται όψεις για την διευκόλυνση των υπολογισμών και των προβόλων ο κώδικας των οποίων περιέχεται στην ηλεκτρονική μορφή της εργασίας.

Όψη	Χρήση
V_Access_Object_time	Υπολογισμός Χρόνου Προσπέλασης Αντικειμένου Θεωρίας
V_AccessVisitPerThTime	Υπολογισμός Χρόνου Προσπέλασης Αντικειμένου Θεωρίας ανά Επίσκεψη Θεωρίας
V_agegroup_A	Υπολογισμός Ακουστικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Φύλο
V_agegroup_V	Υπολογισμός Οπτικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Φύλο
V_education_type_A	Υπολογισμός Ακουστικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Είδος Εκπαίδευσης
V_education_type_V	Υπολογισμός Οπτικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Είδος Εκπαίδευσης
V_Gender_A	Υπολογισμός Ακουστικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Φύλο
V_Gender_V	Υπολογισμός Οπτικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Φύλο

Όψη	Χρήση
V_instruments_A	Υπολογισμός Ακουστικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Μουσικό Όργανο
V_instruments_V	Υπολογισμός Οπτικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Μουσικό Όργανο
V_music_genres_A	Υπολογισμός Ακουστικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Μουσικό Είδος
V_music_genres_V	Υπολογισμός Οπτικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Μουσικό Είδος
V_TheoryTimeRead	Υπολογισμός Συνολικού Χρόνου Περιήγησης σε Θεωρία
V_totalmusicyears_A	Υπολογισμός Ακουστικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Συνολικά Χρόνια Ενασχόλησης
V_totalmusicyears_V	Υπολογισμός Οπτικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Συνολικά Χρόνια Ενασχόλησης
V_TotalTraining_A	Υπολογισμός Ακουστικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Συνολικά Χρόνια Εκπαίδευσης
V_TotalTraining_V	Υπολογισμός Οπτικής Ικανότητας Απαντούντων Ερωτηματολογίου ανά Συνολικά Χρόνια Εκπαίδευσης
V_Tree1_Level_Weights	Υπολογισμός Βαθμών Χρηστών ανά κριτήριο Επιπέδου 1 και ανά Ικανότητα
V_Tree2_Level_Weights	Υπολογισμός Βαθμών Χρηστών ανά κριτήριο Επιπέδου 2 και ανά Ικανότητα

Εικόνα 66: Όψεις Εφαρμογής

4. Διαδικασίες -Συναρτήσεις (Procedures-Functions)

Είδος	Όνομα	Χρήση
Προαποθηκευμένη Διαδικασία	Usp_Calculate_level	Υπολογισμός Επιπέδου Χρήστη
Προαποθηκευμένη Διαδικασία	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab	Υπολογισμός Επιπέδου Ικανοτήτων Χρήστη

Είδος	Όνομα	Χρήση
Προαποθηκευμένη Διαδικασία	Usp_Update_Level1	Ενημέρωση Δένδρου Ικανοτήτων Χρήστη επιπέδου 1 από επίπεδο 2
Προαποθηκευμένη Διαδικασία	Usp_Update_Level1_W	Σταθμισμένη Ενημέρωση Δένδρου Ικανοτήτων Χρήστη επιπέδου 1 από επίπεδο 2
Προαποθηκευμένη Διαδικασία	Usp_Update_user_Abilities	Ενημέρωση Ικανοτήτων Χρήστη από Δένδρου Ικανοτήτων Χρήστη επιπέδου 1
Προαποθηκευμένη Διαδικασία	Usp_Update_User_abilities_W	Σταθμισμένη Ενημέρωση Ικανοτήτων Χρήστη από Δένδρου Ικανοτήτων Χρήστη επιπέδου 1
Συνάρτηση	Fn_Access_Object_Count	Υπολογισμός Μετρητή Προσπέλασης Αντικειμένων Θεωρίας
Συνάρτηση	Fn_Access_Object_Per_view	Υπολογισμός Μετρητή Προσπέλασης αντικειμένων Ανά Επίσκεψη Θεωρίας
Συνάρτηση	Fn_Access_Object_Time_Count	Υπολογισμός Συνολικού Χρόνου Προσπέλασης Αντικειμένων Θεωρίας
Συνάρτηση	Fn_Access_Object_Time_Per_View	Υπολογισμός Συνολικού Χρόνου Προσπέλασης Αντικειμένων Ανά Επίσκεψη Θεωρίας
Συνάρτηση	Fn_Age_Points	Υπολογισμός Συνολικού Επιπέδου Χρήστη Βάσει Ηλικίας
Συνάρτηση	Fn_getAgeGroup	Εναρμόνιση Ερωτηματολογίου Με Αρχείο Χρηστών-Ηλικία
Συνάρτηση	Fn_getEducationType	Εναρμόνιση Ερωτηματολογίου Με Αρχείο Χρηστών-Είδος

Είδος	Όνομα	Χρήση
		Εκπαίδευσης
Συνάρτηση	Fn_getGender	Εναρμόνιση Ερωτηματολογίου Με Αρχείο Χρηστών-Φύλο
Συνάρτηση	Fn_getTotalMusicYears	Εναρμόνιση Ερωτηματολογίου Με Αρχείο Χρηστών-Συνολικά Χρόνια Ενασχόλησης
Συνάρτηση	Fn_getTotalTraining	Εναρμόνιση Ερωτηματολογίου Με Αρχείο Χρηστών- Συνολικά Χρόνια Εκπαίδευσης
Συνάρτηση	fn_InlineMin	Εύρεση της μικρότερης μεταξύ δύο τιμών για μην ξεπερνιέται το 10
Συνάρτηση	Fn_Stereotype_Age	Υπολογισμός Βαθμού Ικανότητας Βάσει Ηλικίας
Συνάρτηση	Fn_Stereotype_Edu_type	Υπολογισμός Βαθμού Ικανότητας Βάσει Είδους Εκπαίδευσης
Συνάρτηση	Fn_Stereotype_Gender	Υπολογισμός Βαθμού Ικανότητας Βάσει Φύλου
Συνάρτηση	Fn_Stereotype_Instrument	Υπολογισμός Βαθμού Ικανότητας Βάσει Μουσικού Οργάνου
Συνάρτηση	Fn_Stereotype_MusicGenre	Υπολογισμός Βαθμού Ικανότητας Βάσει Μουσικού Είδους
Συνάρτηση	Fn_Stereotype_TotalMusicYears	Υπολογισμός Βαθμού Ικανότητας Βάσει Συνολικού Χρόνου Ενασχόλησης με τη Μουσική
Συνάρτηση	Fn_Stereotype_TotalTraining	Υπολογισμός Βαθμού Ικανότητας Βάσει Συνολικού Χρόνου Εκπαίδευσης στη Μουσική
Συνάρτηση	fn_Theory_Time_Count	Υπολογισμός Συνολικού Χρόνου Περιήγησης Θεωρίας

Είδος	Όνομα	Χρήση
Συνάρτηση	Fn_Theory_Visits_Count	Υπολογισμός Μετρητή Περιήγησης Θεωρίας
Συνάρτηση	Fn_ThExp_Points	Υπολογισμός επιπέδου Χρήστη Βάσει Γνώσης Θεωρίας

Πίνακας 23: Διαδικασίες-Συναρτήσεις Βάσης Δεδομένων

5. Ενεργοποιήσεις Δεδομένων (Triggers)

Κάθε φορά που ένας χρήστης μεταβάλει τα στοιχεία του ή κάνει ένα διαγώνισμα πρέπει να μεταβληθεί το επίπεδό του. Για αυτό στη βάση δεδομένων υπάρχουν Triggers έτσι ώστε όταν γίνεται ενημέρωση στους αντίστοιχους πίνακες να εκτελείται η συνάρτηση που θα επαναυπολογίζει το επίπεδο του με τα καινούργια δεδομένα

Όνομα ¹¹	Πίνακας	Ενέργεια ¹²
TR_Sp02_Tree_L1_UPD	Sp02_Tree_L1	Usp_Update_User_abilities_W
TR_Sp04_Tree2_L2_UPD	Sp04_Tree2_L2	Usp_Update_Level1_W, Usp_Update_User_abilities_W
TR_Tr03_Theory_Visits_INS	Tr03_Theory_Visits	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
Tr_Tr04_Th_Access_Objects_INS	Tr04_Access_Object	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
TR_US01_Users_INS	US01_Users	Usp_Calculate_Level, Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
TR_US01_Users_UPD	US01_Users	Usp_Calculate_Level, Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
TR_US02_UserTests_INS	US02_UserTests	Usp_Calculate_Level, Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
Tr_Us03_User_Instruments_DEL	Us03_Users_Instruments	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
Tr_Us03_User_Instruments_INS	Us03_Users_Instruments	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
Tr_Us03_User_Instruments_UPD	Us03_Users_Instruments	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
Tr_Us03_User_MusicGenres_DEL	Us06_User_Music_Genres	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
Tr_Us03_User_MusicGenres_INS	Us06_User_Music_Genres	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab
Tr_Us03_User_MusicGenres_UPD	Us06_User_Music_Genres	Usp_Calculate_Level_Sp_Ab

Πίνακας 24: Ενεργοποιήσεις Δεδομένων (triggers)

¹¹ UPD=Update, INS=Insert, Del=Delete

¹² Διαδικασία που καλείται

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα