

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**Ομοιότητα Συγχορδιών: Μουσικολογικές,  
Αντιληπτικές και Υπολογιστικές προσεγγίσεις.**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΥΣΙΚΟΛΟΓΙΑΣ**

**του φοιτητή**

**ΜΠΟΥΜΠΑ ΝΙΚΟΛΑΟΥ**

**ΑΕΜ: 1152**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΜΠΟΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΙΜΙΛΙΟΣ,  
ΑΝΑΠΛ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2015**

# Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	3
1.1 Ζητήματα και προβληματισμοί.....	3
1.2 Προσεγγίσεις.....	5
2. Απόσταση συγχορδιών - μουσικολογική προσέγγιση.....	7
2.1 Τονική μουσική και συγχορδίες.....	7
2.2 Θεωρητικά μοντέλα απόστασης συγχορδιών: Neo - Riemannian θεωρία.....	10
2.3 Tonal Pitch Space.....	13
3. Απόσταση συγχορδιών - Αντιληπτική προσέγγιση.....	19
3.1 Αντιληπτικά ζητήματα.....	19
3.2 Ιεράρχηση φθόγγων σε τονικό περιβάλλον.....	22
3.3 Πείραμα με φθόγγους διερεύνησης (probe tones).....	24
3.4 Επέκταση του πειράματος των φθόγγων διερεύνησης.....	27
3.5 Ιεραρχική οργάνωση σχέσεων μεταξύ συγχορδιών.....	29
3.6 Πειραματική μελέτη συγχορδιακών σχέσεων.....	35
3.7 Σύγκριση πειραματικών αποτελεσμάτων και μοντέλων για την ένταση των συγχορδιών.....	41
4. Ένα νέο υπολογιστικό μοντέλο απόστασης συγχορδιών.....	49
4.1 Υπολογιστικά ζητήματα.....	49
4.2 Αναπαράσταση GCT (General Chord Type).....	50
4.3 Κατηγοριοποίηση με βάση το GCT.....	52
4.3.1 Κατηγοριοποίηση με βάση κοινά χαρακτηριστικά.....	53
4.4 Κατηγοριοποίηση και ομοιότητα στα χορικά σε μείζονα τρόπο του J.S. Bach.....	56
4.5 Κατηγοριοποίηση και ομοιότητα στα χορικά σε ελάσσονα τρόπο του J.S. Bach.....	63
4.6 Σύγκριση της απόστασης συγχορδιών με βάση τη λειτουργία (GCT) και με βάση το φθογγικό περιεχόμενο (Tonal Pitch Space).....	69
5. Επίλογος - Συμπεράσματα.....	73
Βιβλιογραφία.....	78
Παράρτημα.....	82

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Ζητήματα και προβληματισμοί

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το ζήτημα της ομοιότητας ή της απόστασης μεταξύ δύο συγχορδιών (τα δύο αυτά μεγέθη είναι αντιστρόφως ανάλογα). Οι συγχορδίες αποτελούν, μαζί με τη μελωδία και το ρυθμό, ένα κύριο συστατικό της δυτικής μουσικής και όχι μόνο. Συχνά χρησιμοποιούνται στη μουσική της δυτικής Αφρικής (Nettl, 1956) και της Ωκεανίας (Linkels, 2000), ενώ μπορεί να απουσιάζουν εντελώς από άλλους πολιτισμούς (Malm, 1996). Εδώ εξετάζεται η δυτική μουσική και η απόσταση των συγχορδιών στην κοινή πρακτική<sup>1</sup>.

Σε επίπεδο φθόγγων, οι αποστάσεις μεταξύ τους μπορούν να προσδιοριστούν σχετικά εύκολα. Υπάρχει ήδη ένα μετρικό σύστημα που μετράει την απόσταση μεταξύ τους με βάση τη διαίρεση της οκτάβας σε ημιτόνια. Έτσι, μπορούμε να πούμε πως η νότα ντο απέχει από τη νότα σολ, επτά ημιτόνια, βοηθώντας έτσι στη συστηματοποίηση της ανάλυσης στη μελωδική κίνηση. Στην τεχνική σύνθεσης της Αντίστιξης, οι κανόνες για τη μελωδική κίνηση ήταν ιδιαίτερα λεπτομερείς (Rahn, 2001), ενώ μέχρι και τον ύστερο ρομαντισμό έχουμε να κάνουμε με ένα ξεκάθαρο σύστημα στη σύνθεση των μελωδιών, όπου υπάρχουν συγκεκριμένα και ευδιάκριτα μοτίβα, τόσο σε επίπεδο τονικών υψών, όσο και σε χρονικές αξίες (Kliewer, 1975).

Οι συγχορδίες αποτελούν ένα πιο πολυδιάστατο ζήτημα. Η ύπαρξη σε αυτές, πολλών ταυτόχρονων φθόγγων, καθιστούν προβληματική τη χρήση ενός μονοδιάστατου μετρικού συστήματος, όπως είναι η κλίμακα των ημιτονίων για τα μελωδικά διαστήματα. Θα μπορούσε να είναι ίσως το άθροισμα των ημιτονίων στην κίνηση κάθε φωνής (Bigand et al.,

---

<sup>1</sup> Έτσι ονομάστηκε η πρακτική σύνθεσης από την εποχή του Μπαρόκ μέχρι και το τέλος του 19ου αιώνα.

1996), όμως αυτό αφενός προϋποθέτει ικανοποιητική συστηματοποίηση στον τρόπο διαχωρισμού των φωνών (Κατσιάβαλος, 2013), αφετέρου δεν συμφωνεί με εμπειρικές μελέτες, όπως καταδεικνύεται στο κεφάλαιο 3.

Η ύπαρξη αναστροφών καθιστά προβληματική και τη χρήση των θεμέλιων φθόγγων, ως κεντρικό κριτήριο μέτρησης της απόστασης. Ακόμα και το διαστηματικό περιεχόμενο των συγχορδιών, περιέχει πολύ λίγες πληροφορίες για την απόσταση. Δύο μείζονες συγχορδίες, η ντο-μισολ και η σολ-σι-ρε, έχουν ακριβώς το ίδιο διαστηματικό περιεχόμενο, άρα με βάση αυτό το κριτήριο η απόσταση μεταξύ τους είναι μηδενική. Μετρώντας από τη θεμέλιο, και οι δύο σχηματίζονται με διαστήματα 3Μ και 5Κ<sup>2</sup> από αυτή. Σε ένα περιβάλλον όμως με συγκεκριμένο τονικό κέντρο, θεωρούνται αρκετά μακρινές, καθώς έχουν διαφορετική λειτουργία η καθεμιά.

Καθώς η ίδια η φύση της μουσικής προϋποθέτει για την ύπαρξή της, την αντίληψη ενός ακροατή, έχει τελικά μεγαλύτερη σημασία να μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνεται ο ακροατής την απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών. Μια τέτοια προσέγγιση, αρχικά μουσικολογική και έπειτα αντιληπτική, επιχειρείται στις ενότητες 2 και 3 αντίστοιχα και συμπληρώνονται από μια υπολογιστική προσέγγιση στην ενότητα 4.

---

<sup>2</sup> βλ. Παράρτημα για κωδικοποίηση διατονικών διαστημάτων και συγχορδιών

## 1.2 Προσεγγίσεις

Η μουσικολογική προσέγγιση, βασίζεται κυρίως στους κανόνες της αρμονίας, όπως αυτή προέκυψε από την εμπειρική ανάλυση έργων στο τονικό σύστημα. Τα βιβλία διδασκαλίας της αρμονίας (Piston, 1962. Kostka και Payne, 2004. Aldwell και Schachter, 2011), κωδικοποιούν τη συνθετική πρακτική των μεγάλων συνθετών της εποχής του Μπαρόκ, του Κλασικισμού και του Ρομαντισμού, σε ένα σύστημα κανόνων για τη δημιουργία αρμονικών ακολουθιών, καθώς και την κίνηση των φωνών κατά τις αλλαγές των συγχορδιών. Καθώς οι κανόνες αυτοί είναι αρκετά λεπτομερείς και εξετάζονται εκτενώς σε πλήθος συγγραμάτων, εδώ θα εξεταστούν ενδεικτικά δύο μουσικολογικά μοντέλα που μπορούν χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή μετρήσιμων μεγεθών και άρα να συγκριθούν με πειραματικά αποτελέσματα από την αντιληπτική προσέγγιση. Πρόκειται για τον *πίνακα τονικών σχέσεων* (*Table of tonal relations*) που προκύπτει από τη neo-riemannian θεωρία (Cohn, 1998) και το μοντέλο της θεωρίας Tonal Pitch Space του F. Lerdahl (1988).

Στη συνέχεια, γίνεται παράθεση κάποιων αντιληπτικών μελετών, που εξετάζουν την απόσταση μεταξύ των συγχορδιών όπως αυτή προκύπτει από εμπειρικές μελέτες σε ακροατές. Τα αποτελέσματα αυτά συγκρίνονται μεταξύ τους, καθώς και με τα μεγέθη που προκύπτουν από τα προαναφερθέντα μουσικολογικά μοντέλα για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη συσχέτιση αυτού που αντιλαμβάνονται οι ακροατές, με τα μοντέλα που προκύπτουν από τους κανόνες της συστηματικής μουσικολογίας.

Η συστηματική μελέτη της απόστασης ανάμεσα σε δύο συγχορδίες είναι σημαντική για μια σειρά θεμάτων, όπως η ομαδοποίηση σε κατηγορίες (π.χ. λειτουργική κατηγοριοποίηση) ή η ανάσυρση μουσικών δεδομένων με γνώμονα την αρμονική ομοιότητα. Για αυτό το λόγο, στο

τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση ενός νέου υπολογιστικού μοντέλου αναπαράστασης των συγχορδιών που βοηθάει στην υπολογιστική υλοποίηση εφαρμογών στο πεδίο της αρμονίας. Το μοντέλο αυτό είναι το GCT<sup>3</sup>(Cambouropoulos et al., 2015). Πρόκειται για μια αναπαράσταση που περιλαμβάνει, πέρα από τον τύπο και τη θέση της συγχορδίας στην τονικότητα, πληροφορίες για το θεμέλιο φθόγγο και τους μη διατονικούς φθόγγους αυτής. Είναι έτσι δυνατή η ανάλυση μεγάλου αριθμού μουσικών έργων σε διάφορα ιδιώματα. Εδώ χρησιμοποιείται για την ανάλυση των χορικών του J.S. Bach, ξεχωριστά για το μείζονα και τον ελάσσονα τρόπο.

Από τον αλγόριθμο GCT εξάγονται τύποι συγχορδιών στα χορικά του J.S. Bach και κατόπιν ομαδοποιούνται σε κατηγορίες υπό κάποια συγχορδία-αντιπρόσωπο με βάση την κοινή θεμέλιο, τη σχέση υποσυνόλου μεταξύ των συγχορδιών μιας κατηγορίας, και την ύπαρξη μη διατονικών φθόγγων. Στη συνέχεια, εξετάζονται οι μεταβάσεις μεταξύ των κατηγοριών αυτών και συγκρίνονται τα προφίλ των μεταβάσεων τους, με την Ευκλείδεια απόστασή τους να παρουσιάζεται με τη μορφή ενός δενδρογράμματος.

---

<sup>3</sup> General Chord Type

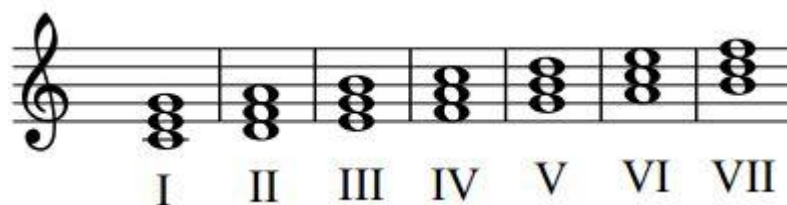
## 2. Απόσταση συγχορδιών - μουσικολογική προσέγγιση

### 2.1 Τονική μουσική και συγχορδίες

Στη δυτική μουσική, από τον 17ο αιώνα και μετά, κυριαρχεί ως πρακτική σύνθεσης το τονικό σύστημα, στη θέση του τροπικού συστήματος που χρησιμοποιήθηκε κατά το μεσαίωνα. Στο τονικό σύστημα χρησιμοποιούνται πλέον οι μείζονες και οι ελάσσονες κλίμακες, αντί των τρόπων του τροπικού συστήματος. Γίνεται βασική η έννοια της τονικότητας, η οποία είναι το κλειδί για την ιεράρχηση των φθόγγων, ανάλογα με τη θέση τους ως προς αυτή. Η τονικότητα υποδεικνύει επίσης τους κανόνες κίνησης των φθόγγων από και προς άλλους, εγκαθιδρύοντας ένα νοητό κέντρο στο οποίο βασίζονται οι έννοιες της σταθερότητας και της αστάθειας.

Κάτω από τις έννοιες της σταθερότητας και της αστάθειας, της προσμονής και της λύσης, οι συγχορδίες γίνονται διακριτές στα πλαίσια μιας τονικότητας (Schenker, 1979). Με βάση αυτό το διαχωρισμό χρησιμοποιούνται έπειτα για το σχηματισμό ακολουθιών, οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν σημαντικό μικροδομικό στοιχείο μιας σύνθεσης. Στην κοινή πρακτική, οι λειτουργίες των συγχορδιών χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες/λειτουργίες. Της τονικής *T (tonic)*, της υποδεσπόζουσας *S (subdominant)* και της δεσπόζουσας *D (dominant)*. Η κατηγορία της τονικής, περιλαμβάνει τις συγχορδίες της τονικότητας, που δίνουν την αίσθηση της σταθερότητας και της λύσης. Οι συγχορδίες της δεσπόζουσας χαρακτηρίζονται ως πιο ασταθείς και με τάση να λυθούν προς την τονική, και οι συγχορδίες με ρόλο υποδεσπόζουσας προετοιμάζουν τις συγχορδίες της δεσπόζουσας (Rohrmeier, 2011). Για

παράδειγμα, στην τονικότητα της Ντο μείζονας, έχουμε τη διάταξη που φαίνεται στο σχήμα 2.1.



I	T	Tonic
II	Sp	Subdominant parallel
III	Dp	Dominant parallel
IV	S	Subdominant
V	D	Dominant
VI	Tp	Tonic parallel
VII	$\text{D}^7$	Dominant (ελλιπής)

Σχήμα 2.1: Οι διατονικές συγχορδίες που προκύπτουν από τις βαθμίδες της Ντο μείζονας κλίμακας και πίνακας με τη λειτουργική γραφή των βαθμίδων και το λειτουργικό τους ρόλο. Ο τρόπος αυτός γραφής προέρχεται από τη γερμανική διδασκαλία της αρμονίας (βλ. Riemann, 1887)

Ο Piston, στο βιβλίο του *Harmony* (1962), δίνει τη συχνότητα μετάβασης από μία συγχορδία σε μια άλλη (Πίνακας 2.2).



	Πολύ συχνά	Λιγότερο συχνά	Σπάνια
I	IV, V	VI	II, III
II	V	VI	I, III, IV
III	VI	IV	II, V
IV	V	I, II	III, VI
V	I	VI, IV	II, III
VI	II, V	III, IV	I
VII	III		

*Πίνακας 2.2:* Πίνακας του W. Piston (1962) με τη συχνότητα μετάβασης κάθε συγχορδίας προς άλλες.

Παρατηρούμε στον παραπάνω πίνακα (2.2), πως η I συγχορδία μεταβαίνει συχνότερα στην IV και V. Ο ρόλος της ως τονική της δίνει μια αίσθηση σταθερότητας, οπότε και μια ελευθερία κινήσεων. Αντίθετα η IV υποδεσπόζουσα έχει λειτουργία προετοιμασίας για την V δεσπόζουσα για αυτό και πηγαίνει συχνότερα προς αυτή. Η δεσπόζουσα τέλος, έχει την τάση να λύνεται στην τονική. Η ύπαρξη στους φθόγγους της, του προσαγωγέα αλλά και η δημιουργία του τρίτονου, όταν αυτή είναι μεθ'εβδόμης, δημιουργούν μια αίσθηση προσμονής για λύση, του προσαγωγέα στην τονική και της έβδομης στην τρίτη βαθμίδα της τονικής.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις, που προέρχονται κυρίως από τη μελέτη έργων του τονικού συστήματος, βασίζονται επί τω πλείστω σε μια

επίκτητη αντίληψη που διαμορφώνεται από πολιτισμικούς παράγοντες. Η συνεχής εμφάνιση κάποιων συγκεκριμένων αρμονικών, μελωδικών ή ρυθμικών μοτίβων τα καθιστά πιο οικεία στο αυτί των ακροατών, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κανονικότητες στην πρακτική σύνθεσης (Milne, 2010).

## 2.2 Θεωρητικά μοντέλα απόστασης συγχορδιών: Neo - Riemannian θεωρία

Οι ανάγκες ανάλυσης της τονικής μουσικής και εξαγωγής μοντέλων που θα βοηθούσαν στην κωδικοποίηση της συνθετικής πρακτικής, οδήγησαν στη δημιουργία ορισμένων μοντέλων που προσπάθησαν να αποδώσουν τη σχέση μεταξύ των συγχορδιών. Μία τέτοια θεωρία που μοντελοποιεί τη μετάβαση από μία συγχορδία σε μια άλλη, είναι η Neo - Riemannian (Cohn, 1998).

Πρόκειται για την τοποθέτηση των φθόγγων σε ένα πίνακα τονικών σχέσεων (Table of tonal relations ή Tonnetz), από τον οποίο προκύπτουν και οι σχέσεις μεταξύ των τρίφωνων συγχορδιών με βάση τους μετασχηματισμούς που χρειάζονται για τη μετάβαση από τη μία προς την άλλη (εικόνα 2.4). Η θεωρία ονομάστηκε έτσι, επειδή βρίσκεται τις ρίζες της στο βιβλίο αρμονίας, *Handbuch der Harmonielehre* (1887) του μουσικολόγου Hugo Riemann. Οι μετασχηματισμοί αυτοί, οργανώθηκαν σε τρεις κατηγορίες, από τον Hyer (1989), με επιπρόσθετη μια μεταφορά. Οι τρεις μετασχηματισμοί είναι οι **P** (parallel), **R** (relative) και **L** (leading tone), ενώ η μεταφορά είναι η **D** (dominant).

**Parallel:** Έτσι ονομάζεται ο μετασχηματισμός μιας συγχορδίας από μείζονα στην ομώνυμή της ελάσσονα ή αντίστροφα, με κίνηση της 3ης βαθμίδας κατά ένα ημιτόνιο πάνω ή κάτω αντίστοιχα.

Παράδειγμα: ντο-μι-σολ ↔ ντο-μι<sup>b</sup>-σολ

**Relative:** Ονομάζεται ο μετασχηματισμός μιας συγχορδίας στην σχετική της μείζονα ή ελάσσονα, ανάλογα με τον τύπο της. Αυτό επιτυγχάνεται με κίνηση κατά δύο ημιτόνια προς τα πάνω της 5ης βαθμίδας, για το μετασχηματισμό από μείζονα σε ελάσσονα ή κατά δύο ημιτόνια προς τα κάτω της τονικής βαθμίδας για το μετασχηματισμό από ελάσσονα σε μείζονα.

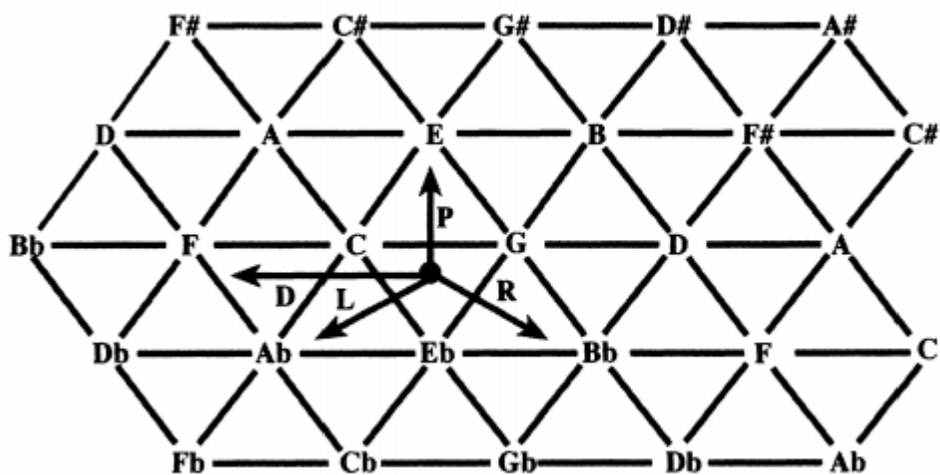
Παράδειγμα: ντο-μι-σολ → ντο-μι-λα και λα-ντο-μι → σολ-ντο-μι

**Leading Tone:** Είναι ο μετασχηματισμός που προκύπτει από την κίνηση κατά ένα ημιτόνιο κάτω της τονικής βαθμίδας σε μια μείζονα και της 5ης βαθμίδας κατά ένα ημιτόνιο πάνω σε μια ελάσσονα.

Παράδειγμα: ντο-μι-σολ → σι-μι-σολ και ντο-μι<sup>b</sup>-σολ → ντο-μι<sup>b</sup>-λα<sup>b</sup>

**Dominant:** Πρόκειται για μεταφορά μιας συγχορδίας κατά επτά ημιτόνια προς τα κάτω ή προς τα πάνω, σε μια σχέση δεσπόζουσας-τονικής.

Παράδειγμα: φα-λα-ντο ↔ ντο-μι-σολ ↔ σολ-σι-ρε



Εικόνα 2.3: Πίνακας τονικών σχέσεων. Cohn, 1998, σ.172.

Παραπάνω (εικόνα 2.3) βλέπουμε τον πίνακα τονικών σχέσεων της Neo-riemannian θεωρίας. Οι φθόγγοι έχουν τοποθετηθεί έτσι ώστε οριζόντια να έχουν σχέση 5K, και διαγώνια σχέσεις 3M ή 3μ, ανάλογα με τη φορά. Επίσης, κάθε τρίγωνο σχηματίζει και μια τρίφωνη συγχορδία, μείζονα αν η κορυφή είναι προς τα πάνω και ελάσσονα αν η κορυφή είναι προς τα κάτω. Παράλληλα, με βέλη επισημαίνονται οι μετασχηματισμοί που προαναφέρθηκαν, με αφετηρία τη Ντο ελάσσονα συγχορδία. Το ίδιο μοτίβο όμως εφαρμόζεται σε κάθε συγχορδία, καθώς η θεωρία αυτή αφορά τη σχετική απόσταση μεταξύ βαθμίδων και όχι μεταξύ απόλυτων τονικών υψών.

Από την παραπάνω θεωρία, μπορεί να εξαχθεί ένα μοντέλο μέτρησης της απόστασης μεταξύ δύο συγχορδιών, με βάση τους ελάχιστους μετασχηματισμούς που χρειάζονται για τη μετάβαση από τη μία στην άλλη. Λιγότεροι μετασχηματισμοί, ισούνται με μικρότερη απόσταση (Πίνακας 2.4).

Συγχορδία (τρίφωνη)	Dominant	Parallel	Relative	Leading tone	Συντομότερη διαδρομή
D <sub>b</sub>	1	1	0	1	P L D
D	2	0	0	0	D D
E <sub>b</sub>	0	1	1	0	P R
E	0	1	0	1	L P
F	1	0	0	0	D
F <sub>#</sub>	0 (2)	2 (1)	2 (0)	0 (1)	PRPR(DDL P)
G	1	0	0	0	D
A <sub>b</sub>	0	1	0	1	P L
A	0	1	1	0	R P
B <sub>b</sub>	2	0	0	0	D D
B	1	1	0	1	D L P

Πίνακας 2.4: Krumhansl, 1998. Οι συντομότερες διαδρομές των μετασχηματισμών από την ντο μείζονα συγχορδία σε όλες τις υπόλοιπες μείζονες. Οι αριθμοί δείχνουν το πλήθος κάθε μετασχηματισμού και στην τελευταία στήλη, η διαδρομή που ακολουθήθηκε. Σε παρένθεση βρίσκονται εναλλακτικές συντομότερες διαδρομές, όπου υπάρχουν.

### 2.3 Tonal Pitch Space

Ένα διαφορετικό μοντέλο μέτρησης της απόστασης μεταξύ δύο συγχορδιών, με βάση το φθογγικό τους περιεχόμενο, βασίζεται στη θεωρία *Tonal Pitch Space* του F. Lerdahl (1988). Στο πρώτο μέρος της, η θεωρία αυτή προβάλλει τη σχέση μεταξύ δύο συγχορδιών με ένα σύστημα βαθμολόγησης που εξαρτάται από τη μεταβολή του ρόλου των φθόγγων από τη μία συγχορδία στην άλλη. Η σχέση αυτή (ή απόσταση), καθορίζεται από τρεις παράγοντες. Οι πρώτοι δύο αφορούν την ιεράρχηση δύο στοιχείων μέσα σε μια τονικότητα, και ο τρίτος στην απόσταση ανάμεσα σε δύο διαφορετικές τονικότητες. Αυτοί οι

παράγοντες έχουν επηρεαστεί από τις αρχές ιεράρχικης οργάνωσης συγχορδιών των Bharucha και Krumhansl (1989, βλ. 3.5)

Ο πρώτος παράγοντας έχει να κάνει με την εγγύτητα των φθογγικών τάξεων (pitch-class proximity). Αποτελείται από πέντε επίπεδα στα οποία ανήκουν οι νότες της συγχορδίας, ανάλογα με τη θέση τους στην τονικότητα. Τα επίπεδα αυτά είναι τα εξής (με παράδειγμα στη ντο μείζονα τονικότητα):

1. Χρωματικό: (c,c#,d,d#,e,f,f#,g,g#,a,a#,b)
2. Διατονικό: (c,d,e,f,g,a,b)
3. Τρίφωνης συγχορδίας: (c,e,g)
4. Πέμπτης: (c,g)
5. Τονικής: (c)

Έτσι, η νότα ντο σε μια Ντο μείζονα συγχορδία και τονικότητα ανήκει σε όλα τα επίπεδα, αφού είναι η τονική (επίπεδο 5), ανήκει στη συνήχηση της πέμπτης ντο-σολ (επίπεδο 4), στη συνήχηση της τριφωνίας ντο-μι-σολ (επίπεδο 3), στη διατονική κλίμακα ντο-ρε-μι-φα-σολ-λα-σι (επίπεδο 2) και στη χρωματική κλίμακα που περιέχει όλους τους φθόγγους (επίπεδο 1).

Αντίστοιχα, η νότα σολ ανήκει στα επίπεδα 4,3,2,1 αφού, μόνο στο επίπεδο της τονικής που αποτελείται από τη νότα ντο, δε συναντάται. Η νότα μι ανήκει στα επίπεδα 3,2 και 1 (Πίνακας 2.5). Με βάση λοιπόν αυτό το προφίλ, που ο Lerdahl ονομάζει «basic space» της συγχορδίας, μετράται η απόσταση ανάμεσα σε δύο συγχορδίες, από τις αλλαγές στα επίπεδα που εφαρμόζονται στους φθόγγους με την εμφάνιση της δεύτερης συγχορδίας.

5) Τον.	0											
4) Πεμ.	0							7				
3) Τριφ.	0				4			7				
2) Διατ.	0		2		4	5		7		9		11
1) Χρωμ.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
νότα	C	C#/D $\flat$	D	D#/E $\flat$	E	F	F#/G $\flat$	G	G#/A $\flat$	A	A#/B $\flat$	B

Πίνακας 2.5: Basic space της Ντο μείζονας τονικότητας.

Παράδειγμα απόστασης μεταξύ C-G: Η C αποτελείται από τις νότες ντο-μι-σολ και η G από τις νότες σολ-σι-ρε. Η απόσταση μεταξύ τους είναι τέσσερις μονάδες, επειδή με την εμφάνιση της η G, παρουσιάζει τέσσερις αλλαγές επιπέδων στις νότες της. Η νότα σολ, αλλάζει από το επίπεδο 4 της πέμπτης όπου βρισκόταν, στο επίπεδο 5 της τονικής. Οπότε προσθέτει μία μονάδα στην απόσταση. Η νότα σι, αλλάζει από το διατονικό επίπεδο 2, στο επίπεδο 3 της τριφωνίας, οπότε προσθέτει άλλη μία μονάδα. Τέλος, η νότα ρε, αλλάζει από το διατονικό επίπεδο 2, στο επίπεδο 4 της πέμπτης. Συνολικά τέσσερις μονάδες από την εγγύτητα φθογγικών συνόλων (Πίνακας 2.6).

5) Τον.	(0)							<u>7</u>				
4) Πεμ.	(0)		<u>2</u>					7				
3) Τριφ.	(0)		<u>2</u>		4			7				<u>11</u>
2) Διατ.	0		2		4	5		7		9		11
1) Χρωμ.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
νότα	C	C#/D $\flat$	D	D#/E $\flat$	E	F	F#/G $\flat$	G	G#/A $\flat$	A	A#/B $\flat$	B

*Πίνακας 2.6:* Η διαφορά των basic spaces στην εγγύτητα φθογγικών συνόλων μεταξύ των συγχορδιών C και G στην τονικότητα της Ντο μείζονας. Οι φθόγγοι της Σολ που αλλάζουν επίπεδο είναι υπογραμμισμένοι. Σε παρένθεση είναι τα επίπεδα της C που δεν ανήκουν στην G, αλλά η αλλαγή αυτή δεν προσμετράται στην απόσταση.

Ο δεύτερος παράγοντας, αφορά την εγγύτητα των συγχορδιών, μέσα σε μια τονικότητα. Η εγγύτητα μετριέται από την απόσταση που έχουν οι θεμέλιοι των συγχορδιών μεταξύ τους, στον διατονικό κύκλο των πεμπτών. Έτσι, η C απέχει μία μονάδα από τη G, δύο από τη D, τρεις από την A κ.ο.κ.

*Ο διατονικός κύκλος των πεμπτών στη ντο μείζονα:*

*Φα - ντο - σολ - ρε - λα - μι - σι*

Η απόσταση μεταξύ των ντο και σολ, δηλαδή των θεμέλιων των συγχορδιών του παραδείγματος, είναι ένα βήμα στο διατονικό κύκλο των πεμπτών, οπότε προσθέτει άλλη μία μονάδα στις τέσσερις. Συνολικά μέχρι τώρα, η απόσταση είναι πέντε μονάδες.

Ο τρίτος παράγοντας, έχει να κάνει με την εγγύτητα δύο συγχορδιών που βρίσκονται σε διαφορετικές τονικότητες. Ο τρόπος



υπολογισμού είναι παρόμοιος με τον παραπάνω, με τη χρήση του κύκλου των πεμπτών στον οποίο όμως πλέον συναντώνται και μη διατονικοί θεμέλιοι. Έτσι, η διαφορά μεταξύ των τονικών συγχορδιών της Ντο μείζονας και της Σολ μείζονας τονικότητας, είναι 6 μονάδες, και προκύπτει αν προσθέσουμε τα αποτελέσματα από τους τρεις διαφορετικούς παράγοντες.

Βέβαια, στην παραπάνω μέθοδο, προκύπτει το πρόβλημα της εμφάνισης των συγχορδιών, σε περισσότερες από μία τονικότητες. Για παράδειγμα η D, μπορεί να μετρηθεί ως I της Ρε μείζονας τονικότητας, ή V της Σολ μείζονας τονικότητας. Έτσι, αλλάζει η απόσταση από την τονική (I) της Ντο μείζονα, καθώς στην πρώτη περίπτωση, η Ντο με τη Ρε, απέχουν δύο βήματα στον κύκλο των πεμπτών, ενώ με τη Σολ ένα βήμα.

Για αυτό το λόγο, η μέτρηση γίνεται με βάση τη μικρότερη διαδρομή μεταξύ των συγχορδιών (Εικόνα 2.7). Από αυτό τον πίνακα, προκύπτει πως η G θα πρέπει να μετρηθεί ως V της Ντο μείζονας τονικότητας, αφού είναι πιο κοντινή η απόσταση. Έτσι, παραλείπεται ο τρίτος χώρος της εγγύτητας τονικοτήτων, και η απόσταση μεταξύ των συγχορδιών C και G, παραμένει στις 5 μονάδες.

Chords	Shortest Path	Distance	Chords	Shortest Path	Distance
C	I/C	0	c	i/c	7
C# or Db	IV/Ab	16	c# or db	iv/ab	20
D	V/G	10	d	ii/C	8
D# or Eb	III/c	14	d# or eb	iv/bb	18
E	V/a	10	e	iii/C	7
F	IV/C	5	f	iv/c	12
F#	V/iii/G	18	f#	iii/V/G	18
G	V/C	5	g	iv/d	9
G# or Ab	VI/c	14	g#	iii/E	23
A	V/d	11	a	vi/C	7
A# or Bb	IV/F	10	bb	iv/f	16
B	V/e	13	b	iii/G	11
C7	I/C	2	c7	i/c	9
C#7 or Db7	IV/Ab	17	c#7 or db7	iv/ab	21
D7	V/G	11	d7	ii/C	9
D#7 or Eb7	III/c	16	d#7 or eb7	iv/bb	20
E7	V/a	11	e7	iii/C	8
F7	IV/C	7	f7	iv/c	14
F#7	V/iii/G	19	f#7	iii/V/G	19
G7	V/C	6	g7	iv/d	10
G#7 or Ab7	VI/c	16	g#7	iii/E	24
A7	V/d	12	a7	vi/C	8
A#7 or Bb7	IV/F	12	bb7	iv/f	18
B7	V/e	14	b7	iii/G	12
b°	vii°/C	8			
C'	I/C	0			

Εικόνα 2.7: Bigand et al., 1996, σ.129. Πίνακας με τις συντομότερες διαδρομές και τις αποστάσεις (με βάση το μοντέλο tonal pitch space) από τη ντο μείζονα, όλων των τρίφωνων και μεθ'εβδόμης συγχορδιών. Με τους λατινικούς αριθμούς ορίζεται η βαθμίδα και με τα γράμματα σε ποια τονικότητα ανήκει η βαθμίδα.

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάστηκαν ενδεικτικά δύο μοντέλα που μπορούν να εξαγάγουν τιμές για την απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών, βασισμένα στο φθογγικό περιεχόμενο αυτών. Στη συνέχεια θα εξεταστούν κάποια πειραματικά αποτελέσματα για την απόσταση των συγχορδιών και θα μελετηθεί η συσχέτιση που παρουσιάζουν τα πειράματα αυτά με τα προαναφερθέντα μοντέλα.

### 3. Απόσταση συγχορδιών - Αντιληπτική προσέγγιση

#### 3.1 Αντιληπτικά ζητήματα

Κύριο ζήτημα στη μελέτη της αντιληπτικής απόστασης συγχορδιών, είναι τα κριτήρια με τα οποία θα οριστεί ως μετρήσιμο μέγεθος η απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών. Κάποιες προσεγγίσεις βασίζονται σε ακουστικά στοιχεία κάθε συγχορδίας, ενώ άλλες στην πρόσληψη του ακροατή (εμπειρική μελέτη).

Αρκετές έρευνες στρέφονται στις ακουστικές σχέσεις μεταξύ των φθόγγων και των συγχορδιών, υπονοώντας ίσως πως τα αισθητικά κριτήρια στη μουσική βασίζονται πάνω σε φυσικούς νόμους, ανεπηρέαστους από πολιτισμικούς παράγοντες ή την υποκειμενική κρίση του ακροατή. Κάτι τέτοιο φυσικά δε συμφωνεί με την ίδια την ιστορία της μουσικής, της οποίας οι πρακτικές αλλάζουν από τόπο σε τόπο και από περίοδο σε περίοδο. Η ανάγνωση όμως της μουσικής, με βάση τα ακουστικά στοιχεία των συγχορδιών, δείχνει πως οι πολιτισμικοί παράγοντες δε μπορούν να αποδοθούν την τύχη, αλλά συνδέονται με κάποιες αντικειμενικές ιδιότητες των φθόγγων. Στην τονική μουσική, η ιεράρχηση των συμφωνιών, δείχνει να συμφωνεί και με την κατανομή σύμφωνα με τον λόγο των συχνοτήτων των φθόγγων.

Έτσι, ως τέλεια συμφωνία θεωρούμε την ταυτοφωνία (πχ. ντο-ντο), αφού ο λόγος των συχνοτήτων των φθόγγων είναι 1:1. Και συνεχίζει όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1 (Cazden, 1945).

Διάστημα	Φθόγγοι (παράδειγμα)	Λόγος
Ταυτοφωνία	ντο-ντο	1:1
Οκτάβα	ντο-ντο'	2:1
Πέμπτη καθαρή	ντο-σολ	3:2
Τέταρτη καθαρή	σολ-ντο'	4:3
Τρίτη μεγάλη	ντο-μι	5:4
Τρίτη μικρή	μι-σολ	6:5

*Πίνακας 3.1:* Τα διαστήματα και ο λόγος των συχνοτήτων τους στο συγκεκριμένο σύστημα κουρδίσματος. (Cazden, 1945, σ.3)

Επομένως, η συμφωνία στο τονικό σύστημα συμφωνεί με τους απλούς λόγους 1:2:3:4:5:6 των συχνοτήτων των φθόγγων, από τους οποίους προκύπτουν και οι πρώτοι υπέρτοννοι της αρμονικής στήλης.

Η μελέτη της φυσιολογίας της ακοής, έχει δείξει επίσης πως οι παραπάνω λόγοι παίζουν σημαντικό ρόλο και στην πρόσληψη μιας συνήχησης ως σύμφωνης ή διάφωνης, από το αυτί. Οι παραπάνω συνηχήσεις, λόγω της διαφοράς αυτής στη συχνότητα, δεν ερεθίζουν κοντινά σημεία στη βασική μεμβράνη του αυτιού, κάτι που μεταφράζεται ως διαφωνία λόγω των διακροτημάτων που παράγονται (Plomp και Levelt, 1965).

Κατά την ακρόαση όμως ενός μουσικού έργου, δεν το αντιλαμβανόμαστε ως μεμονωμένα ηχητικά συμβάντα, ξεκομμένα το ένα από το άλλο, αλλά ως ένα ενιαίο σύνολο μοτίβων τα οποία χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένα στοιχεία κίνησης. Σύμφωνα με την Krumhansl (1990), υπάρχουν μερικά σαφή στοιχεία που ξεχωρίζουν σε ένα μουσικό έργο, όπως ακραία ή σταθερά τονικά ύψη και φθόγγοι με μεγάλη διάρκεια ή σε μετρικά ισχυρά μέρη, τα ρυθμικά και μελωδικά μοτίβα και οι επαναλήψεις τους. Ωστόσο δεν είναι σαφές το κατά πόσο

αυτά προσλαμβάνονται από τον ακροατή, πώς αυτός τα αντιλαμβάνεται και τι συγκρατεί τελικά στη μνήμη του. Ίσως ο λόγος που στη μουσική πρακτική γίνεται εκτεταμένη χρήση μελωδικών και ρυθμικών μοτίβων, να είναι ακριβώς η διευκόλυνση πρόσληψης και απομνημόνευσής τους.

Η Krumhansl κάνει έναν διαχωρισμό μεταξύ των «αντικειμενικών» στοιχείων της μουσικής πράξης, με την «υποκειμενική» πρόσληψη αυτών από τον ακροατή. Έτσι λοιπόν, τα αντικειμενικά στοιχεία χωρίζονται σε αυτά που ο ακροατής αντιλαμβάνεται και σε αυτά που δεν αντιλαμβάνεται. Η ποσότητα και ποιότητα των στοιχείων που αντιλαμβάνεται ο ακροατής, μπορεί να οφείλεται στην εκπαίδευση αυτού στη μουσική. Κάποιος χωρίς εκπαίδευση στη μουσική, ίσως μπορεί να αντιλαμβάνεται περιορισμένα στοιχεία, κυρίως τα πιο εμφανή, όπως παρόμοιες μελωδίες, φράσεις ανάμεσα σε μεγάλες παύσεις και επαναλήψεις μικρών μοτίβων. Ένας ακροατής με περισσότερη εμπειρία, είναι σε θέση να κάνει πιο εξειδικευμένες συσχετίσεις. Να αναγνωρίσει πως μια μελωδία είναι παραλλαγή κάποιας άλλης, να μπορέσει να κρίνει τη θέση ενός μοτίβου μέσα στο έργο ή την συνάφεια που έχει με συγκεκριμένα μουσικά είδη.

Η υποκειμενική εμπειρία χωρίζεται στις πτυχές που αντιστοιχούν ή όχι σε συγκεκριμένα αντικειμενικά στοιχεία. Ο ακροατής δημιουργεί την αντιληπτική του εμπειρία μέσα από αναφορές σε πολιτισμικά στοιχεία που κατέχει ήδη και ομαδοποιεί τα συμβάντα με βάση τα μοτίβα που γνωρίζει ήδη (μελωδικά ή ρυθμικά). Υπάρχουν όμως και μη μουσικοί παράγοντες που διαμορφώνουν αυτή την εμπειρία, και αφορούν συναισθήματα ή συνδέσεις με οπτικά ερεθίσματα, προσωπικές εμπειρίες και βιώματα. Κάτι τέτοιο όμως είναι δύσκολο να μελετηθεί συστηματικά με άμεσες συνδέσεις με το μουσικό περιεχόμενο.

### 3.2 Ιεράρχηση φθόγγων σε τονικό περιβάλλον.

Στην αρμονία της δυτικής μουσικής, οι έννοιες της συμφωνίας και της διαφωνίας, έχουν να κάνουν με την κίνηση των συνηχήσεων από και προς άλλες. Σύμφωνη θεωρείται μια συγχορδία όταν είναι σταθερή και δεν περιμένει λύση σε κάποια άλλη. Αντίθετα η διάφωνη συγχορδία αφήνει μια αίσθηση αστάθειας που πρέπει να λυθεί. Βέβαια ο ρόλος των φθόγγων που περιέχει μια συγχορδία, καθορίζεται από το τονικό περιβάλλον στο οποίο εμφανίζεται. Έτσι, μια συγχορδία μπορεί να έχει διαφορετικούς ρόλους, ανάλογα με το περιβάλλον αυτό. Για παράδειγμα, η G, ενώ εμφανίζεται σταθερή ως τονική συγχορδία, αν εμφανιστεί στο περιβάλλον της ντο μείζονας τονικότητας, τότε περιέχει τον προσαγωγέα και άρα καθιστάται ασταθής και με τάση προς λύση στην τονική.

Είδαμε στο κεφάλαιο 2, μερικές θεωρίες που επιχείρησαν να μετρήσουν τις σχέσεις μεταξύ των συγχορδιών και να τις τοποθετήσουν μέσα στο τονικό περιβάλλον ως έχουσες συγκεκριμένο ρόλο. Η Krumhansl δίνει μέσα από πειραματικές διαδικασίες ένα προφίλ, πρώτα στους φθόγγους (1979) και κατ' επέκταση στις συγχορδίες (1983). Εξάγει από τα αποτελέσματα αυτά ένα ιεραρχικό μοντέλο το οποίο θα εξεταστεί ως προς τη συμφωνία του με την θεωρία της τονικής μουσικής, αλλά και τα υπόλοιπα μοντέλα που προαναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2. Το ζητούμενο των πειραμάτων που παραθέτει η Krumhansl, είναι να βρεθεί σε τι βαθμό γίνεται αντιληπτή η σχέση του κάθε φθόγγου με την τονικότητα στην οποία εμφανίζεται και να εξαχθεί ένα μετρήσιμο μέγεθος που θα ιεραρχεί τον κάθε φθόγγο στο εκάστοτε τονικό περιβάλλον.

Είναι γενικό φαινόμενο στη μουσική, και όχι μόνο στη δυτική, ένας φθόγγος να είναι το κέντρο γύρω από το οποίο κινείται η μελωδία και η αρμονία. Πέρα από το τονικό κέντρο της δυτικής μουσικής, η έννοια αυτή συναντάται και σε πολλές άλλες παραδόσεις, όπως με τον ισοκράτη της βυζαντινής μουσικής ή τον drone ήχο στην ινδική που είναι κάτι παρόμοιο με τον ισοκράτη. Στη δυτική μουσική υπάρχουν διάφορες τεχνικές για την καθιέρωση του τονικού κέντρου, με κυριότερο στοιχείο την τέλεια πτώση  $V^7-I$ , που οδηγεί τη λύση του προσαγωγέα στην τονική και της τέταρτης βαθμίδας της κλίμακας στην τρίτη (Aldwell και Schachter, 2011). Η πτώση αυτή εμφανίζει τη λύση του τρίτονου που σχηματίζεται από την μεθ'εβδόμης συγχορδία, και το οποίο εντείνει την αίσθηση του ατελούς που προσμένει κάποια λύση. Άλλοι τρόποι για να καθιερωθεί το τονικό κέντρο, είναι η εμφάνιση της τονικής νότας ή συγχορδίας στην αρχή ή το τέλος μικρών φράσεων ή μεγαλύτερων μερών και η συχνή εμφάνισή της στα ισχυρά μέρη του μέτρου.

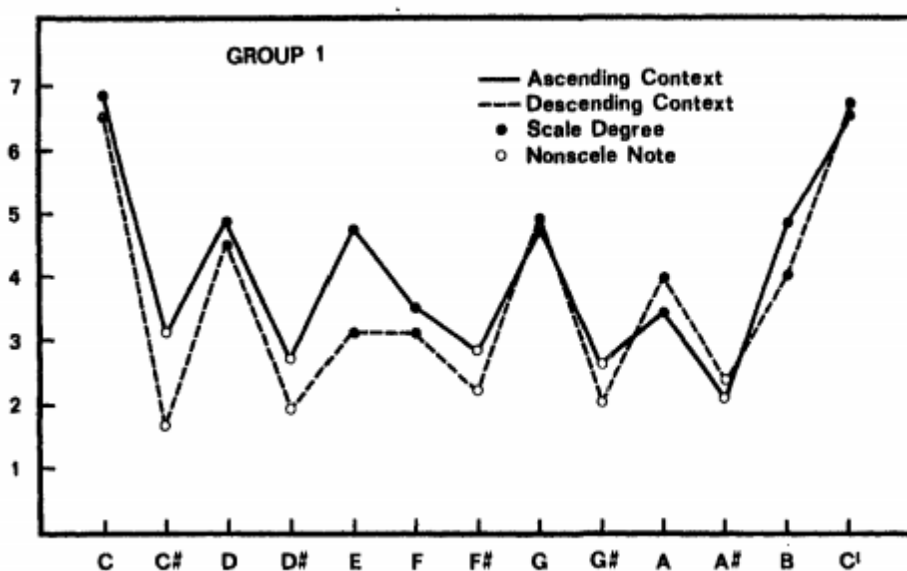
Μια αρχή της ψυχολογίας, που διέπει κυρίως τις θεωρίες της σχολής Gestalt, είναι πως κάθε κατηγορία έχει ορισμένα στοιχεία που ξεχωρίζουν, επειδή είναι μοναδικά, απλά, τυπικά και γενικότερα αποτελούν τα καλύτερα παραδείγματα για την κατηγορία. Η ύπαρξη αυτών των στοιχείων, καθιστούν το σύνολο πιο εύκολο στην αντίληψη, την απομνημόνευση και την ανάλυση (Goldmeier, 1982).

Η παραπάνω ιδέα μεταφέρεται εύκολα στη μουσική, όπου κάποιοι φθόγγοι λειτουργούν στα πλαίσια της κλίμακας με τρόπο εξέχοντα, θέτοντας έτσι βάσεις πάνω στις οποίες βασίζεται η αντίληψη, απομνημόνευση και ανάλυση των μουσικών μοτίβων και κατ' επέκταση των μουσικών φράσεων και συνολικών έργων.

### 3.3 Πείραμα με φθόγγους διερεύνησης (probe tones)

Για την πειραματική μελέτη της ιεράρχησης των φθόγγων σε μια τονικότητα οι Krumhansl και Shepard (1979), πρότειναν τη μέθοδο των φθόγγων διερεύνησης. Η μέθοδος προέκυψε από μια σειρά πειραμάτων σε φοιτητές πανεπιστημίων, με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας και γνώσεων στη μουσική. Σε αυτούς παιζόταν μια ντο μείζονα κλίμακα (ντο-ρε-μι-φα-σολ-λα-σι) ανιούσα και κατιούσα, και κατόπιν μια ακόμα νότα (probe tone), για την οποία οι συμμετέχοντες έπρεπε να βαθμολογήσουν με ποιο τρόπο ταιριάζει στην κλίμακα (1= πολύ κακώς, έως 7= πολύ καλώς). Οι επιπρόσθετες νότες (probe tones) ήταν όλα τα ημιτόνια από το μεσαίο ντο έως το ντο που βρίσκεται μια οκτάβα ψηλότερα. Επίσης, σε ένα δεύτερο πείραμα, συμπεριλήφθηκαν και ενδιάμεσοι από τους χρωματικούς, φθόγγοι (μισό ημιτόνιο).

Το παρακάτω γράφημα (Εικόνα 3.2), δείχνει το προφίλ που εξήχθη, από τα αποτελέσματα των βαθμολογήσεων της ομάδας, της οποίας οι συμμετέχοντες είχαν προχωρημένη μουσική εκπαίδευση.



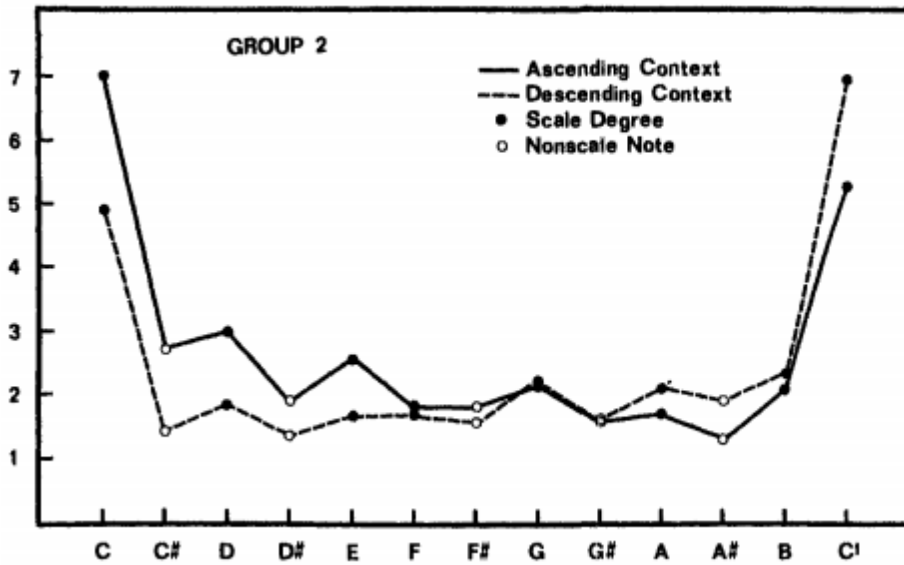
Εικόνα 3.2: (Krumhansl, 1990, σ.23). Βαθμολογία των φθόγγων διερεύνησης, από ομάδα με προχωρημένη μουσική εκπαίδευση. Με συνεχόμενη γραμμή είναι η βαθμολόγηση στην ανιούσα κλίμακα και με διακεκομμένη στην κατιούσα. Με



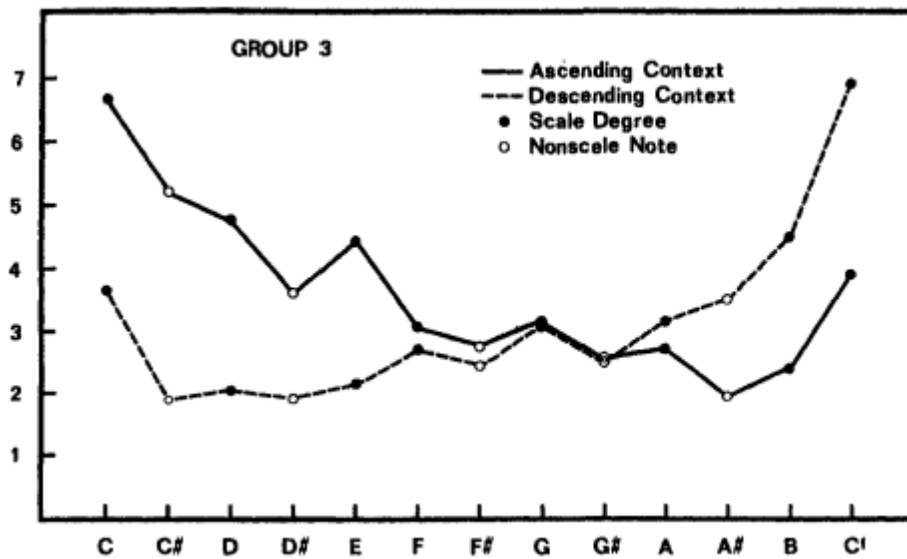
γεμάτη τελεία σημαδεύονται οι νότες εντός κλίμακας, ενώ με την κενή αυτές εκτός κλίμακας.

Παρατηρείται στο παραπάνω προφίλ, πως οι ακροατές δίνουν τη μεγαλύτερη βαθμολογία (και μέγιστη στην περίπτωση της ανιούσας) στον τονικό φθόγγο ντο, ενώ δεν επηρεάζει η οκτάβα, καθώς η βαθμολόγηση είναι περίπου ίδια και για το ψηλότερο ντο. Οι υπόλοιπες νότες της κλίμακας βρίσκονται σε κοντινές τιμές, ενώ αυτές εκτός κλίμακας, παίρνουν την πιο χαμηλή βαθμολογία. Επίσης, οπτικά φαίνεται να συμφωνούν τα προφίλ της ανιούσας και της κατιούσας κλίμακας.

Η δεύτερη ομάδα, είχε μέτρια μουσική εκπαίδευση, και παρουσίασε το προφίλ της εικόνας 3.3. Παρατηρείται κι εδώ πως ο φθόγγος της τονικής έχει την υψηλότερη βαθμολογία ενώ το φαινόμενο της ψηλότερης βαθμολόγησης των διατονικών φθόγγων παρουσιάζεται σε μικρότερο βαθμό απ' ότι στην πρώτη ομάδα. Επίσης παρατηρείται πως ανάλογα με το αν η κλίμακα είναι ανιούσα ή κατιούσα, παίρνει ψηλότερη βαθμολογία ο φθόγγος της τονικής που ακούγεται στην αρχή. Δηλαδή στην ανιούσα κλίμακα, παρουσιάζεται ως πιο καλό το χαμηλό ντο, παρά το ψηλότερο ντο που είναι η ομαλή συνέχεια της κλίμακας. Αντίστοιχα και στην κατιούσα κλίμακα. Το φαινόμενο αυτό δεν υπήρχε στην ομάδα με το προχωρημένο επίπεδο.



Εικόνα 3.3: Ομοίως με εικόνα 3.2. Βαθμολογία των φθόγγων διερεύνησης, από την ομάδα με μέτρια μουσική εκπαίδευση.



Εικόνα 3.4: Ομοίως με εικόνα 3.2. Βαθμολογία των φθόγγων διερεύνησης, από την ομάδα με τη μικρότερη μουσική εκπαίδευση.

Τέλος, στην ομάδα με τη μικρότερη μουσική εκπαίδευση, την υψηλότερη βαθμολογία παίρνουν οι φθόγγοι που είναι πιο κοντά στον

αρχικό φθόγγο της τονικής, ενώ φαίνεται να μην έχει επίδραση το αν η νότα ανήκει στη δοσμένη κλίμακα ή όχι.

Μια ανάγνωση αυτής της σύντομης περιγραφής του πειράματος, είναι πως οι έχοντες μουσική εκπαίδευση, εμπειρία και γνώσεις ακροατές, δείχνουν μια προτίμηση στους φθόγγους που έχουν κάποιο λειτουργικό ρόλο στο τονικό σύστημα, σε αντίθεση με τους μη έχοντες εμπειρία, που δείχνουν προτίμηση με βάση την εγγύτητα των φθόγγων. Αυτό ίσως ενισχύει την άποψη πως η προτίμηση σε συγκεκριμένες μελωδικές, αρμονικές και ρυθμικές κανονικότητες, είναι περισσότερο επίκτητη παρά προέρχεται από μια γενικότερη μαθηματική αλήθεια που διέπει τους κανόνες της σύνθεσης.

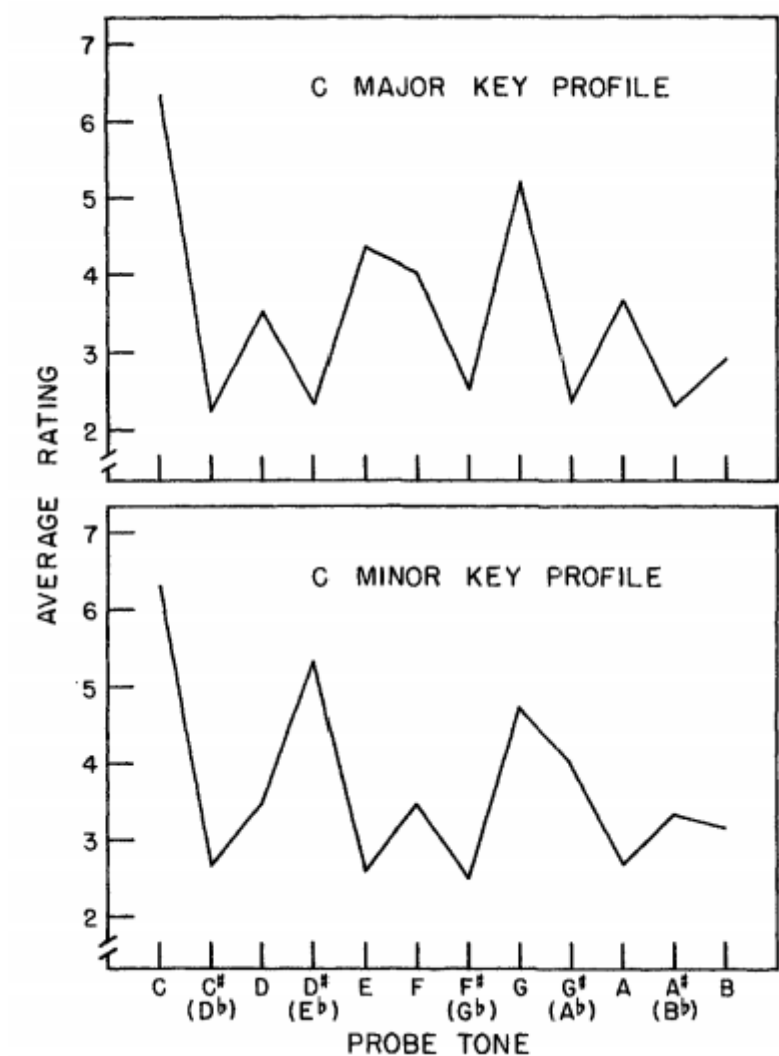
### **3.4 Επέκταση του πειράματος των φθόγγων διερεύνησης**

Το 1982, οι Krumhansl και Kessler, επανέλαβαν το παραπάνω πείραμα, ενσωματώνοντας αυτή τη φορά και την ελάσσονα κλίμακα, με σκοπό να διαπιστώσουν τη συμφωνία των προφίλ των φθόγγων διερεύνησης, ανάλογα με το τονικό περιβάλλον. Επίσης, άλλαξε η μεθοδολογία και αυτή τη φορά το πείραμα αφορούσε άτομα με προχωρημένη μεν εκπαίδευση, αλλά μέχρι κάποιο όριο, ώστε να διασφαλιστεί ότι αυτοί απαντούσαν με βάση την αντίληψη τους και όχι τις θεωρητικές τους γνώσεις. Σε αυτούς έδιναν μια ολοκληρωμένη κλίμακα αυτή τη φορά (πχ από ντο μέχρι ντο, και όχι μέχρι σι όπως στο προηγούμενο πείραμα), την τρίφωνη συγχορδία της τονικής, καθώς και τις εξής ακολουθίες συγχορδιών: IV-V-I, VI-V-I και II-V-I.

Στο προφίλ της ντο μείζονας τονικότητας (Εικόνα 3.5), παρατηρείται μια προτίμηση στις νότες της τονικής τρίφωνης συγχορδίας. Ακολουθεί η τέταρτη βαθμίδα και στη συνέχεια οι διατονικοί φθόγγοι. Χαμηλή βαθμολογία έχουν οι μη διατονικοί φθόγγοι.

Παρομοίως και στην ελάσσονα τονικότητα, μόνο που εδώ αλλάζουν οι φθόγγοι, ώστε να συμφωνούν με τις διαφορές της ελάσσονας από τη μείζονα κλίμακα.

Πάλι βλέπουμε πως την υψηλότερη βαθμολογία την έχουν οι νότες της τονικής τρίφωνης συγχορδίας, και ακολουθούν οι νότες τις κλίμακας, με τελευταίες τις νότες που δεν ανήκουν σε αυτήν. Και στις δύο περιπτώσεις, μετά την νοτα της τονικής, έρχεται η δεσπόζουσα, σε προτίμηση. Στο προηγούμενο πείραμα παρατηρήθηκε πως αυτή η βαθμολόγηση, με βάση το λειτουργικό ρόλο των φθόγγων, ήταν χαρακτηριστικό των έμπειρων ακροατών.



Εικόνα 3.5: Krumhansl & Kessler, 1982 σ.31. Τα προφίλ των φθόγγων διερεύνησης στη ντο μείζονα και τη ντο ελάσσονα τονικότητα.

Tone	Context	
	C Major	C Minor
C	6.35	6.33
C #/D $\flat$	2.23	2.68
D	3.48	3.52
D #/E $\flat$	2.33	5.38
E	4.38	2.60
F	4.09	3.53
F #/G $\flat$	2.52	2.54
G	5.19	4.75
G #/A $\flat$	2.39	3.98
A	3.66	2.69
A #/B $\flat$	2.29	3.34
B	2.88	3.17

Εικόνα 3.6: Krumhansl και Kessler, 1982, σ 30. Οι μέσες τιμές της αξιολόγησης των φθόγγων στη μείζονα και την ελάσσονα τονικότητα.

Είδαμε παραπάνω, πως σε επίπεδο φθόγγων, ένας έμπειρος ακροατής μπορεί να αντιληφθεί τις ποιότητες εκείνες, που δίνουν σε κάθε νότα τον ιεραρχικό της ρόλο μέσα σε ένα συγκεκριμένο τονικό περιβάλλον. Στους ακροατές με λιγότερη εμπειρία, το φαινόμενο εξασθενεί στις νότες εκτός της τονικής, η οποία όμως παραμένει κυρίαρχη ως καλύτερο «κλείσιμο» μιας συγκεκριμένης ακολουθίας νοτών και εν προκειμένω της ανιούσας ή κατιούσας διατονικής κλίμακας. Επομένως, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, ενυπάρχει σε κάθε νότα ο ρόλος της, όταν αυτή παρουσιάζεται σε ένα ευρύτερο τονικό πλαίσιο.

### 3.5 Ιεραρχική οργάνωση σχέσεων μεταξύ συγχορδιών

Ένα κύριο χαρακτηριστικό στοιχείο όταν μιλάμε για συγχορδία εντός κάποιου τονικού πλαισίου, είναι η αίσθηση της έντασης ή προσμονής (tension) και της λύσης (resolution). Εναλλακτικά, μπορεί να

χρησιμοποιηθούν όροι όπως σταθετότητα και αστάθεια για τη διάκριση αυτή.

Αναφορικά με τη δυτική μουσική, από τον 17ο αιώνα και μετά, οι κυριότερες συγχορδίες που αντιπροσωπεύουν τις έννοιες της σταθερότητας και της αστάθειας μέσα σε μια τονικότητα, είναι αυτές που δημιουργούνται από την I και την V (συνήθως μεθ'εβδόμης) βαθμίδα. Αυτές οι δύο συγχορδίες, που δημιουργούν την τέλεια πτώση ( $V^7 - I$ ) είναι η ραχοκοκαλιά της τονικής μουσικής (Kostka και Payne, 2004). Μάλιστα η σενκεριανή μέθοδος ανάλυσης (Schenker, 1979), αποδομεί κάθε τονικό έργο σε σημείο που καταλήγει σε ένα εκτενές I -V -I. Μια αίσθηση δηλαδή της οδήγησης από την σταθερότητα, στην αστάθεια και την προσμονή και ξανά στη σταθερότητα.

Από πολιτισμικής πλευράς, η απόδοση των χαρακτηρισμών αυτών στις συγχορδίες I και V, ίσως οφείλεται στη συνεχή έκθεση των ακροατών σε κομμάτια που περιλαμβάνουν αυτή την τεχνική (Milne, 2010). Ψυχοακουστικά, μπορεί να εξηγηθεί με όρους συμφωνίας ή διαφωνίας. Μια διάφωνη συγχορδία, τείνει να λυθεί σε μια σύμφωνη. Σύμφωνα με τον Helmholtz (1885), η διαφωνία μιας συγχορδίας εξαρτάται από την αντιληπτή της τραχύτητα (perceived roughness). Οι Plomp και Levelt (1965) εξήγησαν αυτή τη σκληρότητα, ως αποτέλεσμα των διακροτημάτων που παράγονται όταν οι συχνότητες των συνηχούντων φθόγγων βρίσκονται μέσα στα όρια ενός κρίσιμου φασματικού εύρους.

Βέβαια, η συγχορδία που προκύπτει από τη δεσπόζουσα βαθμίδα, είναι απλά μια μείζονα συγχορδία, όπως και η τονική. Δεδομένου όμως πως έχει εγκατασταθεί ως τονική η I βαθμίδα, πράγμα που συμβαίνει αντιληπτικά όπως αναφέρθηκε στα πειράματα της Krumhansl (1990), τότε η εμφάνιση του προσαγωγέα εντείνει την αίσθηση πως κάτι πρέπει να λυθεί στην πιο σταθερή τονική. Επίσης, η V συνήθως εμφανίζεται ως

V<sup>7</sup>, δημιουργώντας έτσι μια σχέση τρίτονου, ανάμεσα στην τρίτη και έβδομη βαθμίδα της, κάτι που χαρακτηρίζεται ως διαφωνία που πρέπει να λυθεί. Αλλά ακόμα και αν δεν υπάρχει η έβδομη βαθμίδα, συνήθως η V ακολουθεί την IV, η οποία περιέχει τον φθόγγο αυτό που θα δημιουργήσει τη σχέση τρίτονου με τον προσαγωγέα μελωδικά.

Πέρα όμως από την προφανή σχέση σταθερότητας - αστάθειας των βαθμίδων I και V, οι υπόλοιπες συγχορδίες που παίζουν δευτερεύοντα ρόλο, έχουν και αυτές μεταξύ τους διαβαθμίσεις στην ιεράρχηση τους ως προς τη σταθερότητα που παρουσιάζουν. Και φυσικά, τα παραπάνω αφορούν συγχορδίες εντός της ίδιας τονικότητας. Υπάρχουν όμως και σχέσεις συγχορδιών μεταξύ διαφορετικών τονικοτήτων.

Σε επέκταση της μελέτης των Krumhansl και Kessler (1982), περί ιεράρχησης των φθόγων μπορούμε να υποθέσουμε πως από την αντίστοιχη μελέτη για τις συγχορδίες θα προκύψουν τέσσερις βασικές διαπιστώσεις (Krumhansl, 1985). Πρώτον, πως θα προκύψει και στις συγχορδίες κάποια ιεράρχηση. Δεύτερον, πως θα υπάρχει μια προτίμηση, οι όποιες ακολουθίες συγχορδιών να «κλείνουν» σε κάποια συγχορδία που βρίσκεται ψηλά στην ιεράρχηση (είναι δηλαδή πιο σταθερή). Τρίτον, πως η ιεράρχηση των συγχορδιών θα συμφωνεί με τη συχνότητα χρήσης τους στις τονικές συνθέσεις και τέλος, πως οι αντιληπτές σχέσεις μεταξύ των συγχορδιών, θα επηρεάζονται από το τονικό περιβάλλον στο οποίο εμφανίζονται.

Το ζητούμενο λοιπόν είναι να εξεταστεί ο τρόπος που οργανώνει ο ακροατής την αρμονική δομή ενός κομματιού. Πώς αξιολογεί την κίνηση από συγχορδία σε συγχορδία, ως κίνηση από τη σταθερότητα στην αστάθεια, από την ένταση στη λύση και το αντίστροφο. Μια υπόθεση περί των σχέσεων των συγχορδιών, υποστηριζόμενη από ανάλογα πειράματα, κάνουν οι Bharucha και Krumhansl (1983). Προτείνουν

λοιπόν πως η ιεραρχική οργάνωση της αρμονικής πληροφορίας μπορεί να συνοψιστεί σε έξι αρχές:

1. Την ύπαρξη των συγχορδιών στην ίδια τονικότητα.
2. Την απόστασή τους μέσα στην τονικότητα.
3. Την ασυμμετρία τους εντός της τονικότητας.
4. Την ύπαρξή τους εντός γενικότερου τονικού πλαισίου.
5. Την απόστασή τους εντός γενικότερου τονικού πλαισίου.
6. Την ασυμμετρία τους εντός γενικότερου τονικού πλαισίου.

Οι τρεις πρώτες αρχές, είναι ανεξάρτητες από το τονικό πλαίσιο, καθώς μιλάμε για συγκεκριμένη τονικότητα. Οι τρεις τελευταίες, μπορεί να αφορούν σχέσεις συγχορδιών σε διαφορετικές τονικότητες, οπότε χρειάζεται να ενταχθούν σε κάποιο γενικότερο πλαίσιο, να οριστεί δηλαδή κάποιο ευρύτερο τονικό κέντρο στο οποίο εμφανίζονται.

Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω αρχών, ας συμβολίσουμε την ψυχολογική απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών  $C_1$  και  $C_2$ , σε χρονική διαδοχή, ως  $d(C_1, C_2)$ . Ως  $K$ , συμβολίζουμε το σύνολο των διατονικών συγχορδιών (από I έως VII, βλ. εικόνα 2.1) και ως  $S$  το υποσύνολο των σημαντικότερων λειτουργικά συγχορδιών I, IV, V. Έτσι μπορούμε να συμβολίσουμε πως μια συγχορδία ανήκει ή όχι στο σύνολο  $K$  ως εξής:  $C_1 \in K$  ή  $C_1 \notin K$ .

Η πρώτη αρχή, της ύπαρξης ή όχι των συγχορδιών στην ίδια τονικότητα, προϋποθέτει πως δύο συγχορδίες που ανήκουν στο ίδιο σύνολο  $K$ , είναι πιο κοντά μεταξύ τους από δύο άλλες που δεν ανήκουν σε κάποια άλλη τονικότητα ( $K'$ ), ανεξάρτητα από το αν υπάρχει εγκαθιδρυμένο τονικό πλαίσιο. Δηλαδή:



$d(C_1, C_2) < d(C_3, C_4)$ , όταν  $C_1, C_2 \in K$ , αλλά δεν υπάρχει κάποιο  $K'$  όπου ανήκουν οι  $C_3, C_4$ .

Για παράδειγμα, η F με τη G, είναι πιο κοντά από ότι η D με την F, γιατί οι πρώτες δύο ανήκουν στην ίδια τονικότητα, ως IV και V της ντο μείζονας τονικότητας. Αντίθετα οι D και F δε συναντώνται σε κάποια τονικότητα. Τα παραπάνω ισχύουν ανεξάρτητα από το τονικό κέντρο του μουσικού έργου που βρίσκονται.

Η δεύτερη αρχή, της απόστασης μέσα σε μια τονικότητα, προϋποθέτει πως από το σύνολο των διατονικών συγχορδιών μιας τονικότητας, αυτές που ανήκουν στο υποσύνολο S, θεωρούνται πιο κοντινές από τις υπόλοιπες.

Δηλαδή:

$d(C_1, C_2) < d(C_3, C_4)$ , όταν  $C_1, C_2 \in S$ ,  $C_3, C_4 \notin S$  και  $C_1, C_2, C_3, C_4 \in K$ ,  
 $C_3 \neq C_4$

Για παράδειγμα, στην τονικότητα της ντο μείζονας, οι συγχορδίες F και G (IV και V αντίστοιχα), ακούγονται ως πιο κοντινές μεταξύ τους από ότι οι συγχορδίες d και e (II και III αντίστοιχα).

Η τρίτη αρχή, της ασυμμετρίας μέσα σε μια τονικότητα, προϋποθέτει πως σε μια διαδοχή όπου η πρώτη συγχορδία δεν ανήκει στο υποσύνολο S και η δεύτερη ανήκει στο υποσύνολο S, αυτές ακούγονται πιο κοντινές μεταξύ τους, από ότι αν παρουσιάζονταν αντίστροφα.

Δηλαδή:

$d(C_1, C_2) < d(C_2, C_1)$ , όταν  $C_1 \notin S$  και  $C_2 \in S$

Για παράδειγμα, στην τονικότητα της ντο μείζονας, η αλληλουχία των συγχορδιών  $d - G$ , δείχνει τις συγχορδίες πιο κοντινές μεταξύ τους, από ότι σε αντίστροφη σειρά, δηλαδή  $G - d$ .

Οι τρεις επόμενες αρχές, αφορούν τη σχέση των συγχορδιών, σε περιβάλλον όπου έχει εγκαθιδρυθεί ένα γενικότερο κέντρο, μέσα στο οποίο εξετάζονται σχέσεις και με συγχορδίες από άλλες τονικότητες. Οπότε, ως  $d_K(C_1, C_2)$ , συμβολίζεται η απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών όταν υπάρχει συγκεκριμένο τονικό πλαίσιο  $K$ .

Η τέταρτη αρχή λοιπόν, της ύπαρξης εντός συγκεκριμένου τονικού πλαισίου, λέει πως μια συγχορδία ακούγεται πιο συγγενής προς τον εαυτό της, όταν ανήκει στο τονικό πλαίσιο του περιβάλλοντος που εμφανίζεται. Δηλαδή:

$$d_K(C_1, C_1) < d(C_1, C_1) \text{ και } d_K(C_1, C_1) < d_{K'}(C_1, C_1), \text{ όταν } C_1 \in K, \text{ αλλά } C_1 \notin K'$$

Η αρχή αυτή υποδηλώνει πως όταν ακούμε μια συγχορδία για δεύτερη φορά (ή πολλοστή) σε ένα κομμάτι, αναγνωρίζουμε πιο εύκολα ότι την ξανακούσαμε, όταν αυτή ανήκει στο τονικό πλαίσιο του κομματιού. Για παράδειγμα, μπορούμε πιο εύκολα να αναγνωρίσουμε τη  $G$  στο περιβάλλον της ντο μείζονας τονικότητας, παρά στο περιβάλλον της φα μείζονας.

Η πέμπτη αρχή, της απόστασης εντός συγκεκριμένου τονικού πλαισίου, αφορά την απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών σε διάφορα επίπεδα. Δύο συγχορδίες θεωρούνται κοντινές όταν ανήκουν στο ίδιο τονικό πλαίσιο, λιγότερο μακρινές όταν δεν υπάρχει συγκεκριμένο τονικό πλαίσιο και ακόμα πιο μακρινές, όταν υπάρχει τονικό πλαίσιο, αλλά οι συγχορδίες δεν ανήκουν σε αυτό.

Δηλαδή:

$d_K(C_1, C_2) < d(C_1, C_2) < d_{K'}(C_1, C_2)$ , όταν  $C_1, C_2 \in K$ , αλλά  $C_1, C_2 \notin K'$

Για παράδειγμα, οι συγχορδίες F και G, ακούγονται ως πιο κοντινές όταν βρίσκονται στο τονικό περιβάλλον της Ντο μείζονας. Όταν συναντώνται σε περιβάλλον χωρίς συγκεκριμένο τονικό κέντρο, ακούγονται ως πιο μακρινές από ότι στην ντο μείζονα τονικότητα, αλλά και πιο κοντινές από ότι στην μι ύφεση τονικότητα, όπου δεν ανήκει καμία από τις δύο.

Η έκτη αρχή, της ασυμμετρίας εντός συγκεκριμένου τονικού πλαισίου, είναι παρόμοια με την τρίτη αρχή, απλά αυτή τη φορά αφορά τη σχέση των συγχορδιών με το ευρύτερο τονικό πλαίσιο που εμφανίζονται. Έτσι, σε μια διαδοχή δύο συγχορδιών, αυτές είναι πιο κοντινές, όταν η πρώτη είναι εκτός του τονικού πλαισίου και η δεύτερη εντός, παρά το αντίστροφο.

Δηλαδή:

$d_K(C_1, C_2) < d_K(C_2, C_1)$ , όταν  $C_1 \notin K$  και  $C_2 \in K$

### 3.6 Πειραματική μελέτη συγχορδιακών σχέσεων

Αφού λοιπόν παρατέθηκαν οι αρχές που προτείνουν οι Bharucha και Krumhansl (1983), μπορούν να εξεταστούν τα αποτελέσματα των πειραμάτων που διενεργήθηκαν. Στο πρώτο πείραμα, οι συμμετέχοντες είχαν προχωρημένη εκπαίδευση σε κάποιο όργανο (μ.ο. 11,4 χρόνια), ενώ οι μισοί είχαν παρακολουθήσει κάποια μαθήματα θεωρίας και οι άλλοι μισοί όχι.

Σκοπός του πειράματος, ήταν να μελετηθεί ο βαθμός συγγένειας των συγχορδιών, με βάση τις παραπάνω έξι αρχές. Για αυτό το λόγο,

εξετάστηκαν τρεις κατηγορίες. Μία στο τονικό περιβάλλον της ντο μείζονας, μία στο τονικό περιβάλλον της φα δίεση μείζονας και μία χωρίς συγκεκριμένο τονικό περιβάλλον. Σε κάθε μία από τις δύο πρώτες κατηγορίες, δινόταν πρώτα μια πτώση στην εκάστοτε τονικότητα (IV V I), και κατόπιν δύο διαδοχικές συγχορδίες, από το σύνολο των διατονικών συγχορδιών των δύο εξεταζόμενων τονικοτήτων. Στην τρίτη κατηγορία, δε δόθηκε κάποια πτώση, αλλά στις πρώτες δύο, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε σχέση με την πτώση που άκουσαν. Εξαντλήθηκαν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των δεκατεσσάρων συγχορδιών (εφτά διατονικές από κάθε τονικότητα). Η βαθμολόγηση από τους συμμετέχοντες, έγινε σε κλίμακα από 1 έως 7.

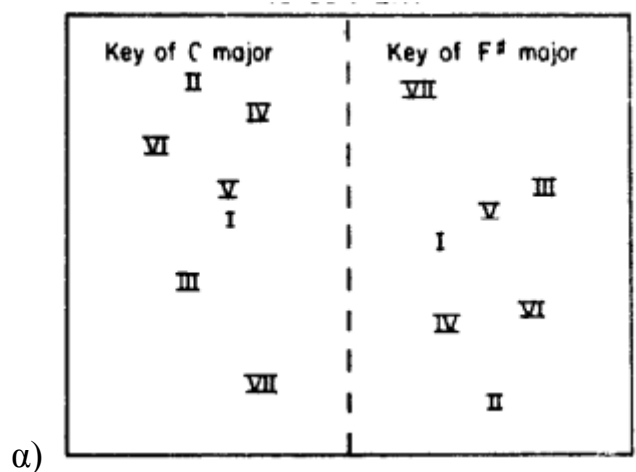
Σε σύμφωνα με την πρώτη από τις έξι αρχές, αυτή της «ύπαρξης μέσα σε μια τονικότητα», οι συγχορδίες, ανεξάρτητα από το τονικό περιβάλλον, χωρίστηκαν από τους ακροατές με βάση τις τονικότητες που ανήκουν (Εικόνα 3.7). Από κει και πέρα, φαίνεται να επιβεβαιώνεται η δεύτερη αρχή, της απόστασης μέσα σε μια τονικότητα. Οι συγχορδίες I, IV, V έχουν κεντρική θέση στο αντίστοιχό τους τονικό περιβάλλον, αλλά και στο μη τονικό περιβάλλον. Το φαινόμενο εξασθενεί για κάθε τονικότητα, όταν βρίσκεται στο αντίθετο περιβάλλον. Το γεγονός όμως πως επιβεβαιώνεται ο κεντρικός ρόλος του αρμονικού πυρήνα (IV, V, I), καθώς και ο περιφερειακός των υπόλοιπων διατονικών συγχορδιών, δείχνει ότι η αρχή της απόστασης σε μια τονικότητα, είναι ανεξάρτητη από το τονικό περιβάλλον. Έρχεται επίσης και σε συμφωνία με τη θεωρία της μουσικής, που τοποθετεί τις τρεις αυτές συγχορδίες στο κέντρο της συνθετικής πρακτικής.

Οι συγχορδίες αυτές, παίζουν και έναν ακόμα ρόλο, στην αρχή της ασυμμετρίας μέσα σε μια τονικότητα. Οι Bharucha και Krumhansl, επιβεβαιώνουν μέσα από το πείραμα τους, πως οι ακροατές προτιμούσαν

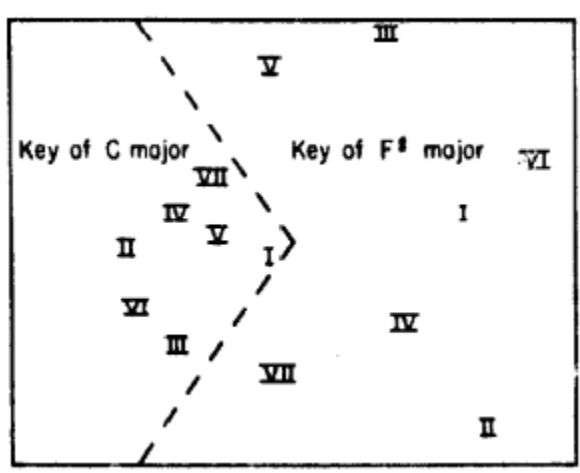
τις διαδοχές όπου η πρώτη συγχορδία δεν άνηκε στο υποσύνολο αυτό, και η δεύτερη άνηκε, παρά το αντίστροφο.

Από την εικόνα 3.7, φαίνεται να επιβεβαιώνεται και η αρχή της απόστασης ανάλογα με το τονικό πλαίσιο. Βλέπουμε πως οι συγχορδίες είναι πιο κοντά μεταξύ τους, όταν η τονικότητα συμφωνεί με το τονικό πλαίσιο, ενώ η απόσταση μεγαλώνει στην περίπτωση που δεν υπάρχει τονικό πλαίσιο και ακόμα πιο πολύ όταν αυτό δε συμφωνεί με την τονικότητα της συγχορδίας.

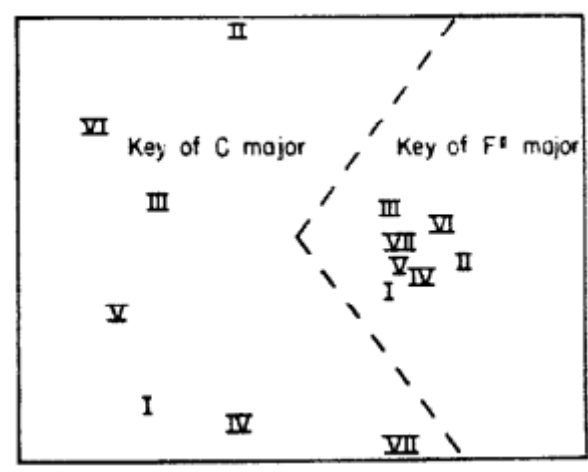
Η ασυμμετρία εντός τονικού πλαισίου, φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τις βαθμολογήσεις των ζευγών στα οποία η πρώτη δεν άνηκε στο τονικό περιβάλλον, ενώ η δεύτερη άνηκε, οι οποίες ήταν υψηλότερες από όταν συνέβαινε το αντίθετο. Αυτό συμφωνεί επίσης και με τη θεωρία της μουσικής, που θεωρεί τις μη διατονικές συγχορδίες, ασταθείς που χρειάζονται προετοιμασία και λύση. Όταν παρουσιάζεται πρώτη μια διατονική συγχορδία και μετά μια μη διατονική, τότε η δεύτερη δε συνδέεται με την πρώτη, παρά δημιουργεί προσμονή για την επόμενη.



α)



β)



γ)

Εικόνα 3.7: Bharucha & Krumhansl, 1983, σ.77. Γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων του πειράματος. Στο α. είναι η συγγένεια χωρίς συγκεκριμένο τονικό περιβάλλον, στο β. είναι η συγγένεια στο τονικό περιβάλλον της ντο μείζονας και στο γ. η συγγένεια στο τονικό περιβάλλον της φα δίεση μείζονας.

Το δεύτερο μέρος των πειραμάτων, αφορά την επίδραση της αρμονικής δομής, στην απομνημόνευση από τους ακροατές. Τους δόθηκε λοιπόν μια ακολουθία επτά συγχορδιών (κύρια ακολουθία), ακολουθούμενη από άλλη μια ακολουθία επτά συγχορδιών (προς σύγκριση ακολουθία), η οποία είτε ήταν όμοια, είτε διέφερε ως προς μία συγχορδία (συγχορδία - στόχος). Οι ακροατές έπρεπε να επιλέξουν αν το ζευγάρι των ακολουθιών ήταν όμοιο ή διαφορετικό. Οι ακολουθίες ήταν είτε τυχαίες, με συγχορδίες επιλεγμένες από διάφορες τονικότητες, είτε καθαρά τονικές, με χρήση των κύριων συγχορδιών I, IV, V, II, VI και με βάση τους κανόνες της θεωρίας της μουσικής περί της κίνησης των φωνών και των πτώσεων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι ακροατές εντόπιζαν με μεγαλύτερη επιτυχία τη διαφορά των μεταβαλλόμενων συγχορδιών, όταν η πρώτη ήταν διατονική και η δεύτερη μη διατονική, μέσα σε τονικό πλαίσιο. Δηλαδή όταν η αλλαγή ήταν από μια εντός τονικότητας συγχορδία σε μία εκτός τονικότητας, ενισχύοντας έτσι την πρώτη από τις έξι αρχές που προαναφέρθηκαν, αυτή της ύπαρξης σε μια τονικότητα. Αμέσως μετά στη βαθμολογία, ήταν η κατάσταση όπου σε τονικό πλαίσιο οι υπό σύγκριση συγχορδίες ήταν μη διατονικές. Ακολούθησε η διαφορά ανάμεσα σε δύο τυχαίες συγχορδίες, χωρίς κάποιο τονικό πλαίσιο. Την αμέσως μικρότερη βαθμολογία, πήρε η κατάσταση όπου η κύρια συγχορδία ήταν μη διατονική και η υπό σύγκριση διατονική. Τη χαμηλότερη βαθμολογία τέλος, πήρε η κατάσταση όπου και οι δύο συγχορδίες ήταν διατονικές. Παρατηρείται λοιπόν πως τη χαμηλότερη βαθμολογία την πήραν οι περιπτώσεις όπου η συγχορδία που άλλαζε ήταν διατονική. Ίσως η οικειότητα που παρουσίαζαν στο τονικό πλαίσιο, έδινε την αίσθηση στους ακροατές ότι την είχαν ξανακούσει στην πρώτη ακολουθία. Παρακάτω είναι ο πίνακας με τη σειρά βαθμολογίας (Πίνακας 3.8).

Κατάταξη	Πλαίσιο	Κύρια συγχορδία	Υπό σύγκριση συγχορδία	Ποσοστό επιτυχίας
1	Τονικό	Διατονική	Μη διατονική	0,868
2	Τονικό	Μη διατονική	Μη διατονική	0,776
3	Μη τονικό	Τυχαία	Τυχαία	0,667
4	Τονικό	Μη διατονική	Διατονική	0,613
5	Τονικό	Διατονική	Διατονική	0,569

Πίνακας 3.8: Η κατάταξη των αποτελεσμάτων από το πείραμα των Bharucha και Krumhansl (1983).

Ένα πρώτο συμπέρασμα από τα παραπάνω αποτελέσματα, είναι πως όταν δύο συγχορδίες βρίσκονται κοντά (σε μικρή αντιληπτική απόσταση), τότε είναι πιο δύσκολη η αναγνώρισή τους ως διαφορετικές. Αυτό επιβεβαιώνεται από το ότι η περίπτωση με τις δύο διατονικές συγχορδίες σε τονικό πλαίσιο λαμβάνει τη χαμηλότερη βαθμολογία. Αντίθετα, συγχορδίες σε μη τονικό περιβάλλον είναι πιο εύκολα αναγνωρίσιμες ως διαφορετικές, ενώ ανάμεσα στις δύο περιπτώσεις βρίσκεται εκείνη όπου υπάρχει τονικό πλαίσιο, αλλά οι συγχορδίες δεν ανήκουν στην τονικότητα που έχει καθιερωθεί. Αυτό αποτελεί και μια επιβεβαίωση της αρχής της απόστασης σε τονικό πλαίσιο.

Από τον πίνακα 3.8, φαίνεται να επιβεβαιώνεται και η αρχή της ασυμμετρίας σε τονικό πλαίσιο. Υπάρχει σαφής διαφορά στη βαθμολόγηση των ακολουθιών, όταν η συγχορδία - στόχος είναι διατονική ή όχι (πίνακας 3.8: γραμμή 1 και 4).



### 3.7 Σύγκριση πειραματικών αποτελεσμάτων και μοντέλων για την ένταση των συγχορδιών.

Ένα άλλο πείραμα, διενήργησε ο Bigand (Bigand et al., 1996), για να μελετήσει την ένταση (tension) μιας συγχορδίας σε τονικό περιβάλλον, με εγκαθιδρυμένη τονικότητα. Υπέθεσε πως η ένταση έχει δύο συνισταμένες, τη γνωσιακή και την αισθητηριακή.

Μουσικολογικά, η ένταση είναι αποτέλεσμα του λειτουργικού ρόλου που έχει η συγχορδία στην τονικότητα που εμφανίζεται, και η τάση της να λυθεί σε μια πιο σταθερή αρμονικά συγχορδία (Krumhansl, 1990; Schenker, 1979 κ. α.).

Σε μία ψυχοακουστική προσέγγιση, η ένταση μπορεί να συνδέεται με την διαφωνία που παρουσιάζουν τα επιμέρους στοιχεία της συγχορδίας μεταξύ τους (Helmholtz, 1885; Plomp & Levelt, 1965). Σύμφωνα με τους Plomp και Levelt, η διαφωνία είναι αποτέλεσμα της αντιληπτής τραχύτητας. Η τραχύτητα αυτή, σε ένα ζευγάρι καθαρών τόνων, χωρίς αρμονικούς υπέρτονους, δημιουργείται όταν η διαφορά μεταξύ τους είναι περίπου το 1/4 του κρίσιμου εύρους (critical band), το οποίο ανταποκρίνεται στο 10-20% της κεντρικής συχνότητας. Δηλαδή περίπου 500-1000 Hz στις μεσαίες συχνότητες και πάνω, και 50-100 Hz στις χαμηλές συχνότητες.

Έτσι, συγκρίνονται στην εργασία των Bigand, Parncutt και Lerdahl (1996), διαφορετικά μεγέθη μέτρησης της έντασης, ώστε να επαληθευτεί η πρόβλεψη πως αυτή επηρεάζεται από γνωσιακές και αισθητηριακές συνισταμένες.

Σε γνωσιακό επίπεδο, ο Lerdahl (1991), χαρακτήρισε την ένταση, ως ανάλογη της απόστασης που προκύπτει από τη θεωρία του tonal pitch space (Εικόνα 2.7). Η θεωρία αυτή εξετάζει τις αλλαγές που γίνονται σε μια συγχορδία ως προς τον τονικό χώρο που αυτή εμφανίζεται. Όσο

μεγαλύτερη είναι η απόσταση, τόσες περισσότερες αλλαγές συνεπάγεται, και τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση της συγχορδίας στο τονικό περιβάλλον.

Σε αισθητηριακό επίπεδο, εξετάστηκε το μοντέλο των κοινών φθόγων (pitch commonality) του Parncutt (1989), που αποτυπώνει τη σχέση και την απόσταση μεταξύ διαδοχικών συγχορδιών. Σε αντίθεση με το παραπάνω μοντέλο, που έχει κυρίως μουσικολογικό ή γνωστικό υπόβαθρο, το μοντέλο του Parncutt, αφορά καθαρά το φθογγικό περιεχόμενο της κάθε συγχορδίας, ανεξάρτητα από το τονικό περιβάλλον που βρίσκεται. Η πρόβλεψη εδώ γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τους κοινούς φθόγγους κάθε ζευγαριού. Σημειώνεται εδώ, πως για την εξαγωγή της τιμής του pitch commonality, δεν προσμετρούνται μόνο οι πραγματικοί φθόγγοι (αυτοί που γράφονται στην παρτιτούρα και εκτελούνται για παράδειγμα), αλλά και άλλοι, που υπονοούνται. Σύμφωνα με τον Parncutt, οι αντιληπτοί φθόγγοι, δεν είναι μόνο αυτοί που ακούγονται, αλλά και άλλοι που συμπληρώνονται αντιληπτικά από τον ακροατή (virtual pitches).

Το μοντέλο αυτό χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος εισάγεται το φασματικό πλάτος κάθε συγχορδίας από το οποίο εξάγεται ένα προφίλ των τονικών υψών καθώς και οι προβλεπόμενες κορυφές από τους επί μέρους φθόγγους που προκύπτουν από την συγχορδία. Σε δεύτερη φάση, από τη σύγκριση των προφίλ δύο διαδοχικών συγχορδιών, εξάγεται μια τιμή που αντιστοιχεί στο pitch commonality. Στον πίνακα 3.9 παρουσιάζονται ορισμένες ενδεικτικές τιμές του pitch commonality των διατονικών συγχορδιών της ντο μείζονας τονικότητας, ως προς την τονική συγχορδία.

Συγχορδία	Τιμή pitch commonality
C	1,00
d	0,06
e	0,38
F	0,32
G	0,32
a	0,46
b <sup>o</sup>	-0,02

*Πίνακας 3.9:* Οι τιμές του pitch commonality όλων των διατονικών συγχορδιών της ντο μείζονας τονικότητας, σε σχέση με την τονική συγχορδία.

Τέλος, για τη σύγκριση των διαφορετικών τιμών της έντασης, ο Bigand (Bigand et al, 1996), εισήγαγε και μία ακόμα τιμή, αυτή της οριζόντιας κίνησης (Horizontal Motion). Αυτή η τιμή προέρχεται από το άθροισμα των ημιτονίων στην κίνηση κάθε φωνής σε μια μετάβαση από μια συγχορδία σε κάποια άλλη (Πίνακας 3.10). Η κίνηση των φωνών υπαγορεύεται από τους κανόνες της βέλτιστης κίνησης της παραδοσιακής αρμονίας (π.χ. αντίθετες κινήσεις μπάσου σε σχέση με υπόλοιπες φωνές).

Στο πείραμά του ο Bigand (Bigand et al, 1996), αφού χώρισε τους συμμετέχοντες σε μουσικούς και μη μουσικούς, τους έδωσε μια σειρά από ακολουθίες τριών συγχορδιών, από τις οποίες η πρώτη και η τρίτη ήταν η C τρίφωνη συγχορδία. Ως ενδιάμεσες χρησιμοποίησε όλες τις συγχορδίες που προκύπτουν από τους χρωματικούς φθόγγους, τρίφωνες ή μεθ' εβδόμης, σε μείζονα και ελάσσονα μορφή, ζητώντας από τους συμμετέχοντες να βαθμολογήσουν την ένταση που αντιλαμβάνονται από τη μεσαία συγχορδία, ως προς την C.



	Μπάσο	Τενόρο	Άλτο	Σοπράνο	<b>Σύνολο</b>
C-D	2	1	2	3	<b>8</b>
C-F	5	5	1	3	<b>14</b>
C-G	7	7	3	1	<b>18</b>
C-B <sup>b</sup>	10	7	1	2	<b>20</b>

Σχήμα 3.10: Ενδεικτικές τιμές οριζόντιας κίνησης, από την ντο μείζονα συγχορδία προς άλλες μείζονες. Προστίθενται τα ημιτόνια της κίνησης κάθε φωνής για το τελικό αποτέλεσμα.

Από τα αποτελέσματα, τα οποία θα μελετηθούν παρακάτω σε σύγκριση με αυτά της Krumhansl αλλά και άλλα μοντέλα, ο Bigand διαπιστώνει πως όντως η έννοια της έντασης διαμορφώνεται από ένα πλήθος διαφορετικών αντιληπτικών και γνωστικών επιρροών και σχετίζεται με το επίπεδο της μουσικής εκπαίδευσης. Οι βασικές αρχές ιεράρχησης, όπως και στο πείραμα της Krumhansl, επιβεβαιώθηκαν από τα αποτελέσματα. Οι διατονικές συγχορδίες φαίνεται πως δημιουργούν λιγότερη ένταση από τις μη διατονικές (πρώτη αρχή της Krumhansl), και οι αυτές που ανήκουν στον αρμονικό πυρήνα (I, IV, V), παρουσιάζονται πιο σταθερές από τις υπόλοιπες διατονικές (δεύτερη αρχή της Krumhansl). Από όλες, ως πιο σταθερή παρουσιάζεται η συγχορδία της τονικής. Η σημαντική αρνητική συσχέτιση των αποτελεσμάτων της Krumhansl (1990), δείχνει συμφωνία στην ουσία της αναζήτησης, καθώς

η Krumhansl μέτρησε το κατά πόσο ταιριάζει μια συγχορδία μέσα σε ένα περιβάλλον, ενώ ο Bigand μέτρησε την ένταση που δημιουργείται.

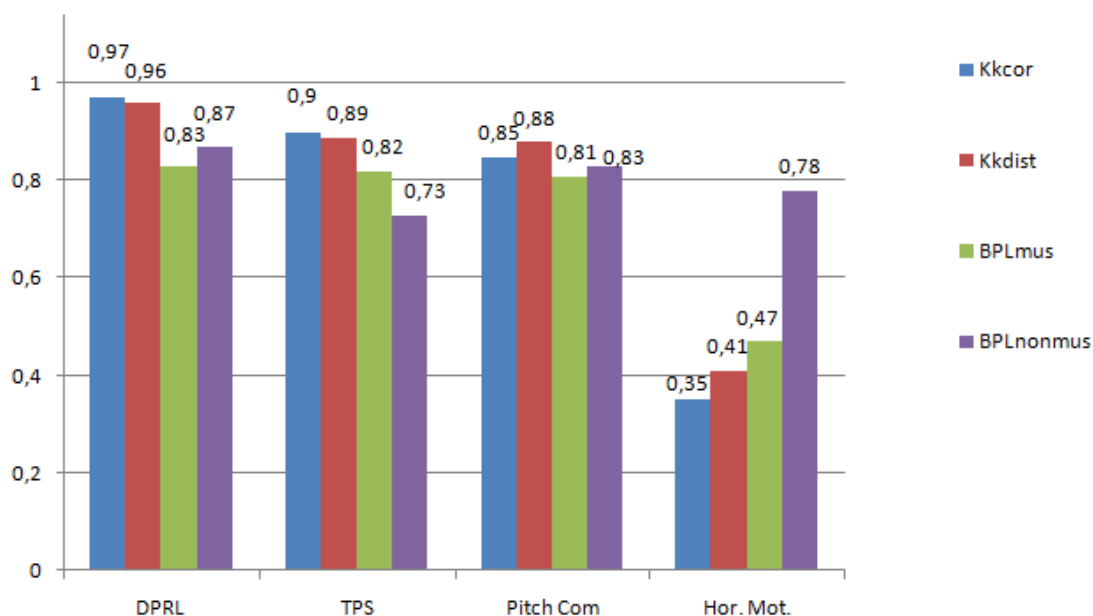
Μελετώντας τη συσχέτιση των μοντέλων και των πειραματικών αποτελεσμάτων με τα neo-riemannian μοντέλα μετάβασης των συγχορδιών (DPRL, PRL, DPR, βλ. Ενότητα 2), η Krumhansl (1998) συνέταξε κάποιους πίνακες που δείχνουν τη συμφωνία των παραπάνω ευρημάτων και μοντέλων. Πρόθεση της Krumhansl, ήταν να μετρήσει με ποιο τρόπο τα διαφορετικά neo-riemannian μοντέλα συμφωνούν περισσότερο ή λιγότερο με το tonal pitch space του Lerdahl, το pitch commonality του Parncutt και το μοντέλο της οριζόντιας κίνησης (horizontal motion) του Bigand, όπως και τα πειραματικά αποτελέσματα του τελευταίου.

Προς σύγκριση, η Krumhansl παρέθεσε και δύο τιμές από τα δικά της πειράματα. Η πρώτη τιμή, που συμβολίζεται  $KKcor$  προέρχεται από τη συσχέτιση (correlation) των προφίλ των φθόγγων διερεύνησης κάθε συγχορδίας. Για παράδειγμα, στη μέτρηση μεταξύ των συγχορδιών C και f, μεταφέρεται το προφίλ των φθόγγων διερεύνησης της μείζονας στην τονικότητα της ντο και το προφίλ της ελάσσονας στην τονικότητα της φα. Κατόπιν μετράται η συσχέτιση μεταξύ των δύο προφίλ και αποδίδεται η τιμή  $KKcor$ .

Στη συνέχεια, οι τιμές από τις συσχετίσεις των προφίλ, εισάγονται σε μια στατιστική ανάλυση πολυδιαστατικής κλιμάκωσης (multidimensional scaling) (Shepard, 1962). Από την ανάλυση αυτή προέκυψε μια απόσταση, αντιστρόφως ανάλογη προς την συσχέτιση των προφίλ. Δηλαδή, όσο πιο μεγάλη είναι η συσχέτιση (πιο όμοια τα προφίλ), τόσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ τους. Η απόσταση μεταξύ των σημείων, σε ένα τετραδιάστατο Ευκλείδειο μετρικό σύστημα, συμβολίζεται ως  $KKdist$ .

Η Krumhansl βρήκε εδώ πως το μοντέλο DPRL, που περιέχει δηλαδή στους μετασχηματισμούς της και την μεταφορά dominant (όλες οι νότες της συγχορδίας, μετακινούνται κατά 5K προς τα πάνω ή προς τα κάτω), έχει μεγαλύτερη συσχέτιση με τα θεωρητικά ή αντιληπτικά μοντέλα των Lerdahl και Parncutt, καθώς και με τα αποτελέσματα των πειραμάτων του Bigand.

Εδώ θα εξεταστεί λοιπόν μόνο το τρίτο αυτό μοντέλο (DPRL) και η συσχέτισή του με τα υπόλοιπα. Υπενθυμίζεται ότι στον πίνακα 2.4 απεικονίζονται οι συντομότερες μεταβάσεις από την ντο μείζονα συγχορδία προς όλες τις υπόλοιπες μείζονες συγχορδίες.



Εικόνα 3.11: Γραφική αναπαράσταση της σύγκρισης των πειραματικών αποτελεσμάτων των Krumhansl & Kessler (1982) και Bigand et al (1996), με διαφορετικά μοντέλα μέτρησης της απόστασης των συγχορδιών. Ο κάθετος άξονας υποδηλώνει τη συσχέτιση.

Εξετάζοντας το παραπάνω γράφημα (3.11), βλέπουμε πως το μοντέλο των neo-riemannian μετασχηματισμών (DPRL), παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση και με τις τέσσερις τιμές που προκύπτουν από τα

πειραματικά αποτελέσματα. Αυτό δείχνει πως το εν λόγω μοντέλο, αποτυπώνει την αντιληπτική πλευρά ικανοποιητικά, και πως οι μετασχηματισμοί αυτοί έχουν γνωσιακό υπόβαθρο. Αξίζει να σημειωθεί εν συντομία, πως η συσχέτιση είναι μεγαλύτερη από ότι στα δύο άλλα neo-riemannian μοντέλα (DPR και PRL) και για τις τέσσερις τιμές.

Λίγο χαμηλότερη, αλλά υψηλή πάλι συσχέτιση παρουσιάζει και το μοντέλο του tonal pitch space. Οι τιμές μάλιστα των τριών πρώτων γραμμών είναι κοντινές, ενώ πιο απομακρυσμένη φαίνεται η τιμή που προκύπτει από τους μη μουσικούς στο πείραμα του Bigand. Αυτό υπονοεί πως το μοντέλο αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο των γνώσεων του ακροατή, αλλά και το αντίστροφο. Δηλαδή πως κάποιος με προχωρημένη εκπαίδευση, αναγνωρίζει πιο εύκολα τη σχέση των τονικών χώρων μεταξύ δύο συγχορδιών. Κατ' επέκταση, μπορούμε να πούμε και πως οι ακροατές με μουσική εκπαίδευση κωδικοποιούν αυτό που ακούν με βάση τις αποκτημένες γνώσεις τους περί αρμονίας και λειτουργικών ρόλων των συγχορδιών.

Αντίθετα, οι μη μουσικοί, αναγνωρίζουν ευκολότερα τις πιο απτές ιδιότητες των μεταβάσεων των συγχορδιών. Για αυτό το λόγο και η τρίτη στήλη των κοινών φθόγγων (pitch commonality), δεν παρουσιάζει μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των τιμών. Το μοντέλο του pitch commonality, δε βασίζεται σε παράγοντες εξαρτημένους από το πλαίσιο, παρά μετράει μαθηματικά τη σχέση μεταξύ δύο συγχορδιών. Αντιληπτικά, είναι σχεδόν καθολικά αποδεκτό, όπως προκύπτει και από τους κανόνες της αρμονίας, πως η ύπαρξη κοινών φθόγγων μεταξύ δύο συγχορδιών, ενισχύει τη σχέση μεταξύ τους. Λιγότερες μεταβολές στους φθόγγους, ισούται με μεγαλύτερη συγγένεια. Και η μεταβολή των φθόγγων, είναι ένας εύκολα αναγνωρίσιμος παράγοντας ακόμα και από μη μουσικούς.

Η προτίμηση των μη μουσικών σε πιο απτές ιδιότητες των μεταβάσεων φαίνεται και από την τέταρτη στήλη, της οριζόντιας κίνησης (horizontal motion). Η στήλη αυτή παρουσιάζει πολύ χαμηλές συσχετίσεις σε όλες τις τιμές, εκτός από αυτή των μη μουσικών. Φαίνεται λοιπόν πως αυτοί με τη λιγότερη μουσική εκπαίδευση προτιμούν τις μικρότερες μελωδικές κινήσεις, καθώς στο μοντέλο αυτό, της οριζόντιας κίνησης, οι μεγαλύτερες κινήσεις δίνουν και περισσότερους βαθμούς. Το μοντέλο αυτό δε φαίνεται να ανταποκρίνεται ικανοποιητικά στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται την απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών οι ακροατές με μουσική εκπαίδευση. Δίνει όμως πληροφορίες για τον τρόπο που αντιλαμβάνονται την απόσταση οι μη μουσικοί, και αυτός είναι με βάση τους κοινούς φθόγγους και τη διαστηματική απόσταση που καλύπτεται κατά τη μετάβαση.

Στο κεφάλαιο αυτό παρατέθηκε μια σειρά από παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη της απόστασης συγχορδιών καθώς και πειραματικές μελέτες που εξετάζουν ποιοι παράγοντες συνεισφέρουν καθοριστικά στην απόσταση αυτή. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η αναπαράσταση GCT (Cambouropoulos et al., 2015) καθώς και εφαρμογές αυτής στη μέτρηση της απόστασης μεταξύ διαφορετικών ομάδων συγχορδιών.



## 4. Ένα νέο υπολογιστικό μοντέλο απόστασης συγχορδιών

### 4.1 Υπολογιστικά ζητήματα

Πέρα από τις πειραματικές μελέτες και τα θεωρητικά μοντέλα για την ανάλυση της μουσικής θεωρίας και των επιμέρους μουσικολογικών ζητημάτων, σημαντική είναι και η υπολογιστική προσέγγιση, καθώς παρέχει ένα συμπληρωματικό επιστημονικό υπόβαθρο που μπορεί να ενώσει τις διάφορες μουσικολογικές προσεγγίσεις.

Το ενδιαφέρον που παρουσιάζει η εισαγωγή και χρήση υπολογιστικών μοντέλων είναι ότι ερευνητής καλείται, να συστηματοποιήσει όλα τα δυνατά στοιχεία στα οποία βασίζεται η θεωρία που μελετάει και με αυτά να δημιουργήσει ένα υπολογιστικό πρόγραμμα που να τη διερευνά (Καμπουρόπουλος, 2011). Με το πρόγραμμα αυτό ελέγχει μετά ένα σύνολο μουσικών δεδομένων, ώστε μέσω της στατιστικής ανάλυσης να αποφανθεί κατά πόσο το αποτέλεσμα συμφωνεί με την επικρατούσα γνώση ή γνώμη ή εμπειρικά δεδομένα για το εξεταζόμενο μουσικολογικό ζήτημα.

Σε επίπεδο απόστασης συγχορδιών, είναι πολλά τα ζητήματα που μπορούν να εξεταστούν. Ένα σημαντικό θέμα που αφορά στην παρούσα εργασία είναι η ύπαρξη ενός μοντέλου που θα καθιστά μετρήσιμη την απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών. Για παράδειγμα, το TPS του Lerdahl (1988) ή το μοντέλο που στηρίζεται στους μετασχηματισμούς της neo-riemannian θεωρίας, μπορούν να εφαρμοστούν με υπολογιστικό τρόπο και να ενσωματωθούν σε υπολογιστικά μουσικο-αναλυτικά μοντέλα (π.χ. Haas et al., 2013). Ιδανικά, ένα σύστημα μέτρησης αποστάσεων μεταξύ συγχορδιών θα πρέπει να είναι ανεξάρτητο από μουσικά ιδιώματα, ώστε

να μπορεί να προσαρμοστεί σε αυτά, και να είναι δυνατή η ανάλυση μεγάλων βάσεων δεδομένων, μέσω υπολογιστικών προγραμμάτων. Αυτό όμως προϋποθέτει και την ανάλογη αναπαράσταση συγχορδιών.

## 4.2 Αναπαράσταση GCT (General Chord Type)

Στην παρούσα εργασία θα εξεταστεί η αναπαράσταση GCT (Cambouropoulos, Kaliakatsos-Papakostas, Tsougras, 2014), καθώς και εφαρμογές αυτής στην ομαδοποίηση και τη μέτρηση της απόστασης των συγχορδιών. Πρόκειται για ένα μοντέλο αναπαράστασης τύπων συγχορδιών, ανεξάρτητο από ιδιώματα, που μπορεί να κωδικοποιήσει τις φθογγικές συνηχήσεις σε οποιοδήποτε αρμονικό πλαίσιο (ιδίωμα).

Στον αλγόριθμο GCT, δίνεται αρχικά μια ταξινόμηση των σύμφωνων και διάφωνων διαστημάτων, ανάλογα με το αρμονικό πλαίσιο που εξετάζεται, καθώς και η κλίμακα που χρησιμοποιείται. Στη συνέχεια ο αλγόριθμος δημιουργεί για κάθε συνήχηση που συναντά, ένα μέγιστο υποσύνολο σύμφωνων διαστημάτων, το οποίο τοποθετεί αριστερά στην απεικόνιση, δηλαδή στη «βάση». Τα διαστήματα αυτά τοποθετούνται στην πιο κλειστή<sup>4</sup> μορφή τους, ανεξαρτήτου οκτάβας. Τα διάφωνα διαστήματα, τοποθετούνται πιο δεξιά ως «επέκταση», ενώ για λόγους απεικόνισης προστίθεται οκτάβα (+12) αν χρειάζεται, έτσι ώστε να φαίνονται σε αύξουσα σειρά από αριστερά προς δεξιά.

Τα σύμφωνα και διάφωνα διαστήματα, δίνονται με τη μορφή ενός διανύσματος. Για παράδειγμα, το διάνυσμα [1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0] σημαίνει πως δίνονται ως σύμφωνα διαστήματα, η ταυτοφωνία, οι 3μ - 3M, οι 4K - 5K και οι 6μ - 6M. Διάφωνα είναι τα διαστήματα 2μ - 2M, 4Auξ (τρίτονο), 7μ - 7M. Η συγκεκριμένη αυτή ταξινόμηση, αφορά την

---

<sup>4</sup>Για επεξήγηση της κλειστής μορφής μιας συνήχησης, βλ. Forte, A. (1973). *The structure of atonal music*.

κοινή πρακτική της δυτικής μουσικής. Αντίστοιχα μπορεί να διαμορφωθεί το διάνυσμα αυτό ώστε να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά οποιουδήποτε εξεταζόμενου ιδιώματος.

Αν υπάρχει συγκεκριμένη κλίμακα που χρησιμοποιείται (μείζονα, πεντατονική κτλ.), τότε δίνεται η βάση της και τα διαστήματα που την αποτελούν. Για παράδειγμα, η Ρε μείζονα κλίμακα, δίνεται ως: 2,[0,2,4,5,7,9,11]. Ο αριθμός έξω από τις αγκύλες, αντιστοιχεί σε μία απόλυτη τιμή των φθόγγων η οποία υποδεικνύει το κέντρο της χρησιμοποιούμενης τονικότητας (όπου 0 = ντο, 1 = ντο# / ρε<sup>b</sup>, 2 = ρε κ.ο.κ.). Οι αριθμοί μέσα στις αγκύλες δίνουν την κλίμακα ως διαστήματα σχετικά με την θεμέλιο. Έτσι, το 0 στην προκειμένη περίπτωση, δείχνει τη νότα ρε. Η ελάσσονα πεντατονική κλίμακα από Λα για παράδειγμα, δίνεται ως: 9,[0,3,5,7,10].

Με αυτό τον τρόπο δίνεται στον αλγόριθμο η πληροφορία πως πρόκειται για ένα συγκεκριμένο ιεραρχικό σύστημα, και θα πρέπει να τοποθετήσει τα διαστήματα με βάση αυτό.

### Παράδειγμα

- Δίνεται η Σολ μείζονα κλίμακα [7,[0,2,4,5,7,9,11]]
- Διάνυσμα σύμφωνων - διάφωνων διαστημάτων  
[1,0,0,1,1,1,0,1,1,1,0,0]
- [60, 62, 66, 69, 74] - Οι νότες της συγχορδίας σε MIDI pitch numbers όπου 60 = C4. Οι νότες εδώ είναι ντο-ρε-φα#-λα-ρε.
- Προκύπτει το σύνολο φθογγικών κλάσεων [0,2,6,9] (ντο-ρε-φα#-λα), με μεγαλύτερο υποσύνολο σύμφωνων διαστημάτων το [2,6,9] (ρε-φα#-λα).

- Γίνεται αναταξινόμηση των φθόγγων, έτσι ώστε το διάφωνο 0 (ντο), να πάει προς τα δεξιά. Το 0 λοιπόν, γίνεται 12 (προσθήκη οκτάβας).
- Ο χαμηλότερος φθόγγος είναι το 2 (ρε). Επειδή βρίσκεται 7 ημιτόνια πάνω από τη νότα σολ της δοσμένης κλίμακας, μεταφέρεται η συγχορδία έτσι ώστε η βάση να είναι το 0 και έξω από τις αγκύλες μπαίνει η απόσταση από την τονική: [7,[0,4,7,10]. Δηλαδή δεσπόζουσα μεθ'εβδόμης.

#### **4.3 Κατηγοριοποίηση και απόσταση συγχορδιών με βάση το GCT .**

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρθηκε ο διαχωρισμός των συγχορδιών με βάση τη λειτουργία τους, σε τρεις διακριτούς χώρους: της τονικής (T), της υποδεσπόζουσας (S), και της δεσπόζουσας (D). Ο διαχωρισμός αυτός, βασίζεται στην κίνηση των συγχορδιών, από και προς άλλες συγχορδίες. Όπως είδαμε στον πίνακα του Piston (Πίνακας 2.2), οι βαθμίδες μιας τονικότητας έχουν μια διαβάθμιση στην πιθανότητα να οδηγήσουν σε κάποια άλλη. Ο πίνακας αυτός προέκυψε μέσω της εμπειρικής μελέτης έργων της κοινής πρακτικής.

Ο Quinn (2010), απέδωσε τον πίνακα αυτό του Piston, βαθμολογώντας την πιθανότητα μετάβασης από μια συγχορδία σε μια άλλη, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.1. Ο πίνακας αυτός, αποτελεί μια αριθμητική αναπαράσταση του πίνακα του Piston, η οποία με τη σειρά της είναι βασισμένη στην εμπειρική παρατήρηση. Ως αναπαράσταση είναι αρκετά αφαιρετική, αφού, για παράδειγμα, το σύμβολο της I, δεν ανταποκρίνεται μόνο στην τρίφωνη συγχορδία της πρώτης βαθμίδας: Συγκεκριμένα, ο πίνακας του Piston αφορά τις θεμελίους και τον τύπο των συγχορδιών, κάτι που σημαίνει πως η συγχορδία μπορεί να είναι και

ελλιπής, ή μεθ'εβδόμης ή με κάποιον άλλο ξένο φθόγγο. Απλά χρησιμοποιείται το σύμβολο της βαθμίδας, ως αντιπρόσωπος για τις συνηχήσεις αυτές που παίζουν το ρόλο της συγχορδίας που συμβολίζεται.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	1	2	2	4	4	3	1
II	2	1	2	2	4	3	1
III	1	2	1	3	2	4	1
IV	3	3	2	1	4	2	1
V	4	2	2	3	1	3	1
VI	2	4	3	3	4	1	1
VII	4	1	4	1	1	1	1

*Πίνακας 4.1:* Quinn, 2010. Πίνακας με αριθμητική αναπαράσταση της συχνότητας μετάβασης των συγχορδιών του Piston. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός, τόσο μεγαλύτερη η συχνότητα.

#### 4.3.1 Κατηγοριοποίηση με βάση κοινά χαρακτηριστικά

Κατά παρόμοιο τρόπο, επιχειρείται και εδώ (Cambouropoulos et al, 2015) μια αρχική κατηγοριοποίηση συνηχήσεων, κάτω από κάποια συγχορδία - αντιπρόσωπο. Ο τρόπος που γίνεται αυτή η κατηγοριοποίηση, είναι με βάση τρεις κανόνες (ισχύουν πρωταρχικά για το τονικό ιδίωμα):

- Την κοινή θεμέλιο της συγχορδίας.
- Οι τύποι των συγχορδιών να έχουν μεταξύ τους σχέση υποσυνόλου.

- Την ύπαρξη διατονικών ή μια διατονικών φθόγγων, σε μια δεδομένη τονικότητα.

Σύμφωνα με τον πρώτο κανόνα, όλες οι συγχορδίες με κοινή θεμέλιο, ανήκουν στην ίδια κατηγορία και δύο συγχορδίες με διαφορετική θεμέλιο δε μπορούν να ανήκουν στην ίδια κατηγορία. Αν δεχτούμε πως ο αλγόριθμος GCT βρίσκει σωστά τη θεμέλιο κάθε συνήχησης, τότε ο διαχωρισμός αυτός μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η θεμέλιος της συγχορδίας είναι ισχυρός παράγοντας στη διαμόρφωση της ταυτότητάς της. Για παράδειγμα, είδαμε στο δεύτερο κεφάλαιο, πως το γεγονός ότι δύο ομώνυμες συγχορδίες (μείζονα και ελάσσονα) έχουν δύο κοινούς φθόγγους και μικρή οριζόντια κίνηση (μόλις ένα ημιτόνιο), τις κατατάσσει ως παρόμοιες, κυρίως στους ακροατές χωρίς μουσική εκπαίδευση (βλ Εικόνα 3.13).

Επίσης κοντινές θα θεωρούνταν και σε ένα μοντέλο που βασίζεται στους μετασχηματισμούς της neo-riemannian θεωρίας, καθώς χρειάζεται μόλις ένας μετασχηματισμός (parallel) για τη μετάβαση από τη μία στην άλλη. Επομένως, το πιο ασφαλές θα ήταν ίσως να πούμε πως ο διαχωρισμός αυτός θα μπορούσε να λειτουργήσει ικανοποιητικά ή όχι, ανάλογα με το υπό εξέταση ζητούμενο. Αν αυτό αφορά τη μουσικολογική ανάλυση ενός έργου ή μιας βάσης δεδομένων, τότε μπορούμε να εκτιμήσουμε πως ο διαχωρισμός δε θα έδινε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Μπορεί όμως να βοηθήσει στην ομαδοποίηση με βάση κάποια συγκεκριμένα αντιληπτικά δεδομένα.

Ο δεύτερος κανόνας υπαγορεύει πως δύο συγχορδίες ανήκουν στην ίδια κατηγορία, όταν η μία αποτελεί υποσύνολο της άλλης. Για παράδειγμα, η συγχορδία  $[0,[0,4,7]]$ , είναι υποσύνολο της  $[0,[0,4,7,10]]$ . Έτσι οι δύο συγχορδίες θα μπορούσαν να ανήκουν στην ίδια κατηγορία. Η συγχορδία  $[0,[0,3,7]]$  δεν ανήκει στην ίδια κατηγορία καθώς δεν αποτελεί υποσύνολο της  $[0,[0,4,7,10]]$ , οπότε αναιρείται ο πρώτος

κανόνας της κοινής θεμελίου. Στο διαχωρισμό αυτό, παραμένει ασαφές το πού θα εντασσόταν μια συνήχηση  $[0,[0,7]]$ , καθώς έχει την ίδια πιθανότητα να αποτελεί υποσύνολο της  $[0,[0,4,7]]$  αλλά και της  $[0,[0,3,7]]$ . Ένας τρόπος προσδιορισμού της ελλιπούς αυτής συνήχησης, θα ήταν η εύρεση της τελευταίας συγχορδίας - αντιπροσώπου, εφόσον μιλάμε για εμφάνιση σε συγκεκριμένο μουσικό κομμάτι. Αν πιο πριν είχε εμφανιστεί η συγχορδία  $[0,[0,4,7]]$ , τότε μπορούμε να υποθέσουμε πως ο ακροατής θα θεωρήσει την  $[0,[0,7]]$  ως συνέχεια της προηγηθείσας μείζονας συγχορδίας.

Ο τρίτος κανόνας που συμβάλλει στην κατηγοριοποίηση των συγχορδιών, είναι η ύπαρξη διατονικών ή μη διατονικών φθόγγων. Η συγχορδία  $[0,[0,4,7,10]]$ , δε μπορεί τελικά να ανήκει στην ίδια κατηγορία με την  $[0,[0,4,7]]$ , καθώς η πρώτη περιέχει ένα μη διατονικό φθόγγο. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, αν υποθέσουμε πως βρισκόμαστε στη Ντο μείζονα τονικότητα, τότε οι δύο αυτές συγχορδίες είναι οι ντο-μι-σολ-σι<sup>b</sup> και ντο-μι-σολ αντίστοιχα. Εδώ ο διαχωρισμός συμφωνεί με την κοινή πρακτική, στην οποία η  $C^7$  είναι V/IV (δεσπόζουσα της υποδεσπόζουσας) στη Ντο μείζονα τονικότητα και άρα απέχει από την τονική C. Ο κανόνας αυτός βοηθάει επίσης στην κατηγοριοποίηση της συνήχησης  $[0,[0,7]]$  ή άλλων ελλειπών συνηχήσεων, κάτω από τον αντιπρόσωπο που δεν έχει μη διατονικούς φθόγγους. Για παράδειγμα, αν έχουμε δώσει τη μείζονα κλίμακα στον αλγόριθμο, τότε η συνήχηση  $[0,[0,7]]$ , θα μπει στην ομάδα της  $[0,[0,4,7]]$  και όχι της  $[0,[0,3,7]]$ , καθώς η τελευταία περιέχει μη διατονικό φθόγγο.

#### 4.4 Κατηγοριοποίηση και ομοιότητα συγχορδιών στα χορικά σε μείζονα τρόπο του J.S. Bach

Με βάση τους παραπάνω κανόνες λοιπόν, μελετήθηκαν οι συγχορδίες σε αναπαράσταση GCT, που προκύπτουν από τα χορικά σε μείζονα τρόπο, του J.S. Bach (Cambouropoulos et al., 2015). Στον παρακάτω πίνακα (4.2) υπάρχουν όλες οι συγχορδίες, ταξινομημένες ώστε οριζόντια να ανήκουν στην ίδια ομάδα, με την αριστερή στήλη να δείχνει τον αντιπρόσωπο της ομάδας, που είναι η συγχορδία που εμφανίζεται πιο συχνά στα δεδομένα. Επίσης, οι αντιπρόσωποι είναι κατανεμημένοι με βάση τη συχνότητα εμφάνισης, με τους πιο συχνά εμφανιζόμενους να είναι πιο ψηλά στην κάθετη στήλη.

Στην πρώτη ομάδα, που ανήκει η συγχορδία της τονικής, παρατηρούμε πως κάτω από τη συγχορδία - αντιπρόσωπο, που είναι η τρίφωνη μείζονα, έχουν ενταχθεί η συγχορδία χωρίς την πέμπτη και αυτή με την αυξημένη έβδομη. Η πρώτη λόγω των δύο πρώτων κανόνων και η δεύτερη με τη χρήση του τρίτου κανόνα. Βλέπουμε επίσης πως η συγχορδία της I με μικρή έβδομη, ανήκει σε διαφορετική ομάδα, λόγω του κανόνα περί διατονικών και μη, φθόγγων. Αντίθετα, στην ομάδα της  $[7,[0,4,7]]$  βρίσκεται η συγχορδία με μικρή έβδομη, καθώς η έβδομη της V είναι διατονικός φθόγγος.

Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει μια πρώτη ομαδοποίηση των επιμέρους GCTs με βάση τα τρία προαναφερθέντα χαρακτηριστικά. Είναι προφανές, όμως, ότι κάποιες ομαδοποιήσεις συγχορδιών δεν καλύπτονται από τα χαρακτηριστικά αυτά, όπως για παράδειγμα η δεσπόζουσα με την ελαττωμένη στην έβδομη βαθμίδα (καθώς έχουν διαφορετική θεμέλιο). Για τον λόγο αυτό, προτείνεται στη συνέχεια μια

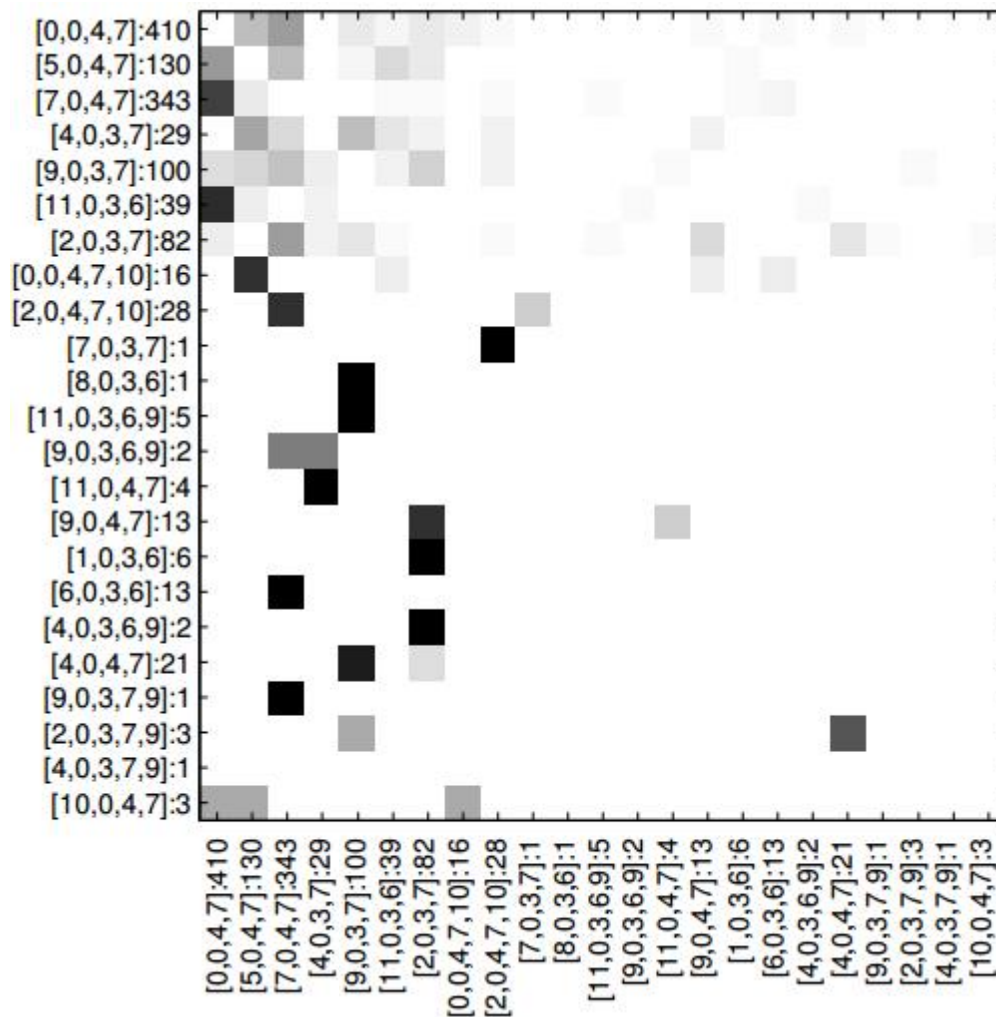


διαφορετική προσέγγιση η οποία επιχειρεί να συμπεριλάβει την λειτουργική σχέση των συγχορδιών.

Πέρα από την κοινή θεμέλιο, τύπο συγχορδίας και μη-διατονικούς φθόγγους, σημαντικό ρόλο στην ομαδοποίηση διαφορετικών συγχορδιών παίζει η λειτουργία τους δηλαδή η ιδιότητά του να «οδηγούν» σε κάποια επόμενη συγχορδία. Η αρχική ομαδοποίηση των συγχορδιακών τύπων GCT καθιστά πιο εύκολη την ανάλυση της λειτουργικής σχέσης μεταξύ των ομάδων αυτών. Μελετώντας τις πιθανές μεταβάσεις κάθε ομάδας σε κάθε άλλη ομάδα, μπορούμε να θέσουμε ως κριτήριο ομοιότητας, τη συσχέτιση μεταξύ αυτών των μεταβάσεων. Δηλαδή δύο συγχορδίες ή ομάδες συγχορδιών, είναι πιο κοντά μεταξύ τους, όταν έχουν παρόμοια πιθανότητα να μεταβούν σε κάποια άλλη κοινή συγχορδία ή ομάδα. Εξετάζοντας τα χορικά σε μείζονα τρόπο του J.S. Bach, προκύπτει το γράφημα με τις συχνότητες μεταβάσης από μια ομάδα συγχορδιών σε κάποια άλλη (Σχήμα 4.3).

Συγχορδία	Αντιπρόσωπος				
I	<b>0 0 4 7</b>	0 0 4 7	0 0 4	0 0 4 7 11	
IV	<b>5 0 4 7</b>	5 0 4 7	5 0 4	5 0 4 7 11	
V	<b>7 0 4 7</b>	7 0 4 7	7 0 4 7 10	7 0 4 10	7 0 4
iii	<b>4 0 3 7</b>	4 0 3 7	4 0 3		
vi	<b>9 0 3 7</b>	9 0 3 7	9 0 3 7 10	9 0 3	
vii <sup>o</sup>	<b>11 0 3 6</b>	11 0 3 6			
ii	<b>2 0 3 7</b>	2 0 3 7 10	2 0 3 7	2 0 3 10	
I <sup>7b</sup>	<b>0 0 4 7 10</b>	0 0 4 7 10	0 0 4 10		
II <sup>7</sup>	<b>2 0 4 7 10</b>	2 0 4 7 10	2 0 4 7	2 0 4 10	
v	<b>7 0 3 7</b>	7 0 3 7			
bvi	<b>8 0 3 6</b>	8 0 3 6			
vii <sup>o7</sup>	<b>11 0 3 6 9</b>	11 0 3 6 9			
vi <sup>o7</sup>	<b>9 0 3 6 9</b>	9 0 3 6 9			
VII	<b>11 0 4 7</b>	11 0 4 7	11 0 4 7 10		
VI	<b>9 0 4 7</b>	9 0 4 7 10	9 0 4 7		
#iv <sup>7</sup>	<b>6 0 3 6</b>	6 0 3 6			
III	<b>4 0 4 7</b>	4 0 4 7	4 0 4 7 10		
bVII	<b>10 0 4 7</b>	10 0 4 7			
iii <sup>o</sup> add6	<b>4 0 3 6 9</b>	4 0 3 6 9			
vi <sup>o</sup> add6	<b>9 0 3 7 9</b>	9 0 3 7 9			
ii <sup>o</sup> add6	<b>2 0 3 7 9</b>	2 0 3 7 9			
iiiadd6	<b>4 0 3 7 9</b>	4 0 3 7 9			

Πίνακας 4.2: Όλες οι συγχορδίες σε μορφή GCT που προκύπτουν από τα χορικά σε μείζονα τρόπο του J.S. Bach. Στην αριστερή στήλη βρίσκεται η απεικόνιση της συγχορδίας στη λατινική σημειογραφία και στη δεύτερη στήλη ο αντιπρόσωπος κάθε ομάδας, που είναι η συγχορδία που εμφανίζεται πιο συχνά. Στις υπόλοιπες στήλες, βρίσκονται οι συγχορδίες που συμφωνούν στους τρεις κανόνες της ομαδοποίησης. Οι τελευταίες γραμμές είναι λανθασμένες απεικονίσεις του αλγόριθμου.



Σχήμα 4.3: Γράφημα μεταβάσεων από μια ομάδα συγχορδιών σε άλλες σταχορικά σε μείζονα τρόπο του J.S. Bach. Στον κάθετο άξονα βρίσκονται οι ομάδες που εξετάζονται και στον οριζόντιο άξονα οι ομάδες – προορισμοί. Όσο πιο σκούρο είναι το τετράγωνο τόσο πιο συχνή είναι η μετάβαση προς τον αντίστοιχο προορισμό. Στα δεξιά της GCT απεικόνισης αναγράφεται η συχνότητα εμφάνισης.

Στο παραπάνω σχήμα (4.3), φαίνονται οι μεταβάσεις από τις ομάδες του κάθετου άξονα, στις ομάδες του οριζόντιου άξονα. Όσο πιο σκούρο είναι το τετράγωνο, τόσο συχνότερη είναι η μετάβαση της υπό εξέταση ομάδας προς την αντίστοιχη συγχορδία προορισμό. Έτσι, κάθε συγχορδία, ανάλογα με τις συγχορδίες προορισμού της και τις τιμές στην αντίστοιχη οριζόντια γραμμή μπορεί να περιγραφεί ως ένα διάνυσμα που περιέχει τις τιμές αυτές. Για κάθε ζευγάρι συγχορδιών, X και Y, θεωρώντας τα αντίστοιχα διανύσματα που περιγράφουν τους

προορισμούς τους  $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  και  $\vec{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ , η Ευκλείδεια απόστασή τους περιγράφεται από τον τύπο

$$d(\vec{x}, \vec{y}) = \left( \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Μετρώντας τις αποστάσεις όλων των πιθανών ζευγαριών με τον τύπο αυτό, προκύπτει το δενδρογραμμα 4.4.

Σημαντικό στοιχείο που προκύπτει από την ανάλυση αυτή, είναι πως οι ελαττωμένες συγχορδίες στα χορικά σε μείζονα τρόπο του Bach, παίζουν αποκλειστικά το ρόλο δεσπόζουσας (κανονικής ή παρένθετης) που οδηγεί προς την τονική, σε διάφορα τονικά κέντρα. Ο συμμετρικός χαρακτήρας των ελαττωμένων, με ελαττωμένη έβδομη (στο εξής θα αναφέρονται ως «ντιμινουίτες»), συγχορδιών δημιουργεί πρόβλημα στον αλγόριθμο GCT, ως προς την εύρεση της θεμελίου. Η ομαδοποίηση όμως με βάση τη λειτουργία της κάθε συγχορδίας, τοποθετεί κοντά τις ντιμινουίτες με τις δεσπόζουσες που μεταβαίνουν επίσης προς τις ίδιες τονικές (Σχήμα 4.4). Για παράδειγμα, ο αλγόριθμος εμφανίζει ως συγχορδίες με διαφορετικές θεμελίους, τις  $[4, [0, 3, 6, 9]]$  και  $[1, [0, 3, 6]]$  που στην τονικότητα της Ντο μείζονας, αντιστοιχούν στις νότες μι-σολ-σι $\flat$ -ρε $\flat$  και ντο $\sharp$ -μι-σολ αντίστοιχα. Βλέπουμε λοιπόν πως το φθογγικό τους περιεχόμενο είναι σε μεγάλο ποσοστό όμοιο, αλλά ο αλγόριθμος τις τοποθετεί λανθασμένα με διαφορετικές θεμελίους. Στα υπο εξέταση δεδομένα όμως, οι δύο αυτές συγχορδίες έχουν ακριβώς την ίδια λειτουργία η οποία είναι αυτή της vii $^\circ$  με λειτουργία δεσπόζουσας της ii. Αυτό συμπεραίνεται από τη μικρή τους απόσταση με την  $[9, [0, 4, 7]]$ , που είναι η V της II. Έτσι μπορούμε να πούμε πως η σωστή μορφή της συγχορδίας  $[4, [0, 3, 6, 9]]$  είναι  $[1, [0, 3, 6, 9]]$

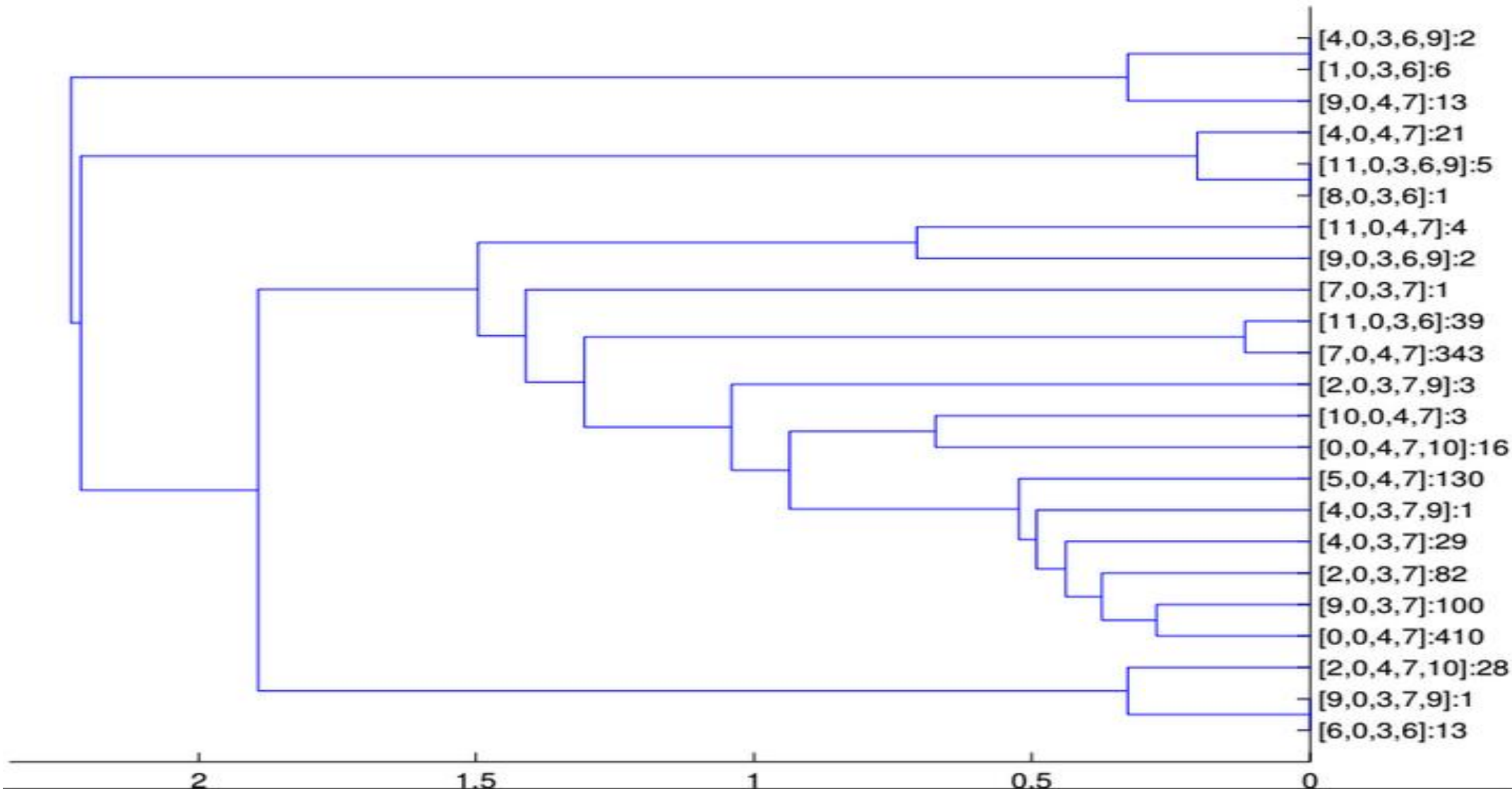
Παρόμοια περίπτωση είναι και οι συγχορδίες  $[9,[0,3,7],[9]]$  και  $[6,[0,3,6]]$ , που στη Ντο μείζονα τονικότητα αντιστοιχούν στις νότες λα-ντο-μι-φα $\sharp$  και φα $\sharp$ -λα-ντο αντίστοιχα. Η ομαδοποίηση τους με την  $\Pi^7$  ( $[2,[0,4,7,10]]$ ) τους δίνει το χαρακτήρα δεσπόζουσας της V οπότε μπορούμε να πούμε πως ο σωστός τύπος της  $[9,[0,3,7],[9]]$  είναι  $[6,[0,3,6,9]]$ . Το ίδιο συμβαίνει και με τις συγχορδίες  $[11.[0,3,6,9]]$  και  $[8,[0,3,6]]$ , που η κοντινή τους απόσταση με την V/vi, τους αποδίδει χαρακτήρα δεσπόζουσας προς την vi, αρα η σωστή θεμέλιος και στις δύο είναι το 8 (σολ $\sharp$  στο παράδειγμα της ντο μείζονας τονικότητας).

Κατα παρόμοιο τρόπο λειτουργεί ο αλγόριθμος και στις υπόλοιπες περιπτώσεις. Γενικά η απεικόνιση αυτή, αποτυπώνει εμφανώς τη σχέση κάποιων ελαττωμένων με τις, ίδιου λειτουργικού ρόλου, μείζονες δεσπόζουσες. Ξεπερνάει έτσι το πρόβλημα του αλγόριθμου GCT να εντοπίσει τη θεμέλιο μιας ελαττωμένης συγχορδίας.

Σωστή αποτυπώνεται η σχετικά κοντινή απόσταση που εμφανίζει τις συγχορδίες της I, της iii και της vi (  $[4,[0,3,7]]$  και  $[9,[0,3,7]]$  αντίστοιχα). Η vi αναφέρεται στη διδασκαλία της παραδοσιακής αρμονίας, ως αντικαταστάτης της I (Aldwell και Schachter, 2011, σ. 236), λόγω των κοινών φθόγγων τους. Και η iii επίσης, εμφανίζεται είτε ως εναλλακτική εναρμόνιση της τρίτης βαθμίδας αντί της  $I^6$ , είτε ως ενδιάμεσο βήμα μεταξύ της I και κάποιων από τις IV και V. Έτσι, δείχνει να έχει κοινό προφίλ μεταβάσεων με την I.

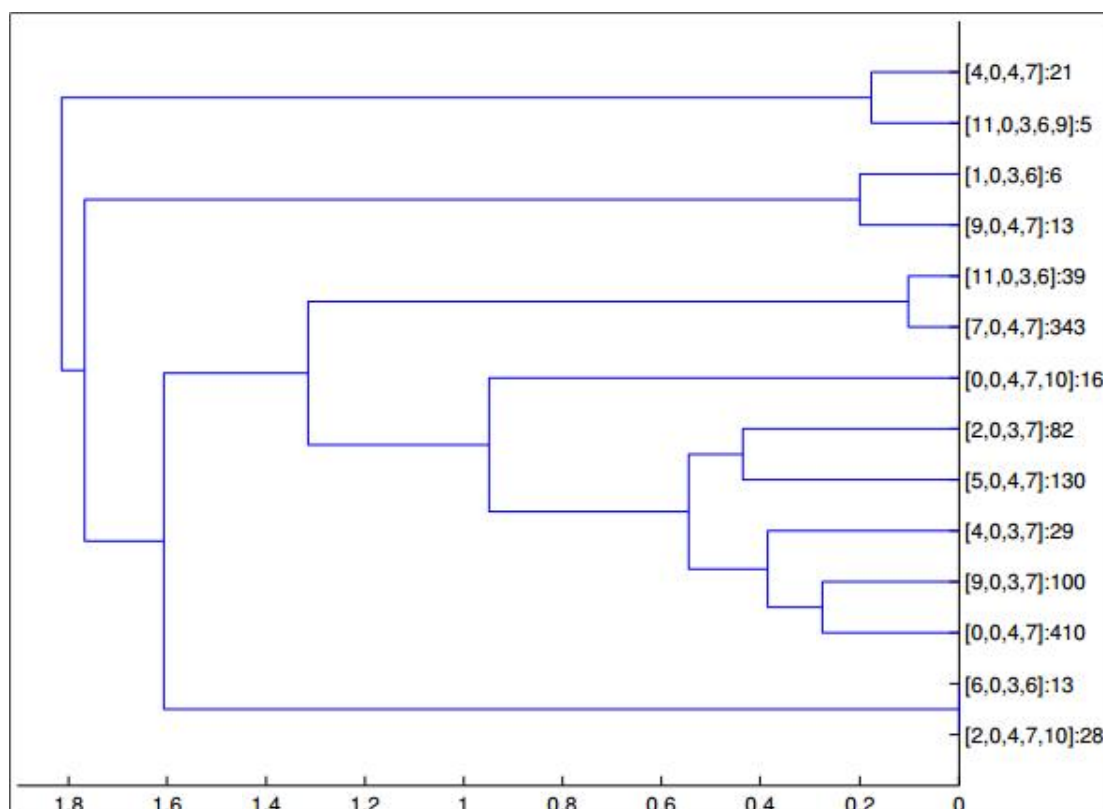
Η περίπτωση της συγχορδίας  $[9,[0,3,6,9]]$ , δε μπορεί να αξιολογηθεί, καθώς εμφανίζεται μόλις δύο φορές. Τη μία λειτουργεί ως δεσπόζουσα της iii, οπότε και τοποθετείται κοντά στην V/iii (  $[11,[0,4,7]]$  ), ενώ την άλλη ως δεσπόζουσα της V. Προφανώς ο αλγόριθμος επέλεξε την πρώτη περίπτωση, επειδή τη συνάντησε πρώτη. Οπότε δε θεωρείται αξιόπιστη περίπτωση για εξαγωγή κάποιου συμπεράσματος.

Στο σχήμα 4.4, φαίνεται η ευκλείδεια απόσταση των συγχορδιών, με βάση τα δεδομένα του σχήματος 4.3, σε μορφή δένδρογράμματος.



Σχήμα 4.4: Δενδρόγραμμα που δείχνει την απόσταση μεταξύ των ομάδων των συγχορδιών στα χορικά σε μείζονα τρόπο του J.S. Bach. Όσο πιο κοντά στον κάθετο άξονα είναι η ένωση των ομάδων, τόσο πιο κοντινές είναι αυτές, με βάση το λειτουργικό τους ρόλο. Στα δεξιά της GCT απεικόνισης αναγράφεται η συχνότητα εμφάνισης.

Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων, στο δενδρόγραμμα του σχήματος 4.5, αφαιρέθηκαν οι συγχορδίες που εμφανίζονται λιγότερες από τέσσερις φορές. Έτσι μπορούν να μελετηθούν πιο εύκολα οι σχέσεις των πιο συχνά εμφανιζόμενων συγχορδιών.



Σχήμα 4.5: Δενδρόγραμμα που δείχνει την απόσταση μεταξύ των ομάδων των συγχορδιών στα χορικά σε μείζονα τρόπο του J.S. Bach. Όσο πιο κοντά στον κάθετο άξονα είναι η ένωση των ομάδων, τόσο πιο κοντινές είναι αυτές, με βάση το λειτουργικό τους ρόλο. Έχουν αφαιρεθεί οι περιπτώσεις που εμφανίζονται λιγότερες από τέσσερις φορές στο σύνολο των δεδομένων. Στα δεξιά της GCT απεικόνισης αναγράφεται η συχνότητα εμφάνισης.



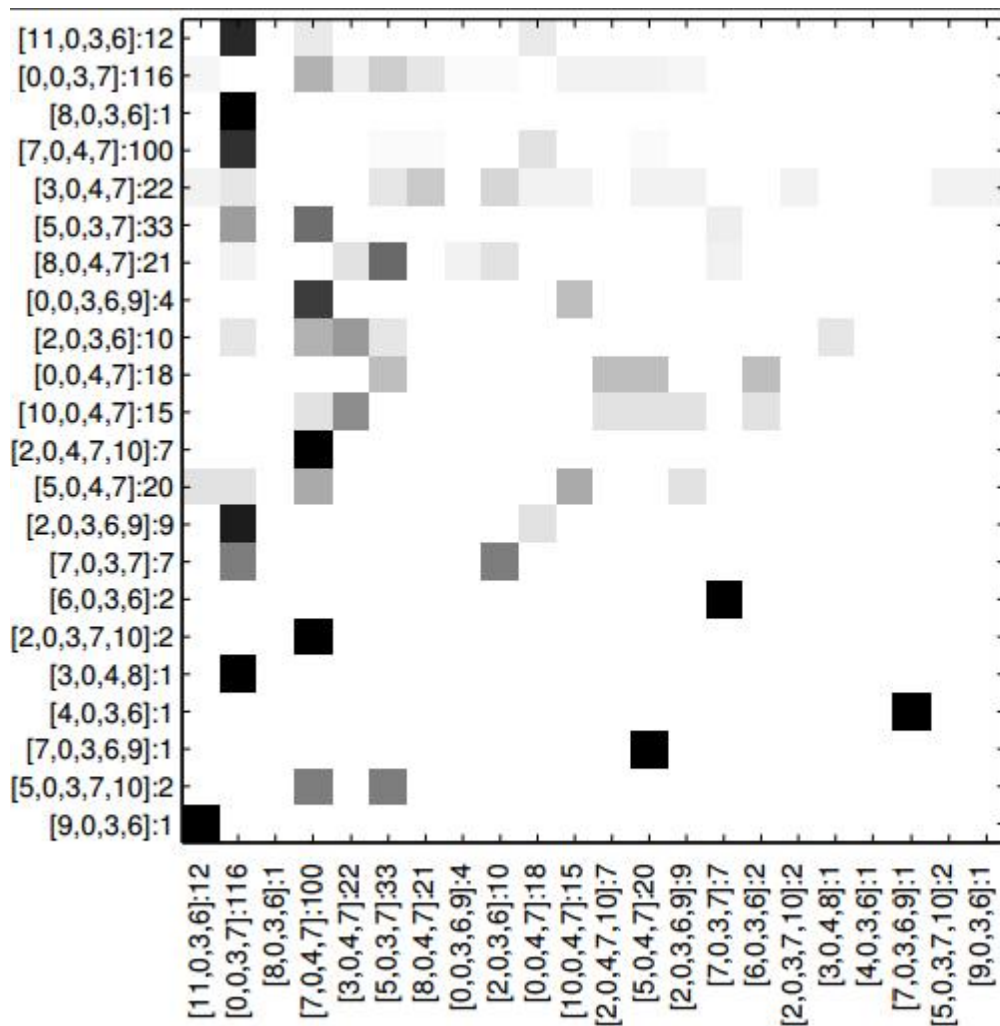
#### **4.5 Κατηγοριοποίηση και ομοιότητα συγχορδιών στα χορικά σε ελάσσονα τρόπο του J.S. Bach**

Κατά αντίστοιχο τρόπο έγινε η ανάλυση και στα χορικά σε ελάσσονα τρόπο του J.S. Bach. Η ομαδοποίηση, αρχικά, με βάση τους κανόνες της κοινής θεμελίου, σχέσης υποσυνόλων και ύπαρξης διατονικών ή μη φθόγγων, έγινε από τον αλγόριθμο ως επι το πλείστον σωστά (Πίνακας 4.6). Προβληματικές είναι οι περιπτώσεις των περισσότερων ελαττωμένων συγχορδιών καθώς και η περίπτωση της  $[3,[0,4,8]]$  αυξημένης συγχορδίας.

Συγχορδία	Αντιπρόσωπος				
vii <sup>o</sup>	11 0 3 6	11 0 3 6			
i	0 0 3 7	0 0 3 7	0 0 7	0 0 3	0 0 3 7 10
vi <sup>o</sup>	8 0 3 6	8 0 3 6			
V	7 0 4 7	7 0 4 7	7 0 4 7 10	7 0 4 10	7 0 4
III	3 0 4 7	3 0 4 7	3 0 4		
iv	5 0 3 7	5 0 3 7	5 0 3 7 9		
VI	8 0 4 7	8 0 4 7	8 0 4 7 11		
i <sup>o7</sup>	0 0 3 6 9	0 0 3 6 9			
ii	2 0 3 6	2 0 3 6			
VII	10 0 4 7	10 0 4 7	10 0 7	10 0 4 7 10	
I	0 0 4 7	0 0 4 7	0 0 4 7 10		
II <sup>7</sup>	2 0 4 7 10	2 0 4 7 10	2 0 4 7		
IV	5 0 4 7	5 0 4 7	5 0 4 7 10	5 0 4 10	
v	7 0 3 7	7 0 3 7			
#iv <sup>o</sup>	6 0 3 6	6 0 3 6			
ii <sup>o7</sup>	2 0 3 6 9	2 0 3 6 9			
III <sup>5#</sup>	3 0 4 8	3 0 4 8			
#iii <sup>o</sup>	4 0 3 6	4 0 3 6			
v <sup>o7</sup>	7 0 3 6 9	7 0 3 6 9			
ii <sup>7</sup>	2 0 3 7 10	2 0 3 7 10			
vi <sup>o</sup>	9 0 3 6	9 0 3 6			
iv <sup>7</sup>	5 0 3 7 10	5 0 3 7 10			

Πίνακας 4.6: Όλες οι συγχορδίες σε μορφή GCT που προκύπτουν από τα χορικά σε ελάσσονα τρόπο του J.S. Bach. Στην αριστερή στήλη βρίσκεται η απεικόνιση της συγχορδίας στη λατινική σημειογραφία και στη δεύτερη στήλη ο αντιπρόσωπος κάθε ομάδας, που είναι η συγχορδία που εμφανίζεται πιο συχνά. Στις υπόλοιπες στήλες, βρίσκονται οι συγχορδίες που συμφωνούν στους τρεις κανόνες της ομαδοποίησης. Οι τελευταίες γραμμές είναι λανθασμένες απεικονίσεις του αλγόριθμου.

Η διαφορά με τα χορικά σε μείζονα τρόπο, είναι εδώ η αλλαγή της δοσμένης κλίμακας, από [0,2,4,5,7,9,11] σε [0,2,3,5,7,8,10]. Έτσι, για παράδειγμα, η συγχορδία της  $i^7$  βρίσκεται πλέον στην ίδια ομάδα με την τρίφωνη  $i$ . Και αυτό γιατί η  $si^b$ , θεωρείται πλέον διατονικός φθόγγος. Στο σχήμα 4.7 παρακάτω, είναι όλες οι μεταβάσεις από μια ομάδα συγχορδιών προς τις υπόλοιπες.

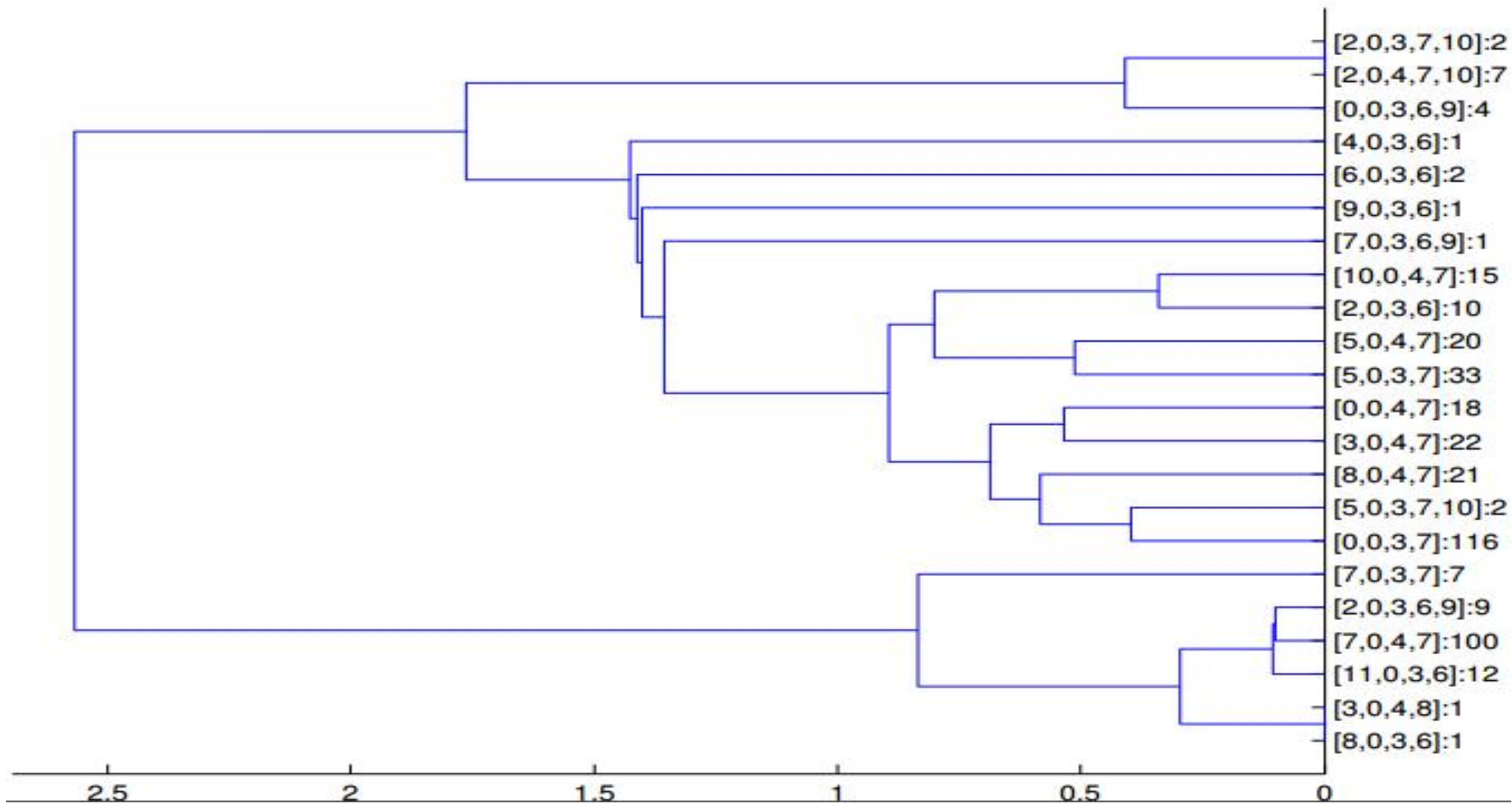


Σχήμα 4.7: Γράφημα με τις μεταβάσεις από μια ομάδα συγχορδιών σε άλλες στα χορικά σε ελάσσονα τρόπο του J.S. Bach. Στον κάθετο άξονα βρίσκονται οι ομάδες που εξετάζονται και στον οριζόντιο άξονα οι ομάδες – προορισμοί. Όσο πιο σκούρο είναι το τετράγωνο τόσο πιο συχνή είναι η μετάβαση προς τον αντίστοιχο προορισμό. Στα δεξιά της GCT απεικόνισης αναγράφεται η συχνότητα εμφάνισης.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα, προκύπτει το παρακάτω δενδρόγραμμα (Σχήμα 4.8).

Ξεκινώντας την ερμηνεία του δενδρογράμματος 4.8, από την V ( [7,[0,4,7]] ), βλέπουμε ότι ο αλγόριθμος τοποθετεί πολύ κοντά στην V, τη συγχορδία [2,[0,3,6,9]]. Πρόκειται στην ουσία για μια λανθασμένη απεικόνιση της  $\text{vii}^0$  [11,[0,3,6,9]]. Μάλιστα, διαχωρίζεται μέσω της ανάλυσης των μεταβάσεων, από την [2,[0,3,6]], η οποία ομαδοποιείται με την VII ( [10,[0,4,7]] ), ως δεσπόζουσα της III. Δύο συγχορδίες λοιπόν, με τρεις κοινούς φθόγγους, εμφανίζονται αρκετά μακριά και ο αλγόριθμος λοιπόν εντοπίζει ικανοποιητικά τη διαφορά αυτή.

Επίσης, κοντά στην V, τοποθετείται και η  $\text{vii}^0$  ( [11,[0,3,6]] ) ως δεσπόζουσα της τονικής.



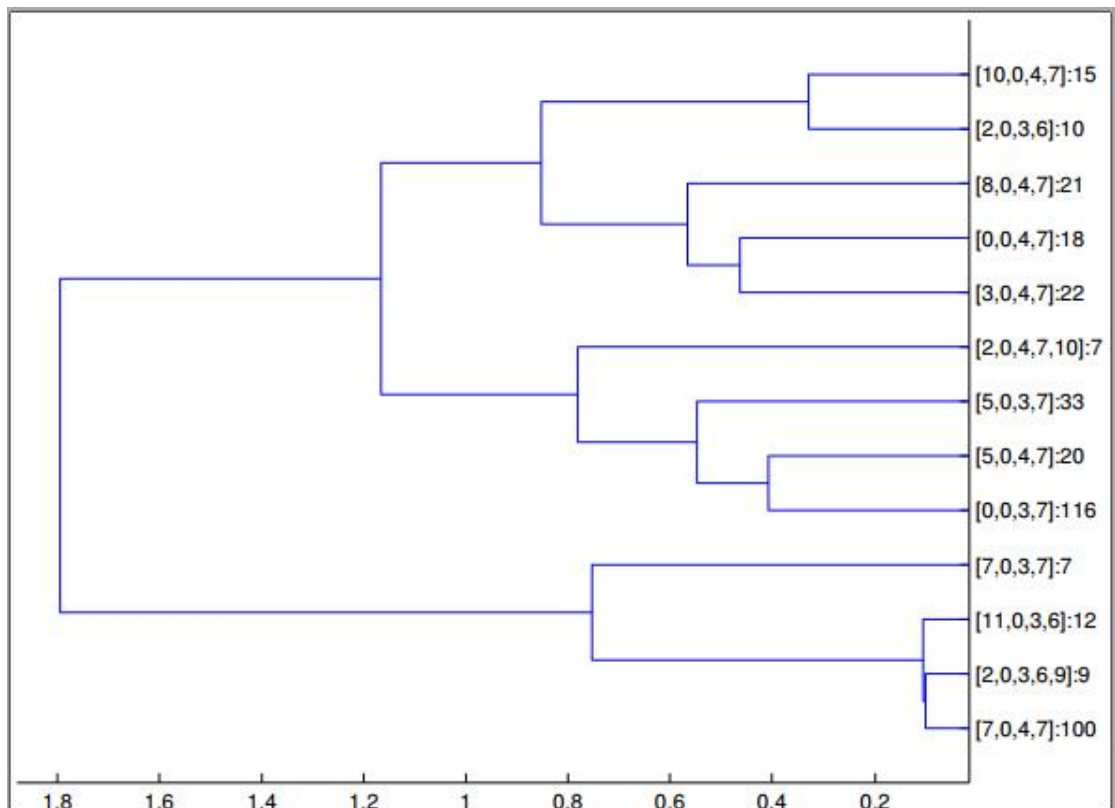
Σχήμα 4.8: Δενδρόγραμμα που δείχνει την απόσταση μεταξύ των ομάδων των συγχορδιών στα χορικά σε ελάχιστο τρόπο του J.S. Bach. Όσο πιο κοντά στον κάθετο άξονα είναι η ένωση των ομάδων, τόσο πιο κοντινές είναι αυτές, με βάση το λειτουργικό τους ρόλο. Στα δεξιά της GCT απεικόνιση αναγράφεται η συχνότητα εμφάνισης.

Η τονική ελάσσονα συγχορδία, σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του μείζονα τρόπου, εμφανίζεται κοντά στην VI. Πολύ κοντινή, εμφανίζεται και η  $iv^7$ , που χρησιμοποιείται συχνά ως αντικαταστάτης της VI που οδηγεί στην τρίφωνη υποδεσπόζουσα (Aldwell και Schachter, 2011).

Κοντινές επίσης παρουσιάζονται οι  $iv$  και IV. Στα χορικά σε μείζονα τρόπο, δεν εμφανίστηκε η ελάσσονα υποδεσπόζουσα. Εδώ όμως εμφανίζεται και ως ελάσσονα και ως μείζονα. Ως ελάσσονα, ακολουθεί τον ρόλο της υποδεσπόζουσας, οδηγώντας είτε στην τονική, είτε στη δεσπόζουσα. Από την άλλη, σε μείζονα μορφή εμφανίζεται είτε ως υποδεσπόζουσα, όπως και η ελάσσονα, είτε ως δεσπόζουσα της VII, όπως φαίνεται από το σχήμα 4.7. Αυτή είναι η μόνη τους διαφορά.

Στη περίπτωση της  $[0,[0,3,6,9]]$ , μπορούμε να υποθέσουμε πως η κοντινή της απόσταση με την  $\Pi^7$  και τη  $ii^7$ , της δίνουν το χαρακτήρα δεσπόζουσας της V, πράγμα που προκύπτει και από το σχήμα 4.7. Έτσι μπορούμε να πούμε πως η σωστή απεικόνιση θα ήταν  $[6,[0,3,6,9]]$ , με τον προσαγωγέα της V να είναι η θεμέλιος της συγχορδίας.

Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων, στο δενδρόγραμμα του σχήματος 4.9, αφαιρέθηκαν οι συγχορδίες που εμφανίζονται λιγότερες από τέσσερις φορές. Έτσι μπορούν να μελετηθούν πιο εύκολα οι σχέσεις των πιο συχνά εμφανιζόμενων συγχορδιών.



Σχήμα 4.9: Δενδρόγραμμα που δείχνει την απόσταση μεταξύ των ομάδων των συγχορδιών στα χορικά σε ελάσσονα τρόπο του J.S. Bach. Όσο πιο κοντά στον κάθετο άξονα είναι η ένωση των ομάδων, τόσο πιο κοντινές είναι αυτές, με βάση το λειτουργικό τους ρόλο. Έχουν αφαιρεθεί οι περιπτώσεις που εμφανίζονται λιγότερες από τέσσερις φορές στο σύνολο των δεδομένων. Στα δεξιά της GCT απεικόνισης αναγράφεται η συχνότητα εμφάνισης.

#### 4.6 Σύγκριση της απόστασης συγχορδιών με βάση τη λειτουργία (GCT) και με βάση το φθογγικό περιεχόμενο (Tonal Pitch Space).

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρθηκε το μοντέλο του Tonal Pitch Space (TPS), το οποίο μπορεί να εξάγει μια τιμή που αντικατοπτρίζει την απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών με βάση το φθογγικό τους περιεχόμενο σε σχέση με μία ή περισσότερες τονικότητες. Η απόσταση όλων των συγχορδιών που προκύπτουν από τη χρωματική κλίμακα, με την ντο μείζονα τρίφωνη συγχορδία, φαίνεται στον πίνακα της εικόνας

2.7. Με βάση αυτό τον πίνακα λοιπόν, αλλά και την απόσταση που προκύπτει από το δενδρόγραμμα του σχήματος 4.4, μπορούμε να αξιολογήσουμε συγκριτικά τα αποτελέσματα των δύο μοντέλων.

Οι τιμές που εξάγονται από τα δύο μοντέλα, αφορούν δύο διαφορετικές παράμετρους που καθορίζουν την απόσταση δύο συγχορδιών. Το μοντέλο του GCT αναλύει μια βάση δεδομένων και εξάγει στατιστικά στοιχεία για τον λειτουργικό ρόλο κάθε συγχορδίας, βασισμένα στις μεταβάσεις αυτής προς άλλες. Το μοντέλο του Tonal Pitch Space, αφορά τις αλλαγές που επέρχονται κατά τις μεταβάσεις αυτές σε φθογγικό επίπεδο. Με τη συγκριτική μελέτη των δύο, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τη σχέση των δύο αυτών παραμέτρων. Κατά πόσο δηλαδή το φθογγικό περιεχόμενο, επηρεάζει το λειτουργικό ρόλο μιας συγχορδίας.

Η πρώτη διαφορά των δύο μοντέλων στο μείζονα τρόπο, παρατηρείται στη σχέση μεταξύ I και V. Κατά το TPS, η απόστασή τους είναι η μικρότερη που συναντάται (5 μονάδες), αν εξαιρέσουμε την απόσταση μεταξύ I και I<sup>7</sup>. Στο δενδρόγραμμα όμως παρατηρούμε ότι η διαφορά τους είναι αρκετά μεγάλη, καθώς τα προφίλ των μεταβάσεων τους, διαφέρουν κατά πολύ.

Η απόσταση μεταξύ I και IV, στο μοντέλο του TPS είναι ακριβώς η ίδια με την απόσταση μεταξύ I και V. Η διαστηματική διαφορά των δύο ζευγαριών είναι ίδια, γιατί αποτελούνται και οι τρεις από διατονικούς φθόγγους, έχουν ένα κοινό φθόγγο και οι θεμέλιοι τους απέχουν διάστημα 5K. Έτσι το μοντέλο του TPS βλέπει ως όμοια την απόσταση, κάτι που δε συμφωνεί με τη χρήση των συγχορδιών αυτών στην κοινή πρακτική. Το μοντέλο της λειτουργικής ομαδοποίησης θεωρεί ότι η απόσταση I-IV είναι πιο μικρή από την απόσταση I-V. Η I οδηγεί πολύ συχνά στην V (ακόμα πιο συχνά ως I<sup>6</sup><sub>4</sub>), όπως ακριβώς και η IV, οπότε η I και η IV θεωρούνται πιο κοντινές από ότι η I και η V. Μπορούμε



επομένως να παρατηρήσουμε εδώ πως η απόσταση TPS δεν ταυτίζεται με τη λειτουργική απόσταση.

Η ίδια διαπίστωση μπορεί να γίνει και για την απόσταση μεταξύ ii και IV. Το μοντέλο GCT τις τοποθετεί αρκετά κοντά μεταξύ τους, και τη ii πιο κοντά στην I από ότι στην IV. Στο TPS όμως η απόσταση μεταξύ ii και IV είναι 7 μονάδες ενώ η απόσταση μεταξύ ii και I είναι 8 μονάδες. Παρατηρούμε λοιπόν, άλλη μια αναντιστοιχία μεταξύ των δύο μοντέλων.

Αναντιστοιχία παρατηρείται και στην απόσταση μεταξύ I και vi. Ενώ το GCT τοποθετεί πολύ κοντά στο δενδρόγραμμα (4.4) τις δύο συγχορδίες, το μοντέλο TPS, δίνει μια τιμή 7 μονάδων. Δηλαδή μεγαλύτερη από τη σχέση I-V ή I-IV πράγμα που δε συμφωνεί με τη λειτουργική απόστασή τους.

Το μοντέλο της απόστασης που βασίζεται στους neo-riemannian μετασχηματισμούς, είδαμε στο κεφάλαιο 3 πως παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με το μοντέλο TPS. Και είναι λογικό, γιατί και τα δύο βασίζονται στο φθογγικό περιεχόμενο των συγχορδιών και την απόσταση των θεμελίων τους. Επομένως σχολιάζοντας την απόδοση του TPS μοντέλου, μπορούμε να πούμε πως οι ίδιες παρατηρήσεις αφορούν και το μοντέλο των neo-riemannian μετασχηματισμών. Όταν αναφερόμαστε σε απόσταση δύο μεμονωμένων συγχορδιών, τότε το διαστηματικό περιεχόμενο αυτών παίζει το σημαντικότερο ρόλο στη μέτρηση αυτής, λόγω της απουσίας τονικού κέντρου ως σημείου αναφοράς.

Ο λειτουργικός ρόλος όμως μιας συγχορδίας, φαίνεται πως δεν επηρεάζεται τόσο από το διαστηματικό περιεχόμενο, όσο από το συνδυασμό αυτού με άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιμέρους στοιχείων της. Όπως είδαμε στα κεφάλαια 3.3 και 3.4, οι Krumhansl και Kessler (1979), απέδειξαν πως οι φθόγγοι υπόκεινται σε ένα ιεραρχικό σύστημα, με τη σημασία τους να επηρεάζεται απ'αυτό. Η ψυχολογική αυτή ιεράρχηση δε θα μπορούσε να μην επηρεάζει και το σύνολο

(συγχορδία) στο οποίο ανήκει. Επομένως, παρά το γεγονός πως IV και V απέχουν την ίδια απόσταση με βάση το διαστηματικό τους περιεχόμενο, από την I (8 βαθμούς κατά το TPS μοντέλο και μία Dominant μεταφορά κατά το neo-riemannian), ο λειτουργικός τους ρόλος επηρεάζεται από τους επιμέρους φθόγγους τους.

Συμπερασματικά, για τον προσδιορισμό της απόστασης μεταξύ των συγχορδιών σε περιβάλλον μουσικών συνθέσεων, και όχι μικρών φράσεων και πτώσεων, η χρήση αποκλειστικά του διαστηματικού περιεχομένου ή ακόμα και η ψυχολογική απόσταση μόνο δύο διαδοχικών συγχορδιών, κρίνεται προβληματική. Είναι προτιμότερη λοιπόν η χρήση ενός μοντέλου σαν το προτεινόμενο που μπορεί να εξετάσει μια μεγάλη βάση δεδομένων και να εξάγει σχέσεις ομοιότητας και απόστασης συγχορδιών μέσω της ανάλυσης σχέσεων σε έργα του υπό εξέταση ιδιώματος. Η ανάλυση αυτή δίνει ανεξαρτησία από ιδιώματα, ενώ τα αποτελέσματά της αντικατοπτρίζουν την πραγματική χρήση των συγχορδιών στα ιδιώματα αυτά, η οποία χρήση είναι στενά συνδεδεμένη με τη σχέση τους σε αντιληπτικό επίπεδο (Milne, 2010).

## 5. Επίλογος - Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή εξετάστηκε το ζήτημα της απόστασης των συγχορδιών με τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις, τη μουσικολογική, την αντιληπτική και την υπολογιστική. Ο λόγος που παρατέθηκαν όλες οι πλευρές, έχει να κάνει με την πολύπλοκη φύση των συγχορδιών, όχι μόνο μεμονωμένα, αλλά και σε σχέση με το περιβάλλον που εμφανίζονται.

Μουσικολογικά, το σύστημα κανόνων της δυτικής αρμονίας, μέχρι και την εποχή του ύστερου Ρομαντισμού, είναι πολύ αναλυτικό και καλύπτει κάθε συγχορδία, αναλύοντας το ρόλο της. Οι συγχορδίες καλούνται να παίξουν, είτε το ρόλο της σταθερής συγχορδίας στην οποία θα καταλήξει ένα μοτίβο, μια φράση ή ένα έργο, είτε το ρόλο ασταθούς συγχορδίας που θα δημιουργήσει προσμονή για λύση σε κάποια σταθερή συγχορδία. Επίσης υπάρχουν και οι συγχορδίες που προετοιμάζουν κάποια άλλη. Ο Schenker (1979), ανάγει όλη την αρμονία εκείνης της εποχής, σε ένα εκτεταμένο I-V-I. Μια διαρκή σχέση δηλαδή, σταθερότητας και αστάθειας.

Στην ενότητα 2 εξετάστηκε ένα μοντέλο που βασίστηκε στη neo-riemannian θεωρία για τη σχέση μεταξύ των φθόγγων δύο συγχορδιών. Κατά τη μετάβαση από μία συγχορδία σε μια άλλη, συντελούνται κάποιοι μετασχηματισμοί σε επίπεδο φθόγγων. Αυτοί οι μετασχηματισμοί, οι οποίοι σε συνδυασμό μπορούν να επιφέρουν οποιαδήποτε αλλαγή, είναι μετρήσιμο μέγεθος. Επειδή ακριβώς είναι στενά συνδεδεμένο με τη θεωρία της μουσικής, αλλά επηρεάζεται και από την ύπαρξη κοινών φθόγγων μεταξύ των διαδοχικών συγχορδιών, φαίνεται πως συμφωνεί εξίσου με τα πειραματικά αποτελέσματα σε μουσικούς και μη μουσικούς (Σχήμα 3.13).

Στη συνέχεια εξετάστηκε το μοντέλο της θεωρίας *Tonal Pitch Space* του F. Lerdahl (1988). Η θεωρία αυτή υπολογίζει την απόσταση μεταξύ δύο συγχορδιών, με βάση τις αλλαγές που γίνονται σε φθογγικό επίπεδο, την απόσταση των θεμελίων τους στον κύκλο των πεμπτών και την απόσταση των τονικοτήτων που ανήκουν στον κύκλο των πεμπτών.

Το μοντέλο δείχνει να συμφωνεί αρκετά με τα πειραματικά αποτελέσματα της αντιληπτικής προσέγγισης, κυρίως όμως στις ομάδες με μουσική εκπαίδευση. Και αυτό, γιατί δε βασίζεται μόνο στην ύπαρξη ή μη κοινών φθόγγων μεταξύ των συγχορδιών, κάτι που είναι πιο ευδιάκριτο στους μη μουσικούς. Αντίθετα βαθμολογεί με βάση τη σχέση των συγχορδιών σε επίπεδο κανόνων της μουσικής θεωρίας, με την οποία είναι εξοικειωμένοι οι έχοντες μουσική εκπαίδευση.

Για την αξιολόγηση όλων των παράπανω μοντέλων, είναι απαραίτητα τα πειραματικά αποτελέσματα, ώστε να μετρηθεί το πως αντιλαμβάνονται οι ακροατές τις αποστάσεις μεταξύ των συγχορδιών (ενότητα 3). Η μελέτη ξεκίνησε εδώ, από την ιεράρχηση των φθόγγων μεμονωμένα, μέσω της αξιολόγησής τους από ακροατές (Shepard και Krumhansl, 1979). Έτσι, οδηγούμαστε στην αντίστοιχη σχέση μεταξύ των συγχορδιών, με τις έξι αρχές των Bharucha και Krumhansl (1983)

Ακολουθεί μια ανάλυση των πειραμάτων του Bigand (1996) και η παράθεση δύο ακόμα τιμών ομοιότητας. Της *pitch commonality* (Parncutt, 1989) που προκύπτει από το πλήθος των κοινών φθόγγων που μοιράζονται οι υπό σύγκριση συγχορδίες, και της οριζόντιας κίνησης (Bigand et al., 1996), που προκύπτει από το αθροισμα των ημιτονίων κατά την κίνηση των ξεχωριστών φωνών.

Παρατίθεται στο τέλος της ενότητας 3, η σύγκριση τιμών από τα μοντέλα της neoriemannian θεωρίας, του *Tonal Pitch Space*, του *pitch commonality* και της οριζόντιας κινήσεις, με τα πειραματικά αποτελέσματα των Krumhansl και Kessler (1982) και του Bigand (1996)

σε μουσικούς και μη μουσικούς. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει μεγάλη συσχέτιση των μοντέλων, με τα αποτελέσματα των ομάδων με μουσική εκπαίδευση, εκτός από αυτό της οριζόντιας κίνησης, η οποία όμως έδειξε να συμφωνεί με τα αποτελέσματα των μη μουσικών. Φαίνεται λοιπόν, μια τάση των ακροατών με μουσική εκπαίδευση να προτιμούν ως πιο κοντινές, συγχορδίες που συμφωνούν με τους κανόνες της δυτικής αρμονίας. Αντίθετα οι μη μουσικοί, φαίνεται να επηρεάζονται περισσότερο από στοιχεία που δεν προϋποθέτουν μουσική γνώση, όπως είναι το πλήθος των κοινών φθόγγων και η μικρή οριζόντια κίνηση.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρατίθεται το μοντέλο αναπαράστασης των συγχορδιών GCT (Cambouropoulos, Kaliakatsos-Parakostas, Tsougras, 2014). Πρόκειται για μια αναπαράσταση που περιλαμβάνει, πέρα από τον τύπο και τη θέση της συγχορδίας στην τονικότητα, πληροφορίες για το θεμέλιο φθόγγο και τους μη διατονικούς φθόγγους αυτής. Με χρήση του GCT δυνατή η ανάλυση μεγάλου αριθμού μουσικών έργων σε διάφορα ιδιώματα. Εδώ χρησιμοποιείται για την ανάλυση των χορικών του J.S. Bach, ξεχωριστά για το μείζονα και τον ελάσσονα τρόπο.

Από τον αλγόριθμο G.C.T. εξάγονται τύποι συγχορδιών στα χορικά του J.S. Bach και κατόπιν ομαδοποιούνται σε κατηγορίες υπό κάποια συγχορδία-αντιπρόσωπο. Στη συνέχεια, εξετάζονται οι μεταβάσεις μεταξύ των κατηγοριών αυτών, χαρακτηρίζοντας ως πιο κοντινές τις κατηγορίες αυτές που μεταβαίνουν με την ίδια συχνότητα σε κάποια κοινή κατηγορία.

Τα αποτελέσματα δείχνουν να συμφωνούν με τις προβλέψεις από τους κανόνες της αρμονίας της εποχής του Bach και τις σχέσεις T,S,D της λειτουργικής αρμονίας. Ως κοντινές παρουσιάζονται κυρίως οι συγχορδίες που έχουν χαρακτήρα δεσπόζουσας. Δηλαδή οι V και vii<sup>0</sup>

ενός τονικού χώρου. Με αυτό τον τρόπο λύνεται και για τον αλγόριθμο το πρόβλημα της συμμετρίας των ελαττωμένων συγχορδιών με έβδομη ελαττωμένη, στις οποίες δε μπορεί ο αλγόριθμος να βρεί τη θεμέλιο. Βλέποντας όμως με ποιου τονικού χώρου τη δεσπόζουσα είναι κοντά, μπορούμε να συμπεράνουμε πως η θεμέλιος της συγκεκριμένης ελαττωμένης είναι ο προσαγωγέας του τονικού χώρου αυτού.

Το θέμα της απόστασης των συγχορδιών, είναι αρκετά πολύπλοκο. Ακριβώς επειδή έχουμε να κάνουμε με περισσότερους από έναν ταυτόχρονους φθόγγους, οι σχέσεις μεταξύ των συγχορδιών περιπλέκονται. Ακόμα και αν υπήρχε ένα μοντέλο που να διαχωρίζει ικανοποιητικά τις διαφορετικές κινήσεις των φθόγγων, θα ήταν δύσκολο να χαρακτηρίσουμε δύο συγχορδίες από αυτό το στοιχείο και μόνο. Και αυτό, γιατί δεν παίζει ρόλο όπως είδαμε, μόνο το φθογγικό ή το διαστηματικό τους περιεχόμενο, αλλά και το περιβάλλον στο οποίο εμφανίζονται.

Επίσης, σημαντικός φαίνεται να είναι και ο αστάθμητος παράγοντας της μουσικής εκπαίδευσης αλλά και καθημερινής τριβής. Ένας γνώστης ενός ιδιώματος, είναι προφανές πως θα θεωρεί οικεία μια ακολουθία συγχορδιών που συναντάει συχνά στο συγκεκριμένο ιδίωμα, ενώ που δεν ακούει συχνά αυτό το ιδίωμα, θα τη θεωρήσει ως ξένη προς τα ακούσματα του.

Ο αλγόριθμος αυτός λοιπόν φαίνεται να λειτουργεί ικανοποιητικά στο τονικό ιδίωμα, του οποίου όμως οι κανόνες αρμονίας είναι ξεκάθαροι και οι σχέσεις μεταξύ των συγχορδιών υπαγορεύονται από αυστηρές πρακτικές σύνθεσης. Ενδιαφέρον θα είχε η εφαρμογή του αλγόριθμου σε πιο πλούσιο αρμονικά περιεχόμενο, με συγχορδίες που ξεφεύγουν από τους στεγανούς, για την εποχή του Bach, ρόλους της τονικής, της υποδεσπόζουσας και της δεσπόζουσας.

Μπορούμε να πούμε πως το ζήτημα της απόστασης ή της ομοιότητας των συγχορδιών, δεν είναι κάτι που μπορεί να απαντηθεί από μία και μόνο πλευρά. Εδώ επιχειρήθηκε μια μελέτη τριών διαφορετικών προσεγγίσεων με σκοπό να φωτιστούν όσο περισσότερες πλευρές του ζητήματος ήταν δυνατό. Από αυτό προκύπτει μια σειρά καινούριων ερωτημάτων σχετικά με τις σχέσεις των συγχορδιών και σε διαφορετικά ιδιώματα, διαφορετικής κουλτούρας ή εκπαίδευσης ακροατές, και πώς θα μπορούσαν αυτές οι σχέσεις να συστηματοποιηθούν.

Ζητούμενο προς μελλοντική έρευνα, είναι η μελέτη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων με τον αλγόριθμο GCT και την ομαδοποίηση που επιχειρήθηκε στην παρούσα εργασία. Είναι αναγκαίο να εξεταστούν περισσότερα έργα παρόμοιας τεχνικής με αυτά του J.S. Bach, ώστε να προκύψουν πιο ασφαλή συμπεράσματα για τη σχέση των συγχορδιών, αλλά και από διαφορετικά ιδιώματα, ακόμα και από άλλους αρμονικούς χώρους, όπως της ποπ, της τζαζ ή της δημοτικής και λαϊκής μουσικής διαφόρων περιοχών του κόσμου. Έτσι θα εξεταστεί η αποτελεσματικότητα του αλγόριθμου και σε ιδιώματα στα οποία η καταγραφή των κανόνων σύνθεσης δεν είναι τόσο εκτενής, όσο για την εποχή του Bach.

## Βιβλιογραφία

Aldwell, E., & Schachter, C. (2011). *Harmony & voice leading* (4th ed.). Boston, MA: Schirmer/Cengage Learning.

Bigand, E., Parncutt, R., & Lerdahl, F. (1996). Perception of musical tension in short chord sequences: The influence of harmonic function, sensory dissonance, horizontal motion, and musical training. *Perception & Psychophysics*, 58(1), 125-141.

Cambouropoulos, E., Kaliakatsos-Papakostas, M. & Tsougras, C. (2014). An Idiom-independent Representation of Chords for Computational Music Analysis and Generation In: *Proceedings of the Joint 40th International Computer Music Conference (ICMC) and 11th Sound and Music Computing (SMC) Conference (ICMC-SMC2014)*, Athens, Greece.

Cambouropoulos, E., Kaliakatsos-Papakostas, M. & Tsougras, C. (2015), Evaluating and extending the General Chord Type representation for automatic chord labeling (Submitted).

Cazden, N. (1945). Musical Consonance and Dissonance: A Cultural Criterion. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 4(1), 3-11. Retrieved March 17, 2014, from <http://www.jstor.org/stable/426253> .

Cohn, R. (1998). Introduction To Neo-Riemannian Theory: A Survey And A Historical Perspective. *Journal of Music Theory*, 42(2), 167-180.

Goldmeier, E. (1982). *The memory trace: Its formation and its fate*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.

Haas, W., Wiering, F., & Veltkamp, R. (2013). A geometrical distance measure for determining the similarity of musical harmony. *International Journal of Multimedia Information Retrieval Int J Multimed Info Retr*, 189-202.



Helmholtz, H., & Ellis, A. (1885). *On the sensations of tone, as a physiological basis for the theory of music* (2nd Engl. ed.). London: Longmans, Green, and Co.

Hyer, B. (1989). *Tonal intuitions in "Tristan und Isolde"*. Yale University.

Kliwer, V. (1975). Melody: Linear Aspects of Twentieth-Century Music. In: *Aspects of Twentieth-Century Music* (Wittlich, Gary ed., pp. 270-301). New Jersey: Englewood Cliffs.

Kostka, S., & Payne, D. (2004). *Tonal harmony, with an introduction to twentieth-century music* (5th ed.). Boston: McGraw-Hill.

Krumhansl, C. (1985). Perceiving Tonal Structure in Music: The complex mental activity by which listeners distinguish subtle relations among tones, chords, and keys in Western tonal music offers new territory for cognitive psychology. *American Scientist*, 73(4), 371-378. Retrieved March 22, 2014, from <http://www.jstor.org/stable/27853324>.

Krumhansl, C. (1990). *Cognitive foundations of musical pitch*. New York: Oxford University Press.

Krumhansl, C. (1998). Perceived Triad Distance: Evidence Supporting the Psychological Reality of Neo-Riemannian Transformations. *Journal of Music Theory*, 42(2), 265-265. Retrieved March 22, 2014, from <http://www.jstor.org/stable/843878>.

Krumhansl, C., & Bharucha, J. (1983). The representation of harmonic structure in music: Hierarchies of stability as a function of context. *Cognition*, 13, 69-102.

Krumhansl, C., & Kessler, E. (1982). Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys. *Psychological Review*, 334-368.

Krumhansl, C., & Shepard, R. (1979). Quantification of the hierarchy of tonal functions within a diatonic context. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 579-594.

Lerdahl, F. (1988). *Tonal pitch space*. New York: Oxford University Press.

Lerdahl, F. (1991). Pitch-space journeys in two Chopin Preludes (M. Jones & S. Holleran, Eds.). *Cognitive Bases of Musical Communication*, 171-191.

Linkels, A. (2000). *The Real Music of Paradise*. In *World Music, Vol. 2: Latin & North America, Caribbean, India, Asia and Pacific* (Broughton, Simon and Ellingham, Mark with McConnachie, James and Duane, Orla ed., p. 218–229). London: Penguin Books.

Malm, W. (1996). *Music cultures of the Pacific, the Near East, and Asia (3rd ed.)*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.

Milne, A. (2010). Tonal music theory: A psychoacoustic explanation? In: *Proceedings of the International Conference of Music Perception and Cognition 2010 (ICMPC 11), 23-27 Aug 2010, Seattle, USA*.

Nettl, B. (1956). *Music in primitive culture*. Cambridge: Harvard University Press.

Parncutt, R. (1989). *Harmony: A Psychoacoustical Approach*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Piston, W. (1962). *Harmony (3d ed.)*. New York: W.W. Norton.

Plomp, R., & Levelt, W. (1965). Tonal Consonance and Critical Bandwidth. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 548-548.

Quinn, I. (2010). What Do Interval Cycles Have To Do With Tonal Harmony? *Empirical Musicology Review*, 5(3), 84-93.

Rahn, J., & Boretz, B. (2001). *Music inside out: Going too far in musical essays : Essays*. Amsterdam: G B Arts International.

Riemann, H., & Weidig, A. (1887). *Handbuch der harmonielehre*, (2., ed.). Leipzig: Breitkopf & Härtel.

Rohrmeier, M. (2011). Towards a generative syntax of tonal harmony. *Journal of Mathematics and Music*, 5(1), 35-53.

Schenker, H. (1979). *Free composition*. New York: Longman.

Shepard, R. (1962). The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. II. *Psychometrika*, 219-246.

Καμπουρόπουλος, Α. (2011). Εισαγωγή στην Υπολογιστική μουσικολογία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κατσιάβαλος, Α. (2013). Ένα διαδραστικό υπολογιστικό σύστημα για την εξερεύνηση της διαδικασίας διαχωρισμού ακουστικών ροών (Διπλωματική Εργασία). Θεσσαλονίκη, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

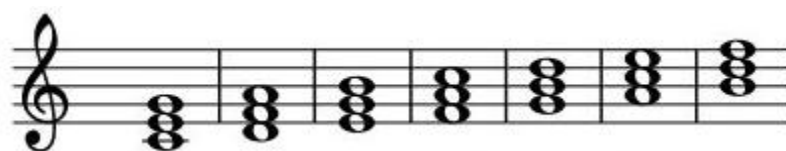
## Παράρτημα

Στην εργασία αυτή, οι συγχορδίες συμβολίζονται με τα γράμματα του λατινικού αλφάβητου. Με κεφαλαία συμβολίζονται οι μείζονες συγχορδίες και με πεζά οι ελάσσονες. Ο δείκτης <sup>0</sup> συμβολίζει ελαττωμένη συγχορδία (Πίνακας Π.1).

Συγχορδία	Ντο	Ρε	Μι	Φα	Σολ	Λα	Σι
Μείζονα	C	D	E	F	G	A	B
Ελάσσονα	c	d	e	f	g	a	b

Πίνακας Π.1: Συμβολισμός των συγχορδιών με χρήση του λατινικού αλφάβητου.

Για παράδειγμα, οι συγχορδίες που σχηματίζονται από τις νότες της ντο μείζονας κλίμακας φαίνονται στο σχήμα Π.2.



C d e F G a b<sup>0</sup>

Σχήμα Π.2: Οι συγχορδίες που σχηματίζονται από τις νότες της ντο μείζονας κλίμακας.

Τα διαστήματα συμβολίζονται με τον αντίστοιχο αριθμό διατονικών βημάτων, συνοδευόμενο από ένα γράμμα που δείχνει την ποιότητα του διαστήματος.

K = Καθαρή, M = Μεγάλη, μ = μικρή, Αυξ.= αυξημένη, Ελατ.=Ελαττωμένη. Παράδειγμα: 3μ = διάστημα τρίτης μικρής.

Όπου χρησιμοποιούνται εικόνες από άλλα συγράμματα και διαφέρει ο τρόπος κωδικοποίησης των συγχορδιών, αναφέρεται ως σημείωση στην εικόνα το αντίστοιχο σύστημα.