

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ”

ΧΡΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ
ΤΑΣΤΙΕΡΑΣ ΤΗΣ ΚΙΘΑΡΑΣ : ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΣΥΣΤΗΜΑ “FRETFULL”

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΤΣΑΓΓΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018

*Αφιερώνεται στην οικογένειά μου, στα καινούργια της μέλη, και στην μνήμη όσων
έφυγαν*

Περίληψη

Η διδασκαλία της ηλεκτρικής κιθάρας αποτελεί αντικείμενο πολλών ερευνών τόσο ανάμεσα σε μουσικολόγους και εκπαιδευτικούς, όσο και σε ερευνητές μουσικής τεχνολογίας. Στην Ελλάδα, η διδασκαλία της ηλεκτρικής κιθάρας (όπως και των οργάνων που δεν ανήκουν στα λεγόμενα κλασικά όργανα), δεν διαθέτει ακόμα κάποιον αναγνωρισμένο τίτλο σπουδών και επακόλουθα ένα παγιωμένο πρόγραμμα σπουδών. Παράλληλα, ένας μεγάλος αριθμός μαθητών (αν όχι η πλειοψηφία), έχει περάσει πρώτα από μια κατάσταση αυτοδιδασκαλίας του οργάνου, αγνοώντας στοιχεία απαραίτητα για την μουσική τους εξέλιξη.

Η παρούσα εργασία αφορά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του συστήματος FretFull. , το οποίο στοχεύει στην υποβοήθηση του εκπαιδευτικού και του μαθητή ηλεκτρικής κιθάρας σε μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην διαδικασία διδασκαλίας και εκμάθησης του οργάνου : την εκμάθηση της ταστιέρας της κιθάρας. Βασικοί στόχοι για να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα από την συγκεκριμένη μέθοδο είναι :

- Η εξέλιξη των μουσικών ασκήσεων σε πραγματικές συνθήκες (μελέτη βάση μουσικών έργων),
- Η στήριξη της μεθόδου σε γνώσεις που οι μαθητές κατέχουν (λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο των μαθητών)
- Η παροχή κινήτρων στους μαθητές για ενασχόληση με την επίπονη διαδικασία εκμάθησης της ταστιέρας.

Η σημαντικότητα της παρούσας έρευνας τονίζεται μέσω της πειραματικής δοκιμής του συστήματος σε προχωρημένους μαθητές ηλεκτρικής κιθάρας, με σκοπό να αποδειχθεί ότι το επίπεδο της τεχνικής τους κατάρτισης δεν συνάδει με το επίπεδο γνώσης της ταστιέρας, κάτι που αποτελεί τροχοπέδη στις αυτοσχεδιαστικές προσπάθειές τους, κυρίως στον πολύ απαιτητικό κόσμο του jazz αυτοσχεδιασμού.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή και επιβλέπων της εργασίας μου κύριο Συμεών Ρετάλη, για την βοήθειά του στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς και για την προθυμία του να λάβει υπόψη του την επιθυμία μου να εκπονήσω εργασία στην θεματική περιοχή της υποβοηθούμενης από υπολογιστή εκμάθησης μουσικού οργάνου. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Π.Μ.Σ. «Ηλεκτρονική Μάθηση», την καθηγήτρια του τμήματος Μουσικών σπουδών του Ε.Κ.Π.Α. κυρία Χριστίνα Αναγνωστοπούλου για την καθοδήγησή που μου παρείχε, καθώς και τους καθηγητές μου από τα ωδεία κύριους Αντώνη Καρατζίκη , Γρηγόρη Ντάνη, Φώτη Βητοβάρη και την κυρία Θεώνη Σαμαρά.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την γυναίκα μου Εύα, που με άντεξε και με στήριξε στην πορεία μου για την ολοκλήρωση του Π.Μ.Σ. Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω την μητέρα μου Λίτσα για την ώθηση που μου έδινε όλα αυτά τα χρόνια για να σπουδάσω αυτό που πραγματικά με ενδιέφερε, καθώς και τους νέους μου γονείς, Νίκο και Αγγελική, που με στήριξαν έμπρακτα στην προσπάθειά μου αυτή.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	II
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	III
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ	V
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Ηλεκτρονική Μάθηση και Διδασκαλία Μουσικού Οργάνου	1
1.2. Δομή της Εργασίας	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II : ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΜΟΥΣΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ	5
2.1 Μουσική Επιτέλεση	5
2.2. Μουσικός Αυτοσχεδιασμός	6
2.3. Γνωστική Επιστήμη και Μουσικός Αυτοσχεδιασμός.....	8
2.4. Μυϊκή Μνήμη και Κινητικές Δεξιότητες.....	10
2.4.1. Τυχαία και Ομαδοποιημένη Εξάσκηση	11
2.4.2. Μεταβαλλόμενη Εξάσκηση και Μουσικός Αυτοσχεδιασμός.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III : ΕΞΟΡΥΞΗ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ	15
3.1. Τεχνικές και Συστήματα Ανάκτησης και Εξόρυξης Μουσικής Πληροφορίας.....	15
3.1.1. Εξόρυξη Τονικού Ύψους	16
3.1.2. Εξόρυξη Ρυθμικής Αξίας	18
3.1.3. Η Ανοιχτού Κώδικα Βιβλιοθήκη Essentia.....	20
3.2. Παρόμοια Συστήματα	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV : ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ FRETFULL	24
4.1. Η Εκμάθηση της Ταστιέρας.....	24
4.1.1. Αρμονία και Τζαζ Αυτοσχεδιασμός στην Κιθάρα.....	26
4.1.2. Χαρτογράφηση της Ταστιέρας.....	29

4.2.	Δομή του Συστήματος.....	37
4.2.1.	Επιλογές του Χρήστη.....	38
4.2.2.	Σχεδιασμός του Φύλλου Θεωρίας.....	39
4.2.3.	Αλληλεπίδραση κατά την Επιτέλεση.....	42
4.2.4.	Εξαγωγή Αποτελεσμάτων.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ		49
4.1.	Στοιχεία προς Έλεγχο.....	49
4.2.	Υπόθεση	51
4.3.	Διαδικασία και Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων	52
4.4.	Μουσικοί που Συμμετείχαν στην Πειραματική Δοκιμή	54
4.5.	Προετοιμασία Διεξαγωγής των Πειραμάτων - Τοποθέτηση του Εξοπλισμού	55
4.6.	Διαδικασία Πειραματικής Δοκιμής.....	56
4.7.	Αποτελέσματα.....	57
4.8.	Έλεγχος Υποθέσεων - Ευρήματα.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI : ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		70
6.1.	Συμπεράσματα	70
6.2.	Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα.....	74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		76
ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ		79
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I : ΦΥΛΛΑ ΘΕΩΡΙΑΣ.....		80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II : ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....		83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III : ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ.....		86

Κατάλογος εικόνων και πινάκων

ΕΙΚΟΝΑ 3.1 : Η ΕΝΑΡΞΗ (ONSET) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΤΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΕΝΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΜΟΝΟΦΩΝΙΚΟΥ ΦΘΟΓΓΟΥ ΟΠΩΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΤΑΙ ΣΕ BELLO ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ (2005)	20
ΕΙΚΟΝΑ 3.2: Ο ΚΕΡΣΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ SONGS2SEE ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΟ 1 ^Ο ΤΕΤΑΡΤΟ ΤΟΥ 2 ^{ΟΥ} ΜΕΤΡΟΥ. ΟΙ ΝΟΤΕΣ ΠΟΥ ΕΚΤΕΛΕΣΤΗΚΑΝ ΣΩΣΤΑ ΕΧΟΥΝ ΠΡΑΣΙΝΟ ΧΡΩΜΑ.....	22
ΕΙΚΟΝΑ 4.1 : Η ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΙΖΟΝΑ ΣΤΟ ΠΙΑΝΟ (ΠΗΓΗ : WWW.YAMAHA-KEYBOARD-GUIDE.COM).....	25
ΕΙΚΟΝΑ 4.2: Η ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΙΖΟΝΑ ΣΕ ΠΕΝΤΕ ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΙΘΑΡΑ (ΠΗΓΗ HTTP://WWW.GUITARFORANYONE.COM).....	26
ΕΙΚΟΝΑ 4.3 : Η ΣΥΓΧΟΡΔΙΑ ΦΑ ΜΕΙΖΟΝΑ ΜΕ ΕΒΔΟΜΗ ΣΕ ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ	27
ΕΙΚΟΝΑ 4.4 : Η ΦΑ ΜΑΤΖΟΡΕ ΜΕ ΕΒΔΟΜΗ ΣΕ ΜΟΡΦΗ DROP 2.....	28
ΕΙΚΟΝΑ 4.5 : ΤΟ DROP 2 ΑΚΟΡΝΤΟ ΦΑ ΜΕΙΖΟΝ ΜΕ ΕΒΔΟΜΗ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΤΑΜΠΛΑΤΟΥΡΑΣ	28
ΕΙΚΟΝΑ 4.6 : Η ΠΡΩΤΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΟΛ Β ΜΕΙΖΟΝΟΣ	30
ΕΙΚΟΝΑ 4.7 : Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΟΛ Β ΜΕΙΖΟΝΟΣ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 4.8 : Η ΤΡΙΤΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΟΛ Β ΜΕΙΖΟΝΟΣ	30
ΕΙΚΟΝΑ 4.9 : Η ΤΕΤΑΡΤΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΟΛ Β ΜΕΙΖΟΝΟΣ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 4.10 : Η ΠΕΜΠΤΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΟΛ Β ΜΕΙΖΟΝΟΣ	30
ΕΙΚΟΝΑ 4.11: Η ΕΚΤΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΟΛ Β ΜΕΙΖΟΝΟΣ.....	31
ΕΙΚΟΝΑ 4.12 : Η ΕΒΔΟΜΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΣΟΛ Β ΜΕΙΖΟΝΟΣ.....	31

ΕΙΚΟΝΑ 4.13 : ΟΙ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ CAGED. ΠΗΓΗ : WWW.PREMIERGUITAR.COM	34
ΕΙΚΟΝΑ 4.14 : Η ΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΙ 3 (B3) ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΙ 4 (B4), ΣΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΧΟΡΔΗ ΤΗΣ ΚΙΘΑΡΑΣ.....	35
ΕΙΚΟΝΑ 4.15 : Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΦΑ ΜΕΙΖΟΝΟΣ (ΠΗΓΗ: HTTP://WWW.FRETJAM.COM/MAJOR-SCALE-POSITIONS.HTML#ROADMAP).....	35
ΕΙΚΟΝΑ 4.16: ΠΤΩΣΗ II – V – I ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ ΦΑ ΜΕΙΖΟΝΑ.....	35
ΕΙΚΟΝΑ 4.17 : ΑΡΠΙΕΤΖΙΟ ΤΗΣ ΦΑ ΜΕΙΖΟΝΟΣ 7 ΜΕ ΤΟΝΙΚΗ (R) ΣΤΗΝ ΤΕΤΑΡΤΗ ΧΟΡΔΗ (ΠΗΓΗ: HTTPS://WWW.GUITAR-CHORDS.ORG.UK/ARPEGGIOS/F-MAJOR7-ARPEGGIOS.HTML).....	36
ΕΙΚΟΝΑ 4.18: ΑΡΠΙΕΤΖΙΟ ΤΗΣ ΣΟΛ ΕΛΑΣΣΟΝΟΣ 7 ΜΕ ΤΟΝΙΚΗ ΣΤΗΝ 6 ^H ΚΑΙ 4 ^H ΧΟΡΔΗ (ΠΗΓΗ: HTTPS://WWW.GUITAR-CHORDS.ORG.UK/ARPEGGIOS/G-MINOR7-ARPEGGIOS.HTML).....	36
ΕΙΚΟΝΑ 4.19 : ΑΡΠΙΕΤΖΙΟ ΤΗΣ ΝΤΟ ΔΕΣΠΟΖΟΥΣΑΣ 7 ΜΕ ΤΟΝΙΚΗ ΣΤΗΝ 5 ^H ΧΟΡΔΗ (ΠΗΓΗ: HTTPS://WWW.GUITAR-CHORDS.ORG.UK/ARPEGGIOS/C-7-ARPEGGIOS.HTML).....	37
ΕΙΚΟΝΑ 4.20 : ΤΟ ΦΥΛΛΟ ΘΕΩΡΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΟΜΜΑΤΙ BLACK ORPHEUS ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑ.....	41
ΕΙΚΟΝΑ 4.21 : Ο ΟΔΗΓΟΣ ΤΟΥ BLACK ORPHEUS ΣΕ ΛΑ ΕΛΑΣΣΟΝΑ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΕ ΣΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ.....	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1. : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΙΧΑΝ ΣΤΗΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 5.2: ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 5.3: ΤΟ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΦΑ ΔΙΕΣΗ ΕΛΑΣΣΟΝΑ.....	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΝΟΤΩΝ ΤΩΝ ΣΥΓΧΟΡΔΙΩΝ.....	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΩΝ.....	65
ΕΙΚΟΝΑ 5.6 : ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΕΞΙΟΤΕΧΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΙΘΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	66

ΕΙΚΟΝΑ 5.7: ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΝΩΣΕΩΝ ΑΡΜΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	67
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ηλεκτρονική μάθηση και διδασκαλία μουσικού οργάνου

Εάν ανατρέξουμε στο διαδίκτυο για μαθήματα (courses) ηλεκτρικής κιθάρας, θα λάβουμε τα εξής αποτελέσματα :

- Μαθήματα ή Μαζικά Ελεύθερα Διαδικτυακά Μαθήματα (MOOCS) κυρίως από τις μεγάλες διαδικτυακές πλατφόρμες που προσφέρουν αυτές τις υπηρεσίες (Udemy, Coursera)
- Ιστοσελίδες που προσφέρουν μεγάλη ποσότητα υλικού τόσο σε θέματα τεχνικά όσο και θεωρητικά.
- Σειρές εκπαιδευτικών βίντεο από σημαντικές μορφές του χώρου, προοριζόμενα για ατομική μελέτη
- Προσφερόμενα μαθήματα μέσω Skype ή άλλων SIP συστημάτων, είτε για μάθημα ένας προς έναν, είτε για σεμινάρια τύπου masterclass και clinic.

Στην πρώτη κατηγορία δεσπόζει η αξιολόγηση μεταξύ συμμαθητών (peer assessment). Το πρόβλημα σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι η συγκεκριμένη διαδικασία αξιολόγησης καθεαυτή, αλλά το γεγονός ότι δεν συνδυάζεται με αξιολόγηση από τον καθηγητή. Είναι κατανοητό ότι η αξιολόγηση μεταξύ συμμαθητών στην περίπτωση των Moocs, ελλείπει λογισμικού αντικειμενικής αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών, είναι μονόδρομος λόγω του υπερβολικά μεγάλου όγκου μαθητών που μπορεί να συμμετέχουν σε ένα μόνο μάθημα.

Στην πρώτη και την δεύτερη κατηγορία θα βρούμε τον μεγαλύτερο όγκο πληροφορίας για τον μαθητή (πρόκειται συνήθως για τα πληρέστερα προγράμματα εκμάθησης μουσικού οργάνου). Συνήθως τα μαθήματα της δεύτερης κατηγορίας χωρίζονται σε μαθήματα τεχνικής και μαθήματα θεωρίας, καθώς και σε θεματικές περιοχές (αυτοσχεδιασμός, εκμάθηση ταστιέρας,

θεωρία κ.λπ.). Το πρόβλημα παραμένει σε ότι αφορά τόσο την επαφή δασκάλου – μαθητή, όσο και στην στοχοθεσία και τον τρόπο ελέγχου της εκπλήρωσης των στόχων. Πρόκειται για την κατηγορία που αριθμεί τους περισσότερους ιστότοπους.

Στην τρίτη κατηγορία βρίσκουμε τον πιο επιτυχημένη εμπορικά συνταγή, την ανάθεση της δημιουργίας εκπαιδευτικών βίντεο σε μεγάλα ονόματα του χώρου. Σε αυτή τη κατηγορία έχουμε λίγες ιστοσελίδες, οι οποίες προσφέρουν κυρίως αρχεία βίντεο και κειμένου. Σε αυτή τη περίπτωση οι δημιουργοί αρκούνται στην δημοτικότητα των καθηγητών, χωρίς να υπάρχουν ξεκάθαροι στόχοι για τους μαθητές.

Στην τέταρτη περίπτωση έχουμε προσφορά μαθημάτων ηλεκτρικής κιθάρας μέσω συστημάτων SIP (VoIP). Πρόκειται για εξ αποστάσεως ιδιαίτερα μαθήματα (ή ακόμα και masterclasses) που προσφέρονται είτε από μεμονωμένους καθηγητές είτε από οργανισμούς (ωδεία, κονσερβατόρια) ως εναλλακτική για όσους αδυνατούν να παρακολουθήσουν δια ζώσης μαθήματα. Λόγω των φυσικών περιορισμών που διέπουν τις τηλεπικοινωνίες, για την δημιουργία ενός συστήματος εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που περιλαμβάνει αλληλεπίδραση μεταξύ καθηγητή και μαθητή, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιες παράμετροι. Η σημαντικότερη παράμετρος που θα χρειαστεί να προσέξουμε είναι η ακουστική καθυστέρηση. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται τόσο σε τοπικούς παράγοντες όσο και σε παράγοντες που προκύπτουν από την μετάδοση του σήματος στο δίκτυο (Kleimola, 2006). Σύμφωνα με τον Kleimola (2006) οι τοπικοί παράγοντες είναι:

- 1) Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε μουσικού οργάνου (εδώ κυρίως αναφερόμαστε στο ADSR - attack, decay, sustain, release)
- 2) Η μετάδοση του ακουστικού σήματος μέσω του αέρα από το μουσικό όργανο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή
- 3) Η σύλληψη (capture) του σήματος από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και η έξοδός του στα ηχεία (μετατροπή του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό).
- 4) Η συμπίεση και η αποσυμπίεση του ακουστικού σήματος

Η καθυστέρηση λόγω δικτύου είναι η λεγόμενη από άκρο εις άκρο καθυστέρηση. Από την στιγμή δηλαδή που το ακουστικό σήμα που προέρχεται από τον έναν μουσικό, στέλνεται στο δίκτυο, μέχρι την στιγμή που φτάνει στο σύστημα του δέκτη. Λόγω των χαρακτηριστικών της επικοινωνίας (οπτικές ίνες κλπ) η χιλιομετρική απόσταση μεταξύ καθηγητή και μαθητή, δεν μπορεί να υπερβαίνει μια συγκεκριμένη τιμή, ώστε η αλληλεπίδραση να είναι εφικτή.

1.2. Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία, πραγματεύεται τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού ψηφιακού συστήματος, με σκοπό την υποβοηθούμενη από υπολογιστή, διδασκαλία της ηλεκτρικής κιθάρας. Παράλληλα, γίνεται μια απόπειρα ώστε να καθοριστούν οι τρόποι με τους οποίους κάτι τέτοιο μπορεί να είναι εφικτό, μέσω της παρουσίασης των εφαρμογών ηλεκτρονικής διδασκαλίας μουσικών οργάνων που υπάρχουν στο εμπόριο, όσο και της θεωρίας για την μάθηση των μουσικών οργάνων (κινητική και γνωστική) και της προόδου της τεχνολογίας.

Στο 2^ο κεφάλαιο θα αναλυθούν οι τεχνικές μάθησης και διδασκαλίας των μουσικών οργάνων, τόσο από πλευράς γνωστικών διαδικασιών του ατόμου κατά την μουσική επιτέλεση και τον μουσικό αυτοσχεδιασμό, όσο και από πλευράς απόκτησης και ενίσχυσης κινητικών δεξιοτήτων.

Στο 3^ο κεφάλαιο θα παρατεθούν βασικές τεχνικές γνώσεις που αφορούν την εξόρυξη της μουσικής πληροφορίας (Music information retrieval, Music Data Mining). Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε μόνο στην εξόρυξη χαρακτηριστικών του ήχου τα οποία μπορούν να μας δώσουν μουσική πληροφορία και συγκεκριμένα με την εξόρυξη τονικού ύψους και την εξόρυξη ρυθμικής αξίας¹.

¹ Στην πραγματικότητα σε αυτή τη περίπτωση ενδιαφερόμαστε μόνο για τον ακριβή χρόνο έναρξης της νότας και όχι για την ολική της αξία μέσα σε ένα σύνολο νοτών.

Στο 4^ο κεφάλαιο ακολουθεί η παρουσίαση του συστήματος εκμάθησης της ταστιέρας της ηλεκτρικής κιθάρας. Μαζί με το σύστημα, παρατίθενται και οι λόγοι που αποφασίστηκε το λογισμικό και τα επιμέρους δομικά του συστατικά να πάρουν αυτή τη μορφή.

Στο κεφάλαιο νούμερο 5, παρουσιάζεται η πειραματική αξιολόγηση του λογισμικού η οποία έλαβε χώρα στο Lab Music Education Αθηνών. Συγκεκριμένα παρατίθενται η υπόθεση με τα στοιχεία προς έλεγχο, η μέθοδος εξέτασης της υπόθεσης και τα αποτελέσματα. Λόγω του μικρού αριθμού συμμετεχόντων δεν θα γίνει ποσοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων, αλλά μόνο ποιοτική, με έμφαση στην εκάστοτε περίπτωση.

Τέλος στο 6^ο κεφάλαιο πραγματοποιείται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, καθώς και εξαγωγή συμπερασμάτων για την παρούσα έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ : ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΜΟΥΣΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ

2.1 Μουσική Επιτέλεση

Η μουσική είναι μια από τις λεγόμενες τελεστικές τέχνες. Τις τελευταίες δεκαετίες το ζήτημα της μουσικής επιτέλεσης έχει πάρει μεγαλύτερες διαστάσεις, καθώς οι μουσικολόγοι σταμάτησαν να προσπαθούν να βρουν το περιεχόμενο της μουσικής μέσα από την αποτύπωση της μουσικής στο χαρτί (Small, 1998). Πότε όμως μια μουσική επιτέλεση θεωρείται επιτυχημένη;

Η μουσική επιτέλεση θεωρείται ως μια από τις πιο απαιτητικές διαδικασίες τόσο από γνωστικής όσο και από κινητικής πλευράς. Οι σολίστ της δυτικής έντεχνης μουσικής, περνάνε από επίπονη πολυετή εκπαίδευση, με σκοπό να φτάσουν σε ένα επίπεδο πλήρους συντονισμού του νου και των μερών του σώματος. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι επιτυχημένη μουσική επιτέλεση, απαιτεί εξαιρετικές κινητικές δεξιότητες και εκτενή γνώση της μουσικής δομής και των παραδόσεων της επιτέλεσης του εκάστοτε μουσικού ιδιώματος (Thompson, Bella, Keller, 2006).

Κινητικές, ονομάζονται όλες εκείνες οι δεξιότητες που έχουν αποκτηθεί από τον εκτελεστή, στην μακρά πορεία εκπαίδευσής του, και αφορούν την ικανότητά του να εκτελεί προκαθορισμένες κινήσεις με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια και ταχύτητα. Η απόκτηση αυτών των δεξιοτήτων σχετίζεται με την επαναλαμβανόμενη μελέτη ασκήσεων (κλίμακες, *arpeggios*, συγχορδίες κ.λπ.) και μουσικών έργων σταδιακά αυξανόμενης δυσκολίας. Πολλές φορές αναφερόμενοι στις μουσικές δεξιότητες, εννοούμε λανθασμένα μόνο στις κινητικές δεξιότητες του εκτελεστή.

Η μουσική δομή, όσο και οι τελεστικές παραδόσεις, εξαρτώνται από το προς εκτέλεση μουσικό ιδίωμα. Η γνώση της μουσικής δομής π.χ. του κινήματος του Ρομαντισμού, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ανάκληση των πληροφοριών που διέπουν το κίνημα και κατά επέκταση το προς εκτέλεση μουσικό έργο. Γίνεται

λοιπόν κατανοητό, ότι η έλλειψη γνώσης της μουσικής δομής του ιδιώματος μπορεί να δυσχεράνει την προσπάθεια για μια επιτυχημένη επιτέλεση. Τέλος, οι παραδόσεις της επιτέλεσης (π.χ. το λεγόμενο swing feel στην jazz) είναι ένα σύνολο από μουσικά στοιχεία (κανόνες, παραδοχές κλπ) που καθορίζουν την πιστότητα της.

Οι παραπάνω δεξιότητες δίνουν τη δυνατότητα στον εκτελεστή να απομνημονεύει τα έργα του ρεπερτορίου του, και κατά την ανάκληση των πληροφοριών από την μνήμη του, την ευχέρεια να μπορεί να επικεντρωθεί στη μουσική πράξη.

2.2. Μουσικός Αυτοσχεδιασμός

Εάν η μουσική επιτέλεση ενός παγιωμένου μουσικού έργου θεωρείται ως μια εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία, τότε ο μουσικός αυτοσχεδιασμός αποτελεί την πιο απαιτητική μορφή μουσικής επιτέλεσης. Αυτό διότι ο εκτελεστής βασίζεται πάνω σε μια δεδομένη μουσική φόρμα για να αυτοσχεδιάσει, ενώ η μορφή του κομματιού μπορεί να αναπλάθεται ανάλογα με τον εκάστοτε αυτοσχεδιασμό. Ο μουσικός στην ουσία καλείται να συνθέσει ένα μουσικό μέρος στη μουσική αυτή φόρμα, σε πραγματικό χρόνο και με υπαρκτά όντα (Σαμπάνης, 2014). Επιπλέον η διαδρομή που θα ακολουθήσει η σύνθεση αυτή, εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες που επικρατούν κατά τον μουσικό αυτοσχεδιασμό και επηρεάζουν τους εκτελεστές (θεατές, συναισθηματική φόρτιση, ακουστική χώρα κλπ).

Ο μουσικός που αυτοσχεδιάζει, στην ουσία πρέπει να έχει αποκτήσει επιπλέον δεξιότητες με στόχο να ανταπεξέρχεται σε ένα μη σταθερό περιβάλλον. Οι δεξιότητες αυτές ονομάζονται στο σύστημα ταξινόμησης του Gentile, ανοιχτές δεξιότητες (Magill, Anderson, 2014). Ο λόγος που οι δεξιότητες που απαιτούνται για τον επιτυχημένο μουσικό αυτοσχεδιασμό δεν κατατάσσονται στις κλειστές δεξιότητες², είναι πως υπάρχει μεταβολή στον ανθρώπινο παράγοντα κατά την τέλεση της μουσικής πράξης (μεταβολή στις

² Στις δεξιότητες κλειστού τύπου παραμένουν σταθερά η επιφάνεια πάνω στην οποία τελείται η πράξη, τα αντικείμενα που απαιτούνται για την τέλεση της πράξης, καθώς και τα υπόλοιπα άτομα που μετέχουν σε αυτή (Magill, Anderson, 2014)

πράξεις λεπτής κινητικότητας που τελούν οι μουσικοί), σε αντίθεση με τις προκαθορισμένες πράξεις των εκτελεστών στην μουσική επιτέλεση.

Κατά τον αυτοσχεδιασμό λοιπόν, ο εκτελεστής καλείται να ανασύρει τις διαθέσιμες πληροφορίες που έχουν αποθηκευτεί στη μνήμη του, με στόχο την δημιουργία μιας μελωδικής ολότητας που αποτελείται από άρτια συνδεδεμένα μεταξύ τους επιμέρους τμήματα (μοτίβα, θέματα κλπ). Σε αυτό το σημείο γίνεται αντιληπτή η σημασία του “chunking” στη μουσική μνήμη. Όπως αναφέρθηκε ο μουσικός καλείται να συνθέσει ένα μουσικό μέρος στη δοσμένη μουσική φόρμα (η οποία αποτελείται από μερικώς παγιωμένες αλληλουχίες συγχορδιών³). Η μουσική αυτή σύνθεση στην jazz μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους (Henry Martin σε Σαμπάνης, 2015) :

- Παράφραση της μελωδίας (head)

Όπου ο μουσικός επεξεργάζεται και παραφράζει εμφανώς το μελωδία,

- Θεματικός αυτοσχεδιασμός

Όπου ο μουσικός λαμβάνει και επεξεργάζεται μικρότερα κομμάτια πληροφορίας από την μελωδία (φράσεις, μοτίβα κλπ)

- Αρμονικός αυτοσχεδιασμός

Όπου ο μουσικός δίνει μια δική του προσέγγιση στην αρμονία που διέπει το κομμάτι.

Για να μπορέσει λοιπόν ο μουσικός να ανταπεξέλθει στις παραπάνω προκλήσεις, δημιουργεί ένα μεγάλο λεξιλόγιο, το οποίο συνεχώς εμπλουτίζει, και το οποίο αποτελείται από *arpeggios*, κλίμακες, συγχορδίες, φράσεις κλπ (τα οποία έχουν υποστεί “chunking”⁴), και από το οποίο θα πρέπει να ανασύρει μικρά κομμάτια πληροφορίας τα οποία δύνανται όταν συνδεθούν να δημιουργήσουν ένα ενιαίο σύνολο. Επιπλέον, καθίσταται κατανοητό, ότι η σχέση του εκτελεστή με το μουσικό του όργανο, θα πρέπει να βρίσκεται σε τέτοιο επίπεδο, ώστε το όργανο να μην αποτελεί εμπόδιο σε αυτό που θέλει να παίξει ο μουσικός. Σύμφωνα μάλιστα με τον Jamey Aebersold: “ο στόχος κάθε

³ Μερικώς παγιωμένη διότι είναι σύνθετος ο εκτελεστής να επαναδιαπραγματεύεται την αρμονία του μουσικού έργου πάνω στο οποίο αυτοσχεδιάζει.

⁴ Π.χ. το *chunk* ενός *arpeggio* είναι η λεγόμενη τριάδα (*triad*). Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι ένας κιθαρίστας αντί να μάθει κατευθείαν ένα *arpeggio* Ντο ματζόρε, μπορεί να μάθει ένα *triad arpeggio* μόνο με τρεις νότες : Ντο, Μι και Σολ.

μουσικού της jazz, είναι να μπορεί να παίζει ότι ακούει στο κεφάλι του [...], εκπαιδύουμε το εσωτερικό μας αυτί να καθοδηγεί τα δάκτυλά μας στις νότες που ακούμε” (Aebersold, 2017). Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι για ένα επιτυχημένο μουσικό αυτοσχεδιασμό, απαιτούνται (εκτός από εξαιρετικές κινητικές δεξιότητες και εκτενή γνώση της μουσικής δομής και των παραδόσεων της επιτέλεσης του εκάστοτε μουσικού ιδιώματος) πλούσιο μουσικό λεξιλόγιο και άριστη γνώση των φθόγγων και των εκάστοτε λειτουργιών⁵ τους πάνω στο μουσικό μας όργανο⁶.

2.3. Γνωστική επιστήμη και μουσικός αυτοσχεδιασμός

Όπως αναφέρει ο Levitin στο βιβλίο του “ This is your brain in music “ (2006) : “ Για τους γνωστικούς επιστήμονες, η λέξη νους, αναφέρεται σε εκείνο το τμήμα του καθενός από εμάς που ενσωματώνει τις σκέψεις μας, τις ελπίδες, τις επιθυμίες, τις αναμνήσεις, τις πεποιθήσεις και εμπειρίες. Ο εγκέφαλος, από την άλλη πλευρά, είναι ένα όργανο του σώματος, μια συλλογή από κύτταρα και νερό, τα χημικά και τα αιμοφόρα αγγεία, που εδρεύει στο κρανίο. Η δραστηριότητα στον εγκέφαλο διεγείρει τα περιεχόμενα του νου. Οι γνωστικοί επιστήμονες, μερικές φορές αντιστοιχούν τον εγκέφαλο στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit - CPU) ενός υπολογιστή, και τον νου, στο λογισμικό για την CPU. Ενώ λοιπόν η μελέτη του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια του μουσικού αυτοσχεδιασμού αποτελεί μια ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία, η χρήση μιας ανάλυσης σε μορφή λογισμικού για ηλεκτρονικό υπολογιστή, μπορεί να μας δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα για τις αποφάσεις που πάρθηκαν από τους μουσικούς κατά την μουσική τους επιτέλεση.

⁵ Μια από τις βασικές αρχές της Σενκεριανής (Schenkerian από τον θεωρητικό της μουσικής Heinrich Schenker) μουσικής ανάλυσης είναι πως όλες οι μουσικές αρμονίες (συνήθως αναφερόμαστε σε συγχορδίες) ανήκουν σε τρεις βασικές λειτουργικές κατηγορίες : Τονική, Δεσπόζουσα, Προδεσπόζουσα. Ο βασικός κανόνας που διέπει τις μεταξύ τους σχέσεις είναι ότι οι προδεσπόζουσες τείνουν στις δεσπόζουσες και οι δεσπόζουσες στις τονικές (Temperley, 2011,1)

⁶ Τουλάχιστον αυτό ισχύει στην ακαδημαϊκή προσέγγιση της διδασκαλίας του αυτοσχεδιασμού, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει (απαραίτητα) στην προφορική μουσική παράδοση (βλ. παραδοσιακή μουσική)

Ο τρόπος με τον οποίο αυτή η ανάλυση διεξάγεται, πηγάζει από την συμβολική αναπαράσταση των δύο βασικών παραμέτρων του μουσικού κειμένου: του τονικού ύψους (pitch) και της διάρκειας (duration) των νοτών (De Poli και Orio, 2007). Η εύρεση αυτών των πληροφοριών είναι αρκετή στο να μας οδηγήσει να θέσουμε τους κανόνες για την μετέπειτα ανάλυση του μουσικού κομματιού ή του αυτοσχεδιαστικού μέρους που επιθυμούμε.

Εκτός από την περίπτωση της υπολογιστικής ανάλυσης, μεγάλες διαστάσεις έχει λάβει η γενετική (generative) θεωρία και ανάλυση των Lerdhal και Jackendoff όπως αυτή περιγράφεται στο βιβλίο τους “Generative theory of tonal music”. Πρόκειται για μια ακόμα γνωστική μουσική θεωρία η οποία πηγάζει από την gestalt ψυχολογία. Έτσι, όπως εξηγούν οι Lerdhal και Jackendoff, ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται το μουσικό έργο σαν κάτι διαφορετικό από το άθροισμα των επιμέρους μερών του. Ο ακροατής δηλαδή, είναι ικανός να κατανοεί την κατασκευή ενός μουσικού κομματιού θεωρώντας κάποιες νότες και κάποιες συγχορδίες ως πιο εξέχουσες από κάποιες άλλες. Η διαδικασία αυτή γίνεται με ιεραρχικό τρόπο. Το ερευνητικό αντικείμενο (δηλαδή το μουσικό έργο), είναι δομημένο ιεραρχικά, ενώ σε κάθε τομέα του, τα σημαντικά (επικεφαλής) και τα λιγότερο σημαντικά (εξαρτώμενα) συστατικά ορίζονται από κανόνες προτίμησης (preference rules) οι οποίοι με τη σειρά τους ορίζονται από έναν έμπειρο ακροατή (Lerdhal και Jackendoff, 1983).

Οι κανόνες προτίμησης, μαζί με τους γενικούς κανόνες καλής διαμόρφωσης (well-formedness rules) δημιουργούν την συνοχή σε ένα μουσικό έργο. Οι κανόνες προτίμησης είναι σημαντικότεροι από τους κανόνες καλής διαμόρφωσης διότι:

- 1) Οι κανόνες προτίμησης υποδεικνύουν τη βέλτιστη για τον ακροατή, ερμηνεία ενός μουσικού κομματιού. Ο έμπειρος ακροατής δηλαδή, προτιμάει κάποια αποτελέσματα της ανάλυσής του από κάποια άλλα.
- 2) Οι κανόνες προτίμησης, δεν έχουν αυστηρές αξιώσεις στα αποτελέσματα. Είναι δηλαδή δυνατόν, μια προτιμώμενη ερμηνεία ενός μουσικού κομματιού να παραβαίνει ένα ορισμένο κανόνα προτίμησης, αρκεί αυτή η παραβίαση να οδηγήει στην ικανοποίηση ενός πιο σημαντικού κανόνα προτίμησης (Lerdhal και Jackendoff, 1983).

Στη διαδικασία του αυτοσχεδιασμού, ο εκτελεστής, ταυτόχρονα με την επιτέλεση αναλύει καθ' όλη τη διάρκεια το τι παίζει. Με αυτό τον τρόπο, χρησιμοποιεί τα μοτίβα ως μέλη μιας φράσης, τις φράσεις ως μέλη ενός θέματος κ.λπ. Ο μουσικός λοιπόν, είναι ταυτόχρονα και ακροατής και αναλυτής του μουσικού έργου που εκείνη την ώρα δημιουργεί. Όπως αναφέρει και ο Temperley: “ [...] δεν περιμένουμε μέχρι το τέλος του κομματιού για να ξεκινήσουμε την ανάλυση του έργου, αλλά το κάνουμε ταυτόχρονα με την ακροαματική διαδικασία, ενώ μερικές φορές αναθεωρούμε την δική μας ερμηνεία ενός μέρους που έχει προηγηθεί υπό το πρίσμα του τι συμβαίνει έπειτα” (Temperley,2001,2). Ο εκτελεστής, πολλές φορές λοιπόν τροποποιεί τις αρχικές του αυτοσχεδιαστικές προθέσεις ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες κατά την διάρκεια του αυτοσχεδιασμού.

Ο αυτοσχεδιασμός λοιπόν είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία, πολύ δύσκολη για να αναλυθεί τόσο από τον άνθρωπο όσο και από την μηχανή. Μπορούμε όμως αρκετά πιο εύκολα να ελέγξουμε την αντίθετη διαδικασία, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο ο ασκούμενος μουσικός θα ιεραρχήσει τις πληροφορίες που λαμβάνει και θα δημιουργήσει δεξιότητες οι οποίες θα λειτουργούν προς όφελος του βέλτιστου αποτελέσματος που θα επιθυμεί να επιτύχει.

2.4. Μυϊκή Μνήμη και κινητικές δεξιότητες

Στην προηγούμενη ενότητα αναφέρθηκε η σπουδαιότητα του μουσικού λεξιλογίου (και του χωρισμού του σε μικρά κομμάτια πληροφορίας) στον μουσικό αυτοσχεδιασμό. Με ποιο τρόπο όμως οι μουσικοί αποκτούν αυτές τις δεξιότητες;

Η μυϊκή (ή αλλιώς κιναισθητική) μνήμη, ενεργοποιείται στην ουσία με την επαφή που έχει ο εκτελεστής με το μουσικό όργανο. Ο τρόπος με τον οποίο η πληροφορία αποθηκεύεται στην μακροπρόθεσμη μνήμη είναι μέσω των επαναλήψεων της εκάστοτε άσκησης, κλίμακας κλπ. Οι αργές δε επαναλήψεις των ασκήσεων, σιγουρεύουν ότι θα αποθηκευτεί η σωστή πληροφορία (για παράδειγμα η γωνία που σχηματίζουν τα δάκτυλα του εκτελεστή με τη ταστιέρα

της κιθάρας). Ο μουσικός στην ουσία “προπονείται” με τον ίδιο τρόπο που το κάνει και ένας επαγγελματίας αθλητής (για παράδειγμα ο καλαθοσφαιριστής προπονείται στα σουτ από διάφορες αποστάσεις). Η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των μουσικών και των αθλητών είναι ότι οι μουσικοί επικεντρώνονται κυρίως στη λεπτή κινητικότητα (δεξιότητες χειρισμού του μουσικού οργάνου), κάτι βέβαια που εξαρτάται και από την φύση του μουσικού οργάνου. Οι αθλητές από την άλλη αναπτύσσουν εξίσου κινητικές δεξιότητες (μετακίνησης) μη κινητικές δεξιότητες (ισορροπίας) και δεξιότητες χειρισμού⁷ (Τζέτζης, Λόλα, 2015).

Όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση στην οποία ζητούμενο είναι η απόκτηση μιας καινούργιας δεξιότητας, η σωστή στοχοθεσία παίζει καίριο ρόλο στην θέσπιση του προγράμματος εξάσκησης του εκπαιδευόμενου. Η στοχοθεσία αυτή βασίζεται στις επιδιώξεις που έχει ο εκάστοτε εκπαιδευόμενος για μια συγκεκριμένη κινητική δεξιότητα. Ο παραδοσιακός τρόπος εξάσκησης, προστάζει την συνεχή επανάληψη μιας δεδομένης άσκησης, με σταδιακή αύξηση της ταχύτητας χειρισμού και αντίληψης. Η προσέγγιση αυτή αμφισβητείται ως η πλέον αποδοτική (έρευνες κυρίως στον αθλητισμό) και ένας αριθμός από τρόπους οργάνωσης της εξάσκησης προτείνονται για την αντικατάστασή της.

2.4.1. Τυχαία και ομαδοποιημένη εξάσκηση

Στο βιβλίο «Κινητική Μάθηση και Ανάπτυξη» οι Τζέτζης και Λόλα παρουσιάζουν τους διαφορετικούς τρόπους οργάνωσης της εξάσκησης των κινητικών δεξιοτήτων στα αθλήματα (Τζέτζης, Λόλα, 2015). Αναφερόμενοι στην σειρά με την οποία θα πρέπει να εξασκούνται διαφορετικές μεταξύ τους δεξιότητες, διακρίνουν την εξάσκηση σε ομαδοποιημένη και τυχαία. Στη περίπτωση της ομαδοποιημένης εξάσκησης, οι αθλητές καλούνται να αποκτήσουν αρχικά ένα ικανοποιητικό επίπεδο σε μια δεξιότητα α' και μετά να προχωρήσουν σε μια δεξιότητα β'. Στον αντίποδα, στην τυχαία εξάσκηση οι δεξιότητες εναλλάσσονται μεταξύ τους σε τακτά χρονικά διαστήματα.

⁷ Βάση της αναπτυξιακής ταξινόμησης των κινητικών δεξιοτήτων

Η σημασία της τυχαίας εξάσκησης έγκειται στο γεγονός πως ο εξασκούμενος λαμβάνει εναλλασσόμενα ερεθίσματα, αποφεύγοντας έτσι την «μηχανική» επανάληψη της άσκησης και κατά επέκταση την ανάκληση της πληροφορίας από την βραχεία μνήμη. Δύο είναι οι επικρατέστερες θεωρίες που προσπαθούν να εξηγήσουν το φαινόμενο της «βαθύτερης μάθησης» που επιτυγχάνεται με την τυχαία εξάσκηση (Carter, Grahn, 2016 και Τζέτζης, Λόλα, 2015) :

- Η υπόθεση της επεξεργασίας (elaborative-processing hypothesis) προτείνει ότι οι δεξιότητες που εξασκούνται βρίσκονται ταυτόχρονα στην εργαζόμενη μνήμη, δίνοντας έτσι την ευκαιρία στο άτομο να κωδικοποιήσει και να συγκρίνει τις διαφορές τους, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την μακρόχρονη διατήρηση της πληροφορίας.
- Η υπόθεση της λήθης (forgetting-reconstruction hypothesis) προτείνει ότι το άτομο ξεχνάει τον τρόπο με τον οποίο εκτέλεσε την δεξιότητα α' όταν πέρασε στην δεξιότητα β' (δεν συγκρατείται στην βραχεία μνήμη). Με αυτόν τον τρόπο ο ασκούμενος καλείται να ανακατασκευάσει την πληροφορία, κάτι το οποίο οδηγεί σε καλύτερη νοητική αναπαράσταση της πληροφορίας.

Φυσικά η τυχαία εξάσκηση δεν προτείνεται για αρχάριους, διότι έχουμε εναλλαγές μεταξύ νέων δραστηριοτήτων, οπότε οι θεμελιώδεις δεξιότητες του αντικειμένου θα πρέπει να έχουν κατακτηθεί ώστε να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Μπορούμε λοιπόν να καταλάβουμε ότι οι παραπάνω τρόποι εξάσκησης μπορούν να εφαρμοστούν και για την εκμάθηση μουσικών οργάνων. Δυστυχώς ελάχιστη είναι η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί πάνω στην τυχαία εξάσκηση στη μουσική. Μια από τις πιο πρόσφατες πάντως μελέτες, η οποία έγινε σε δύο ομάδες από κλαρινετίστες, έδειξε ότι η ομάδα στην οποία εναλλάσσονταν οι δραστηριότητες εξάσκησης είχε καλύτερα αποτελέσματα (τα αποτελέσματα κρίνονταν από επαγγελματίες κλαρινετίστες και βάση ενός ερωτηματολογίου) από την ομάδα που επαναλάμβανε συνέχεια την πρώτη δραστηριότητα πριν περάσει στην επόμενη (Carter, Grahn, 2016).

2.4.2. Μεταβαλλόμενη εξάσκηση και μουσικός αυτοσχεδιασμός

Ένας άλλος τρόπος οργάνωσης της εξάσκησης των κιναισθητικών δεξιοτήτων έχει να κάνει με την εναλλαγή των δραστηριοτήτων κατά την εξάσκηση της ίδιας δεξιότητας. Όπως αναφέρθηκε, ο μουσικός αυτοσχεδιασμός είναι μια ανοιχτή (άρα και μεταβαλλόμενη από πλευράς ανθρώπινου παράγοντα) δραστηριότητα. Θα πρέπει λοιπόν αντίστοιχα και ο τρόπος οργάνωσης της εξάσκησης να συνάδει με αυτή την ιδιαιτερότητα της συγκεκριμένης μουσικής πράξης.

Η κυρίαρχη μεταβολή που προτείνεται από τους καθηγητές μουσικής κατά την εξάσκηση των δεξιοτήτων αυτοσχεδιασμού, είναι η εξάσκηση κάθε δεξιότητας σε όλες τις πιθανές κλίμακες (βλ. Goodrich, 1987, Aebersold, 2017 και άλλοι). Πολλές φορές οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τον λόγο για τον οποίο οι καθηγητές ζητούν την εξάσκηση για παράδειγμα ενός lick⁸, σε κλίμακες που σπάνια χρησιμοποιούνται στην jazz ή την blues μουσική. Για να κατανοήσουμε αυτή την προτροπή αρκεί να μελετήσουμε ένα jazz standard, όπου θα παρατηρήσουμε ότι (έστω και σταδιακά) το κομμάτι περνάει από τέτοιες κλίμακες (όπως για παράδειγμα η F# μινόρε) είτε με μετατροπία είτε με τονικοποίηση μιας συγχορδίας.

Η εξάσκηση λοιπόν, των δεξιοτήτων του αυτοσχεδιασμού σε όλες τις κλίμακες, αποσκοπεί στην βέλτιστη ετοιμότητα του μουσικού να ανταπεξέλθει σε οποιαδήποτε αρμονική πρόκληση τίθεται κατά την μελέτη ενός καινούργιου κομματιού ή ακόμα και από την αιφνίδια καμία φορά αλλαγή τονικότητας κατά την επιτέλεση, για την διευκόλυνση ενός εκ των εκτελεστών (για παράδειγμα του τραγουδιστή).

Ο άλλος λόγος που οι επίδοξοι μουσικοί χρειάζεται να εξασκούν τις δεξιότητες αυτοσχεδιασμού σε όλες τις κλίμακες πηγάζει από τον αρμονικό αυτοσχεδιασμό που αναφέρθηκε παραπάνω. Έχοντας αποκτήσει ένα ικανοποιητικό επίπεδο στον αυτοσχεδιασμό σε κάθε πιθανή κλίμακα, ο μουσικός μπορεί τόσο να επαναδιαπραγματεύεται την αρμονία σε πραγματικό χρόνο, όσο και να κατανοεί

⁸ Μια μικρή φράση που ο εκτελεστής γνωρίζει και την εισάγει κατά τον αυτοσχεδιασμό πάνω από ένα συγκεκριμένο μουσικό σχήμα όπως το πτωτικό II – V – I.

τις προθέσεις των υπολοίπων μουσικών και να τους παρέχει την βέλτιστη συνοδεία κατά το δικό τους σολιστικό μέρος.

Θεωρώ λοιπόν ότι ένα ψηφιακό σύστημα εκπαίδευσης στον μουσικό αυτοσχεδιασμό θα πρέπει σε πρώτη φάση να εμπεριέχει και διαδικασίες αυτοματοποιημένης τονικής μεταφοράς των ασκήσεων ώστε να επιτυγχάνονται οι στόχοι που έχουν να κάνουν με την ανάπτυξη γνωστικών και κινητικών δεξιοτήτων. Σε δεύτερη φάση, θα πρέπει να ελεγχθεί εάν η εναλλαγή μεταξύ των ασκήσεων επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα από την συνεχιζόμενη επανάληψη κάθε άσκησης έως ότου θεωρηθεί άψογο το αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ : ΕΞΟΥΣΗ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

3.1. Τεχνικές και συστήματα ανάκτησης και εξόρυξης μουσικής πληροφορίας

Μπορεί η τεχνολογίες ανάκτησης μουσικής πληροφορίας να βρίσκουν πλήθος εφαρμογών κυρίως τα τελευταία χρόνια, αλλά ο τομέας μετράει πάνω από μια δεκαετία ζωής. Η απαρχή του τομέα αυτού ήρθε στις αρχές του 21^{ου} αιώνα με σκοπό την βέλτιστη πρόσβαση και αλληλεπίδραση με τις όλο αυξανόμενες ψηφιακές μουσικές συλλογές (Tzanetakis, 2015).

Οι κατηγορίες στις οποίες χωρίζεται η έρευνα της ανάκτησης της μουσικής πληροφορίας βασίζονται στο εάν η πληροφορία αναζητείται στα μεταδεδομένα ή στο περιεχόμενο του αρχείου ήχου (audio file), της ηχητικής ροής (audio stream) και γενικά των αρχείων που περιέχουν μουσική πληροφορία (MIDI, MusicXML κλπ) (Καρύδης, 2015):

- Στην ανάκτηση πληροφορίας από τα μεταδεδομένα (καλλιτέχνης, μουσικό είδος κλπ), λαμβάνουμε πρωτίστως πληροφορίες κατηγοριοποίησης (classification) του μουσικού κομματιού (χρήση στον σημασιολογικό ιστό), ενώ παίρνουμε και χρήσιμες πληροφορίες για τον εντοπισμό και την εξαγωγή μουσικών προτύπων (σε συνδυασμό με τις πληροφορίες από το περιεχόμενο).
- Η ανάκτηση πληροφορίας από το περιεχόμενο χωρίζεται με τη σειρά της σε δύο υποκατηγορίες: Στην ανάκτηση πληροφορίας από συμβολικά δεδομένα (π.χ. MIDI αρχεία) και στην ανάκτηση της πληροφορίας από ακουστικά δεδομένα (π.χ. κωδικοποιημένα αρχεία ήχου όπως Mpeg Layer III). Στη περίπτωση πάλι της ανάκτησης πληροφορίας από τα συμβολικά δεδομένα, αυτή μπορεί να πηγάζει είτε από αρχεία που από την δημιουργία τους έφεραν μόνο πληροφορία, είτε από δεδομένα (τονικό ύψος, χρονική διάρκεια κλπ) που προέρχονται από συμβολική αναπαράσταση του ακουστικού σήματος (audio).

Το ακουστικό σήμα μπορεί να μας δώσει μια πληθώρα δεδομένων που το χαρακτηρίζουν (acoustic features). Ιδανικά, η μετατροπή του ακουστικού μουσικού σήματος σε παρτιτούρα θα μας έδινε ένα σημαντικό κομμάτι πληροφοριών για τον καλύτερο χειρισμό των μουσικών βάσεων δεδομένων, όμως παρά τις πολλές προσπάθειες και έρευνες πάνω στο θέμα, δεν έχουμε ακόμα σταθερά και αξιόπιστα αποτελέσματα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του μουσικού ακουστικού σήματος είναι (Li T. & Li L., 2011):

- Τονικό ύψος : Η θεμελιώδης συχνότητα ενός μονοφωνικού ήχου
- Ένταση : Το πλάτος της ταλάντωσης του ήχου
- Ηχόχρωμα : Τα χαρακτηριστικά του ήχου που μας βοηθούν να διακρίνουμε ως διαφορετικούς δύο ήχους ίδιου τονικού ύψους και έντασης
- Τέμπο : Η προκαθορισμένη ταχύτητα στην οποία το μουσικό έργο εκτελείται (μέτρηση σε χτύπους ανά λεπτό)
- Ρυθμός : Η περιοδική επανάληψη μοτίβων που προέρχονται από τα χρονικά σημεία έναρξης κάθε καινούργιου τονικού ύψους
- Μελωδία : Η αλληλουχία ήχων με το ίδιο ηχόχρωμα
- Αρμονία : Η οργάνωση των συνηγήσεων στον άξονα του χρόνου
- Ενορχήστρωση : Η επιλογή των μουσικών οργάνων και των μουσικών μερών που θα εκτελέσουν από τους μουσικούς.
- Ακουστική : Τα χαρακτηριστικά του ηχοχρώματος που αφορούν την μουσική παραγωγή και μίξη, την ακουστική του χώρου κλπ.

Στην περίπτωση της χρήσης των τεχνολογιών εξόρυξης μουσικής πληροφορίας για την διδασκαλία μουσικού οργάνου για αυτοσχεδιασμό, μας ενδιαφέρουν κυρίως το τονικό ύψος και η χρονική διάρκεια.

3.1.1. Εξόρυξη τονικού ύψους

Συνήθως όταν μιλάμε για το τονικό ύψος ενός ήχου, αυτό συγχέεται με την θεμελιώδη συχνότητα (f_0) ή πρώτη αρμονική του ηχητικού κύματος. Ο ήχος που παράγεται από τα μουσικά όργανα (όσο και από το ανθρώπινο φωνητικό

όργανο) είναι σύνθετος (σε αντίθεση με τον απλό ήχο που παράγεται από το διαπασών), αποτελείται δηλαδή από πολλές συχνότητες, εκ των οποίων η θεμελιώδης είναι αυτή που (συνήθως) περιγράφει καλύτερα τον ήχο.

Για να εξάγουμε λοιπόν από το ψηφιακό ηχητικό σήμα την πληροφορία που θα έχει μουσικό νόημα για τον άνθρωπο, που θα μπορεί δηλαδή να μετατραπεί σε συμβολικά δεδομένα, θα χρειαστεί να αναζητήσουμε για κάθε καινούργιο ήχο (για κάθε νέα ταλάντωση των χορδών της κιθάρας – για κάθε onset) την θεμελιώδη συχνότητα από το φάσμα συχνοτήτων που περιλαμβάνει ο σύνθετος αυτό ήχος. Οι αλγόριθμοι αυτοί ονομάζονται αλγόριθμοι εκτίμησης της θεμελιώδους συχνότητας.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος PYIN. Πρόκειται για μια παραλλαγή του αλγορίθμου εκτίμησης θεμελιώδους συχνότητας YIN ο οποίος αναπτύχθηκε από τους de Chaveigne και Kawahara και βασίζεται στην διαδικασία της αυτοσυσχέτισης (autocorrelation), κατά την οποία λαμβάνεται ένα ελάχιστο τμήμα σήματος και συγκρίνεται με κομμάτια του εαυτού του (de Chaveigne, Kawahara 2002). Οι de Chaveigne και Kawahara προτείνουν αρκετές τροποποιήσεις οι οποίες μειώνουν τα σφάλματα εύρεσης της θεμελιώδους συχνότητας και καθιστούν τον αλγόριθμο έως και σήμερα έναν από τους πιο αξιόπιστους. Σε κάθε πλαίσιο (frame) σήματος που αναλύεται από τον αλγόριθμο YIN επιλέγεται μια συχνότητα ως η καλύτερη τοπική εκτιμήτρια (best local estimate). Από αυτές τις εκτιμήσεις καλούμαστε έπειτα να επιλέξουμε αυτήν που περιγράφει καλύτερα την θεμελιώδη συχνότητα που αντιστοιχεί στον εκάστοτε φθόγγο.

Οι Mauch και Dixon, δημιουργοί του PYIN, προτείνουν ένα σύστημα στο οποίο όλες οι εκτιμήτριες της θεμελιώδους συχνότητας είναι υποψήφιες σαν καλύτερες εκτιμήτριες τονικού ύψους και συνοδεύονται από την αντίστοιχη πιθανότητα. Έπειτα ο αλγόριθμος επιλέγει για εμάς την συχνότητα που είναι η πιο αντιπροσωπευτική της θεμελιώδους, βάση των πιθανοτήτων αυτών. Η μέθοδος αυτή υπερτερεί του απλού YIN (και αρκετών άλλων αλγορίθμων εκτίμησης της θεμελιώδους συχνότητας) διότι σε όλες αυτές τις μεθόδους απαιτείται μεταγενέστερη επεξεργασία η οποία δεν μπορεί να δώσει πολλαπλές

πιθανές εκτιμήτριες για κάθε πλαίσιο (frame) του ήχου προς ανάλυση (Mauch, Dixon 2014).

3.1.2. Εξόρυξη ρυθμικής αξίας

Το δεύτερο σημαντικότερο στοιχείο που θέλουμε να αντλήσουμε από έναν ήχο είναι η ρυθμική αξία του κάθε φθόγγου. Πρόκειται για μια διαδικασία που παρουσιάζει πολλές δυσκολίες. Ενδεικτικά αξίζει να αναφερθεί ότι ακόμα και συστήματα του εμπορίου που απαιτούνται αρκετά χρήματα για την αγορά τους, αποτυγχάνουν στον σωστό προσδιορισμό ρυθμικών αξιών που προέρχονται από εισαγωγή δεδομένων από χειριστές Midi (Midi Controllers⁹).

Οι ρυθμικές – χρονικές πληροφορίες και οδηγίες επιτέλεσης που λαμβάνει ο εκτελεστής από την παρτιτούρα είναι οι εξής:

- Μέτρο του κομματιού: Δηλώνει σε πόσους ίσους χρόνους χωρίζεται το κάθε μέτρο και σε ποια ρυθμική αξία αναφέρεται. Π.χ. το 4/4 δηλώνει ότι κάθε μέτρο έχει 4 χρόνους (ή χτύπους ή παλμούς) ο κάθε ένας εκ των οποίων αντιστοιχεί σε ρυθμική αξία ενός τετάρτου.
- Οδηγίες ρυθμικής αγωγής : Εμφανίζονται κυρίως σε έργα δυτικής έντεχνης μουσικής και προσδιορίζουν την ταχύτητα με την οποία πρέπει να εκτελεστεί το κομμάτι. Συνδέονται με ένα σύνολο πιθανών ταχυτήτων. Για παράδειγμα η οδηγία Presto αντιστοιχεί σε 150 με 170 bpm.
- Τέμπο - Ταχύτητα εκτέλεσης σε χτύπους ανά λεπτό (bpm): Είναι μια γενική οδηγία που συνδέεται με τον μετρονόμο. Έστω λοιπόν ότι η οδηγία είναι 60 bpm και το μέτρο του κομματιού είναι 4/4. Αυτό σημαίνει ότι θα έχουμε έναν χτύπο τετάρτου ανά ένα δευτερόλεπτο.
- Άλλα σημάδια της δυτικής σημειογραφίας όπως legato, staccato, rubbato κλπ.

⁹ Τα Midi Controllers προσομοιάζουν μουσικά όργανα (συνήθως τα πλήκτρα του πιάνου), μέσω των οποίων οι εκτελεστές μπορούν να εισάγουν πληροφορία Midi στον υπολογιστή, με τον ίδιο τρόπο που θα εκτελούσαν ένα μουσικό κομμάτι.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο η ταχύτητα εκτέλεσης (σπανιότερα) όσο και το μέτρο του κομματιού δύνανται να αλλάξουν μέσα στο μουσικό έργο¹⁰.

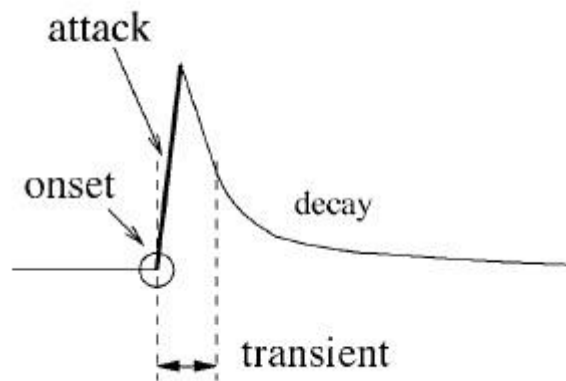
Είναι λοιπόν κατανοητό ότι δεν είναι τόσο εύκολο να προσδιοριστεί επακριβώς η ρυθμική αξία ενός φθόγγου, καθώς διέπεται από πολλούς παράγοντες και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το τι προηγείται και τι έπεται. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι όπως είπαμε να μην έχουμε ακόμη κάποιο αξιόπιστο αλγόριθμο αυτόματης καταγραφής μουσικής σε παρτιτούρα.

Το θετικό στην περίπτωση της δημιουργίας προγράμματος για την εκμάθηση μουσικού οργάνου, είναι πως έχουμε συγκεκριμένα σημεία (σε συγκεκριμένα ms από την έναρξη του κομματιού) στα οποία αναμένουμε την έναρξη (onset) του φθόγγου. Αυτό βέβαια έχει ένα σημαντικό μείον, ότι δηλαδή δεν εξετάζουμε οτιδήποτε παίζει ο εκτελεστής – μαθητής ανάμεσα στα σημεία ενδιαφέροντος.

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε για της ανάγκες της παρούσας εργασίας είναι ο HFC (High Frequency Content) που προτάθηκε από τον Masri. Ο λόγος που ο συγκεκριμένος αλγόριθμος λειτούργησε καλά με την περίπτωση της ηλεκτρικής κιθάρας, είναι πως για την συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε πένα (guitar pick) για την απομάκρυνση της χορδής από την θέση ισορροπίας της (κάτι που δίνει γρήγορη ατάκα και μεγάλο πλάτος ταλάντωσης).

Σύμφωνα με τους Bello και άλλοι (2005) στην ιδανική περίπτωση που θέλουμε να βρούμε την έναρξη ενός φθόγγου προερχόμενο από μονοφωνία (όπως και στην παρούσα εργασία), αυτή θα εμφανίζεται στο παρακάτω σημείο της περιβάλλουσας (ADSR Envelope):

¹⁰ Για παράδειγμα αλλαγή ταχύτητας στην σονάτα Opus 13 (Παθητική) από Grave σε Allegro. Παράδειγμα αλλαγής μέτρου του κομματιού Pink – Floyd : Money από 7/4 σε 4/4.



Εικόνα 3.1 : Η έναρξη (onset) στην περιβάλλουσα του πλάτους ενός παραγόμενου μονοφωνικού φθόγγου όπως απεικονίζεται σε Bello και άλλοι (2005)

Το κομμάτι της μετάβασης (transient), αυτή δηλαδή η απότομη εμφάνιση ενέργειας, είναι το σημείο στο οποίο αναζητείται η έναρξη της νότας και στην περίπτωση της συνάρτησης HFC ο λόγος για τον οποίο αυτή δουλεύει για τους φθόγγους που παίχτηκαν στην ηλεκτρική κιθάρα.

3.1.3. Η ανοιχτού κώδικα βιβλιοθήκη Essentia

Η υλοποίηση του συστήματος εκμάθησης ηλεκτρικής κιθάρας για την παρούσα εργασία, έγινε με την χρήση της, ανοιχτού κώδικα, βιβλιοθήκης Essentia. Η βιβλιοθήκη Essentia είναι γραμμένη στη γλώσσα C++ με δεσμούς (bindings) στη γλώσσα Python. Στην ουσία πρόκειται για μια συλλογή από αλγορίθμους για ανάλυση και επεξεργασία ήχου, καθώς και για ανάκτηση μουσικών πληροφοριών. Δημιουργήθηκε από το Music Technology Group του Πανεπιστημίου Pompeu Fabra της Βαρκελώνης και έχει χρησιμοποιηθεί για πολλές έρευνες στο χώρο, καθώς και για την δημιουργία εμπορικών εφαρμογών. Η βιβλιοθήκη καλύπτει όλες τις ανάγκες που μπορεί να έχουμε για την επεξεργασία του ψηφιακού ηχητικού σήματος, από εισαγωγή του αρχείου ήχου, τις βασικές διαδικασίες επεξεργασίας σήματος (γρήγορος μετασχηματισμός Fourier, κόψιμο σε πλαίσια, εύρεση περιβάλλουσας κλπ) έως και την εξαγωγή μουσικών χαρακτηριστικών (features) και στοιχείων περιγραφής ενός μουσικού έργου (tonal descriptors, time – domain descriptors κλπ).

Στη βιβλιοθήκη Essenetia εμπεριέχονται όλοι οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία για την εξόρυξη των μουσικών χαρακτηριστικών του τονικού ύψους και της ρυθμικής αξίας.

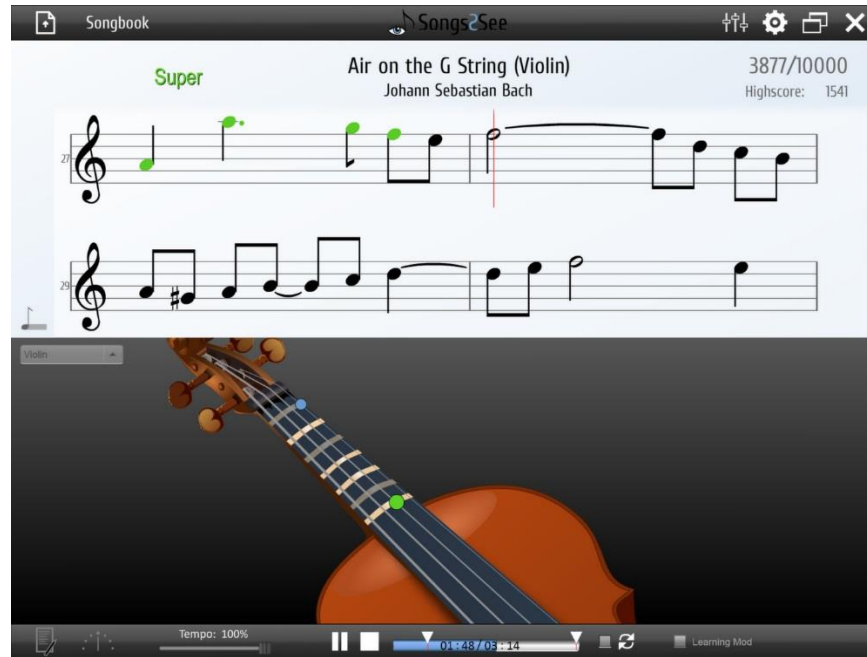
3.2. Παρόμοια Συστήματα

Η χρήση τεχνολογιών εξόρυξης μουσικής πληροφορίας βρίσκει όλο και περισσότερες εφαρμογές στην μουσική εκπαίδευση. Οι Percival, Wang και Tzanetakis (2007) μιλούν συγκεκριμένα για ένα ξεχωριστό ερευνητικό και εκπαιδευτικό πεδίο το οποίο ονομάζουν Computer-assisted musical instrumental tutoring (CAMIT), δηλαδή υποβοηθούμενη από υπολογιστή διδασκαλία μουσικού οργάνου. Η προσπάθεια δημιουργίας εκπαιδευτικών συστημάτων για την βελτίωση των δεξιοτήτων χειρισμού μουσικών οργάνων έχει ξεκινήσει εδώ και αρκετά χρόνια και πλέον υπάρχουν συστήματα και εφαρμογές, που μας προσφέρουν διαφορετικές υπηρεσίες.

Από την μια πλευρά θα βρούμε συστήματα (κυρίως με τη μορφή εκπαιδευτικών παιχνιδιών), τα οποία προσπαθούν να αντικαταστήσουν τον καθηγητή μουσικής, προσφέροντας ένα (θεωρητικά) ολοκληρωμένο πρόγραμμα εκμάθησης του μουσικού οργάνου, κυρίως μέσω του ελέγχου ορθότητας εκτέλεσης ασκήσεων και μουσικών έργων. Ενδεικτικά, από τα συστήματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο, θα αναφέρουμε τα Songs2See, Yousisian και Simply Piano.

Τα παραπάνω συστήματα, εκτός των παραπάνω, παρέχουν:

- ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο
- βοήθεια στο ρυθμικό κομμάτι από έναν κέρσορα, ο οποίος μεταφέρεται συναρτήσει του χρόνου πάνω στην παρτιτούρα (παράδειγμα από το Songs2See στην εικόνα 3.2)
- Βασικές ασκήσεις
- Μουσικά κομμάτια κλιμακούμενης δυσκολίας



Εικόνα 3.2: Ο κέρσορας στην εφαρμογή Songs2See βρίσκεται στο 1^ο τέταρτο του 2^{ου} μέτρου. Οι νότες που εκτελέστηκαν σωστά έχουν πράσινο χρώμα.

Τα παραπάνω προσφέρουν κίνητρα στους μαθητές που αποφασίζουν να εμπιστευτούν τον συγκεκριμένο τύπο συστημάτων, κυρίως λόγω της άμεσης ανατροφοδότησης, χάρη στους αλγορίθμους εξαγωγής μουσικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο.

Τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- Η σε πραγματικό χρόνο επεξεργασία του σήματος και ανατροφοδότηση του μαθητή, αποσπάει τον μαθητή από το να ακούει τον εαυτό του (Percival, Wang, Tzanetakis, 2007).
- Απουσία ανατροφοδότησης σε ποιοτικά χαρακτηριστικά της μουσικής επιτέλεσης, τα οποία μόνο ο καθηγητής μπορεί (με την παρούσα τεχνολογία) να παρατηρήσει.
- Εξάρτηση του μαθητή από τον κέρσορα, το οποίο οδηγεί σε μειωμένη ρυθμική αντίληψη (μη ρεαλιστικές ασκήσεις).
- Ελλιπής στοχοθεσία
- Έλλειψη εκπαιδευτικών στρατηγικών

Καθίσταται λοιπόν κατανοητό ότι οι εκπαιδευτικές εφαρμογές που δεν στοχεύουν στην υποβοήθηση της πρόσωπο με πρόσωπο εκπαιδευτικής διαδικασίας, δέχονται κριτική σε ότι αφορά τα αποτελέσματα που υπόσχονται, καθώς τείνουν να κάνουν περισσότερο κακό παρά καλό.

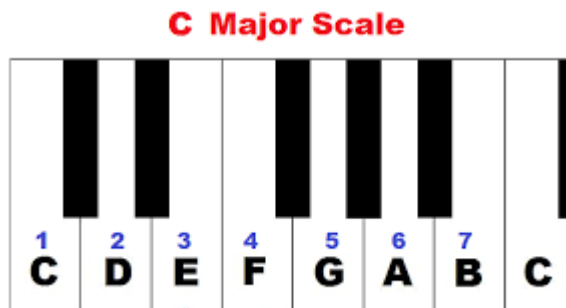
Στην άλλη πλευρά θα βρούμε συστήματα που στοχεύουν στην εκπλήρωση ενός συγκεκριμένου στόχου (ή στόχων). Σε αυτή την κατηγορία, εκτός του συστήματος της παρούσας εργασίας, υπάγονται κυρίως συστήματα που παρέμειναν σε ερευνητικό επίπεδο. Ενδεικτικά αναφέρουμε τις ερευνητικές εργασίες Family Ensemble, PIANOFORTE και άλλα (Percival, Wang, Tzanetakis, 2007).

Εδώ πρέπει να αναφέρουμε την περίπτωση των συστημάτων διαχείρισης μάθησης (LMS). Στα μεγάλα εμπορικά συστήματα (όπως Moodle, Canvas κλπ) μπορούμε να βρούμε πρόσθετα μουσικού περιεχομένου, που όμως δεν δύνανται να χρησιμοποιηθούν για την διδασκαλία μουσικών οργάνων, παρά μόνο για μουσική θεωρία. Στον αντίποδα, βρίσκονται οι περιπτώσεις των LMS SmartMusic και MusicFirst. Τα συστήματα αυτά, περιέχουν έτοιμες ασκήσεις (κυρίως για την μουσική εκπαίδευση K-12, η οποία αναφέρεται στις 12 τάξεις υποχρεωτικής εκπαίδευσης) τις οποίες ο καθηγητής μπορεί να αναθέσει στους μαθητές του. Η επιτυχία της εκτέλεσης ελέγχεται αυτόματα από το σύστημα, ενώ η μαθητές μεταφορτώνουν και την (κατά την γνώμη τους) καλύτερή τους προσπάθεια στην εκάστοτε άσκηση. Τα παραπάνω συστήματα είναι κλειστά για το ευρύ κοινό καθώς απευθύνονται σε σχολεία και μουσικές σχολές, κάτι το οποίο κατέστησε αδύνατη την περαιτέρω αξιολόγησή τους για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV : ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ FretFull

4.1. Η εκμάθηση της ταστιέρας

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στόχος του μουσικού εκτελεστή κατά την διάρκεια του αυτοσχεδιασμού, είναι να μπορεί να παίζει αυτό που ακούει με το «εσωτερικό αυτί», δηλαδή, το μουσικό του όργανο να μην αποτελεί εμπόδιο κατά την τελεστική πράξη. Ο εκτελεστής θα πρέπει λοιπόν να έχει αναπτύξει τόσο γνωστικές δεξιότητες, οι οποίες έχουν να κάνουν κυρίως με την γνώση της θεωρίας του εκάστοτε μουσικού ιδιώματος και την ανάκληση από την μνήμη, των αναμενόμενων κινήσεων των μελωδικών γραμμών, όσο και κινητικών δεξιοτήτων, που έχουν να κάνουν με τον χειρισμό του μουσικού οργάνου. Σε αντίθεση με άλλα μουσικά όργανα όπως το πιάνο, οι οκτάβες τις κιθάρας δεν βρίσκονται σε μια ξεκάθαρη σειρά, καθώς ίδιες νότες υπάρχουν σε διαφορετικές χορδές, και η φυσική κλίμακα (η κλίμακα Ντο μείζονα η οποία δεν έχει υφέσεις ή διέσεις στον οπλισμό της) δεν είναι εύκολα παρατηρήσιμη (όπως για παράδειγμα στο πιάνο που αποτελείται από τα λευκά πλήκτρα). Επιπλέον, η κατανομή των νοτών πάνω στο όργανο επιβάλλει συγκεκριμένους τρόπους εκτέλεσης των τετράφωνων συγχορδιών, ανάλογα και με την κορυφή (ποια νότα βρίσκεται στο υψηλότερο από άποψης τονικού ύψους σημείο) της συγχορδίας. Τα παραπάνω μπορούμε να τα δούμε καλύτερα στα παρακάτω σχεδιαγράμματα:



Εικόνα 4.1 : Η φυσική μείζονα στο πιάνο (πηγή : www.yamaha-keyboard-guide.com)

C major guitar scale

● = Root

The diagrams illustrate the C major guitar scale in six positions. Each diagram shows a 6-string grid with fret numbers I, III, V, VII, IX, XII, and XIV. Fingerings are indicated by numbers 1-4 in circles. The root note (black circle) is on the 5th string, 5th fret in all diagrams.

- Position 1:** Root on 5th string, 5th fret. Notes: 5th string (5th fret: 1, 6th fret: 2, 7th fret: 3, 8th fret: 4), 4th string (5th fret: 1, 6th fret: 2, 7th fret: 3, 8th fret: 4), 3rd string (5th fret: 1, 6th fret: 2, 7th fret: 3, 8th fret: 4), 2nd string (5th fret: 1, 6th fret: 2, 7th fret: 3, 8th fret: 4), 1st string (5th fret: 1, 6th fret: 2, 7th fret: 3, 8th fret: 4).
- Position 2:** Root on 5th string, 5th fret. Notes: 5th string (7th fret: 1, 8th fret: 2, 9th fret: 3, 10th fret: 4), 4th string (7th fret: 1, 8th fret: 2, 9th fret: 3, 10th fret: 4), 3rd string (7th fret: 1, 8th fret: 2, 9th fret: 3, 10th fret: 4), 2nd string (7th fret: 1, 8th fret: 2, 9th fret: 3, 10th fret: 4), 1st string (7th fret: 1, 8th fret: 2, 9th fret: 3, 10th fret: 4).
- Position 3:** Root on 5th string, 5th fret. Notes: 5th string (9th fret: 1, 10th fret: 2, 11th fret: 3, 12th fret: 4), 4th string (9th fret: 1, 10th fret: 2, 11th fret: 3, 12th fret: 4), 3rd string (9th fret: 1, 10th fret: 2, 11th fret: 3, 12th fret: 4), 2nd string (9th fret: 1, 10th fret: 2, 11th fret: 3, 12th fret: 4), 1st string (9th fret: 1, 10th fret: 2, 11th fret: 3, 12th fret: 4).
- Position 4:** Root on 5th string, 5th fret. Notes: 5th string (11th fret: 1, 12th fret: 2, 13th fret: 3, 14th fret: 4), 4th string (11th fret: 1, 12th fret: 2, 13th fret: 3, 14th fret: 4), 3rd string (11th fret: 1, 12th fret: 2, 13th fret: 3, 14th fret: 4), 2nd string (11th fret: 1, 12th fret: 2, 13th fret: 3, 14th fret: 4), 1st string (11th fret: 1, 12th fret: 2, 13th fret: 3, 14th fret: 4).
- Position 5:** Root on 5th string, 5th fret. Notes: 5th string (13th fret: 1, 14th fret: 2, 15th fret: 3, 16th fret: 4), 4th string (13th fret: 1, 14th fret: 2, 15th fret: 3, 16th fret: 4), 3rd string (13th fret: 1, 14th fret: 2, 15th fret: 3, 16th fret: 4), 2nd string (13th fret: 1, 14th fret: 2, 15th fret: 3, 16th fret: 4), 1st string (13th fret: 1, 14th fret: 2, 15th fret: 3, 16th fret: 4).
- Position 6:** Root on 5th string, 5th fret. Notes: 5th string (15th fret: 1, 16th fret: 2, 17th fret: 3, 18th fret: 4), 4th string (15th fret: 1, 16th fret: 2, 17th fret: 3, 18th fret: 4), 3rd string (15th fret: 1, 16th fret: 2, 17th fret: 3, 18th fret: 4), 2nd string (15th fret: 1, 16th fret: 2, 17th fret: 3, 18th fret: 4), 1st string (15th fret: 1, 16th fret: 2, 17th fret: 3, 18th fret: 4).

Εικόνα 4.2: Η φυσική μείζονα σε πέντε θέσεις στην κιθάρα (πηγή <http://www.guitarforanyone.com>)

Παρατηρούμε λοιπόν ότι σε όργανα όπως το πιάνο, η θέση της Ντο μείζονος, είναι μια και συμπίπτει με τα λευκά πλήκτρα του πιάνου. Αντίθετα, μια θέση της κλίμακας στην κιθάρα, έχει διαφορετικό σημείο εκκίνησης και ακολουθεί διαφορετικό δρόμο μέχρι το σημείο προορισμού.

4.1.1. Αρμονία και τζαζ αυτοσχεδιασμός στην κιθάρα

Όπως κάθε μουσικό ιδίωμα, έτσι και η τζαζ υπακούει σε κάποιους κανόνες αρμονίας. Οι κανόνες αυτοί μπορεί ορισμένες φορές να είναι πιο εύκαμπτοι, όμως για να μπορούμε να φτάσουμε σε ένα επίπεδο τέτοιας ελευθερίας πρέπει πρώτα να περιοριστούμε ώστε να μάθουμε να χειριζόμαστε τους διαθέσιμους πόρους για έναν επιτυχημένο τζαζ αυτοσχεδιασμό.

Για να είναι σε θέση λοιπόν ο μουσικός να αυτοσχεδιάσει με επιτυχία και στα τρία (κατά τον Henry Martin) είδη jazz αυτοσχεδιασμού, θα πρέπει να κατέχει τα παρακάτω:

- Κλίμακες : Μείζονες, ελάσσονες, blues scale κλπ. Κάθε μουσική φράση ανήκει σε μια τουλάχιστον από αυτές τις κλίμακες
- Συγχορδίες : Σύμφωνες και διάφωνες συνηγήσεις νοτών (Μείζονες, Ελάσσονες, ελαττωμένες κλπ). Χαρακτηριστικό της τζαζ είναι οι διάφωνες συγχορδίες (με έβδομη, με ένατη κλπ)
- Arpeggios: Η ανάλυση των συγχορδιών. Το διαδοχικό δηλαδή παίξιμο όλων των νοτών που απαρτίζουν μια συγχορδία.
- Λεξιλόγιο από τζαζ φράσεις : Πρόκειται για τις αγαπημένες φράσεις του μουσικού, τις οποίες άκουσε ή εμπνεύστηκε, τις έγραψε σε παρτιτούρα ώστε να κατανοήσει τις μελωδικές κινήσεις και την αρμονία (το λεγόμενο transcription) και έπειτα τις μελέτησε έως ότου να είναι σε θέση να τις ανακαλεί από μνήμης (ιδανικά σε όλες τις κλίμακες).

- Νότες της συγχορδίας (chord tones): Συνηθίζεται στην τζαζ (και γενικά στον αυτοσχεδιασμό), όταν έρχεται μια καινούργια συγχορδία πάνω από την οποία θα χρειαστεί να αυτοσχεδιάσουμε, να προσεγγίζουμε μια νότα της συγχορδίας. Τονίζεται ότι εκτός της ονομασίας της νότας της συγχορδίας, πρέπει να γνωρίζουμε και την λειτουργία της (πχ η b7 της δεσπόζουσας συγχορδίας μιας κλίμακας, λύνεται στην 1^η της τονικής της κλίμακας).

Η τελευταία αυτή κατηγορία είναι εξόχως σημαντική, αλλά και ταυτόχρονα απαιτητική στην κατάκτηση της γνώσης. Η σημαντικότητά της βρίσκεται στο γεγονός πως γνωρίζοντας τη λειτουργία, τόσο των νοτών που παίζαμε, όσο και των νοτών που δίδονται από το θέμα του μουσικού κομματιού, μπορούμε να παραφράσουμε και να επεξεργαστούμε το θέμα αυτό, καθώς και όλες τις υπόλοιπες ιδέες που θα εκφράσουμε, κάτι το οποίο δίνει την απαραίτητη συνέχεια και πληρότητα στο μουσικό αποτέλεσμα.

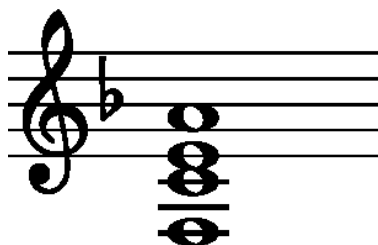
Ένα ακόμα θέμα στο οποίο πρέπει να εστιάσουμε είναι η δημιουργία τετράφωνων συγχορδιών στην κιθάρα. Η κιθάρα είναι τόσο σολιστικό όργανο, όσο και όργανο συνοδείας. Συνεπώς, ένας παράγοντας που απασχόλησε πολύ τους κιθαρίστες, ήταν ο τρόπος με τον οποίο θα μπορούσαν να παίξουν τετράφωνες συγχορδίες με όλες τις πιθανές φωνές (νότες) της συγχορδίας στην κορυφή. Ο ιδανικός τρόπος είναι τα λεγόμενα drop 2 ακόρντα. Έστω λοιπόν η τετράφωνη συγχορδία Φα μείζονα με έβδομη σε δεύτερη αναστροφή (η πέμπτη της συγχορδίας στο μπάσο) .



Εικόνα 4.3 : Η συγχορδία Φα μείζονα με έβδομη σε δεύτερη αναστροφή

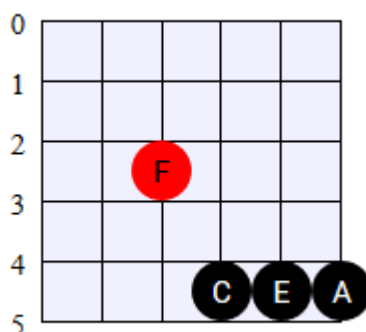
Η απόσταση όμως των νοτών Μι και Φα είναι πολύ μικρή στο πεντάγραμμα, κάτι που συνεπάγεται μεγάλο άνοιγμα των δακτύλων στη κιθάρα. Για να γίνει λοιπόν το σχήμα της συγχορδίας βολικό για τον κιθαρίστα, θα δημιουργήσουμε το ακόρντο drop 2. Συγκεκριμένα, η δεύτερη ψηλότερη τονικά νότα (η Φα)

μεταφέρεται στη βάση της συγχορδίας και έτσι δημιουργείται η συγχορδία Φα μείζονα (ευθεία κατάσταση – με την τονική στο μπάσο) με έβδομη, με την 3^η της συγχορδίας στη φωνή της μελωδίας (την υψηλότερη τονικά, την οποία αντιλαμβανόμαστε ευκολότερα).



Εικόνα 4.4 : Η Φα ματζόρε με έβδομη σε μορφή drop 2

Οι διάφοροι τρόποι να παίξουμε τις συγχορδίες, ανάλογα με την νότα που επιθυμούμε να βρίσκεται στη μελωδική γραμμή λέγονται voicings. Έτσι λοιπόν το συγκεκριμένο voicing της Φα ματζόρε, θα πάρει την παρακάτω μορφή, η οποία είναι βολική για να παιχτεί από τον κιθαρίστα:



Εικόνα 4.5 : Το drop 2 ακόρντο Φα μείζον με έβδομη σε μορφή Ταμπλατούρας

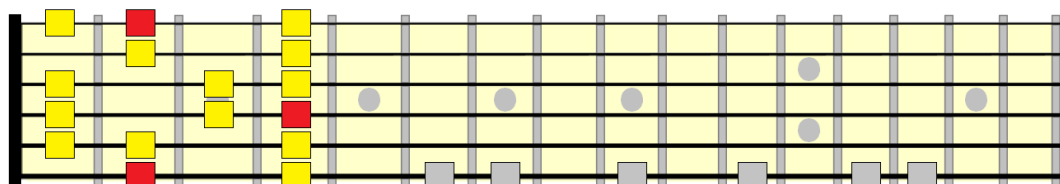
Οι συγχορδίες αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο της παραδοσιακής (δυτικής) καθώς και της τζαζ αρμονίας. Κατά την διάρκεια του αυτοσχεδιασμού, ο μουσικός καλείται τόσο να επιλέξει σε ποιες νότες πρέπει να «προσγειωθεί» ή να τονίσει ανάλογα με την συγχορδία, όσο και ποιες να αποφύγει (για παράδειγμα πάνω από την τονική της μείζονος κλίμακας, πρέπει να αποφεύγεται η τέταρτη στο ισχυρό μέρος του μέτρου. Αυτό ονομάζεται avoid tone).

4.1.2. Χαρτογράφηση της ταστιέρας

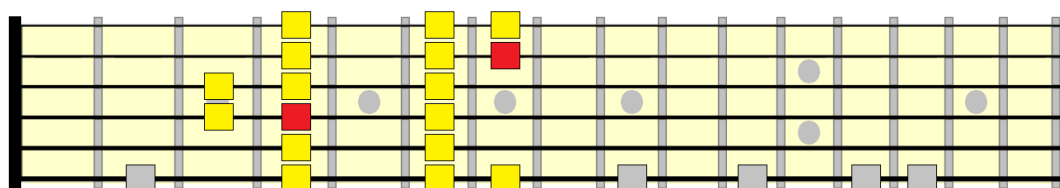
Ένα μεγάλο κομμάτι στην μελέτη της κιθάρας, ιδίως όταν αυτή περιλαμβάνει και αυτοσχεδιασμό, είναι αυτό που ονομάζουμε γνώση της ταστιέρας (fretboard knowledge). Ο λόγος για τον οποίο η γνώση της ταστιέρας αποτελεί ξεχωριστό κομμάτι, έχει να κάνει με την δυσκολία να διακρίνουμε ακόμα και τη φυσική μείζονα κλίμακα τόσο κάθετα (κοιτάζοντας δηλαδή και τις έξι χορδές σε ένα μήκος τεσσάρων με πέντε τάστων), όσο και οριζόντια (κοιτάζοντας όλο το μήκος μιας χορδής). Τα πράγματα γίνονται ακόμα δυσκολότερα, όταν προσθέτουμε αρπέτζιο, συγχορδίες και φυσικά την λειτουργία κάθε νότας στις κλίμακες και στις συγχορδίες. Επιπλέον, οι μετατροπές και οι τονικοποιήσεις συγχορδιών, αποτελούν σύνηθες φαινόμενο στην τζαζ, με τον εκτελεστή να πρέπει να είναι ανά πάσα στιγμή έτοιμος να προσεγγίσει νότες των συγχορδιών και να αλλάζει κλίμακες. Αποτέλεσμα της ελλιπούς γνώσης της ταστιέρας, είναι ο εκτελεστής να μην μπορεί ή να φοβάται να χρησιμοποιήσει όλο το μήκος της κιθάρας, να κάνει μεγάλα «πηδήματα» (δηλαδή να ψάχνει τις θέσεις που θεωρεί ότι έχει σίγουρες) και φυσικά να περιορίζει την εκφραστικότητά του προς όφελος ενός ορθού αποτελέσματος, το οποίο όμως υστερεί σε φαντασία και δημιουργικότητα.

Κάθε, μουσική κλίμακα αποτελείται από ένα σύνολο φθόγγων οι οποίοι κατανέμονται ανάλογα με το είδος της κλίμακας (μείζονα, μείζονα πεντατονική, κλίμακα blues, φυσική ελάσσονα, μελωδική ελάσσονα κλπ) σε μήκος μιας οκτάβας. Στη κιθάρα, ανάλογα με το πλήθος των φθόγγων, έχουμε και αντίστοιχες θέσεις στις οποίες εκτελούμε τις κλίμακες (7 θέσεις στην μείζονα, 5 θέσεις στην πεντατονική κλπ), στις οποίες κάθε φορά αλλάζει ο φθόγγος εκκίνησης και συνεπώς το σχήμα της κλίμακας (θεωρούμε πάντα ότι ο φθόγγος εκκίνησης βρίσκεται στην μπάσα Μ1 χορδή, σε κάθε χορδή παίζουμε δύο με τρεις φθόγγους ανάλογα με την θέση, και η κλίμακα σε κάθε σχήμα επαναλαμβάνεται σε μήκος δύο οκτάβων με δύο οκτάβων και μια μεγάλη τρίτη).

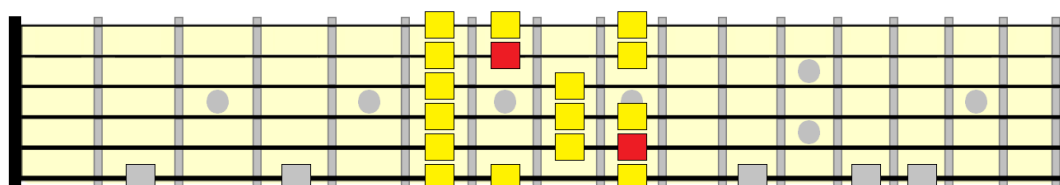
Με βάση τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι οι βασικές θέσεις της μείζονος κλίμακας είναι οι παρακάτω (πηγή: <http://www.fretjam.com/major-scale-positions.html#roadmap>):



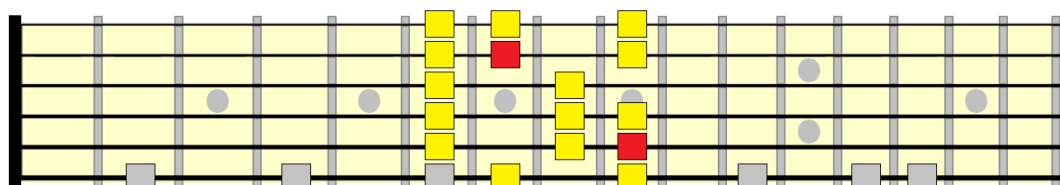
Εικόνα 4.6 : Η πρώτη θέση της Σολ b μείζονος



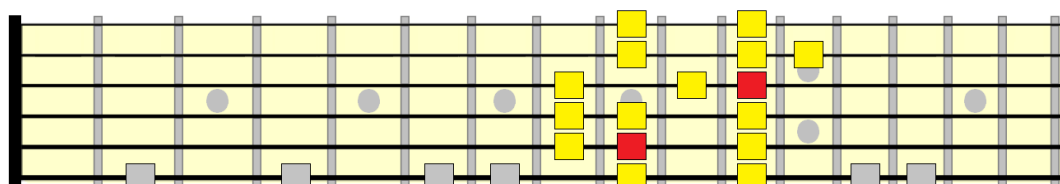
Εικόνα 4.7 : Η δεύτερη θέση της Σολ b μείζονος



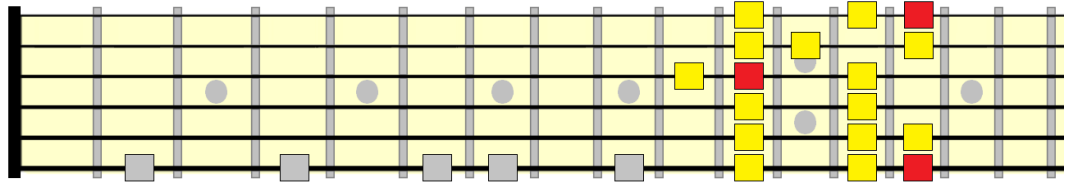
Εικόνα 4.8 : Η τρίτη θέση της Σολ b μείζονος



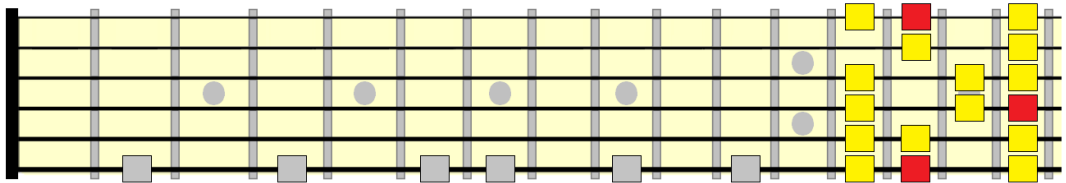
Εικόνα 4.9 : Η τέταρτη θέση της Σολ b μείζονος



Εικόνα 4.10 : Η πέμπτη θέση της Σολ b μείζονος



Εικόνα 4.11: Η έκτη θέση της Σολ b μείζονος



Εικόνα 4.12 : Η έβδομη θέση της Σολ b μείζονος

Παρατηρούμε πως υπάρχει αλληλοεπικάλυψη των θέσεων 3 και 4, καθώς και των θέσεων 1 και 7. Αυτό συμβαίνει διότι η τρίτη με την τέταρτη και η έβδομη με την πρώτη μιας μείζονος κλίμακας έχουν διαφορά ενός ημιτονίου, οπότε δεν υπάρχει ο χώρος για να δημιουργηθεί καινούργια ξεχωριστή θέση για μια εκ των δύο.

Εδώ λοιπόν γίνεται εμφανές ότι δεν είναι εύκολο να καταλάβουμε ποια νότα αντιστοιχεί σε κάθε τάστο, πόσο μάλλον να βρίσκουμε την λειτουργία του φθόγγου στην εκάστοτε κλίμακα ή συγχορδία. Η αλήθεια είναι ότι δεν είναι απαραίτητο για την περίπτωση του αυτοσχεδιασμού να αναγνωρίζουμε κατευθείαν την ονομασία κάθε φθόγγου (κάτι που απαιτείται για την μουσική ανάγνωση καθώς και στην διαδικασία του chord melody, κατά την οποία ο κιθαρίστας συνοδεύει τον εαυτό του παίζοντας ταυτόχρονα την μελωδία και τις συγχορδίες), αλλά τον ρόλο που αυτή έχει στις συγχορδίες και τις κλίμακες πάνω στις οποίες αυτοσχεδιάζουμε (για παράδειγμα η τρίτη της δεσπόζουσας μιας μείζονος κλίμακας είναι η $7^{\text{η}}$, ο προσαγωγέας δηλαδή της κλίμακας, ο οποίος λύνεται στην τονική της κλίμακας, η οποία είναι ο θεμέλιος της τονικής συγχορδίας ή η τρίτη της επιδεσπόζουσας συγχορδίας κλπ). Μπορούμε να πούμε ότι οι μουσικοί καλούνται να φτιάξουν έναν «χάρτη» της κιθάρας, για να είναι σε θέση να γνωρίζουν τι μπορούν και τι δεν μπορούν να παίξουν πάνω από μια διαδοχή συγχορδιών.

Ο χειρισμός λοιπόν, του μουσικού οργάνου διαφέρει από τον αντίστοιχο χειρισμό αντικειμένου για παράδειγμα στον αθλητισμό, επειδή η άριστη γνώση του χώρου στον οποίο κατανέμονται οι μουσικοί φθόγγοι, απαιτεί ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων λεπτής κινητικότητας σε συνάρτηση με το επιθυμητό ακουστικό αποτέλεσμα. Η επίδοξος κιθαρίστας πρέπει δηλαδή να αναπτύξει μια εσωτερική οπτική αναπαράσταση του ηχητικού αποτελέσματος που επιθυμεί να ακουστεί από το μουσικό του όργανο, και ταυτόχρονα την δεξιότητα χειρισμού που θα του επιτρέψει να συνδέσει την αναπαράσταση αυτή με την ταστιέρα γρήγορα και με ακρίβεια.

Μπορούμε δηλαδή να πούμε ότι ο κιθαρίστας καλείται να δημιουργήσει έναν γνωστικό χάρτη για την αποτύπωση του χωρικού περιβάλλοντος της κιθάρας και των σχέσεων που διέπουν τα σημεία ενδιαφέροντος (νότες, συγχορδίες) που βρίσκονται στον χώρο αυτό. Σύμφωνα με τους Downs και Stea, η γνωστική (νοητική) χαρτογράφηση είναι η διαδικασία που περιλαμβάνει την αποθήκευση, ανάκληση και κωδικοποίηση των πληροφοριών σχετικά με την τοποθεσίες και τις ιδιότητες των φαινομένων που γίνονται αντιληπτά από ένα άτομο στο χωρικό του περιβάλλον (Downs και Stea σε Kitchin, 1994). Κατά την γνώμη μου λοιπόν, η χωρική σκέψη που συνδέεται με την μουσική αντίληψη, εκφράζεται κυρίως από την αντίληψη της θέσης του εκάστοτε τονικού ύψους σε σχέση με ένα τονικό ύψος αναφοράς το οποίο είτε έπεται είτε προηγείται, και τις σχέσεις που διέπουν ένα σύνολο διαφορετικών τονικών υψών. Η χωρική αυτή σκέψη γίνεται αντιληπτή τόσο ακουστικά (κατανομή τονικών υψών σε μήκος για παράδειγμα μιας οκτάβας) όσο και οπτικά (π.χ. κατανομή τονικών υψών στο μήκος μιας χορδής). Η θέση ενός συγκεκριμένου τονικού ύψους στην χορδή συνοδεύεται από ηχητική επαλήθευση της ακριβούς συχνότητας που περιγράφει τον εκάστοτε φθόγγο .

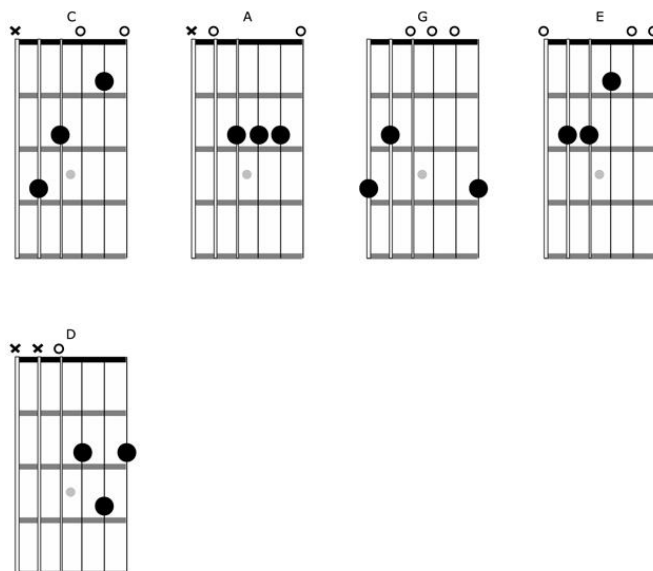
Σε ότι αφορά το πώς οι γνωστικοί χάρτες επηρεάζουν την λήψη αποφάσεων του ατόμου, οι Cadwallader αρχικά και Garling και άλλοι μετέπειτα, προτείνουν τους παρακάτω τύπους αποφάσεων (Cadwallader 1976, Garling και άλλοι 1985, σε Kitchin 1994) :

- Την απόφαση εάν θα παραμείνεις στην ίδια θέση ή θα αποχωρήσεις
- Την απόφαση του που θα πας

- Την απόφαση του ποια διαδρομή θα ακολουθήσεις
- Την απόφαση με ποιο τρόπο θα πάς εκεί

Φυσικά στη μουσική οι αποφάσεις αυτές εμπίπτουν στους κανόνες της αρμονίας του εκάστοτε μουσικού ιδιώματος, αλλά όπως είπαμε για να μπορούμε να πάρουμε όσο γίνεται συνειδητές αποφάσεις θα πρέπει να έχουμε άριστη γνώση της αρμονίας και του οργάνου (στην περίπτωση της κιθάρας, άριστη γνώση της ταστιέρας). Ενώ όμως οι δύο πρώτες αποφάσεις καθορίζονται από τους αρμονικούς αυτούς κανόνες, η αποφάσεις για το ποια διαδρομή θα ακολουθήσουμε και με ποιο τρόπο θα γίνει η μετάβαση σε έναν μουσικό αυτοσχεδιασμό, επηρεάζονται από το λεξιλόγιο μουσικών φράσεων του μουσικού που αυτοσχεδιάζει. Επίσης, ενώ ακουστικά η απλούστερη διαδρομή από μια νότα σε μια άλλη σε δύο διαφορετικές θέσεις τις ίδιας κλίμακας συμπίπτουν, τα βήματα που ακολουθούνται είναι διαφορετικά.

Σχεδιάζοντας λοιπόν, ασκήσεις για την ενίσχυση των γνώσεων της ταστιέρας με σκοπό τον τζαζ αυτοσχεδιασμό και γνωρίζοντας ότι απευθυνόμαστε σε κιθαρίστες προχωρημένου επιπέδου, οι οποίοι όμως σε μεγάλο ποσοστό έχουν ελλείψεις γνώσεις που αφορούν την ταστιέρα (παίζουν κυρίως εμπειρικά), θα χρειαστεί να αναλογιστούμε ποιες είναι οι γνώσεις που πιθανότατα να κατέχει η πλειοψηφία τους, ώστε οι ασκήσεις μας να είναι όσο το δυνατόν καθολικές και να παρέχουν ισχυρά κίνητρα για τους ασκούμενους. Το σύστημα CAGED χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε τέτοιες περιπτώσεις από τους καθηγητές κιθάρας. Η βασική αρχή του συγκεκριμένου συστήματος είναι ότι στη κιθάρα υπάρχουν πέντε βασικές θέσεις ακόρντων, οι οποίες είναι και οι πρώτες που μαθαίνουμε : η Ντο (C), η λα (A), η Σολ (G), η Μι (E) και η Ρε (D). Οι θέσεις αυτές δύνανται να μεταφερθούν σε όλο το μήκος της κιθάρας για την επιτέλεση διαφορετικών συγχορδιών.

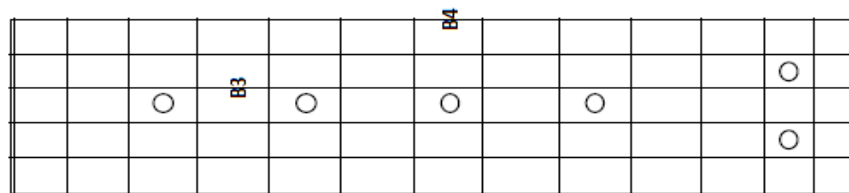


Εικόνα 4.13 : Οι θέσεις του συστήματος CAGED. Πηγή : www.premiarguitar.com

Από τις παραπάνω θέσεις και τον τρόπο δημιουργίας ακόρντων drop 2, μπορούμε να πάρουμε ένα μεγάλο πλήθος θέσεων ακόρντων τα οποία θα είναι αναγνωρίσιμα από τους κιθαρίστες και στα οποία θα μπορούν να βρουν ευκολότερα τις νότες των συγχορδιών. Στην παρούσα εργασία δεν χρησιμοποιείται το σύστημα καθαυτό, αλλά τα χαρακτηριστικά του συστήματος που βοηθούν τους μαθητές να αναγνωρίζουν τις θέσεις, και τον καθηγητή να δίνει τα απαραίτητα κίνητρα στους μαθητές. Όπως γίνεται κατανοητό, το βασικό κίνητρο σε αυτή τη περίπτωση, είναι η ταχεία εκμάθηση των νοτών των συγχορδιών στην κιθάρα, και άμεση χρήση τους στην διαδικασία του αυτοσχεδιασμού. Πρέπει εδώ να τονιστεί, ότι η συγκεκριμένη ομάδα μαθητών ενώ έχει δημιουργήσει μόνη της ισχυρά κίνητρα, έχει μάθει να έχει γρήγορα αποτελέσματα σε οτιδήποτε καταπιάνεται με την κιθάρα, οπότε ένα σύστημα που δεν συνάδει με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι πολύ πιθανόν να μην λειτουργήσει.

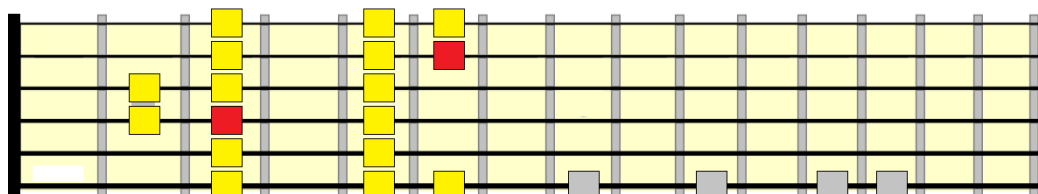
Έστω λοιπόν ότι θέλουμε να μελετήσουμε μια διαδοχή II – V – I (αυτό ονομάζεται πτώση και γύρω από τις πτώσεις γίνεται η περισσότερη μελέτη στον αυτοσχεδιασμό) σε κλίμακα Φα μείζονα. Όπως είπαμε, για να φτάσουμε σε ένα επίπεδο μεγάλης ελευθερίας στον αυτοσχεδιασμό (όπως και σε οποιαδήποτε μορφή τέχνης), πρέπει πρώτα να περιοριστούμε, ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν πληρέστερη γνώση της ταστιέρας μας. Θα περιορίσουμε λοιπόν τη

μελέτη μας από την Σι 3 (τρίτη οκτάβα όπως φαίνεται στο πιάνο) της τρίτης χορδής, έως την Σι 4 της πρώτης χορδής, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.12.



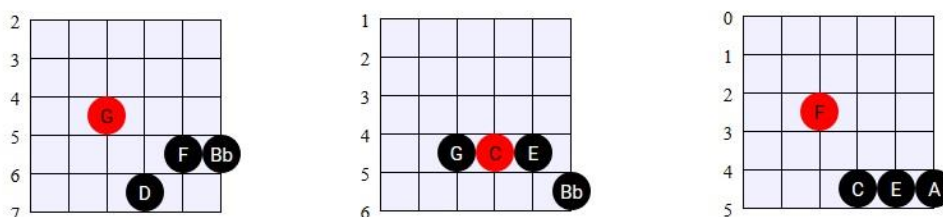
Εικόνα 4.14 : Η θέσεις της Σι 3 (B3) και της Σι 4 (B4), στην τρίτη και την πρώτη αντίστοιχα χορδή της κιθάρας.

Από τις θέσεις της μείζονος κλίμακας αυτή που μας βοηθάει περισσότερο στη μελέτη μας σε αυτή τη περίπτωση είναι η δεύτερη θέση.



Εικόνα 4.15 : Η δεύτερη θέση της Φα μείζονος (πηγή: <http://www.fretjam.com/major-scale-positions.html#roadmap>).

Δημιουργώντας τα drop 2 ακόρντα που χρειαζόμαστε για την συγκεκριμένη οκτάβα, λαμβάνουμε θέσεις γνωστές από το σύστημα CAGED.

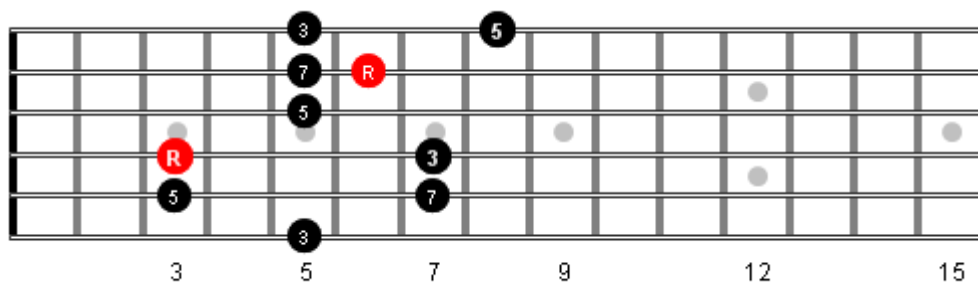


Εικόνα 4.16: Πτώση II – V – I στην κλίμακα Φα μείζονα.

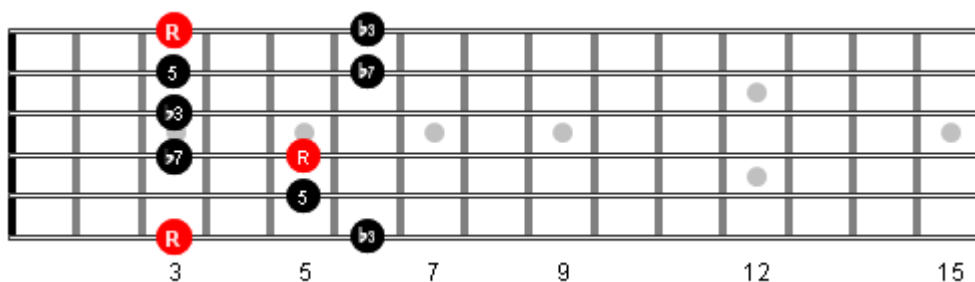
Η Σολ ελάσσονα με έβδομη (G) και η Φα μείζονα με έβδομη (F), προέρχονται από την θέση του ακόρντου Ρε (συγκριτικά με το ακόρντο ρε του CAGED στη Σολ, η τρίτη (B) μεταφέρεται ένα ημιτόνιο πίσω για να φτιαχτεί ελάσσονα

συγχορδία και η Σολ της δεύτερης χορδής μεταφέρεται ένα τόνο πίσω για να δημιουργηθεί η μικρή έβδομη, ενώ στην Φα έχουμε μεταφορά της Φα της δεύτερης χορδής ένα ημιτόνιο πίσω για να δημιουργηθεί μεγάλη έβδομη) και η Ντο (C) προέρχεται από τη θέση του ακόρντου Λα (η Σολ της πρώτης χορδής μεταφέρεται ένα διάστημα μικρής τρίτης επάνω, για να δημιουργηθεί η μικρή έβδομη). Εφόσον στη τζαζ έχουμε τετράφωνες κυρίως συγχορδίες, γίνεται κατανοητό ότι στην κιθάρα τα ακόρντα θα δημιουργούν τετράχορδα. Παρατηρούμε επίσης, ότι οι συγχορδίες ομαδοποιούνται και (στα περισσότερα drop 2) η τρίτη και η έβδομη της συγχορδίας είναι γειτονικές. Οι συγκεκριμένες νότες της συγχορδίας έχουν εξέχουσα σημασία, καθώς είναι αυτές που περιγράφουν τον τύπο του ακόρντου και στις περισσότερες συγχορδίες έχουν σημαντικό λειτουργικό ρόλο.

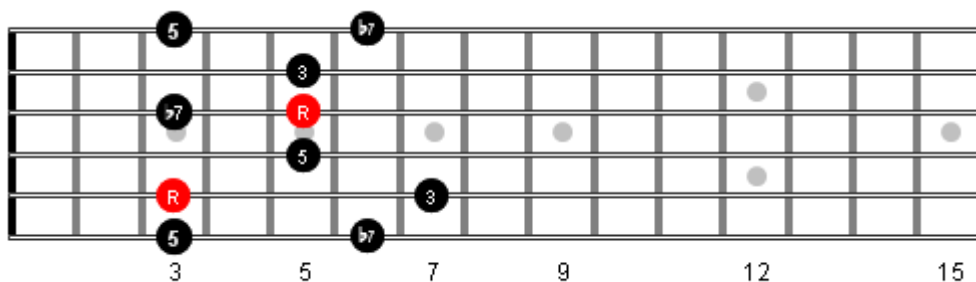
Τέλος, τα παρακάτω αρπέτζιο είναι τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης θέσης και χρησιμοποιούν τις θέσεις των αντίστοιχων ακόρντων:



Εικόνα 4.17 : Αρπέτζιο της Φα μείζονος 7 με τονική (R) στην τέταρτη χορδή (πηγή: <https://www.guitar-chords.org.uk/arpeggios/f-major7-arpeggios.html>)



Εικόνα 4.18: Αρπέτζιο της Σολ ελάσσονος 7 με τονική στην 6^η και 4^η χορδή (πηγή: <https://www.guitar-chords.org.uk/arpeggios/g-minor7-arpeggios.html>)



Εικόνα 4.19 : Αρπέτζιο της Ντο δεσπόζουσας 7 με τονική στην 5^η χορδή (πηγή: <https://www.guitar-chords.org.uk/arpeggios/c-7-arpeggios.html>)

Όπως θα δούμε και παρακάτω, είναι σημαντικό για την εκμάθηση τόσο του κάθε ακόρντου, όσο και των αρπέτζιο, να δίνουμε στον μαθητή τη θέση της θεμελίου νότας κάθε ακόρντου στην 4^η, 5^η ή 6^η, η οποία θα είναι και η νότα αναφοράς σε κάθε θέση. Ο λόγος που επιλέγουμε τις συγκεκριμένες θέσεις σαν θέσεις αναφοράς, είναι πως οι μαθητές είναι πιθανότερο να αναγνωρίσουν τις νότες σε αυτές τις χορδές, λόγω της εμπειρίας τους στην εκτέλεση των στοιχειωδών ακόρντων, τα οποία συνηθίζουν να παίζουν σε ευθεία κατάσταση. Με αυτόν τον τρόπο μελέτης της ταστιέρας, ο μαθητής χρησιμοποιεί τις γνώσεις του (ακόρντα από το σύστημα CAGED, αρπέτζιο που προκύπτουν από τα συγκεκριμένα ακόρντα και βασικές θέσεις της μείζονος κλίμακας) και λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τις θέσεις των νοτών του εκάστοτε ακόρντου και των λειτουργιών των νοτών αυτών. Κατακτώντας τις πέντε θέσεις της μείζονος, ο μαθητής προχωράει στην ελάχιστο κλίμακα και φτιάχνει έναν χάρτη της ταστιέρας με τα σημεία ενδιαφέροντος (νότες, ακόρντα κλπ) κάθε κλίμακας. Έτσι σε μια διαδοχή συγχορδιών απομένει να αποφασίσει ποια διαδρομή θα ακολουθήσει και με ποιο τρόπο θα περάσει από το ένα ακόρντο στο επόμενο.

4.2. Δομή του συστήματος

Το σύστημα που σχεδιάστηκε για την παρούσα εργασία, έχει σκοπό να εκπληρώσει έναν από τους στόχους που σχετίζονται με την διδασκαλία της ταστιέρας της ηλεκτρικής κιθάρας : την εκμάθηση της 3^{ης} και της 7^{ης} κάθε ακόρντου πάνω στην ταστιέρα. Όπως είπαμε παραπάνω, οι νότες αυτές είναι οι

σημαντικότερες για κάθε ακόρντο, γιατί προσδίδουν την λειτουργία του ακόρντου. Επιπλέον, όπως είδαμε οι νότες αυτές, τείνουν να βρίσκονται σε διαδοχικές χορδές και κατά συνέπεια να μας βολεύει να τις μαθαίνουμε μαζί.

Η κάθε άσκηση που προκύπτει από την αλληλεπίδραση του καθηγητή με το σύστημα θα είναι:

- Κλειστή σε κάθε φάση της (σταθερή τονικότητα): είπαμε ότι οι δεξιότητες που απαιτούνται στον αυτοσχεδιασμό είναι ανοιχτές, αλλά πρέπει πρώτα οι ασκούμενοι να εξασκηθούν σε σταθερές συνθήκες, καθώς πρόκειται για εντελώς καινούργιες δεξιότητες για εκείνους
- Ανοιχτή στο σύνολό της (μεταβάλλονται οι συνθήκες): σκοπός μας είναι η εναλλαγή των ασκήσεων που σχετίζονται με την δεξιότητα (μεταβαλλόμενη εξάσκηση) ώστε να δημιουργηθούν και συνθήκες που ευνοούν την ενίσχυση ανοιχτών δεξιοτήτων
- Κινητική και γνωστική: Απαιτεί τόσο κινητικές όσο και γνωστικές δεξιότητες
- Λεπτής κινητικότητας: Είναι άσκηση ακρίβειας, και ταχύτητας εκτέλεσης και αντίληψης
- Σύνθετη : συμμετέχουν πολλές αρθρώσεις, όπως και σε όλες τις δεξιότητες χειρισμού μουσικών οργάνων.
- Προσομοίωσης: Έχουμε μίμηση χαρακτηριστικών μιας πραγματικής δεξιότητας καθώς η εξάσκηση γίνεται πάνω σε jazz standards.
- Τυχαίας εξάσκησης: Είναι φτιαγμένες για να συμμετέχουν σε πρόγραμμα τυχαίας εξάσκησης, καθώς είναι μικρές σε διάρκεια.

Το λογισμικό έχει δύο ειδών χρήστες: τους καθηγητές οι οποίοι δημιουργούν τις ασκήσεις, και τους μαθητές οι οποίοι αλληλεπιδρούν με το λογισμικό κατά την εξάσκηση.

4.2.1. Επιλογές του χρήστη

Στην παρούσα έκδοση του συστήματος, οι επιλογές του χρήστη αφορούν την δημιουργία των ασκήσεων και απευθύνονται στον καθηγητή (ή και σε έναν προχωρημένο μαθητή που θέλει να δημιουργήσει ασκήσεις για την προσωπική

του εξάσκηση). Ο χρήστης έχει δύο βασικές επιλογές : να δημιουργήσει καινούργια άσκηση ή να μορφοποιήσει μια άσκηση που είχε προηγουμένως δημιουργήσει.

Δημιουργία καινούργιας άσκησης:

Κατά την δημιουργία μιας καινούργιας άσκησης ο καθηγητής θα πρέπει να δώσει στο σύστημα τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Θα χρειαστεί λοιπόν να ορίσει το τέμπο (σε χτύπους ανά λεπτό), την ρυθμική αγωγή, το πλήθος των μέτρων, την κλίμακα και την οκτάβα πάνω στην οποία θα εξασκηθεί ο μαθητής, καθώς και να εισάγει όλες τις συγχορδίες του μουσικού κομματιού (του jazz standard δηλαδή). Τέλος, θα χρειαστεί να δώσει μια ονομασία στο αρχείο στο οποίο θα αποθηκευτούν οι παράμετροι.

Μορφοποίηση προηγούμενης άσκησης:

Αντίστοιχα, το πρόγραμμα μορφοποίησης ζητά από τον χρήστη να δώσει καινούργιες παραμέτρους σε μια ήδη υπάρχουσα άσκηση. Η μοναδική διαφοροποίηση είναι πως κατά την μορφοποίηση δε ζητείται η εισαγωγή συγχορδιών, οι οποίες μετατρέπονται αυτόματα από το σύστημα εάν αλλάξει η κλίμακα της άσκησης.

Τέλος, για τον έλεγχο των νοτών που παίχτηκαν από τον μαθητή, ο καθηγητής καλείται μόνο να ορίσει το αρχείο στο οποίο αποθηκεύτηκαν οι παράμετροι της άσκησης, και το αρχείο ήχου που περιέχει την προσπάθεια του μαθητή.

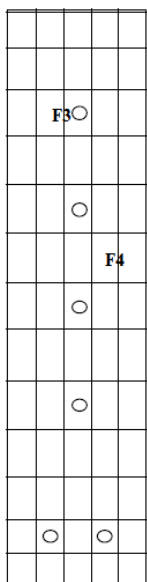
4.2.2. Σχεδιασμός του φύλλου θεωρίας

Το φύλλο θεωρίας που δίνεται στους μαθητές για να προετοιμαστούν για την άσκηση, βασίζεται σε όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως για την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης που σχετίζεται με το μουσικό όργανο. Στην εικόνα 4.20, παρατίθεται ένα από τα φύλλα θεωρίας που δόθηκε στους μαθητές κατά την πειραματική δοκιμή του συστήματος, το οποίο και θα αναλύσουμε.

Βλέποντας το φύλλο από αριστερά, η πρώτη πληροφορία που δίνεται στον ασκούμενο είναι η οκτάβα στην οποία θα λάβει χώρα η άσκηση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε η οκτάβα Φα3 – Φα4, από το τρίτο τάστο

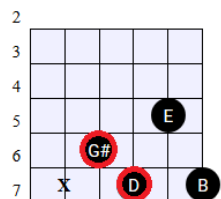
της τέταρτης χορδής έως το έκτο τάστο της δεύτερης. Αμέσως από κάτω, δίνονται οι βασικές οδηγίες για την οκτάβα εξάσκησης και τους συμβολισμούς στις συγχορδίες. Επίσης στο κέντρο και κάτω δίνεται η πληροφορία πως λαμβάνονται υπόψη τα πραγματικά τονικά ύψη και όχι τα τονικά ύψη μεταφοράς (στην κιθάρα το Φα3 αντιστοιχεί στο Φα4 στο πεντάγραμμα).

Τέλος, στο φύλλο θεωρίας αναγράφονται όλα τα ακόρντα του κομματιού, τα οποία έχουν την 3^η και την 7^η τους μέσα στην οκτάβα Φα3 - Φα4. Γίνεται αντιληπτό, ότι εάν αφήναμε ελεύθερο τον μαθητή να επιλέξει τις θέσεις των ακόρντων σε μεγαλύτερο μήκος από μια οκτάβα ή ακόμα και την θέση της οκτάβας, θα εκτελούσε συγκεκριμένες γνωστές νότες σε γνωστές θέσεις, με αποτέλεσμα να μην λάμβανε καινούργιες πληροφορίες. Ο ασκούμενος, ανάλογα, με τον τρόπο που κωδικοποιεί τις νέες πληροφορίες (ονόματα νοτών ή λειτουργία των νοτών στο ακόρντο), μπορεί να πάρει τις πληροφορίες που επιθυμεί. Σε κόκκινο κύκλο εμφανίζονται η 3^η και η 7^η της συγχορδίας, με Χ εμφανίζεται η θεμέλιος της συγχορδίας στην 5^η ή την 6^η χορδή της κιθάρας ενώ εμφανίζονται και με λατινικά, τα ονόματα όλων των φθόγγων των συγχορδιών. Αποτέλεσμα της μελέτης κατά αυτό τον τρόπο, είναι οι ασκούμενοι να παρατηρούν και τα σημεία ενδιαφέροντος πάνω στις συγχορδίες. Επιπλέον, η εξάσκηση σε πραγματικές συνθήκες (η μελέτη μουσικού κομματιού και όχι η μελέτη ενός ακόρντου κάθε φορά) συνεπάγεται την εναλλαγή μεταξύ διάφορων συγχορδιών, η οποία βοηθάει στην κωδικοποίηση των διαφορών και των σχέσεων των νοτών των ακόρντων από τον μαθητή, και κατά συνέπεια την βαθύτερη μάθηση (βλ. υπόθεση της επεξεργασίας κεφ. 2.2.1). Υπενθυμίζεται εδώ ότι χρησιμοποιούνται drop2 ακόρντα, τα οποία προκύπτουν εύκολα από το σύστημα CAGED, και είναι απαραίτητα στον jazz αυτοσχεδιασμό. Τέλος δίπλα στα ακόρντα σημειώνεται το όνομα τους, η 3^η τους και η 7^η τους.

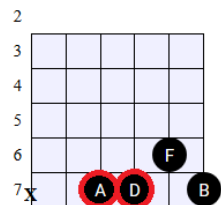


Practice Octave : F3 - F4
 Red Circles : Target Notes of the Exercise
 X : Indicates the position of the Root in strings 1 (E), 2 (A) or 3 (D), when not contained in the given Chord

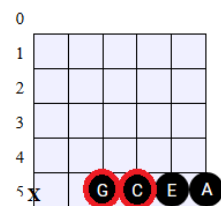
Chord Diagrams Created With Corderator:
<http://www.chorderator.com/designer/>



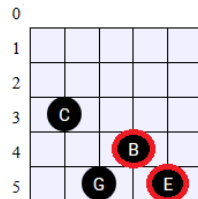
Em7
 3rd : G#
 7th : D



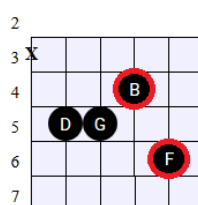
Bm7b5
 3rd : D
 7th : A



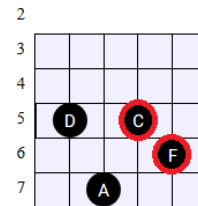
Am7
 3rd : C
 7th : G



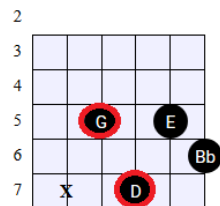
Cmaj7
 3rd : E
 7th : B



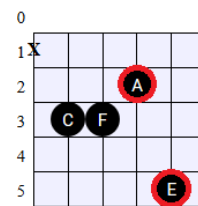
G7
 3rd : B
 7th : F



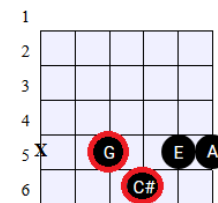
Dm7
 3rd : F
 7th : C



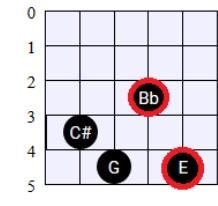
Em7b5
 3rd : G
 7th : D



Fmaj7
 3rd : A
 7th : E



A7
 3rd : C#
 7th : G



C#dim7
 3rd : E
 7th : Bb

* In this Worksheet, True Pitches are regarded.

Εικόνα 4.20 : Το φύλλο θεωρίας για το κομμάτι Black Orpheus σε κλίμακα Λα ελάσσονα

4.2.3. Αλληλεπίδραση κατά την επιτέλεση

Η αλληλεπίδραση κατά την επιτέλεση γίνεται μέσω του μουσικού οργάνου. Συγκριτικά με τον παραδοσιακό τρόπο εισαγωγής πληροφοριών κατά την αλληλεπίδραση ανθρώπου – μηχανής (πληκτρολόγιο, ποντίκι κλπ) υπάρχει η ιδιαιτερότητα ότι η πληροφορία πρέπει να εξορυχτεί από το ψηφιακό ηχητικό σήμα (στην συγκεκριμένη περίπτωση αυτό συμβαίνει μετά το πέρας της αλληλεπίδρασης). Το φύλλο εργασίας δεν είναι τίποτα παραπάνω από έναν οδηγό στον οποίο παρουσιάζεται η διαδοχή των συγχορδιών του κομματιού (εικόνα 4.21).

Από τον ασκούμενο ζητείται να εκτελέσει την 3^η ή την 7^η κάθε συγχορδίας στον κατάλληλο χρόνο. Για τον συγχρονισμό με το κομμάτι δίνονται δύο εισαγωγικά μέτρα (το πρώτο με δύο χτύπους μισών και το δεύτερο με τέσσερις χτύπους τετάρτων). Έπειτα, χρησιμοποιείται ένα αρχείο MIDI πληροφορίας, η οποία μεταφράζεται σε ήχο μέσω samplers (λογισμικά τα οποία λαμβάνουν την πληροφορία MIDI και την αντιστοιχίζουν σε ηχητικά δείγματα αντίστοιχου τονικού ύψους, διάρκειας κλπ). Για την ορθή λειτουργία του εκπαιδευτικού συστήματος, απαιτείται κάρτα ήχου με οδηγούς πρωτοκόλλου ASIO (Audio Stream Input/Output) για την επίτευξη της βέλτιστης ηχητικής καθυστέρησης και συνεπώς του ιδανικού συγχρονισμού με το ηχητικό απόσπασμα.

Am

Am7	Em7b5	E7	Am7	Em7b5	E7	
Am7	Dm7	G7	CMaj7	C#dim	A7	
Dm7	G7		CMaj7	FMaj7		
Em7b5	E7b9		Am7	Em7b5	E7	
Am7	Em7b5	E7	Am7	Em7b5	E7	
Em7b5	A7		Dm7	Dm7		
Dm7	Em7b5	E7	Am7	FMaj7		
Em7b5	E7b9		Am7	E7	Am7	

Εικόνα 4.21 : Ο οδηγός του Black Orpheus σε Λα ελάσσονα που δόθηκε στους μαθητές

4.2.4. Εξαγωγή Αποτελεσμάτων

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων των προσπαθειών των μαθητών, χρειάστηκε να οριστούν τα μουσικά στοιχεία που αναμένονται από το σύστημα και των οποίων η σύγκριση με τα στοιχεία που θα εξορυχτούν από το ψηφιακό ακουστικό σήμα θα αποτελέσουν το κριτήριο επιτυχίας των μαθητών.

Κούρδισμα:

Αρχικά πρέπει να οριστεί από το σύστημα το σύνολο των συχνοτήτων οι οποίες θα γίνονται αποδεκτές ως περιγραφείς μιας συγκεκριμένης μουσικής νότας. Συνηθίζεται να λαμβάνεται ως σημείο αναφοράς η νότα Λα4 (η Λα πάνω από την μεσαία Ντο), η οποία αντιστοιχεί στα 440 Hz. Έστω λοιπόν $f_0 = 440 \text{ Hz}$. Από τα πυθαγόρεια μαθηματικά μοντέλα για τη μουσική, έχουμε ότι ο ίσος συγκερασμός σε 12 ημιτόνια εκφράζεται από την $\sqrt[12]{2}$. Αν n είναι η απόσταση σε ημιτόνια από την νότα Λα4 (θετική για κάθε υψηλότερη νότα και αρνητική για κάθε χαμηλότερη νότα), η συχνότητα της νότας θα είναι:

$$f_n = f_0 \times (\sqrt[12]{2})^n \quad (1)$$

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, η ανοχή στο κούρδισμα δίνεται από το παρακάτω:

$$438 \text{ Hz} < f_{\Lambda\alpha 4} < 442 \text{ Hz}$$

Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η ορθότητα των αποτελεσμάτων, παρά τα πιθανά λάθη στο κούρδισμα της κιθάρας. Άρα για κάθε νότα που ελέγχεται για την ορθότητά της, το σύστημα θα την συγκρίνει με τους ακέραιους αριθμούς που προκύπτουν από την δημιουργία της κλίμακας.

Στο επόμενο λοιπόν βήμα, το σύστημα πρέπει να δημιουργήσει τις λίστες με τις συχνότητες που περιγράφουν την τρίτη και την έβδομη κάθε συγχορδίας. Για την εύρεση λοιπόν των συχνοτήτων αυτών, το πρόγραμμα χρειάζεται να γνωρίζει το όνομα και τον τύπο της συγχορδίας, καθώς και την οκτάβα στην οποία θα πραγματοποιηθεί η άσκηση. Φυσικά δεν θα προκύψει μόνο μια πιθανή συχνότητα, αλλά ένα σύνολο συχνοτήτων από τις οποίες θα ελέγξουμε για

λόγους ευκολίας μόνο τις ακέραιες τιμές. Μετά την εισαγωγή από τον χρήστη του ονόματος και του τύπου της συγχορδίας, δημιουργείται ένα στιγμιότυπο της κλάσης Chord στο οποίο εμπεριέχονται και τα ονόματα της τρίτης και της έβδομης. Έστω λοιπόν ότι θέλουμε να βρούμε τις νότες μιας μείζονος συγχορδίας. Το σύστημα δέχεται μόνο αλφαριθμητικές τιμές για τα ονόματα των νοτών (όπως αυτά ορίζονται στο λατινικό αλφάβητο) τα οποία αντιστοιχούν σε μια αριθμητική τιμή. Οι περιορισμοί φαίνονται στο παρακάτω λεξικό (dictionary) στην Python:

```
SHARP_LIST = {'B#':0, 'C#':1, 'D':2, 'D#':3, 'E':4, 'E#':5, 'F#':6, 'G':7, 'G#':8, 'A':9, 'A#':10, 'B':11} (2)
```

Στην παραπάνω λίστα κάθε νότα απέχει ένα ημιτόνιο από τις γειτονικές της. Γνωρίζοντας λοιπόν ότι η τρίτη της μείζονος απέχει 4 ημιτόνια από την τονική, και η έβδομη 11 ημιτόνια, έχουμε σε αυτή τη περίπτωση ότι :

$$third = (root + 4) \bmod 12 \text{ και } seventh = (root + 11) \bmod 12$$

Ο λόγος που αναζητούμε το υπόλοιπο για να ορίσουμε το όνομα της νότας είναι διότι εκτός της Ντο (ή σε αυτή τη περίπτωση της Σι δίεση) οι εξισώσεις θα βγάλουν αποτέλεσμα μεγαλύτερο από 11, οπότε βρίσκοντας το υπόλοιπο της διαίρεσης μπορούμε να αντιστοιχήσουμε τον αριθμό στην αλφαριθμητική τιμή του λεξικού της Python. Στη συνέχεια αυτές οι τιμές αντιστοιχίζονται με πιθανές συχνότητες. Σε αυτή τη περίπτωση χρειαζόμαστε επιπλέον την οκτάβα στην οποία θα πραγματοποιηθεί η άσκηση.

Το σύστημα αρχικά ελέγχει εάν η νότα που αναζητάμε είναι στην ίδια οκτάβα με αυτή που δήλωσε ο χρήστης κατά την δημιουργία της άσκησης, και εάν την έχει υπερβεί υπολογίζει την αναμενόμενη συχνότητα στην επόμενη οκτάβα¹¹. Έπειτα υπολογίζονται οι ακέραιες συχνότητες που περιγράφουν την νότα που αναμένεται να έχει εκτελέσει ο μαθητής. Γνωρίζοντας την απόσταση της νότας από την μέση Λα (440 Hz) χρησιμοποιούμε την (1) για να δημιουργήσουμε ένα λεξικό που θα περιλαμβάνει τις αναμενόμενες συχνότητες της νότας ανά οκτάβα. Ορίστηκε για την κιθάρα, το n στην (1) να μπορεί να πάρει τιμές από -33 έως 20 (δηλαδή η κιθάρα να έχει έκταση -33 και 20 ημιτόνια γύρω από το

¹¹ Ο αριθμός της οκτάβας αλλάζει σε κάθε νότα Ντο. Έτσι, σε μήκος μιας κλίμακας Ντο μείζονος από Ντο 3 έως Ντο 4, οι ενδιάμεσες νότες θα φέρουν τον αριθμό 3, ενώ σε μήκος μιας κλίμακας Φα 3 έως Φα 4, ο αριθμός θα αλλάζει μετά το Ντο από 3 σε 4.

Λα 4). Βρίσκοντας λοιπόν το σύστημα τον αριθμό που αντιστοιχεί στην νότα από το λεξικό (2), υπολογίζει βάση της (1) το σύνολο των πιθανών ακέραιων συχνοτήτων που περιγράφουν τη ζητούμενη νότα από το σημείο της πρώτης πιθανής νότας (για την παρούσα εργασία της C2) και προχωρώντας με βήμα 12 έως την τελευταία επιτρεπτή νότα (E6). Έπειτα, και εφόσον είναι ήδη γνωστή η οκτάβα στην οποία αναμένουμε να παίζει ο μαθητής την συγκεκριμένη νότα, κρατάμε από τα αποτελέσματα που μας έδωσε η (1), μόνο τις πιθανές συχνοτήτες στην συγκεκριμένη οκτάβα.

Σημεία έναρξης νότας:

Για τον υπολογισμό των αναμενόμενων σημείων εκκίνησης (onset) κάθε νότας που εκτελέστηκε, μας χρειάζονται το τέμπο, το πλήθος των μέτρων, το πλήθος των χτύπων ανά μέτρο, καθώς και η πληροφορία του πόσες συγχορδίες θα παιχτούν σε κάθε μέτρο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα στην παρούσα έκδοσή του, υποστηρίζει μόνο μέτρα 4/4 με μία (στο πρώτο τέταρτο) ή δύο (στο πρώτο και το τρίτο τέταρτο) συγχορδίες σε εκάστοτε μέτρο (είναι η συνηθέστερη φόρμα στα μουσικά έργα). Η διάρκεια κάθε μέτρου θα είναι :

$$bar.duration = (60.000 \times \frac{beats}{beats/minute})^{12}$$

Επειδή ψάχνουμε χιλιοστά δευτερολέπτου (για λόγους ακρίβειας στον έλεγχο), και επειδή το τέμπο εκφράζεται σε χτύπους ανά λεπτό (beats per minute), πολλαπλασιάζουμε με 60.000. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να υπολογίσουμε τα αναμενόμενα onsets κάθε μέτρου (κάθε στιγμιότυπου της κλάσης Bar), ενώ στην περίπτωση που το μέτρο έχει onset και στο τρίτο χτύπο, αυτό θα είναι ίσο με το onset του μέτρου, συν $bar.duration/2$.

Λόγω του χρόνου που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η εξόρυξη της πληροφορίας για την θεμελιώδη συχνότητα, ελέγχεται πρώτα εάν η εκτέλεση της νότας έγινε στον σωστό χρόνο και όσες δεν έγιναν δεν ελέγχονται περαιτέρω. Η ανοχή σε αυτή την περίπτωση ήταν $\pm 60 ms$.

¹² Οι χτύποι ανά λεπτό συγχέονται με το τέμπο του κομματιού. Το αποτέλεσμα της εξίσωσης θα μας δώσει millisecond.

Θεμελιώδης συχνότητα:

Για την εξαγωγή της πληροφορίας για την θεμελιώδη συχνότητα, λαμβάνεται ένα παράθυρο από το onset της νότας, μέχρι και 20 ms μετά από αυτό. Η διαδικασία εξαγωγής της συχνότητας, είναι η ίδια που περιγράφεται στην ενότητα 3.1.1. και γίνεται με την χρήση του αλγορίθμου PYin.

Τονικές μεταφορές:

Οι τονικές μεταφορές σε άλλες κλίμακες εξάγονται αυτόματα από το σύστημα. Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται ένα λεξικό της python, το οποίο εμπεριέχει όλους τους πιθανούς φθόγγους από Φα ύφεση έως Σι δίεση, σε ένα κύκλο με πέμπτες (κάθε φθόγγος απέχει με τον επόμενο μια πέμπτη καθαρή). Ο κύκλος με τις πέμπτες χρησιμοποιείται παραδοσιακά για την εύρεση των οπλισμών κάθε κλίμακας και είναι βολικός για την τονική μεταφορά μελωδιών. Το λεξικό στην python είναι το εξής:

```
COF_LIST = {'Fb':0, 'Cb':1, 'Gb':2, 'Db':3, 'Ab':4, 'Eb':5, 'Bb':6, 'F':7, 'C':8, 'G':9, 'D':10, 'A':11, 'E':12, 'B':13, 'F#':14, 'C#':15, 'G#':16, 'D#':17, 'A#':18, 'E#':19, 'B#':20} # CIRCLE OF FIFTHS LIST
```

Εάν λοιπόν η τονικότητα του κομματιού είναι Λα ελάσσονα (A min) και θέλουμε να κάνουμε μεταφορά σε Μι ελάσσονα, κάθε καινούργια συγχορδία θα κρατάει τον τύπο της (μείζονα, ελάσσονα, δεσπόζουσα κλπ) και θα παίρνει την ονομασία και τα χαρακτηριστικά (τρίτη, έβδομη) της συγχορδίας που απέχει +1 θέση από την αρχική. Στο παράδειγμά μας η αυθεντική τονικότητα μας δίνει στο σύστημα :

```
[[Am7], [Bmin7b5, E7], [Am7], [Bmin7b5, E7], [Am7], [Dm7, G7], [Cmaj7], [C#b7b5, A7], [Dm7], [G7], [Cmaj7], [Fmaj7], [Bmin7b5], [E7], [Am7], [Bmin7b5, E7], [Am7], [Bmin7b5, E7], [Am7], [Bmin7b5, E7], [Emin7b5], [A7], [Dm7], [Dm7], [Dm7], [Bmin7b5, E7], [Am7], [Fmaj7], [Bmin7b5], [E7], [Am7, E7], [Am7]]
```

Κάθε λίστα μέσα στη λίστα αντιστοιχεί σε ένα μέτρο, ενώ όπως αναφέρθηκε, κάθε μέτρο μπορεί να εμπεριέχει μια ή δύο συγχορδίες. Αφού ζητήσουμε από το σύστημα να κάνει την τονική μεταφορά παίρνουμε το παρακάτω αποτέλεσμα:

[[Em7], [F#min7b5, B7], [Em7], [F#min7b5, B7], [Em7], [Am7, D7], [Gmaj7], [G#b7b5, E7], [Am7], [D7], [Gmaj7], [Cmaj7], [F#min7b5], [B7], [Em7], [F#min7b5, B7], [Em7], [F#min7b5, B7], [Em7], [F#min7b5, B7], [Bmin7b5], [E7], [Am7], [Am7], [Am7], [F#min7b5, B7], [Em7], [Cmaj7], [F#min7b5], [B7], [Em7, B7], [Em7]]

Εδώ πρέπει να τονιστεί, ότι για να επιτευχθεί από το σύστημα ορθή τονική μεταφορά, θα πρέπει τόσο η αρχική τονικότητα, όσο και η τονικότητα μεταφοράς να είναι αυτές που αντιστοιχούν στην δομή του κομματιού. Επιπλέον, το σύστημα δεν επιτρέπει τονική μεταφορά από μείζονα σε ελάσσονα κλίμακα ή μεταβολές στον τύπο της κάθε συγχορδίας.

Τέλος, ανάλογα με το πλήθος των νοτών που αναμένεται να παιχτούν από τον μαθητή, δημιουργείται ένα ποσοστό τις εκατό, που εκφράζει την επιτυχία του μαθητή στην εκτέλεση της άσκησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η πειραματική δοκιμή του συστήματος έλαβε χώρα στο ωδείο Lab Music Education της Αθήνας. Εκεί ένα σύνολο 10 μαθητών δοκίμασε να εκτελέσει την άσκηση που του δόθηκε. Όπως είπαμε και παραπάνω, ζητήθηκε από τους καθηγητές κιθάρας να προτείνουν προχωρημένους μαθητές (με καλό τεχνικό επίπεδο και σίγουρα κάποιες γνώσεις αρμονίας). Το συγκεκριμένο ωδείο επιλέχτηκε διότι αποτελείται από μια ομάδα καθηγητών, οι οποίοι έχουν πανεπιστημιακή εκπαίδευση και βαθειά γνώση του αντικειμένου, κάτι που φαίνεται και από το επίπεδο των μαθητών του ωδείου. Πρόκειται μάλιστα για την μεγαλύτερη αλυσίδα ωδείων σύγχρονης μουσικής (jazz, rock, funk κλπ). Οι στόχοι της δοκιμής είναι να εξετάσουμε τις γνώσεις προχωρημένων μαθητών σχετικά με τις νότες των συγχορδιών, την ορθότητα των αποτελεσμάτων που εξάγει το σύστημα και την αποδοτικότητα της εκπαιδευτικής προσέγγισης.

4.1. Στοιχεία προς έλεγχο

Επιλέχθηκαν να εξεταστούν τα παρακάτω στοιχεία για τον έλεγχο του επιπέδου των μαθητών:

- Γνώσεις Αρμονίας : Εξετάζεται εάν ο μαθητής έχει κάποιες βασικές γνώσεις αρμονίας. Επιλέχθηκαν κυρίως μαθητές που παρακολουθούσαν τις τάξεις αρμονίας του ωδείου.
- Γνώσεις συγχορδιών : Όπως αναφέρθηκε, κάθε φύλλο θεωρίας φέρει drop 2 ακόρντα με τις ονομασίες των συγχορδιών, των φθόγγων που τις απαρτίζουν και σημάδι (X) της θέσης της τονικής στην 4η, 5η, ή 6η χορδή (γνώση που όλοι κατέχουν). Οι συμμετέχοντες ερωτώνται εάν αναγνωρίζουν τις συγχορδίες. Δεδομένου πως οι μαθητές έχουν υψηλό επίπεδο τεχνικής κατάρτισης (τουλάχιστον στην επιτέλεση αν όχι στον

αυτοσχεδιασμό), τα παραπάνω θα είναι αναγνωρίσιμα από την πλειοψηφία τους.

- Χρόνος Μελέτης : Κάθε συμμετέχων έχει τη δυνατότητα να μελετήσει το φύλλο θεωρίας (μπορεί εάν θέλει να το παραλείψει). Η καταγραφή του χρόνου που χρειάστηκε για μελέτη ο μαθητής είναι δείκτης για την χρησιμότητα του προγράμματος. Υπολογίζεται ότι ο κάθε μαθητής θα χρειαστεί περίπου πέντε λεπτά μελέτης πριν και δύο με τρία λεπτά ανάμεσα στις προσπάθειές του, ανάλογα και με τις γνώσεις του. Σε περίπτωση που οι μαθητές εκτελούν τις ασκήσεις με σημαντικά μικρότερο (έως και μηδαμινό) χρόνο μελέτης, η υπόθεση χρησιμότητας του συστήματος καταρρίπτεται. .

Για τον έλεγχο της ορθότητας των αποτελεσμάτων του λογισμικού θα ελεγχθούν τα παρακάτω:

1. Ορθότητα αυτόματων τονικών μεταφορών : Έλεγχος των τονικών μεταφορών που εξάγονται από το σύστημα
2. Ορθότητα σημείων αυτόματου ελέγχου :
 - Ορθότητα ανίχνευσης ρυθμικών στοιχείων (onsets): Θα ελεγχθεί εάν τα σημεία που αναγνωρίστηκαν ως σημεία έναρξης φθόγγων αντιστοιχούν σε σημεία που παίχτηκε κάτι από τον μαθητή
 - Ορθότητα ανίχνευσης τονικών στοιχείων (pitch): Θα ελεγχθεί εάν οι θεμελιώδεις συχνότητες που βρέθηκαν, συμπίπτουν με τις θεμελιώδεις συχνότητες των φθόγγων που εκτελέστηκαν από τους μαθητές
4. Χρήση του προγράμματος: Κάθε συμμετέχων θα παίξει δύο φορές την άσκηση. Θα καταγραφεί η ορθότητα των νοτών που παίχτηκαν, καθώς και το εάν θέλησε ανάμεσα στις προσπάθειες να ανατρέξει στο φύλλο θεωρίας (στη διάρκεια της κάθε προσπάθειας, ο μαθητής βλέπει μόνο τον οδηγό με τις

συγχορδίες και όχι το φύλλο θεωρίας). Η ορθότητα των νοτών εξάγεται από το πρόγραμμα αυτόματα.

5. Μετά από τις προσπάθειες του, ο συμμετέχων αυτοσχεδιάζει ελεύθερα πάνω στο κομμάτι. Ζητούνται οι εντυπώσεις του από την εμπειρία και ρωτάται εάν τον δυσκόλεψε η αλληλεπίδραση και εάν πιστεύει ότι βοηθήθηκε στον ελεύθερο αυτοσχεδιασμό.

4.2. Υπόθεση

Οι υποθέσεις για τα αποτελέσματα που αναμένεται να εξαχθούν από την πειραματική αυτή διαδικασία είναι οι εξής:

Ακρίβεια αποτελεσμάτων που εξάγονται από το σύστημα:

Αναμένεται η ακρίβεια των αποτελεσμάτων να φτάσει το 70 με 80 τις εκατό. Στις δοκιμές που πραγματοποιήσα πριν την πειραματική δοκιμή, η ακρίβεια αυτή έφτανε και το 100%. Παρόλα αυτά, οι εκτελέσεις αυτές έγιναν σε μικρά ηχητικά αποσπάσματα, σε ιδανικές συνθήκες, και με την μεγαλύτερη ακρίβεια εκτέλεσης. Αναμένεται λοιπόν οι μαθητές που θα συμμετάσχουν στις πειραματικές δοκιμές να μην είναι σε θέση να ελέγξουν σε απόλυτο βαθμό την εκτέλεσή τους και να χρησιμοποιήσουν προηγήσεις, καθυστερήσεις, vibrato και άλλα μελωδικά στολίδια, καθώς και κιθαριστικές τεχνικές όπως hammer-ons, pull-offs, και slides, το οποία θα οδηγήσουν σε λανθασμένα αποτελέσματα. Στους μαθητές θα δοθούν ξεκάθαρες οδηγίες να μην χρησιμοποιήσουν τα παραπάνω, αλλά δεν θεωρείται εφικτό να συμμορφωθούν σε απόλυτο βαθμό μετά από μόλις δύο δοκιμές.

Γνώσεις μουσικής θεωρίας και αρμονίας:

Ζητήθηκε από τους καθηγητές του ωδείου να μας προτείνουν μόνο μαθητές που έχουν γνώσεις αρμονίας. Αναμένουμε λοιπόν ένα μέσο επίπεδο γνώσεων, αρκετό όμως ώστε να μπορούν να αναγνωρίζουν τα δομικά στοιχεία των συγχορδιών. Μαθητές κάτω από αυτό το επίπεδο γνώσεων θα απορρίπτονται ακόμα και εάν αυτό σημαίνει μικρό αριθμό συμμετεχόντων.

Ποσοστό επιτυχίας των μαθητών:

Αναμένεται το ποσοστό των μαθητών που θα τους φανεί εύκολη η άσκηση και θα μπορέσουν να την φέρουν εις πέρας με μια σχετική ευκολία, να μην ξεπερνάει το 20%. Με αυτόν τον τρόπο θα επιχειρήσω να φτάσω στο συμπέρασμα ότι ακόμα και σε ένα φημισμένο για το επίπεδο των σπουδαστών του ωδείου, η απουσία προγράμματος σπουδών οδηγεί σε έλλειψη σημαντικών γνώσεων και δεξιοτήτων. Τα ποσοστά επιτυχίας για τον μέσο όρο των συμμετεχόντων αναμένεται στην πρώτη προσπάθεια να είναι μικρότερα του 50% ενώ για την δεύτερη να προσεγγίσουν το 50%. Για μια καλύτερη εικόνα θα ήθελα να υπάρχει ένα παράθυρο τριών ημερών για τις δοκιμές, κάτι όμως που δεν μπορούσε να μου δοθεί από το ωδείο.

4.3. Διαδικασία και εργαλεία συλλογής δεδομένων

Παρακάτω παρατίθενται η διαδικασία ελέγχου των εκάστοτε υποθέσεων, καθώς και τα εργαλεία συλλογής δεδομένων για την απόρριψη ή την επαλήθευσή τους.
Ακρίβεια αποτελεσμάτων που εξάγονται από το σύστημα:

Δύο μεταβλητές εξάγονται από το σύστημα: Η χρονική στιγμή έναρξης της νότας του φθόγγου (σε millisecond) και η θεμελιώδης συχνότητά του. Έπειτα, το σύστημα συγκρίνει την θεμελιώδη συχνότητα που εξείχθει από το σύστημα με τις πιθανές τιμές συχνοτήτων που περιγράφουν τον φθόγγο που αναμένεται να παιχτεί, και τέλος εξάγει ένα ποσοστό επιτυχίας του εκτελεστή και προαιρετικά όλα τα σωστά onsets και τις θεμελιώδης συχνότητες που αντιστοιχούν σε αυτά.

Για τον έλεγχο της ορθότητας των αποτελεσμάτων, θα ελέγξω όλες τις προσπάθειες των μαθητών, ώστε στη συνέχεια να τις συγκρίνω το ποσοστό επιτυχίας, με το αντίστοιχο που εξάγεται από το σύστημα. Αναμένεται ο δικός μου έλεγχος να δώσει καλύτερα ποσοστά, καθώς θα γίνει με τον τρόπο που θα αξιολογούσε ένας καθηγητής τον μαθητή του.

Επιπλέον, θα ελεγχθεί η λειτουργικότητα τους συστήματος σε μια εκτέλεση αναφοράς. Η εκτέλεση αυτή θα γίνει με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο (χωρίς καμία χρήση μουσικών στολιδιών) και με την βέλτιστη δυνατή ακρίβεια. Έπειτα, θα ελεγχθεί πόσα από τα onsets αναγνωρίστηκαν επιτυχώς από το

σύστημα, και εάν η ακέραιη θεμελιώδης συχνότητα βρίσκεται στο διάστημα πιθανών συχνοτήτων που ελέγχονται από το σύστημα.

Επίπεδο δεξιοτεχνίας οργάνου, γνώσεις μουσικής θεωρίας και αρμονίας :

Οι γνώσεις μουσικής θεωρίας θα ελεγχθούν μέσω των απαντήσεων που θα δώσουν οι μαθητές στην μικρή συνέντευξη που θα τους πάρω, καθώς και από τις παρατηρήσεις που θα κάνω και θα σχετίζονται με την ευκολία εύρεσης των νοτών της συγχορδίας. Όσοι μαθητές δυσκολεύονται στην εύρεση των νοτών αυτών, απορρίπτονται από την συμμετοχή τους στην πειραματική δοκιμή. Το επίπεδο δεξιοτεχνίας των συμμετεχόντων ελέγχεται και αυτό από τις απαντήσεις τους στην συνέντευξη, αλλά είναι πιο εύκολα παρατηρήσιμο κατά την επιτέλεση της άσκησης και του ελεύθερου αυτοσχεδιασμού. Συγκεκριμένα, στο δελτίο που συμπλήρωσα στην συνέντευξη αναγράφονται οι παρακάτω μεταβλητές και παρατηρήσεις:

- Όνομα – Α/Α Συμμετοχής
- Εάν γνωρίζει την 3^η και την 7^η των συγχορδιών
- Εάν αναγνωρίζει τις συγχορδίες
- Ο χρόνος που χρειάστηκε για μελέτη πριν από κάθε προσπάθεια
- Εάν πριν την 2^η προσπάθεια μελέτησε πάλι το φύλλο εργασίας
- Πως φάνηκε στον μαθητή η αλληλεπίδραση
- Εάν πιστεύει ότι βοηθήθηκε στον αυτοσχεδιασμό
- Σχόλια και παρατηρήσεις

Ποσοστό επιτυχίας των μαθητών:

Όπως αναφέρθηκε, θα πάρω δύο ποσοστά επιτυχίας: ένα από το σύστημα και ένα από την δική μου αξιολόγηση των μαθητών. Λόγω του μικρού αριθμού των συμμετοχών θα διεξάγω μόνο ποιοτική ανάλυση των δεδομένων. Έπειτα θα δημιουργήσω δύο ιστογράμματα από τα οποία ευελπιστώ ότι θα μπορέσω να βγάλω κάποια συμπεράσματα για την κατανομή του ποσοστού επιτυχίας των μαθητών σε σχέση με το επίπεδο δεξιοτεχνίας τους και το επίπεδό τους στις γνώσεις αρμονίας. Επιπλέον, τα ποσοστά επιτυχίας των μαθητών θα μου δώσουν μια εικόνα για την αναγκαιότητα του συστήματος.

4.4. Μουσικοί που συμμετείχαν στην πειραματική δοκιμή

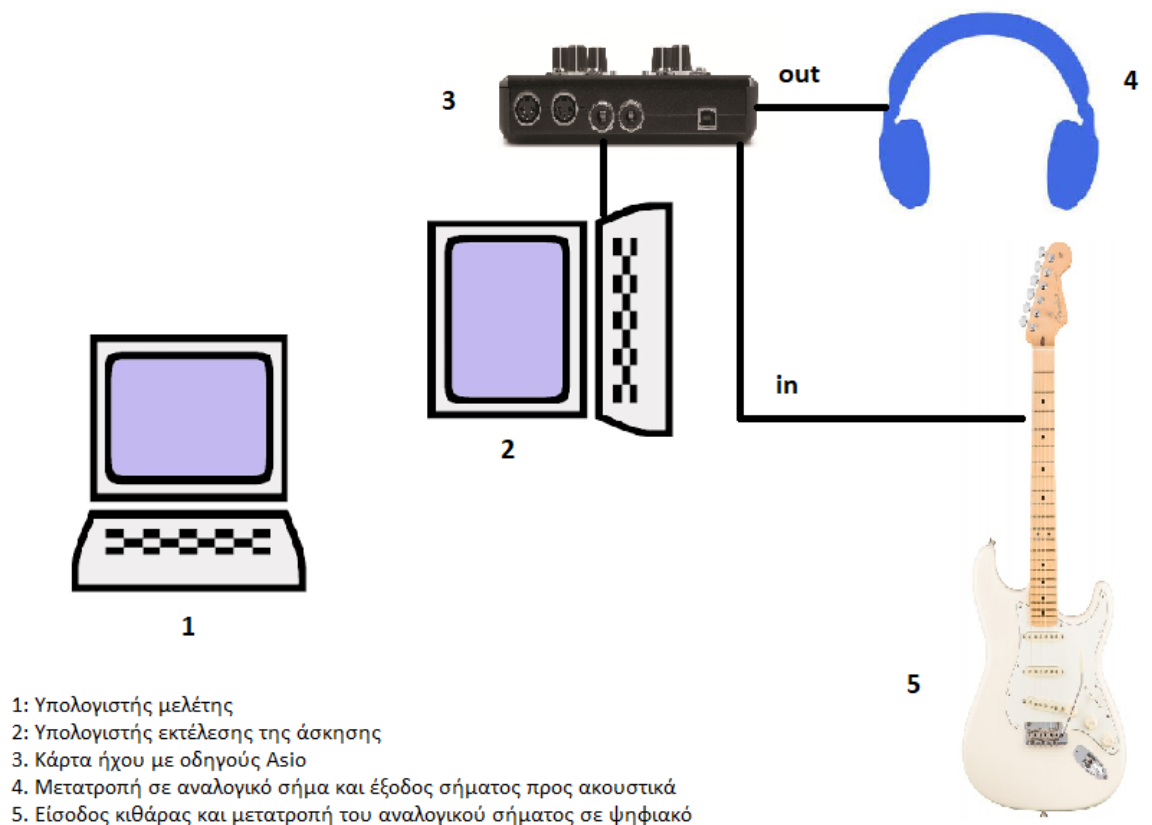
Για την πειραματική δοκιμή του συστήματος, ζητήθηκε από τους καθηγητές του Lab music education να προτείνουν μόνο μαθητές που έχουν μια έστω ένα μέσο επίπεδο γνώσεων αρμονίας. Με την συνέντευξη μπόρεσα να καθορίσω το επίπεδο δεξιοτεχνίας και γνώσεων αρμονίας όλων των συμμετεχόντων, τα οποία παρατίθενται παρακάτω, μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία τους.

A/A ΜΑΘΗΤΗ	ΟΝΟΜΑ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΝΩΣΕΩΝ ΑΡΜΟΝΙΑΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΕΞΙΟΤΕΧΝΙΑΣ ΟΡΓΑΝΟΥ	ΗΛΙΚΙΑ
1	ΔΗΜΗΤΡΗΣ	ΥΨΗΛΟ	ΥΨΗΛΟ	19
2	ΛΕΟ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ	17
3	ΔΗΜΗΤΡΗΣ	ΜΕΤΡΙΟ	ΜΕΤΡΙΟ	16
4	ΔΗΜΗΤΡΗΣ	ΥΨΗΛΟ	ΥΨΗΛΟ	26
5	ΛΟΥΚΙΑΝΟΣ	ΜΕΤΡΙΟ	ΥΨΗΛΟ	42
6	ΖΑΦΕΙΡΗΣ	ΜΕΤΡΙΟ	ΥΨΗΛΟ	27
7	ΚΩΣΤΑΣ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ	ΥΨΗΛΟ	27

Πίνακας 5.1. : Στοιχεία των μαθητών που συμμετείχαν στην πειραματική δοκιμή

4.5. Προετοιμασία διεξαγωγής των πειραμάτων - Τοποθέτηση του εξοπλισμού

Η πειραματική δοκιμή έλαβε χώρα εντός μια αίθουσας του ωδείου. Χρησιμοποιήθηκαν δύο υπολογιστές. Ο πρώτος υπολογιστής χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη του φύλλου θεωρίας και ο δεύτερος για την εκτέλεση της άσκησης. Για να επιτευχθεί η βέλτιστη ακουστική καθυστέρηση κατά την πειραματική δοκιμή, χρησιμοποιήθηκε η κάρτα ήχου m-track της m-audio. Στους συμμετέχοντες δόθηκε η δυνατότητα να παρακολουθούν την εκτέλεσή τους μέσω ακουστικών τα οποία απομονώνουν σε μεγάλο βαθμό τον ήχο του περιβάλλοντος (noise canceling headphones). Η σύνθεση του εξοπλισμού για την πειραματική δοκιμή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5.2: Σύνθεση του εξοπλισμού

4.6. Διαδικασία πειραματικής δοκιμής

Οι συμμετέχοντες αρχικά περνάνε από μια μικρή συνέντευξη για να διαπιστωθούν το επίπεδο των γνώσεων και της μουσικής τους αντίληψης. Έπειτα τους δόθηκαν οι παρακάτω οδηγίες:

- Θα πρέπει να μελετήσεις το φύλλο θεωρίας. Εκεί υπάρχουν ως επί το πλείστον γνώστες συγχορδίες στις οποίες φαίνονται η τρίτη και η έβδομη τους. Ο χρόνος μελέτης καλό θα είναι να μην υπερβαίνει τα δέκα λεπτά.
- Καλείσαι σε κάθε αλλαγή συγχορδίας να εκτελείς την τρίτη ή την έβδομη της συγχορδίας αυτής. Η εκτέλεση αυτή πρέπει να έρχεται μαζί με την συγχορδία και να μην γίνεται με τη μορφή προήγησης ή καθυστέρησης.
- Η εκτέλεση των νοτών γίνεται σε μια προκαθορισμένη οκτάβα, η οποία αναγράφεται στο φύλλο θεωρίας.
- Εφόσον μελετήσεις το φύλλο θεωρίας όσο πιστεύεις ότι χρειάζεται, θα κάνεις μια πρώτη προσπάθεια και στη συνέχεια μια δεύτερη. Ενδιάμεσα από τις προσπάθειες, δίνεται η δυνατότητα για επιπλέον μελέτη του φύλλου θεωρίας.
- Τέλος, θα αυτοσχεδιάσεις πάνω στο ίδιο κομμάτι και θα μας μεταφέρεις τις εντυπώσεις σου.

Η διαδικασία λοιπόν της πειραματικής δοκιμής περιελάμβανε τα παρακάτω βήματα στην αντίστοιχη σειρά:

1. Συνέντευξη με τον μαθητή: Του ζητούνται τα στοιχεία του και εξετάζονται οι γνώσεις του στην αρμονία (ερωτάται για την δομή των συγχορδιών) και η δεξιότητα του στην κιθάρα (ερωτάται εάν αναγνωρίζει τα ακόρντα στο φύλλο θεωρίας).
2. Ο μαθητής μελετάει το φύλλο θεωρίας και του παρέχονται διευκρινήσεις όπου χρειαστεί. Κατά την διάρκεια της μελέτης, τους εξηγώ πως είναι ο σωστός τρόπος για να μελετήσουμε το φύλλο θεωρίας ώστε να μπορέσουν να κατανοήσουν καλύτερα την άσκηση. Τους τονίζεται για μια ακόμα φορά ότι πρέπει να εκτελέσουν την άσκηση στην οκτάβα που

αναγράφεται και ότι στον κόκκινο κύκλο στο φύλλο θεωρίας βρίσκονται οι ζητούμενες νότες.

3. Ο μαθητής επιλέγει το τέμπο που επιθυμεί και εκτελεί την πρώτη του προσπάθεια. Συγκεκριμένα εκτελεί έναν ολόκληρο κύκλο του Black Orpheus, ο οποίος ανάλογα με το τέμπο διαρκεί από 50 έως 100 δευτερόλεπτα.
4. Μετά το την πρώτη προσπάθεια ερωτάται εάν δυσκολεύτηκε κάπου και εάν επιθυμεί να ξαναδεί το φύλλο θεωρίας. Δεν του δίνεται κάποια οδηγία για την διάρκεια της μελέτης καθώς θα χρειαστεί να επαναπροσδιορίσει το που πιστεύει ότι πρέπει να δώσει μεγαλύτερη βαρύτητα. Έπειτα εκτελεί την δεύτερη προσπάθειά του και ζητούνται οι εντυπώσεις του.
5. Ζητείται από τον μαθητή να εκτελέσει έναν ελεύθερο αυτοσχεδιασμό πάνω στο κομμάτι. Δεν του δίνονται συγκεκριμένες οδηγίες, καθώς θέλησα να παρατηρήσω εάν θα χρησιμοποιήσει εύκολα όσες γνώσεις αποκόμισε από την παρούσα διαδικασία. Μετά το πέρας του αυτοσχεδιασμού ερωτάται εάν πιστεύει ότι βοηθήθηκε από την άσκηση που προηγήθηκε.
6. Ο μαθητής καλείτε να σχολιάσει την εμπειρία του από την αλληλεπίδραση με το σύστημα και να παραθέσει τις εντυπώσεις του.

Όλοι οι μαθητές εκτέλεσαν το ίδιο jazz standard (Black Orpheus του Luiz Bonfá) το οποίο ανήκει στο μουσικό είδος bossa nova. Σε κάθε συμμετέχων διάλεξα την τονικότητα στην οποία θα εκτελέσει την άσκηση (ανάλογα με το πόσο εύκολα μπορούσε να εκτελέσει ορθά την άσκηση σε Λα ελάσσονα), ενώ οι μαθητές μπορούσαν να επιλέξουν ένα τέμπο στο οποίο να νιώθουν άνετα.

4.7. Αποτελέσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε τα αποτελέσματα που αφορούν τόσο την εξαγωγή αποτελεσμάτων από το σύστημα όσο και την επίδοση των μαθητών. Από τους 10 συμμετέχοντες μόνο οι προσπάθειες των 7 εξ αυτών κρίθηκαν ότι αξίζει να αναλυθούν από το σύστημα, παρά το γεγονός ότι σε αυτές

συγκαταλέγονται ορισμένες με σχεδόν μηδενική επιτυχία. Ο λόγος που οι υπόλοιπες αποκλείστηκαν εδράζεται στην λανθασμένη προσέγγιση της άσκησης από τους μαθητές (εκτέλεση άσκησης σε λάθος οκτάβα, χρήση συγχορδιών κλπ). Ας δούμε λοιπόν αρχικά τα αποτελέσματα που μας έδωσε το σύστημα:

Τονική μεταφορά:

Αρχικά θα εξετάσουμε εάν οι τονικές μεταφορές οι οποίες είναι απαραίτητες για το σύστημα, εξάγονται από αυτό ορθά. Έχοντας ήδη δημιουργήσει την διαδοχή συγχορδιών του jazz standard Black Orpheus, το αρχείο txt στο οποίο αποθηκεύονται οι παράμετροι εισάγεται στο υποπρόγραμμα τονικής μεταφοράς. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα επέλεξα μεταφορά από την αυθεντική τονικότητα του κομματιού (Λα ελάσσονα) σε Φα δίεση ελάσσονα. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα φαίνονται από φύλλο εργασίας που δημιούργησα και παρατίθεται παρακάτω:

						F#m
$\frac{4}{4}$ F#m7	G#m7b5	C#7	F#m7	G#m7b5	C#7	
F#m7	Bm7	E7	AMaj7	A#dim	F#7	
Bm7	E7		AMaj7	DMaj7		
G#m7b5	C#7b9		F#m7	G#m7b5	C#7	
F#m7	G#m7b5	C#7	F#m7	G#m7b5	C#7	
C#m7b5	F#7		Bm7	Bm7		
Bm7	G#m7b5	C#7	F#m7	DMaj7		
G#m7b5	C#7b9		F#m7	C#7	F#m7	

Εικόνα 5.3: Το φύλλο εργασίας σε Φα δίεση ελάσσονα

Το φύλλο εργασίας σε Φα δίεση ελάσσονα δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της πειραματικής δοκιμής και εκτελέστηκε από έναν μόνο πολύ προχωρημένο

μαθητή. Με την εισαγωγή λοιπόν της Φα δίεση ελάσσονος κλίμακας, ως κλίμακα επιθυμητής μεταφοράς, το λογισμικό μας δίνει τα εξής αποτελέσματα:

[[F#m7], [G#min7b5, C#7], [F#m7], [G#min7b5, C#7], [F#m7], [Bm7, E7], [Amaj7], [A#b7b5, F#7], [Bm7], [E7], [Amaj7], [Dmaj7], [G#min7b5], [C#7], [F#m7], [G#min7b5, C#7], [F#m7], [G#min7b5, C#7], [F#m7], [G#min7b5, C#7], [C#min7b5], [F#7], [Bm7], [Bm7], [Bm7], [G#min7b5, C#7], [F#m7], [Dmaj7], [G#min7b5], [C#7], [F#m7, C#7], [F#m7]]

Εξετάζοντας ένα προς ένα τα αποτελέσματα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τονική μεταφορά είναι 100% επιτυχημένη. Ίδια αποτελέσματα πήρα και στις δοκιμές που έκανα στις κλίμακες Ρε ελάσσονα και Ντο δίεση ελάσσονα. Επιπλέον το υποπρόγραμμα εξάγει το χρονικό σημείο στο οποίο αναμένεται να εκτελεστεί η επιθυμητή νότα από τον μαθητή. Στην αρχική μου προσέγγιση έδωσα ανοχή ± 60 millisecond στους συμμετέχοντες. Τα αναμενόμενα σημεία για τα onsets είναι:

6000, 8000, 9000, 10000, 12000, 13000, 14000, 16000, 17000, 18000, 20000, 21000, 22000, 24000, 26000, 28000, 30000, 32000, 34000, 36000, 37000, 38000, 40000, 41000, 42000, 44000, 45000, 46000, 48000, 50000, 52000, 54000, 56000, 57000, 58000, 60000, 62000, 64000, 66000, 67000, 68000.

Για χάρη ευκολίας επιλέχθηκε ένα απλό τέμπο (120 bpm), από το οποίο μπορούμε να εξάγουμε εύκολα την πληροφορία ότι κάθε μέτρο τεσσάρων τετάρτων διαρκεί 2 δευτερόλεπτα και άρα η απόστασή μιας νότας από την επόμενη είναι 2 δευτερόλεπτα εάν υπάρχει μια συγχορδία ανά μέτρο, και 1 δευτερόλεπτο εάν οι συγχορδίες ανά μέτρο είναι δύο. Τα παραπάνω μας δείχνουν και την ορθότητα του αποτελέσματος. Η διαδικασία της τονικής μεταφοράς μπορεί λοιπόν να θεωρηθεί επιτυχημένη.

Αναγνώριση έναρξης νότας (onset):

Στη συνέχεια χρησιμοποίησα μια ηχογράφιση αναφοράς στην οποία αναμενόταν το πρόγραμμα να εξάγει αποτέλεσμα επιτυχίας από 90% έως 100% στον ολικό έλεγχο (τόσο στα onsets όσο και στην ορθότητα της νότας που εκτελέστηκε). Αρχικά λοιπόν επέλεξα μια ανοχή ± 60 millisecond από το σημείο που αναμένεται από το πρόγραμμα να εκτελεστεί η νότα. Το πρόγραμμα αναγνώρισε σαν ορθές (από πλευράς συγχρονισμού) 20 από τις 41 συνολικά

νότες που εκτελέστηκαν. Ανεβάζοντας την ανοχή στα ± 160 millisecond από τις 41 συγχορδίες αναγνωρίστηκαν 22 ως ορθές. Εδώ πρέπει να γίνει κατανοητό ότι αυτή η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι υπάρχει βέλτιστο χρονικά σημείο εκτέλεσης της νότας. Σε εφαρμογές εκμάθησης των ρυθμικών αξιών (όπως το Rhythm Master για Android), η ακρίβεια στον συγχρονισμό δίνει διαφορετικούς βαθμούς στην τελική αξιολόγηση της προσπάθειας (π.χ. μέχρι τα 60 ms πριν ή μετά το αναμενόμενο onset σε μια άσκηση στα 120 bpm, η εκτέλεση θεωρείται βέλτιστη). Επειδή λοιπόν στο παρών σύστημα δεν εξετάζεται η βέλτιστη, αλλά μια σχετική ακρίβεια στο συγχρονισμό, και επίσης διότι οι προσπάθειες των συμμετεχόντων δεν υπερβαίνουν τα 120 bpm, αποφάσισα να κρατήσω τα αποτελέσματα που εξάγονται με ανοχή ακρίβειας συγχρονισμού ± 160 millisecond.

Ορθότητα εκτελεσμένης νότας:

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το σύστημα για να αναγνωρίσει μια νότα που εκτελέστηκε ως ορθή, εξάγει μέσω του αλγόριθμου PipYin την θεμελιώδη συχνότητα κάθε ηχητικού αποσπάσματος που προκρίθηκε από τον αρχικό έλεγχο για το εάν αποτελεί ορθό onset και στη συνέχεια το συγκρίνει με τις πιθανές ακέραιες τιμές που περιγράφουν τις νότες που αναμένονται από το σύστημα να εκτελεστούν (οι τιμές αυτές εξαρτώνται από το όνομα και τον τύπο της συγχορδίας, την οκτάβα στην οποία θα πραγματοποιηθεί η άσκηση και την ανοχή στο κούρδισμα).

Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων που εξάγονται από το σύστημα σε αυτή τη φάση, χρησιμοποίησα την ηχογράφηση αναφοράς (η ίδια που χρησιμοποιήθηκε και για τον έλεγχο των onsets). Αρχικά πρέπει να ελέγξουμε ότι οι πιθανές νότες που αναμένεται από το σύστημα να εκτελεστούν είναι οι σωστές. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις συγχορδίες, τις συχνότητες που περιγράφουν την τρίτη και την έβδομή τους (για $\Lambda_4 = 440$ Hz) και τις ακέραιες τιμές που αναμένονται από το σύστημα να εμφανιστούν έπειτα από την ανάλυση του ηχητικού ψηφιακού σήματος (για $\Lambda_4 = 436$ Hz – 442 Hz).

ΣΕΙΡΑ ΣΥΓΧΟΡΔΙΑΣ	ΣΥΓΧΟΡΔΙΑ	ΝΟΤΕΣ ΣΥΓΧΟΡΔΙΑΣ (ΦΑ#3 – ΦΑ4)	ΣΥΓΧΝΟΤΗΤΑ ΘΕΜΕΛΙΟΥ (1 ^{ης} ΑΡΜΟΝΙΚΗΣ)	ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΕΣ ΣΥΓΧΝΟΤΗΤΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
1	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
2	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
3	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
4	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
5	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
6	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
7	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
8	Dm7	F	349.23	346 – 350
		C	261.63	259 – 262
9	G7	B	246.94	244 – 248
		F	349.23	346 – 350
10	Cmaj7	E	329.63	326 – 331
		B	246.94	244 – 248
11	C#b7b5	E	329.63	326 – 331
		Bb	233.08	230 – 234
12	A7	C#	277.18	274 – 278
		G	196.00	194 – 196
13	Dm7	F	349.23	346 – 350
		C	261.63	259 – 262
14	G7	B	246.94	244 – 248
		F	349.23	346 – 350

15	Cmaj7	E	329.63	326 – 331
		B	246.94	244 – 248
16	Fmaj7	A	220.00	217 – 220
		E	329.63	326 – 331
17	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
18	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
19	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
20	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
21	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
22	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
23	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
24	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
25	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
26	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
27	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
28	Emin7b5	G	196.00	194 – 196
		D	293.66	290 – 294
29	A7	C#	277.18	274 – 278
		G	196.00	194 – 196
30	Dm7	F	349.23	346 – 350
		C	261.63	259 – 262

31	Dm7	F	349.23	346 – 350
		C	261.63	259 – 262
32	Dm7	F	349.23	346 – 350
		C	261.63	259 – 262
33	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
34	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
35	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
36	Fmaj7	A	220.00	217 – 220
		E	329.63	326 – 331
37	Bmin7b5	D	293.66	290 – 294
		A	220.00	217 – 220
38	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
39	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196
40	E7	G#	207.65	205 – 208
		D	293.66	290 – 294
41	Am7	C	261.63	259 – 262
		G	196.00	194 – 196

Πίνακας 5.4 Συχνότητες των νοτών των συγχορδιών

Στην αρχική ρύθμιση των παραμέτρων του συστήματος, είχα επιλέξει την ανοχή στο κούρδισμα να κυμαίνεται για το Λ_4 , από 438 Hz έως 442 Hz καθώς φαινόταν να δίνει ένα αρκετά μεγάλο περιθώριο για τυχών σφάλματα κούρδισματος. Η παραπάνω ρύθμιση όμως φάνηκε να μην δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα, καθώς για την ηχογράφηση αναφοράς αναμενόταν ένα ποσοστό επιτυχίας στην αξιολόγηση από το σύστημα περίπου ίσο με 90% και το αποτέλεσμα που δόθηκε από το σύστημα ήταν 53.66%. Παρατήρησα λοιπόν, ότι η ανάλυση του ηχητικού ψηφιακού σήματος, έδινε τιμές σε ορισμένες νότες περίπου 1 Hz μικρότερες από αυτές που αναμενόταν. Αλλάζοντας λοιπόν την

ρύθμιση της ανοχής του κουρδίσματος για τη Λα4 σε 436 Hz με 442 Hz, το αποτέλεσμα της αξιολόγησης ανέβηκε στο 85.37 %, το οποίο είναι πολύ κοντά στην αρχική πρόβλεψη.

Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης της εκτέλεσης των συμμετεχόντων. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε το επίπεδο των συμμετεχόντων βάση των απαντήσεων που μου έδωσαν στη σύντομη συνέντευξη, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης μου για τις εκτελέσεις τους, καθώς και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των εκτελέσεων από το σύστημα.

A/A ΜΑΘΗ ΤΗ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΕΞΙΟΤΕΧ ΝΙΑΣ	ΕΠΙΠΕΔ Ο ΓΝΩΣΕΩ Ν ΑΡΜΟΝ ΙΑΣ	ΚΛΙΜΑΚ Α ΤΟΥ JAZZ STANDA RD	ΧΡΟΝΟ Σ ΜΕΛΕΤ ΗΣ (1)	ΧΡΟΝΟ Σ ΜΕΛΕΤ ΗΣ (2)	ΑΠΟΤΕΛΕΣ ΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗ ΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣ ΜΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗ ΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
1	ΥΨΗΛΟ	ΥΨΗΛΟ	ΛΑ ΕΛΑΣΣΟ ΝΑ	7 ΛΕΠΤΑ	2 ΛΕΠΤΑ	2,43%	0%
						34,14	17,07%
2	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ	ΦΑ# ΕΛΑΣΣΟ ΝΑ	1 ΛΕΠΤΟ	-	51,21%	36,58%
						51,21%	34,15%
3	ΜΕΤΡΙΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΛΑ ΕΛΑΣΣΟ ΝΑ	8 ΛΕΠΤΑ	2 ΛΕΠΤΑ	0%	0%
						7,31%	4,87%
4	ΥΨΗΛΟ	ΥΨΗΛΟ	ΛΑ ΕΛΑΣΣΟ ΝΑ	8:30 ΛΕΠΤΑ	4 ΛΕΠΤΑ	19,51%	14,63%
						41,00%	26,83%
5	ΥΨΗΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΛΑ ΕΛΑΣΣΟ ΝΑ	2 ΛΕΠΤΑ	3 ΛΕΠΤΑ	0%	0%
						12,19%	9,75%
6	ΥΨΗΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΛΑ	13	2	0%	0%

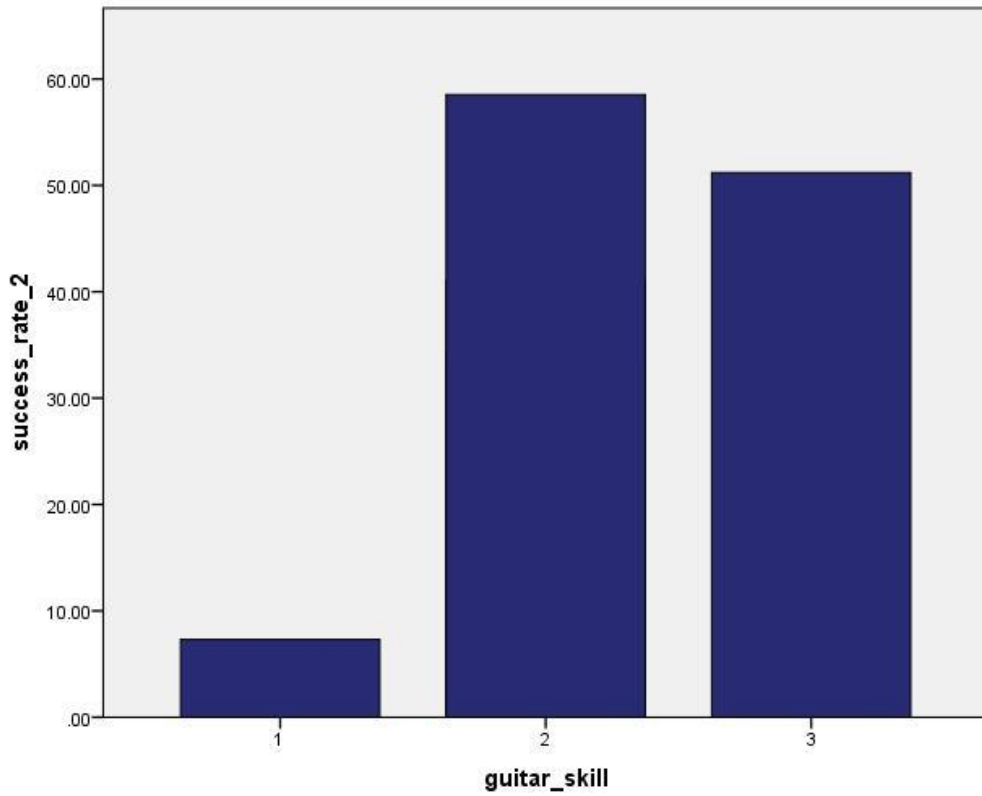
			ΕΛΑΣΣΟ ΝΑ	ΛΕΠΤΑ	ΛΕΠΤΑ	24,60%	14,63%
7	ΥΨΗΛΟ	ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ	ΛΑ	4 ΛΕΠΤΑ	-	51,21%	41,46%
			ΕΛΑΣΣΟ ΝΑ			58,53%	46,34%

Πίνακας 5.5: Αξιολόγηση προσπαθειών

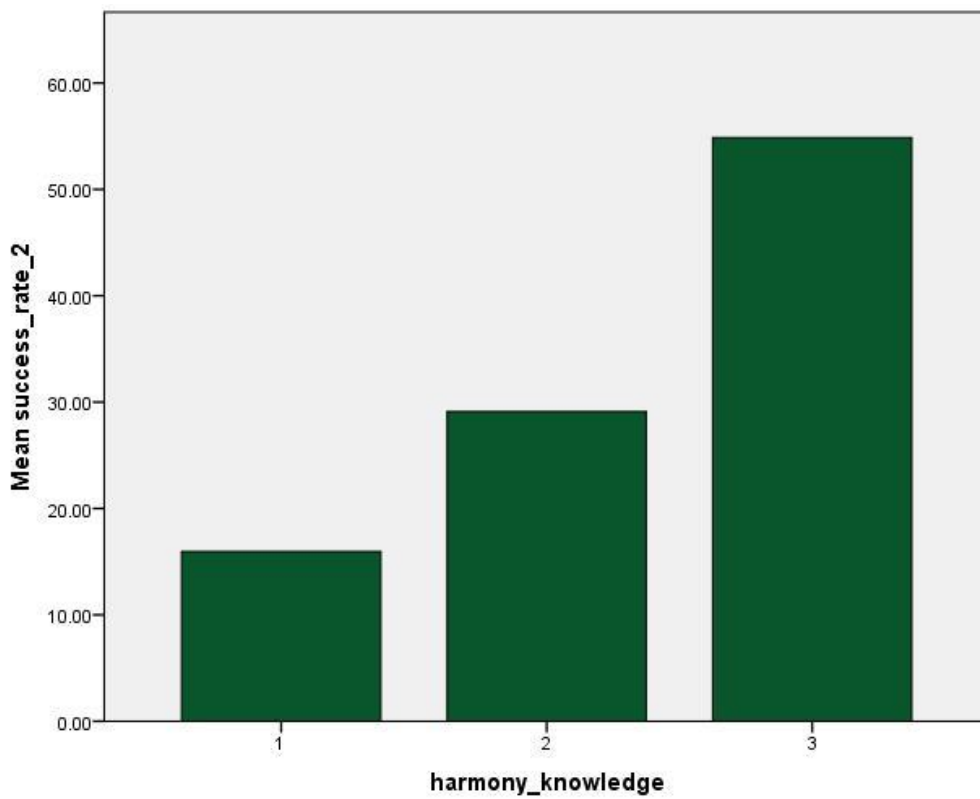
Παρατηρείται μια απόκλιση των δύο αξιολογήσεων της τάξεως των ενός με έξι σωστών νοτών, κάτι αναμενόμενο από τα αποτελέσματα που πήραμε στο ηχητικό απόσπασμα αναφοράς. Οι συγκεκριμένες αποκλίσεις δύνανται να διορθωθούν σε κάποιο ποσοστό με μια διαφοροποίηση των παραμέτρων της ανάλυσης του ηχητικού ψηφιακού σήματος.

Επίπεδο μαθητών και αποτελέσματα της αξιολόγησής τους:

Όπως αναφέρθηκε, λόγω του μικρού αριθμού του δείγματος, δεν μπορεί να γίνει ποσοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων, αλλά μόνο παρατηρήσεις που αφορούν τους συμμετέχοντες. Το επίπεδο των συμμετεχόντων σε ότι αφορά την δεξιοτεχνία του μουσικού οργάνου είναι σε υψηλό επίπεδο, ενώ το επίπεδο των γνώσεων αρμονίας έχει μεγαλύτερες διακυμάνσεις. Το επίπεδο γνώσεων αρμονίας πηγάζει τόσο από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων όσο και από την δεξιότητά τους να αναγνωρίζουν τις νότες των συγχορδιών. Βάση της αρχικής υπόθεσης, το επίπεδο γνώσεων αρμονίας θα κυμαινόταν σε μέτρια επίπεδα, αλλά οι καθηγητές του ωδείου μου πρότειναν κυρίως μαθητές υψηλού επιπέδου. Έχοντας δύο μεταβλητές που καθορίζουν το επίπεδο δεξιοτήτων του εκάστοτε μαθητή, θα πρέπει να εξετάσουμε ποιά από τις δύο επηρεάζει περισσότερο την δεξιότητα εκτέλεσης της άσκησης. Το μέγεθος του δείγματος δεν είναι επαρκές για να υπολογιστεί η γραμμική συσχέτιση των μεταβλητών, οπότε θα αρκεστώ στις παρατηρήσεις πάνω στα παρακάτω ιστογράμματα.



Εικόνα 5.6 : Επίπεδο δεξιότητας στην ηλεκτρική κιθάρα και μέσος όρος αποτελεσμάτων αξιολόγησης



Εικόνα 5.7: Επίπεδο γνώσεων αρμονίας και μέσος όρος αποτελεσμάτων αξιολόγησης

Αρχικά να σημειωθεί ότι ο αριθμός 1 υποδηλώνει μέτριο, ο 2 υψηλό και ο 3 πολύ υψηλό επίπεδο. Στο πρώτο ιστόγραμμα οι συμμετέχοντες με υψηλό και πολύ υψηλό επίπεδο δεξιοτεχνίας της κιθάρας φαίνεται να έχουν ίδιο μέσο ποσοστό επιτυχίας. Στο δεύτερο ιστόγραμμα τα ποσοστά επιτυχίας είναι σχεδόν ανάλογα του επιπέδου γνώσης αρμονίας, με τους συμμετέχοντες που έχουν το υψηλότερο επίπεδο, να είναι και αυτοί που έχουν υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας.

Τέλος, παρατηρούμε ότι η δεύτερη προσπάθεια ήταν σταθερά πιο επιτυχημένη από την πρώτη, καθώς και ότι οι συμμετέχοντες χρειάζονταν λιγότερο χρόνο μελέτης ανάμεσα στις προσπάθειές τους.

4.8. Έλεγχος υποθέσεων - Ευρήματα

Τα αποτελέσματα όπως παρουσιάζονται και από τα δύο ιστογράμματα, φαίνεται να επαληθεύουν την υπόθεση ότι παρόλο που σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες έχουν υψηλό επίπεδο δεξιοτεχνίας στη κιθάρα, οι δεξιότητες που σχετίζονται με τις γνώσεις αρμονίας και την εφαρμογή τους στην ταστιέρα, είναι αυτές που τους δίνουν τα απαραίτητα εφόδια για την επίτευξη του στόχου της άσκησης. Ο λόγος που αποφάσισα ο μαθητής νούμερο 2 να εκτελέσει την άσκηση σε Φα# ελάσσονα είναι πως σε κανονικές συνθήκες θα εκτελούσε μεταβαλλόμενη εξάσκηση σε όλες τις κλίμακες. Με αυτόν τον τρόπο θέλησα να δείξω ότι ακόμα και σε πολύ προχωρημένους μαθητές jazz, λείπουν δεξιότητες που σχετίζονται με την επίτευξη του στόχου του συστήματος και των επιμέρους ασκήσεων. Επιπλέον, όλοι οι μαθητές, εκτός του νούμερο 2, έχουν περάσει και από την κατάσταση της αυτοδιδασκαλίας, όπου χρησιμοποιούσαν ταμπλατούρα για την εκμάθηση τραγουδιών. Τα ευρήματα αυτά σε συνδυασμό με την δυσκολία εκπιτυχούς εκτέλεσης της άσκησης επαληθεύουν την χρησιμότητα του συστήματος.

Τα ποσοστά επιτυχίας των μαθητών στην δεύτερη εκτέλεση της άσκησης, ξεπέρασαν τα αναμενόμενα από την υπόθεση μόνο για τους δύο μαθητές που ήταν πολύ προχωρημένοι. Αυτό καταρρίπτει την υπόθεση για την επιτυχία των μαθητών, είναι όμως ένα θέμα που χρειάζεται ανάλυση, κάτι που θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο.

Το επίπεδο γνώσεων αρμονίας κυμάνθηκε σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο, χωρίς όμως να έχει προηγηθεί επαρκής σύνδεση των θεωρητικών γνώσεων των συμμετεχόντων με την μουσική πράξη. Επίσης η μερική γνώση των συγχορδιών, δυσκόλεψε τους μαθητές στην εκτέλεση της άσκησης και αύξησε αρκετά τον χρόνο μελέτης.

Όπως αναμενόταν, οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν μουσικά στολίδια, με αποτέλεσμα να υπάρξουν σημεία στην άσκηση που εγώ πρέπει να τα αναγνωρίσω ως ορθά, ενώ το σύστημα τα αναγνωρίζει ως λανθασμένα. Λεπτομερέστερα συμπεράσματα επί των ευρημάτων αυτών θα παρατεθούν επίσης στο επόμενο κεφάλαιο.

Επιπλέον, από τις υπόλοιπες απαντήσεις των μαθητών στην συνέντευξη έχουμε τα παρακάτω ευρήματα:

Η αλληλεπίδραση με το σύστημα δεν κούρασε κανέναν από τους μαθητές. Συγκεκριμένα, όλοι μου δήλωσαν ότι έχουν συνηθίσει να μελετάνε με αυτόν τον τρόπο, καθώς βρίσκουν οδηγούς κυρίως σε ψηφιακή μορφή.

Ο Δημήτρης (1), προσπάθησε να κοιτάξει τις νότες της συγχορδίας και στον αυτοσχεδιασμό και το κατάφερε σε γενικές γραμμές. Πέρα από αυτό, ο τρόπος προσέγγισης της άσκησης δεν του έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα και του προσέδωσε άγχος.

Ο Λεό (2) δεν αντιμετώπισε προβλήματα στον αυτοσχεδιασμό και κινήθηκε σε γνωστά σε εκείνον μονοπάτια. Για το επίπεδό στο οποίο βρίσκεται είναι ξεκάθαρο ότι χρειάζεται να δουλέψει περισσότερο σε άλλους τομείς, καθώς το αντικείμενο της άσκησης του ήταν ήδη γνωστό.

Ο Δημήτρης (3) αντιμετώπισε αρκετά προβλήματα, κυρίως λόγω έλλειψης γνώσεων στην αρμονία. Αποτέλεσμα ήταν να μην μπορεί να κάνει εύκολα την σύνδεση θεωρίας και πράξης.

Ο Δημήτρης (4) δήλωσε ενθουσιασμένος από την εμπειρία, καθώς φάνηκε ότι κατάλαβε πλήρως τον σκοπό της άσκησης. Του φάνηκε σημαντικό ότι η εξάσκηση περιορίζεται σε μια οκτάβα και δήλωσε ότι βοηθήθηκε στον αυτοσχεδιασμό. Αναγνώρισε εύκολα τόσο τις νότες των συγχορδιών όσο και τις θέσεις των ακόρντων.

Ο Λουκιανός (5) δυσκολεύτηκε λόγω της ελάσσονος κλίμακας και δεν κατάφερε να επιτύχει ένα καλό ποσοστό. Αρκετές φορές επίσης, φάνηκε να χάνεται στο ρυθμικό σκέλος.

Ο Ζαφείρης (6) θεώρησε την εμπειρία άκρως θετική. Δήλωσε ότι βοηθήθηκε στον αυτοσχεδιασμό και ότι μπήκε στην διαδικασία να σκεφτεί τις νότες των συγχορδιών. Δυσκολεύτηκε διότι ήταν ο μόνος που δεν είχε το Black Orpheus στο μυαλό του. Προτίμησε εν τέλει να στοχεύσει κυρίως τις 3^{ες} της συγχορδίας.

Ο Κώστας (7) επίσης ενθουσιάστηκε από την εμπειρία. Έχοντας ξαναδεί τις συγχορδίες και λόγω του πολύ υψηλού επιπέδου που έχει στην αρμονία δεν δυσκολεύτηκε πολύ στην άσκηση, επιτυγχάνοντας ένα ποσοστό πάνω από 50%. Θεωρεί ότι το σύστημα μπορεί να βοηθήσει ουσιαστικά στον αυτοσχεδιασμό.

Ο Δημήτρης (4), Ο Ζαφείρης (6), και ο Κώστας (7), αντιπροσωπεύουν καλύτερα το πλήθος των μαθητών στους οποίους απευθύνεται το σύστημα. Αυτό συμβαίνει διότι οι γνώσεις τους είναι στο κατάλληλο επίπεδο, και παράλληλα αντιλήφθηκαν πληρέστερα τον τρόπο προσέγγισης της μαθησιακής διαδικασίας (κάτι που δεν συνέβη με τον Δημήτρη (1) και τον Λουκιανό (5), οι οποίοι είχαν παρόμοιο επίπεδο). Ο Λεό (2), ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που έχουν μάθει κιθάρα δίπλα σε πολύ μεθοδικούς καθηγητές, με αποτέλεσμα να έχει ήδη αναπτύξει σε μεγάλο βαθμό τις συγκεκριμένες δεξιότητες, με αποτέλεσμα το συγκεκριμένο σύστημα να μην του ταιριάζει. Τέλος ο Δημήτρης (3), χρειάζεται να ενισχύσει τις θεωρητικές του γνώσεις ώστε να μπορέσει να εκτελέσει την άσκηση με ένα καλύτερο ποσοστό επιτυχίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI : ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, θα προσπαθήσω να εξάγω κάποια συμπεράσματα βάση των ευρημάτων που πήρα στην προηγούμενη ενότητα. Από τα συμπεράσματα αυτά θα προκύψουν και ορισμένες παρατηρήσεις οι οποίες θα χρειαστεί να εξεταστούν σε μελλοντικές έρευνες.

6.1. Συμπεράσματα

Αρχικά σε ότι αφορά τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το σύστημα:

Οι τονικές μεταφορές ήταν 100% επιτυχημένες. Η χρήση του κύκλου των πέμπτων, εκτός από την πρακτική στην κλασική θεωρία, φαίνεται πως βγάζει ασφαλή και ακριβή αποτελέσματα και όταν εφαρμόζεται από λογισμικό Y/H.

Η χρήση του αλγορίθμου HFC για την εξόρυξη της έναρξης της νότας, ήταν σχετικώς επιτυχημένη. Σε κάθε εκτέλεση, ο αλγόριθμος δεν αναγνώριζε ένα με δύο onsets, τα οποία δεν είχαν τόσο απότομη ατάκα (attack στη περιβάλλουσα της έντασης του ήχου) όσο τα υπόλοιπα. Επιπλέον, ορισμένα onsets τα οποία απείχαν από το αναμενόμενο σημείο εκκίνησης και θα μπορούσαν από έναν καθηγητή μουσικής να θεωρηθούν σωστά, λόγω της αυστηρότητας του συστήματος στην ακρίβεια της χρονικής εκτέλεσης, αναγνωρίζονταν ως λανθασμένα. Παρόλα αυτά όμως, επέλεξα η χρονική ακρίβεια της εκτέλεσης να κρίνεται αυστηρά από το σύστημα, οπότε κράτησα τα αποτελέσματα ως έχουν.

Τα αποτελέσματα εξόρυξης της θεμελιώδους συχνότητας από τον αλγόριθμο PipYin, ήταν επίσης σχετικώς επιτυχημένα. Ο τρόπος εκτέλεσης της νότας φαίνεται να επηρέασε σε μεγάλο βαθμό την δυνατότητα του αλγορίθμου είτε να εξάγει οποιοδήποτε αποτέλεσμα, είτε να εξάγει το σωστό αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα, βρίσκουμε σημαντικές αποκλίσεις στους πιο έμπειρους συμμετέχοντες, καθώς τείνουν να εκτελούν τις νότες με πολλά στολίδια, τα οποία είναι πολύ δύσκολο να ελέγξουν, με τη χρήση του hammer-on και του

pull-off να δημιουργούν τα συχνότερα προβλήματα. Στις συγκεκριμένες τεχνικές, ο εκτελεστής κρούει τη χορδή πατώντας ένα τάστο x , και στη συνέχεια βάζει ένα άλλο δάκτυλο στο τάστο y , το οποίο αντιστοιχεί στην ζητούμενη από την άσκηση νότα. Αποτέλεσμα είναι το onset να συνδέεται με την συχνότητα x , και το σύστημα να την αναγνωρίζει ως λανθασμένη, την ίδια στιγμή που ο καθηγητής που αξιολογεί την εκτέλεση, την θεωρεί ορθή. Εάν αυτές οι αποκλίσεις δεν είναι εύκολο να διορθωθούν στους ίδιους του αλγορίθμους, θα χρειαστεί οι μαθητές να υπακούουν σε απόλυτο βαθμό στις οδηγίες που τους δύνονται ώστε να μπορέσουν να επιτύχουν ένα ποσοστό κοντά στο 100%. Σε αυτή τη περίπτωση εγείρεται το ερώτημα εάν το να δίνεις στους μαθητές οδηγίες που αποσκοπούν στον περιορισμό της δεξιοτεχνίας τους προς όφελος της επιτυχημένης εκτέλεσης της άσκησης είναι θεμιτό. Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, καταλήγω στο συμπέρασμα ότι ιδανικά το πρόβλημα πρέπει να λυθεί μετασχηματίζοντας τον αλγόριθμο ή προσθέτοντας έναν που αναγνωρίζει τη χρήση αυτών των τεχνικών.

Τέλος, η ταχύτητα προσπέλασης των αλγορίθμων θα ήταν προτιμότερο να ήταν μεγαλύτερη, κάτι που θα έκανε το σύστημα ελκυστικότερο για τον μαθητή, αλλά που επίσης δεν επηρεάζει αρνητικά την παρούσα έρευνα.

Σε ότι αφορά την εκπαιδευτική διαδικασία είναι δύσκολο να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα καθώς υπάρχουν μόνο κάποιες ενδείξεις για την αποτελεσματικότητά της. Θα χρειαστεί λοιπόν να βασιστώ πάνω στις απαντήσεις που μου έδωσαν οι συμμετέχοντες κατά την συνέντευξη, καθώς και στις παρατηρήσεις μου κατά την διάρκεια της μελέτης και της εκτέλεσης της άσκησης.

Τα περισσότερα drop 2 ακόρντα ήταν γνωστά από τους μαθητές, με κάποιες εξαιρέσεις κυρίως στις ελαττωμένες και ημιελαττωμένες συγχορδίες. Αυτό βοήθησε στην ταχύτερη κατανόηση του φύλλου θεωρίας από τους μαθητές, και την σύνδεση των νοτών με τα ακόρντα. Επιπρόσθετα, η ιδιαιτερότητα των συγκεκριμένων ακόρντων να εμφανίζουν σε γειτονικές χορδές την 3^η και την 7^η τους, καθώς και οι πτωτικές κινήσεις στις διαδοχές II – V – I, δίνουν εύκολες συνδέσεις μεταξύ των συγχορδιών. Τα προβλήματα ξεκινούν στο μέγεθος της πληροφορίας που μπορούσαν οι μαθητές να κωδικοποιήσουν και να

ανακαλέσουν σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα. Με εξαίρεση μόνο τους δύο μαθητές που είχαν πολύ υψηλό επίπεδο (πτυχίου αρμονίας) σε ότι αφορά τις γνώσεις θεωρίας και αρμονίας, οι συμμετέχοντες εκτελούσαν σωστά κυρίως τις νότες που ανήκουν στις συγχορδίες του πτωτικού II – V – I της Λα ελάσσονος. Αυτά τα δεδομένα, δίνουν την ένδειξη ότι η άσκηση θα πρέπει να χωριστεί σε επιμέρους chunks κυρίως γύρω από τις εκάστοτε πτώσεις. Ιδανικά λοιπόν, σε πρώτη φάση οι μαθητές θα πρέπει να εκτελούν ασκήσεις σε δύο διαδοχές συγχορδιών II – V – I οι οποίες περιέχουν έξι με οκτώ ακόρντα (εάν μιλάμε για πτώση τύπου VI – II – V – I), ή μια διαδοχή II – V – I, συν τρία με τέσσερα ακόρντα.

Το φύλλο θεωρίας φάνηκε να είναι αρκετά βοηθητικό για τους μαθητές, σύμφωνα με τις απαντήσεις τους στην συνέντευξη. Ο μέσος όρος μελέτης πριν την πρώτη προσπάθεια ήταν 6,14 λεπτά, χρόνος ο οποίος αναμενόταν να δώσει μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας. Όπως και προηγουμένως, έτσι και σε αυτή τη περίπτωση οδηγούμαι στο συμπέρασμα, ότι το χαμηλό ποσοστό επιτυχίας συγκριτικά με το χρόνο μελέτης, οφείλεται σε ανεπαρκές chunking. Στη δεύτερη προσπάθεια, οι συμμετέχοντες αποφάσισαν στην πλειοψηφία τους να προσεγγίσουν κυρίως τις 3^{ες} των συγχορδιών, με αποτέλεσμα να έχουμε μικρότερο χρόνο μελέτης (2 λεπτά μέσος όρος) και μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας (32,71% έναντι 17,76% της πρώτης προσπάθειας). Σε αυτή τη παρατήρηση πιστεύω ότι οφείλεται και η μεγαλύτερη επιτυχία της δεύτερης προσπάθειας, σε συνδυασμό με την ακουστική κατανόηση των διαδοχών των συγχορδιών του κομματιού προς εξέταση. Η επιτυχία της εκπαιδευτικής προσέγγισης που βασίζεται στον τρόπο δημιουργίας του φύλλου θεωρίας που παρουσίασα στους μαθητές χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Η αλληλεπίδραση κατά την επιτέλεση ήταν η απλούστερη δυνατή. Η χρήση μόνο του οδηγού στον οποίο απεικονίζεται η διαδοχή των συγχορδιών επιλέχτηκε διότι αναπαριστά ορθά τις πραγματικές συνθήκες της μουσικής επιτέλεσης. Οι συμμετέχοντες μου απάντησαν χωρίς κανέναν δισταγμό ότι η αλληλεπίδραση δεν τους δυσκόλεψε καθόλου, και πως έχουν συνηθίσει να μελετούν με αυτόν τον τρόπο. Δύο από τους συμμετέχοντες πρότειναν την χρήση κέρσορα για την υποβοήθηση στο ρυθμικό κομμάτι, κάτι που τους

εξήγησα πως απέρριψα, διότι δεν συνάδει με την προσπάθεια εξομοίωσης πραγματικών συνθηκών μουσικού αυτοσχεδιασμού.

Εκτός των δύο πολύ προχωρημένων σε γνώσεις θεωρίας και αρμονίας, οι μαθητές μου δήλωσαν πως η άσκηση τους βοήθησε στον μετέπειτα αυτοσχεδιασμό τους πάνω στο δοσμένο jazz standard. Είναι προφανές ότι για να δούμε κάποια διαφορά στις δεξιότητες αυτοσχεδιασμού των πιο προχωρημένων μαθητών θα πρέπει, εκτός από το να ανατρέξουμε στις δεξιότητές τους στις κλίμακες που σπάνια χρησιμοποιούνται στη jazz, να εκτελέσουμε και μια πιο λεπτομερή μουσική ανάλυση της αυτοσχεδιαστικής τους προσπάθειας. Η δήλωση πάντως των υπολοίπων μαθητών ότι κατάφεραν να προσεγγίσουν κάποιες νότες συγχορδιών κατά τον αυτοσχεδιασμό τους, είναι μια ένδειξη αποτελεσματικότητας του συστήματος.

Συγκριτικά τώρα με την πιο κλασική (και αναγνωρισμένη από τους κιθαρίστες) προσέγγιση για την εκμάθηση της ταστιέρας, αυτή του Mick Goodrick (1987), παραθέτω τα παρακάτω:

Η παρούσα προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγαλύτερο αριθμό μαθητών κιθάρας. Η προσέγγιση του Goodrick βασίζεται στην εκμάθηση των νοτών του εκάστοτε μουσικού τρόπου αρχικά σε μια χορδή. Εάν ζητούσαμε από ένα σύνολο κιθαριστών οι οποίοι αγνοούν τις νότες στην κιθάρα, αλλά έχουν μάθει να παίζουν εμπειρικά, να ακολουθήσουν την προσέγγιση του Goodrick, η πιθανότητα να την ακολουθήσουν πιστά είναι μικρή. Αυτό θα συμβεί διότι δεν θα επιτευχθεί κάποια σύνδεση με τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις, και κατά συνέπεια η ευκολότερη κωδικοποίηση των καινούργιων πληροφοριών και η επίτευξη βραχυπρόθεσμων στόχων οι οποίοι θα δίνουν τα απαραίτητα κίνητρα. Υπενθυμίζω εδώ, ότι κατά την γνώμη μου, ένα από τα μεγαλύτερα κίνητρα για τους προχωρημένους μαθητές κιθάρας είναι το να έχουν γρήγορα αποτελέσματα και να λαμβάνουν πληροφορίες που μπορούν να τις εφαρμόζουν σχεδόν άμεσα στο παίξιμό τους.

Επιπλέον, ο Goodrick υποστηρίζει ότι ο καλύτερος τρόπος για να μάθεις τις λειτουργίες των νοτών σε μια κλίμακα, είναι βλέποντας τις νότες σε μια ευθεία γραμμή. Η αλήθεια κατά τη γνώμη μου βρίσκεται κάπου στη μέση. Μπορεί σε αυτή τη περίπτωση να βλέπουμε ευκολότερα τις διαστηματικές σχέσεις μεταξύ

των νοτών, αλλά αφαιρείται ίσως το σημαντικότερο κομμάτι της αρμονίας, το οποίο αφορά τις συνηχήσεις. Στη δική μου προσέγγιση, η εκμάθηση των νοτών γίνεται μέσω των συγχορδιών, με όλα τα πιθανά voicings και με την παράλληλη λήψη πληροφοριών που σχετίζονται με την λειτουργία τους στις συγχορδίες και τις κλίμακες. Τέλος, ο πιο ξεκάθαρος τρόπος για να δείξουμε και να διδάξουμε τις διαστηματικές σχέσεις σε μια κλίμακα παραμένει το πιάνο, όργανο το οποίο χρησιμοποιείται και από τους καθηγητές κιθάρας.

6.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η έρευνα που σχετίζεται με την εξόρυξη της μουσικής πληροφορίας προχωράει κάθε χρόνο, κυρίως λόγω του συνεδρίου ISMIR. Στο συγκεκριμένο συνέδριο, υπάρχει και διαγωνιστικό μέρος που αφορά την παρουσίαση αλγορίθμων για την βέλτιστη και ταχύτερη εξόρυξη θεμελιώδους συχνότητας και ρυθμικής αξίας. Δεν μπορώ λοιπόν να προτείνω κάποια διαφοροποίηση πάνω στον συγκεκριμένο ερευνητικό τομέα, καθώς η επιστημονική κοινότητα που ασχολείται με αυτά τα θέματα, γνωρίζει πολύ καλύτερα τις ιδιαιτερότητες των τεχνικών εξόρυξης μουσικής πληροφορίας

Συγκεκριμένα για την εξόρυξη πληροφορίας από ψηφιακό ηχητικό σήμα ηλεκτρικής κιθάρας:

Οι ιδιαιτερότητες των τεχνικών που αναφέρθηκαν και εφαρμόζονται στην ηλεκτρική κιθάρα οδηγούν στο συμπέρασμα πως θα χρειαστεί αυτές οι τεχνικές να αναγνωρίζονται και να διαφοροποιούνται από την απλή εκτέλεση κάθε νότας. Ιδανικά η ανίχνευση της εκάστοτε τεχνικής θα πρέπει να γίνεται πριν την εξόρυξη της τελικής μουσικής πληροφορίας, ώστε να ληφθεί και το σωστό αποτέλεσμα από το σύστημα. Ένα ακόμη πρόβλημα που θα χρειαστεί να απαλειφθεί σε αυτή τη διαδικασία, είναι η αναγνώριση των νοτών που δεν δίνουν μεγάλη ατάκα στην περιβάλλουσα της έντασης του ήχου. Σε τεχνικές όπως το hammer-on, η δεύτερη νότα, η οποία αντιστοιχεί και στη ζητούμενη από το σύστημα νότα, δεν αναγνωριζόταν από τον αλγόριθμο HFC, κάτι που θα είναι απαραίτητο για την ανίχνευση της συγκεκριμένης τεχνικής.

Τα προτερήματα της χρήσης της μεταβαλλόμενης εξάσκησης για στην ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων που αφορούν τον χειρισμό μουσικού οργάνου δεν μπόρεσαν να επαληθευτούν στην παρούσα έρευνα. Συγκεκριμένα για την χρήση της μεταβαλλόμενης εξάσκησης στην ενίσχυση των δεξιοτήτων που συνδέονται με τον τζαζ αυτοσχεδιασμό, θα χρειαστεί μια συγκριτική έρευνα όπου μια ομάδα κιθαριστών θα εκτελεί την άσκηση σε ένα jazz standard συγκεκριμένης τονικότητας πολλές φορές μέχρι να περάσει στην επόμενη, ενώ μια άλλη ομάδα θα εναλλάσσει τις τονικότητες σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Τέλος, η λύση που προτείνω για την ανάπτυξη της χωρικής σκέψης στη κιθάρα, θα χρειαστεί να συγκριθεί με τον παραδοσιακό τρόπο εκμάθησης της ταστιέρας. Σε μια ομάδα μαθητών θα δίνονται ξεχωριστά προς μελέτη οι θέσεις των ακόρντων σε πέντε θέσεις και ανεξαρτήτως οκτάβας, ενώ σε μια ομάδα μαθητών τα ακόρντα θα περιορίζονται σε μια θέση και μια οκτάβα. Έπειτα οι συμμετέχοντες θα μαθαίνουν τις νότες των συγχορδιών βάση αυτών των ακόρντων και τέλος θα εκτελούν έναν αυτοσχεδιασμό πάνω στο κομμάτι ο οποίος θα αξιολογείται από έναν καθηγητή κιθάρας.

Τα παραπάνω αποτελούν απλά προτάσεις για έρευνα και σίγουρα θα μπορούν να μετασχηματιστούν ώστε να μας δώσουν ασφαλέστερα αποτελέσματα.

Βιβλιογραφία

Aebersold, J. (2017), *Jazz Handbook*, Jamey Aebersold Jazz Publications.

Bello J.B., Daudet L., Abdallah S., Duxbury C., Davies M., Sandler M.B., (2005), A Tutorial on Onset Detection in Music Signals, *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*

Carter C.E., Grahn J.A. (2016), “Optimizing Music Learning: Exploring How Blocked and Interleaved Practice Schedules Affect Advanced Performance”, *Frontiers in Psychology*,7,1251

Comer D.E. (2004), *Computer Networks and Inetrnets with Internet Applications*, Pearson Education, Inc.

De Chaveigne A., Kawahara H. (2002), “YIN, a Fundamental Frequency Estimator for Speech and Music”, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2002 Apr;111(4):1917-30

De Poli G. & Orio N. (2007) Music Information Processing, *Algorithms for Sound and Music Computing*, Copyright 2007 by Giovanni De Poli and Nicola Orio

Goodrich, M. (1987). *The Advancing Guitarist: Applying Guitar Concepts & Techniques*. Music Sales Ltd.

Jackendoff R. & Lerdahl F., (1983) *A generative theory of tonal music*. MIT Press

Small, C, (1998), *Musicking: The Meanings of Performing and Listening*. University Press of New England.

Καρύδης Ι. (2015), *Εισαγωγή στην ανάκτηση και εξόρυξη μουσικής πληροφορίας*, Εκδόσεις Κάλλιπος.

Kitchin R.M. (1994), Cognitive maps: What are they and why study them?, *Journal of Environmental Psychology*, March, 14, pp 1-19

Kleimola J. (2006), *Latency Issues in Distributed Musical Performance*. Technical report, Telecommunications Software and Multimedia Laboratory, Helsinki University Of Technology.

Levitin D.J., (2006) *This is Your Brain in Music: The Science of a Human Obsession*, Penguin Books Ltd.

Li T. & Li L., (2011), “Music Data Mining: An Introduction”, σε Li T., Ogihara M., Tzanetakis G. (Επιμέλεια): *Music Data Mining*. CRC Press, 3-69

Magill R.A., Anderson D.I. (2014), *Motor Learning and Control. Concepts and Applications*, McGraw – Hill Companies Inc

Mauch M, Dixon S. (2014) Pyin: a Fundamental Frequency Estimator Using Probabilistic Threshold Distributions, *IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 659-663,

Percival G., Wang Y. Tzanetakis G. (2007), Effective Use of Multimedia for Computer-Assisted Musical Instrument Tutoring, *Proceedings of the International Workshop on Educational Multimedia and Multimedia Education 2007*

Σαμπάνης Κ. (2014), *Η Γνωσιολογία του Μουσικού Αυτοσχεδιασμού*, Πτυχιακή Εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Σπυρίδης Χ. (2005), *Φυσική και Μουσική Ακουστική*, Grapholine.

Temperley . (2011, 1). “Composition, Perception, and Schenkerian Theory.” *Music Theory Spectrum* 33 (2): 146-68.

Temperley D. (2001, 2), *The Cognition of Basic Musical Structures*, The MIT Press

Thompson W.F., Bella S.D., Keller P.E. (2006), “Music Performance”, *Advances In Music Psychology (Volume 2, no 2-3)*: 99-102.

Tzanetakis G. 2015, *Music Information Retrieval*, Αυτοέκδοση

Τζέτζης Γ., Λόλα Α. (2015), *Κινητική Μάθηση και Ανάπτυξη: Πρακτικές Εφαρμογές*, Εκδόσεις Κάλλιπος.

Σύνδεσμοι

<http://essentia.upf.edu/documentation/>

<https://github.com/MTG/essentia/releases>

<https://code.soundssoftware.ac.uk/projects/pyin>

<http://www.chorderator.com/designer/>

www.yamaha-keyboard-guide.com

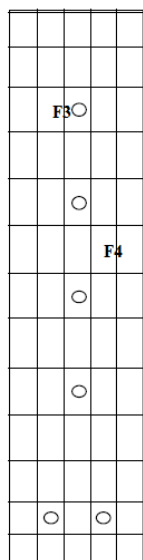
<http://www.guitarforanyone.com>

www.premiarguitar.com

<http://www.fretjam.com>

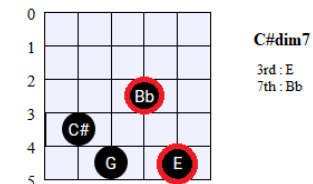
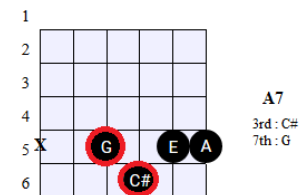
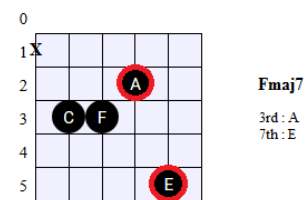
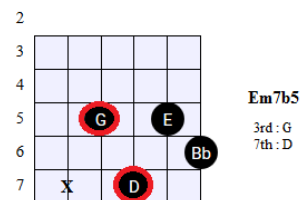
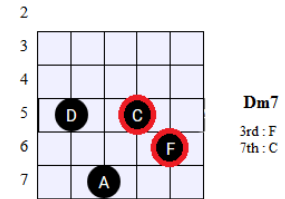
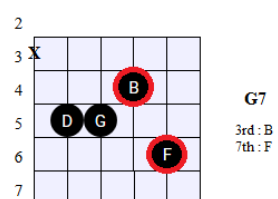
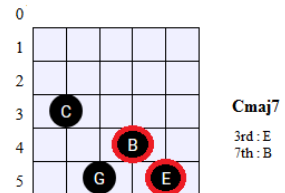
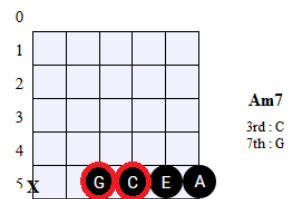
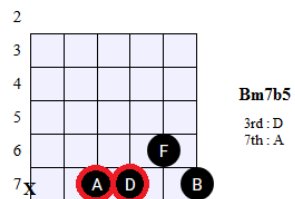
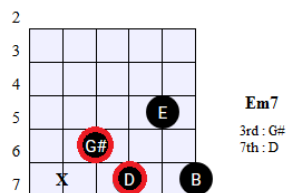
<https://www.guitar-chords.org.uk>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι : ΦΥΛΛΑ ΘΕΩΡΙΑΣ

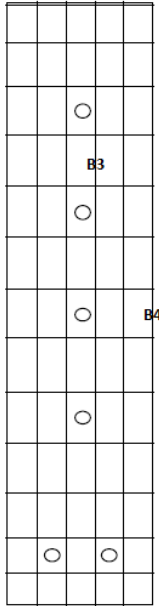


Practice Octave : F3 - F4
Red Circles : Target Notes of the Exercise
X : Indicates the position of the Root in strings 1 (E), 2 (A) or 3 (D), when not contained in the given Chord

Chord Diagrams Created With Corderator:
<http://www.chorderator.com/designer/>

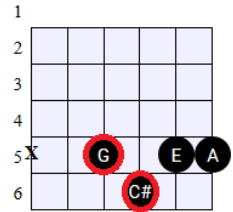


* In this Worksheet, True Pitches are regarded.

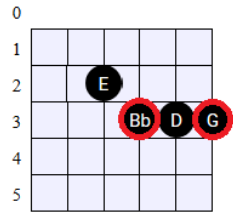


Practice Octave : B3 - B4
 Red Circles : Root Notes in the Chord
 X : Indicates the position of the Root in strings 1 (E), 2 (A) or 3 (D) when not contained in the given Chord

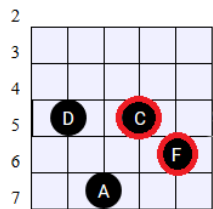
Chord Diagrams Created With Corderator:
<http://www.chorderator.com/designer/>



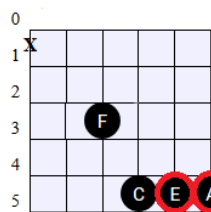
A7
 3rd : C#
 7th : G



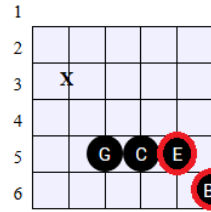
Em7b5
 3rd : G
 7th : Bb



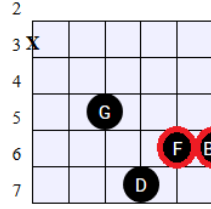
Dm7
 3rd : F
 7th : C



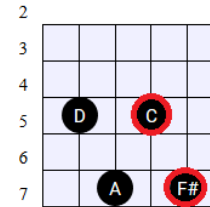
Fmaj7
 3rd : A
 7th : E



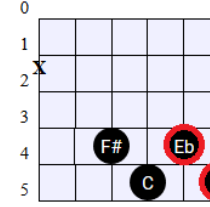
C7
 3rd : E
 7th : Bb



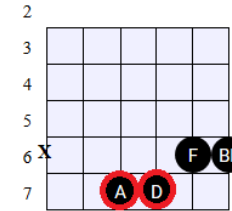
Gm7
 3rd : Bb
 7th : F



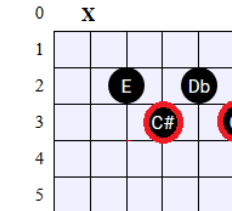
D7
 3rd : F#
 7th : C



F#dim7
 3rd : A
 7th : Eb

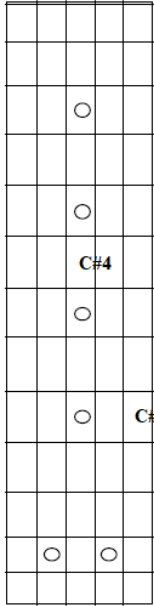


Bbmaj7
 3rd : D
 7th : A



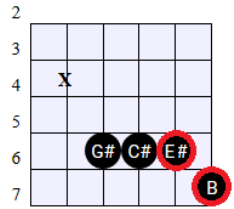
A#dim7
 3rd : C#
 7th : G

* In this Worksheet, True Pitches are regarded.

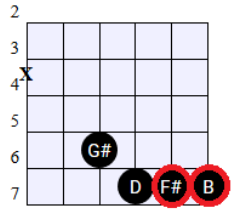


Practice Octave: C#4 - C#5
 Red Circles: Root Notes in the Chord
 X: Indicates the position of the Root in strings 1 (E), 2 (A) or 3 (D) when not contained in the given Chord

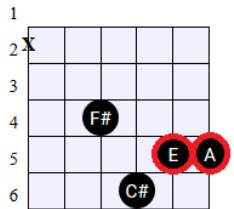
Chord Diagrams Created With Corderator:
<http://www.chorderator.com/designer/>



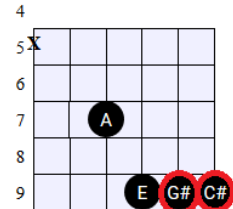
C#7
 3rd: E#
 7th: B



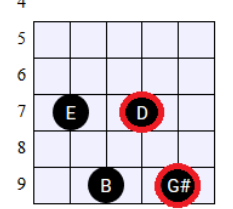
G#mb5
 3rd: B
 7th: F#



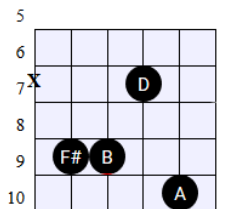
F#m
 3rd: A
 7th: E



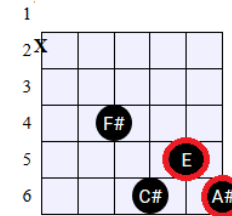
Amaj7
 3rd: C#
 7th: G#



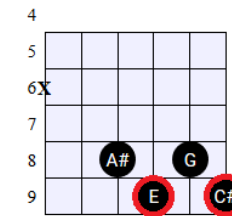
E7
 3rd: G#
 7th: D



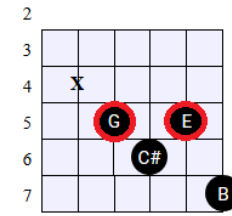
Bm7
 3rd: D
 7th: A



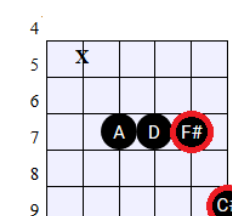
F#7
 3rd: A#
 7th: E



A#dim7
 3rd: C#
 7th: E



C#m7b5
 3rd: E
 7th: G



Dmaj7
 3rd: F#
 7th: C#

* In this Worksheet, True Pitches are regarded.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ : ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Am

$\frac{3}{4}$ Am7	Bm7b5	E7	Am7	Bm7b5	E7	
Am7	Dm7	G7	CMaj7	C#dim	A7	
Dm7	G7		CMaj7	FMaj7		
Bm7b5	E7b9		Am7	Bm7b5	E7	
Am7	Bm7b5	E7	Am7	Bm7b5	E7	
Em7b5	A7		Dm7	Dm7		
Dm7	Bm7b5	E7	Am7	FMaj7		
Bm7b5	E7b9		Am7	E7	Am7	

Dm

$\flat \frac{3}{4}$ Dm7	Em7b5	A7	Dm7	Em7b5	A7	
Dm7	Gm7	C7	FMaj7	F#dim	D7	
Gm7	C7		FMaj7	BbMaj7		
Em7b5	A7b9		Dm7	Em7b5	A7	
Dm7	Em7b5	A7	Dm7	Em7b5	A7	
Am7b5	D7		Gm7	Gm7		
Gm7	Em7b5	A7	Dm7	BbMaj7		
Em7b5	A7b9		Dm7	A7	Dm7	

F#m

$\frac{3}{4}$ F#m7	G#m7b5	C#7	F#m7	G#m7b5	C#7	
F#m7	Bm7	E7	AMaj7	A#dim	F#7	
Bm7	E7		AMaj7	DMaj7		
G#m7b5	C#7b9		F#m7	G#m7b5	C#7	
F#m7	G#m7b5	C#7	F#m7	G#m7b5	C#7	
C#m7b5	F#7		Bm7	Bm7		
Bm7	G#m7b5	C#7	F#m7	DMaj7		
G#m7b5	C#7b9		F#m7	C#7	F#m7	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ : ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣⁱ

Δημιουργία άσκησης:

Please enter file name to save song parameters (include .txt after name)

new_file_exsample.txt

Please enter bpm **120**

Please enter beats per bar **4**

Please enter time signature **4**

Please enter total amount of bars **3**

Please enter song scale **C**

Please enter maj for major scale or min for minor scale **maj**

Please select starting note **F**

Please select starting note octave (C2 to E5). Please regard real and not transposed pitches **3**

onset is 0.0

Please enter 1 or 2 chords in bar1 **1**

Please enter maj for major, min for minor, hdim for half diminished, dim for diminished or dom for dominant **maj**

Please enter Chord:**C**

onset is 6000

Please enter 1 or 2 chords in bar2 **2**

Please enter maj for major, min for minor, hdim for half diminished, dim for diminished or dom for dominant **min**

Please enter Chord:**D**

onset is 8000

Please enter maj for major, min for minor, hdim for half diminished, dim for diminished or dom for dominant **dom**

Please enter Chord:**G**

onset is 9000

Please enter 1 or 2 chords in bar3 **1**

Please enter maj for major, min for minor, hdim for half diminished, dim for diminished or dom for dominant **maj**

Please enter Chord:**C**

onset is 10000

[[Cmaj7], [Dm7, G7], [Cmaj7]]

Μορφοποίηση άσκησης

Please enter file name (including .txt)**new_file_example.txt**

onset is 0.0

input ch pitch in chord is C

input ch pitch in chord capital is C

beats per minute = 120

time signature is 4/4

scale is Cmaj

excercise octave is F3 to F4

Do you want to make any changes? press (y)es or (n)oy

Y

Please enter file name to save song parameters (include .txt after name)

new_mod.txt

to keep some of the previous settings, just enter the same as before

Please select new bpm **89**

Scale is Cmaj. Please enter new song maj scale **A**

Please select new starting note for the octave **G**

Please select new octave (C2 to E5). Regard real pitches **3**

[[Amaj7], [Bm7, E7], [Amaj7]]

5392

8088

9436

10784

Αξιολόγηση προσπάθειας μαθητή

Please wait. Calculating pitch in onset position 4.00544

Please wait. Calculating pitch in onset position 6.24617

Please wait. Calculating pitch in onset position 8.23147

Please wait. Calculating pitch in onset position 11.0179

Please wait. Calculating pitch in onset position 12.0279

Please wait. Calculating pitch in onset position 13.9668

Please wait. Calculating pitch in onset position 15.0581

Please wait. Calculating pitch in onset position 15.9985

Please wait. Calculating pitch in onset position 17.9722

Please wait. Calculating pitch in onset position 19.9924

Please wait. Calculating pitch in onset position 22.0241

Please wait. Calculating pitch in onset position 24.021

Please wait. Calculating pitch in onset position 26.018

Please wait. Calculating pitch in onset position 28.0497

Please wait. Calculating pitch in onset position 30.0118

Please wait. Calculating pitch in onset position 32.0668

Please wait. Calculating pitch in onset position 34.0869

Please wait. Calculating pitch in onset position 34.2494

Please wait. Calculating pitch in onset position 35.155

Please wait. Calculating pitch in onset position 36.0954
Please wait. Calculating pitch in onset position 38.0691
Please wait. Calculating pitch in onset position 38.8005
Please wait. Calculating pitch in onset position 39.0444
Please wait. Calculating pitch in onset position 40.0196
Please wait. Calculating pitch in onset position 41.8307
Please wait. Calculating pitch in onset position 43.0382
Please wait. Calculating pitch in onset position 44.1179
Please wait. Calculating pitch in onset position 46.0103
Please wait. Calculating pitch in onset position 50.0622
Please wait. Calculating pitch in onset position 52.0243
Please wait. Calculating pitch in onset position 54.0328
Please wait. Calculating pitch in onset position 56.053
Please wait. Calculating pitch in onset position 58.0383
Please wait. Calculating pitch in onset position 60.0932
Please wait. Calculating pitch in onset position 62.0902
Please wait. Calculating pitch in onset position 64.1567
(4005, 164)
got seventh
(6246, 165)
(8231, 165)
got seventh
(11018, 174)
got third
(12028, 165)
got seventh
(13967, 147)
got third
got third
(15058, 147)
(15999, 139)
(17972, 147)

(19992, 146)
got third
(22024, 147)
got seventh
(24021, 139)
(26018, 184)
got third
(28050, 116)
(30012, 174)
got third
(32067, 164)
got seventh
(34087, 164)
(34249, 184)
(35155, 174)
(36095, 215)
(38069, 208)
(38801, 208)
(39044, 174)
(40020, 185)
(41831, 165)
(43038, 165)
(44118, 156)
(46010, 165)
got seventh
(50062, 146)
got third
(52024, 110)
(54033, 116)
(56053, 174)
(58038, 139)
(60093, 122)

got third

(62090, 164)

(64157, 183)

Your score: 34.15 %

ⁱ Με bold οι τιμές που εισάγονται στο σύστημα από τον χρήστη