

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΦΩΝΩΝ

ΓΡΑΠΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

(ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

Του φοιτητή

Λάζαρου Μελίδη

Α.Ε.Μ.: 1022

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αιμίλιος Καμπουρόπουλος, λέκτορας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2009

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΦΩΝΩΝ

ΓΡΑΠΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

(ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

Του φοιτητή.

Λάζαρου Μελίδη

Α.Ε.Μ.: 1022


ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αιμίλιος Καμπουρόπουλος, λέκτορας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2009

M

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΟΥΣΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	4
1.1 Φωνή ή μέρος – Κανόνες κίνησης των φωνών.....	4
1.2 Οριζόντια και Κάθετη Διάσταση: Είδη Μουσικής Υφής.....	7
1.2.1 Μονοφωνία.....	9
1.2.2 Ομοφωνία.....	10
1.2.3 Ετεροφωνία.....	12
1.2.4 Πολυφωνία.....	13
1.2.4.1 Η πολυφωνία στη Δυτική ευρωπαϊκή μουσική.....	15
1.2.4.2 Χρήση πολυφωνικών τεχνικών σε εξωευρωπαϊκούς μουσικούς πολιτισμούς.....	22
2. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	25
2.1 Εισαγωγή – Οι μηχανισμοί αντιληπτικής οργάνωσης του ήχου.....	25
2.2 Έννοια των ακουστικών ρευμάτων.....	29
2.3 Διαχωρισμός ή συγχώνευση των φθόγγων σε ακουστικά ρεύματα.....	32
2.4 Αντιληπτικές αρχές διαχωρισμού ή συγχώνευσης των φθόγγων σε ακουστικά ρεύματα.....	35
2.4.1 Κάθετη οργάνωση.....	36
2.4.1.1 Συγχρονισμός της έναρξης των φθόγγων.....	36
2.4.1.2 Αρμονικότητα (Harmonicity).....	39
2.4.1.3 Παράλληλη κίνηση τονικών υψών.....	43
2.4.1.4 Ελαχιστοποίηση της απόκρυψης.....	47
2.4.2 Οριζόντια οργάνωση.....	50
2.4.2.1 Χρονική συνέχεια.....	50
2.4.2.2 Εγγύτητα και χρονικές σχέσεις των τονικών υψών.....	53
2.4.3 Ανταγωνισμός μεταξύ οριζόντιας και κάθετης οργάνωσης.....	60

2.4.4 Άλλοι παράγοντες.....	62
2.4.4.1 Χωρική διαφοροποίηση των ηχητικών πηγών.....	62
2.4.4.2 Ηχοχρωματική διαφοροποίηση.....	64
2.4.4.3 Περιορισμένη πυκνότητα.....	68
2.4.4.4 Ακουστότητα (Loudness).....	71
2.4.5 Εφαρμογές στη σύγχρονη μουσική – Προβληματισμοί.....	71
2.5 Πρωτογενής και μαθησιακή οργάνωση.....	73
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ.....	75
3.1 Υπολογιστικά μοντέλα διαχωρισμού φωνών: Γενικά χαρακτηριστικά και εφαρμογές.....	75
3.2 Εξέταση των κυριότερων υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού φωνών.....	77
3.2.1 Ο αλγόριθμος μέτρησης ψευδο-πολυφωνίας του Huron.....	79
3.2.2 Τα μοντέλα του Gjerdingen και των Mc Cabe & Denham.....	80
3.2.3 Το μοντέλο του Marsden.....	81
3.2.4 Ο αλγόριθμος του Καμπουρόπουλου.....	84
3.2.5 Το μοντέλο του Temperley.....	85
3.2.6 Το μοντέλο των Chew & Wu.....	89
3.2.7 Το μοντέλο των Kilian & Hoos.....	92
3.2.8 Το μοντέλο των Karydis et al.....	95
3.3 Παρατηρήσεις για τα υπολογιστικά μοντέλα διαχωρισμού φωνών.....	97
4. ΕΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΥΡΕΣΗΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	103
4.1 Περιγραφή του μοντέλου.....	103
4.2 Εξέταση του αλγορίθμου σε ένα δείγμα έργων για πιάνο.....	105
4.2.1 J.S. Bach, Φούγκα αρ. 14 σε Φα# ελάσσονα BWV 859, από το «Καλώς Συγκεκριασμένο Κλειδοκύμβαλο».....	110
4.2.2 L. Van Beethoven, Σονάτα op. 2 αρ. 1 (1ο μέρος).....	116
4.2.3 L. Van Beethoven, Σονάτα op. 13 «Παθητική» (1ο μέρος).....	121
4.2.4 L. Van Beethoven, Σονάτα op. 31 αρ. 3 (1ο μέρος).....	125
4.2.5 F. Chopin, Μαζούρκα op. 6 αρ. 2.....	129

4.2.6 F. Chopin, Μαζούρκα ορ. 7 αρ. 5.....	132
4.2.7 F. Chopin, Βαλς ορ. 69 αρ. 2.....	136
4.3 Συμπεράσματα για το μοντέλο διαχωρισμού τμημάτων ακουστικών ρευμάτων.....	137
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	141
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	144

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τον αντιληπτικό διαχωρισμό των φωνών από τις οποίες αποτελείται ένα μουσικό έργο, καθώς επίσης και την προσομοίωση αυτής της διαδικασίας με συστηματικό τρόπο, μέσω υπολογιστικών μοντέλων. Το ζήτημα του διαχωρισμού των φωνών έχει πολλές πτυχές και αγγίζει ένα ευρύ φάσμα μουσικολογικών τομέων. Για μία ολόπλευρη παρουσίαση του θέματος είναι απαραίτητο να ληφθούν υπ' όψιν τόσο θεωρητικές όσο και ψυχοακουστικές παράμετροι. Όπως θα διαπιστωθεί, παρατηρείται μία διάσταση μεταξύ της θεωρητικής χρήσης του όρου «φωνή» και της αντιληπτικής πρόσληψης των φωνών από τις οποίες αποτελείται ένα μουσικό έργο, σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα της Ψυχοακουστικής. Η γνώση των βασικών αρχών αντιληπτικής οργάνωσης των ηχητικών γεγονότων αποτελεί προϋπόθεση για τη δημιουργία αποτελεσματικών υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού των φωνών. Η εργασία χωρίζεται σε τέσσερα κεφάλαια: τα τρία πρώτα προσεγγίζουν από διαφορετικές σκοπιές το θέμα του διαχωρισμού των φωνών, ενώ στο τέταρτο αξιολογείται ένα νέο υπολογιστικό μοντέλο που παρουσιάζει ορισμένα καινοτόμα χαρακτηριστικά.

Στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζεται η έννοια της «φωνής» υπό το πρίσμα της παραδοσιακής μουσικής θεωρίας και παρατίθενται οι βασικότεροι κανόνες που διέπουν τη γραμμική κίνηση των φωνών, γνωστοί ως κανόνες του voice-leading. Γίνεται επίσης αναφορά σε ορισμένες βασικές μουσικολογικές έννοιες, όπως η έννοια της μουσικής υφής, η ομοφωνία και η πολυφωνία. Στη συνέχεια, ακολουθεί μία σύντομη ιστορική αναδρομή του φαινομένου της πολυφωνίας, ως προϊόντος μιας μακρόχρονης εξελικτικής διαδικασίας στη Δυτική μουσική τέχνη. Ο όρος «πολυφωνία» χρησιμοποιείται με δύο διαφορετικές σημασίες. Με την πρώτη, ευρύτερη σημασία της, η πολυφωνία αναφέρεται σε κάθε μουσική σύνθεση που απαρτίζεται από δύο ή περισσότερες φωνές ή μέρη και η ύπαρξη της αποτελεί προϋπόθεση για τον αντιληπτικό διαχωρισμό των φωνών. Με τη δεύτερη σημασία της προσδιορίζει ένα συγκεκριμένο είδος μουσικής υφής και αναφέρεται στα μουσικά έργα στα οποία οι διάφορες φωνές ή μέρη που τα απαρτίζουν παρουσιάζουν μεταξύ τους ανεξαρτησία, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζεται με αντιληπτικά κριτήρια η έννοια της φωνής, για την οποία χρησιμοποιείται ο όρος «ακουστικό ρεύμα» (auditory stream) και

επιχειρείται μία αντιπαραβολή μεταξύ της θεωρητικής και της αντιληπτικής οπτικής της. Όταν το ακουστικό μας σύστημα προσλαμβάνει κάποια ηχητικά γεγονότα, αυτομάτως λαμβάνει χώρα μια διαδικασία οργάνωσής τους με βάση ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως η εγγύτητα των συχνοτήτων τους, η χρονική τους απόκλιση, το ηχόχρωμά τους κ.λπ. Τα διαδοχικά ή ταυτόχρονα ηχητικά γεγονότα είτε συγχωνεύονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, συγκροτώντας συνεκτικά σύνολα είτε διαχωρίζονται και ενσωματώνονται σε διαφορετικά ακουστικά ρεύματα. Στη συνέχεια, εξετάζονται οι βασικές αρχές διαχωρισμού ή συγχώνευσης των ήχων σε ακουστικά ρεύματα, από τις οποίες απορρέει το μεγαλύτερο μέρος των κανόνων του voice-leading. Η διαδικασία οργάνωσης των ήχων είναι εγγενής και οι ρίζες της μπορούν να αναζητηθούν στις αντιληπτικές αρχές Gestalt, οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή σε όλα τα πεδία της αντίληψης. Στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου γίνεται επίσης μία αναφορά στους γνωστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αντιληπτική οργάνωση των ήχων, οι οποίοι σχετίζονται με την προϋπάρχουσα γνώση και προϋποθέτουν τη χρήση της μακρόχρονης μνήμης.

Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζονται τα κυριότερα υπολογιστικά μοντέλα διαχωρισμού φωνών, εξηγείται ο τρόπος λειτουργίας τους και επισημαίνονται τα προτερήματα και οι αδυναμίες τους. Τα υπολογιστικά μοντέλα έχουν πολλές σημαντικές εφαρμογές. Για παράδειγμα, χρησιμεύουν στην ανάκτηση μουσικών πληροφοριών στην αυτοματοποίηση της ανάλυσης μουσικών έργων. Ουσιαστικά πρόκειται για αλγόριθμους, οι οποίοι λειτουργούν με βάση συγκεκριμένα εισαχθέντα δεδομένα και κανόνες, με στόχο την εξαγωγή μιας μουσικολογικά αποδεκτής εκδοχής διαχωρισμού των φωνών. Οι κανόνες αυτοί δεν είναι αυθαίρετοι αλλά πηγάζουν από τις βασικές αρχές αντιληπτικής οργάνωσης των ήχων. Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνεται επίσης μια συνολικότερη αποτίμηση των υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού φωνών και επισημαίνονται ορισμένα κοινά προβλήματα που παρουσιάζουν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζεται το υπολογιστικό μοντέλο των Rafailidis et al. (2008), το οποίο εισάγει την έννοια των «τμημάτων ακουστικών ρευμάτων» (stream segments). Τα τμήματα ακουστικών ρευμάτων είναι μικρά συνεκτικά σύνολα φθόγγων που προκύπτουν από την οριζόντια και την κάθετη κατάτμηση της μουσικής επιφάνειας. Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του, το μοντέλο εφαρμόζεται σε ένα σύνολο έργων για πιάνο και τα αποτελέσματά του αναλύονται ποιοτικά, σε σχέση με μία προτεινόμενη μουσικολογική εκδοχή διαχωρισμού των φωνών των μουσικών έργων. Σε αντίθεση με τα περισσότερα υπολογιστικά μοντέλα

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΟΥΣΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 – ΦΩΝΗ Ή ΜΕΡΟΣ – ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΩΝΩΝ

Η έννοια της *φωνής*, όπως επίσης και αυτές της *ομοφωνίας* και της *πολυφωνίας*, είναι οικείες στους μουσικούς. Συχνά θεωρείται δεδομένο ότι οι ακροατές μπορούν να αντιληφθούν πολλαπλές φωνές σε ένα μουσικό έργο. Παρά την ευρεία χρήση όμως αυτών των όρων και την γενικά εδραιωμένη πεποίθηση ότι όλοι οι μουσικοί γνωρίζουν καλά τη σημασία τους, στην πραγματικότητα δεν υφίσταται κάποια συστηματική θεωρία που να περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να προσδιοριστούν οι φωνές σε ένα μουσικό έργο, ιδιαίτερα μάλιστα όταν αναμιγνύονται σ' αυτό ομοφωνικά και πολυφωνικά στοιχεία (Cambouropoulos, 2006).

Στην πολυφωνική μουσική, ο όρος *μέρος* (part) αναφέρεται σε μία από τις διαφορετικές μουσικές γραμμές που συνεισφέρουν σε μία ή περισσότερες συνιστώσες της μουσικής (π.χ. διμερής αντίστιξη, τετραμερής αρμονία κ.λπ.). Συχνά γίνεται μία διάκριση των εξωτερικών (ψηλότερο και χαμηλότερο) μερών από τα εσωτερικά (ενδιάμεσα) μέρη. Αντί του *μέρους*, χρησιμοποιείται συνηθέστερα ο όρος *φωνή* (voice). Ορισμένες φόρμες ή μουσικά είδη περιγράφονται συχνά από τον αριθμό των μερών ή φωνών που περιλαμβάνουν, για παράδειγμα δίφωνη invention ή τετράφωνη φούγκα (Drabkin, 2006α). Στο σύνολο σχεδόν των θεωρητικών συγγραμμάτων αλλά και στην μουσική πράξη, θεωρείται δεδομένο ότι ο όρος «φωνή» αναφέρεται σε μία μονοφωνική ακολουθία διαδοχικών, μη επικαλυπτόμενων φθόγγων. Ο ορισμός αυτός, ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις δε συμβαδίζει με τις αντιληπτικά προσλαμβανόμενες φωνές ενός μουσικού έργου (Cambouropoulos, 2006). Στο κεφάλαιο 2 θα γίνει εκτενής αναφορά στην έννοια των *ακουστικών ρευμάτων*, δηλαδή των «αντιληπτών φωνών», σε συνάρτηση με ψυχοακουστικά ερευνητικά δεδομένα και θα επιχειρηθεί η αντιπαραβολή τους με την έννοια της «φωνής», όπως αυτή χρησιμοποιείται στην παραδοσιακή Δυτική μουσική θεωρία.¹

Η *γραμμική κίνηση των φωνών* (voice-leading ή part-writing) αναφέρεται στην αντιμετώπιση κάθε μέρους μιας πολυφωνικής σύνθεσης ως μίας ξεχωριστής γραμμής και όχι ως ενός στοιχείου που απλά προκύπτει από την αρμονία. Κάθε γραμμή πρέπει

¹ βλ. §2.2.

να χαρακτηρίζεται από μία μοναδική μελωδική και ρυθμική φυσιογνωμία, να διακρίνεται από ένα αναγνωρίσιμο περίγραμμα που της προσδίδει μία ταυτότητα στην πολυφωνική δομή της μουσικής σύνθεσης. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις κίνησης των φωνών:

α) *ευθεία κίνηση*, όταν δύο ή περισσότερα μέρη κινούνται ταυτόχρονα προς την ίδια κατεύθυνση

β) *παράλληλη κίνηση*, όταν δύο ή περισσότερα μέρη κινούνται ταυτόχρονα προς την ίδια κατεύθυνση έχοντας σταθερή απόσταση μεταξύ τους²

γ) *αντίθετη κίνηση*, όταν δύο μέρη κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις

δ) *πλάγια κίνηση*, όταν ένα μέρος κινείται ενόσω ένα άλλο παραμένει σταθερό (Drabkin, 2006β).

Η γραμμική κίνηση των φωνών διέπεται από ορισμένους κανόνες, οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι φωνές κινούνται οριζοντίως από φθόγγο σε φθόγγο σχηματίζοντας διαδοχικές συνηχήσεις (Huron, 2001) και έχουν βρεθεί στο επίκεντρο πολυάριθμων θεωρητικών εγχειριδίων από την εποχή της καθιέρωσης του τονικού συστήματος ως τις μέρες μας. Παρ' ότι τα εγχειρίδια αυτά παρουσιάζουν μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους σε επιμέρους σημεία, περιλαμβάνουν ένα κοινό σύνολο κανόνων που γνωρίζουν καθολική εφαρμογή και διδάσκονται σε όλους τους σπουδαστές μουσικής. Ενδεικτικά παρατίθενται ορισμένοι από τους κυριότερους κανόνες κίνησης των φωνών, χωρίς βεβαίως η αναφορά αυτή να συνιστά μία εξαντλητική εξέταση του θέματος:

- Το εύρος των χρησιμοποιούμενων τονικών υψών αντιστοιχεί στην περιοχή E₂ - F₅, η οποία συμπίπτει με την συνολική έκταση που προκύπτει από την υπέρθεση των εκτάσεων των ανδρικών (μπάσος και τενόρος) και γυναικείων (άλτο και σοπράνο) φωνών.
- Η αρμονική γραφή συντίθεται συνήθως από τέσσερα μέρη ή φωνές με επικαλυπτόμενες εκτάσεις (σοπράνο, άλτο, τενόρος και μπάσος). Κατά το σχηματισμό των συγχορδιών, η απόσταση μεταξύ γειτονικών φωνών (σοπράνο-άλτο, άλτο-τενόρος) δεν πρέπει να υπερβαίνει την οκτάβα, με εξαίρεση την απόσταση μεταξύ τενόρου και μπάσου, η οποία μπορεί να είναι μεγαλύτερη.

² Η παράλληλη κίνηση ουσιαστικά αποτελεί μία ειδική περίπτωση της ευθείας κίνησης.

- Προτιμώνται οι κοντινότερες κινήσεις. Τονικά ύψη που είναι κοινά σε διαδοχικές συγχορδίες, είναι προτιμότερο να διατηρούνται στην ίδια φωνή. Εφόσον ένα τονικό ύψος δεν μπορεί να διατηρηθεί στην επόμενη συγχορδία, πρέπει να κινηθεί προς το κοντινότερο διαθέσιμο τονικό ύψος. Η βηματική κίνηση είναι προτιμότερη έναντι της κίνησης με πήδημα σε όλες τις φωνές εκτός του μπάσου.
- Αποφεύγεται η ευθεία κίνηση. Προτιμάται η αντίθετη κίνηση, η οποία συμβάλλει στη διαχωριστικότητα και την ανεξαρτησία των μερών.
- Δύο φωνές δεν πρέπει να κινούνται σε παράλληλες όγδοες καθαρές, πέμπτες καθαρές ή ταυτοφωνίες.
- Τα διαστήματα ταυτοφωνίας, καθαρής πέμπτης και όγδοης δεν πρέπει να προσεγγίζονται με ευθεία κίνηση (κρυμμένες πέμπτες και όγδοες). Όσον αφορά τα διαστήματα πέμπτης και όγδοης, πολλοί θεωρητικοί περιορίζουν αυτήν την απαγόρευση ως εξής: οι πέμπτες και όγδοες όταν σχηματίζονται από μία εξωτερική και μία εσωτερική φωνή ή από δύο εσωτερικές φωνές μπορούν να προσεγγιστούν με ευθεία κίνηση, αρκεί μία από τις δύο φωνές να κινείται βηματικά. Όταν οι όγδοες ή οι πέμπτες σχηματίζονται από δύο εξωτερικές φωνές, μπορούν να προσεγγιστούν με ευθεία κίνηση με την προϋπόθεση ότι η ψηλότερη φωνή κινείται βηματικά.³
- Τα μέρη δεν πρέπει να διασταυρώνονται ως προς το τονικό ύψος.
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται αυξημένα διαστήματα κατά τη μελωδική κίνηση των φωνών.
- Απαγορεύονται οι κακές αρμονικές σχέσεις, δηλαδή η χρωματική αλλοίωση ενός φθόγγου σε δύο διαδοχικές συγχορδίες, η οποία δε συμβαίνει στην ίδια φωνή αλλά σε διαφορετικές φωνές.
- Κατά το σχηματισμό των συγχορδιών απαγορεύεται ο διπλασιασμός του προσαγωγέα και των χρωματικών φθόγγων.

Οι παραπάνω κανόνες δεν έχουν το χαρακτήρα απαρέγκλιτων και άκαμπτων νόμων, καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις οι συνθέτες τους παρακάμπτουν συνειδητά, εφόσον κάτι τέτοιο εξυπηρετεί τις αισθητικές τους επιδιώξεις. Χαρακτηριστικά

³ Ο Jeppesen (1991), εξετάζοντας την αντιστικτική πρακτική της Αναγέννησης, επισημαίνει ότι στις συνθέσεις που αποτελούνται από περισσότερες των τεσσάρων φωνές, υπάρχει μεγαλύτερη ελευθερία στη χρήση κρυμμένων διαστημάτων, ακόμα και μεταξύ των εξωτερικών φωνών, όταν η ψηλότερη φωνή κινείται με πήδημα.

παραδείγματα αποτελούν οι παράλληλες πέμπτες του Bach, καθώς και οι συχνές περιπτώσεις διασταύρωσης των φωνών στα πολυφωνικά έργα. Ωστόσο, παρά τις εξαιρέσεις αυτές, οι προαναφερθέντες κανόνες εφαρμόζονται σε μεγάλο βαθμό στην πλειονότητα των συνθέσεων της παραδοσιακής τονικής μουσικής. Η γραμμική κίνηση των φωνών συσχετίζεται συνήθως με την αντιστικτική γραφή. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τη μουσική εγκυκλοπαίδεια New Oxford Companion to Music (1988), με τον όρο «part-writing» εννοούμε «την τέχνη της σύνθεσης αντιστικτικής μουσικής». Εντούτοις, οι κανόνες γραμμικής κίνησης των φωνών δεν βρίσκουν εφαρμογή μόνο στις πολυφωνικές συνθέσεις αλλά και στις ομοφωνικές, καθορίζοντας τη μελωδική πορεία των φωνών από συγχορδία σε συγχορδία.

1.2 – ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΕΤΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ: ΕΙΔΗ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΥΦΗΣ

Παραδοσιακά, η μουσική θεωρούμε ότι συνίσταται από δύο διαστάσεις, μία οριζόντια και μία κάθετη. Η θεώρηση αυτή απορρέει από τη μουσική σημειογραφία, στην οποία η οριζόντια διάσταση αναπαριστά το χρόνο και η κάθετη τις σχέσεις τονικού ύψους. Η επιλογή αυτών των δύο διαστάσεων δεν είναι αυθαίρετη, καθώς δεν τη συναντούμε μόνο στα μουσικά κείμενα αλλά και στον τομέα της ακουστικής, στα *φασματογραφήματα* (spectrograms).⁴ Η οριζόντια διάσταση περιλαμβάνει διαδοχικούς ήχους που σχηματίζουν τις μελωδίες, ενώ η κάθετη ταυτόχρονους ήχους που συνθέτουν την αρμονία (Bregman, 1990). Με τον όρο *υφή* (texture) αναφερόμαστε στο σύνολο των σχέσεων που αναπτύσσονται τόσο στην οριζόντια (μελωδική) όσο και στην κάθετη (αρμονική) διάσταση ενός μουσικού έργου (Βελιανίτης, 1999). Η υφή μπορεί επίσης να αναφέρεται στο ηχόχρωμα, στο ρυθμό ή σε χαρακτηριστικά της ερμηνείας (π.χ. άρθρωση ή επίπεδο δυναμικής), όπως αναφέρεται στο λήμμα “Texture” του New Grove Dictionary of Music and Musicians (2006).

Η βασικότερη διάκριση όσον αφορά τη μουσική υφή γίνεται ανάμεσα στην *ομοφωνία*, στην οποία επικρατεί η κάθετη διάσταση και στην *πολυφωνική* ή *αντιστικτική* γραφή, που έχει ως κυρίαρχο γνώρισμα την υπέρσχυση της οριζόντιας διάστασης και την ανεξαρτησία των διαφόρων μερών. Για τους συνθέτες και τους

⁴ Το «φασματογράφημα» είναι μία μορφή γραφικής αναπαράστασης των ηχητικών σημάτων. Συγκεκριμένα, πρόκειται για μία τρισδιάστατη απεικόνιση της κατανομής της ενέργειας ενός ηχητικού σήματος στις διάφορες συχνότητες, σε συνάρτηση με τον χρόνο (Παπαδέλης, 2002, σελ. 22).

θεωρητικούς, η πολυφωνία και η ομοφωνία αντιπροσωπεύουν δύο άκρα, ανάμεσα στα οποία υπάρχουν αρκετά ενδιάμεσα στάδια, όπως για παράδειγμα ένα πιο ελεύθερο στίλ, αντιπροσωπευτικό για ένα μεγάλο μέρος του ρεπερτορίου για πιάνο του 19ου αιώνα, στο οποίο ο αριθμός των μερών δεν είναι σταθερός αλλά μπορεί να ποικίλει ακόμα και μέσα σε μία μουσική φράση. Η υφή των έργων αυτών έχει έναν υβριδικό χαρακτήρα, με συχνές εναλλαγές μεταξύ ομοφωνίας και πολυφωνίας, χαρακτηριστικό που συναντάμε από την κλασική περίοδο και εξής, για παράδειγμα στις сонάτες για πιάνο των Mozart και Beethoven. Σύμφωνα με το New Grove Dictionary of Music and Musicians (2006), η διάταξη των φθόγγων κατά το σχηματισμό των συγχορδιών, η πυκνότητα μιας συνήχησης ανάλογα με τον αριθμό των μερών και ο βαθμός διπλασιασμού των μερών σε μία ταυτοφωνία ή οκτάβα, αποτελούν επίσης πτυχές της μουσικής υφής.

Αν και ο έλεγχος της υφής αποτελούσε κύριο μέλημα των συνθετών ήδη από την περίοδο του Μεσαίωνα, με την κατάρρευση του τονικού συστήματος της Δυτικής μουσικής και την επινόηση του δωδεκαφθογγισμού και του σειραϊσμού κατά τον 20ό αιώνα, η υφή κατέστη ένα ακόμα πιο σημαντικό στοιχείο της μουσικής σύνθεσης. Μία τέτοια τάση μπορούμε να παρατηρήσουμε στα έργα των Webern (ιδιαίτερα στις αλεατορικές⁵ συνθέσεις του), Ives, Varèse, Ligeti κ.ά.. Σε ορισμένα έργα της σύγχρονης μουσικής, η υφή προσδιορίζεται βάσει της πολυρυθμίας, που αναπτύσσεται από τη συνήχηση πολλών μελωδικών γραμμών διαφορετικού ρυθμού και μέτρου ή βάσει της πυκνότητας των ηχητικών όγκων, υπερβαίνοντας τα όρια της ομοφωνίας και της πολυφωνίας με την παραδοσιακή τους έννοια (Βελιανίτης, 1999). Παρ' όλα αυτά, η οριζόντια και η κάθετη διάσταση οργάνωσης του ηχητικού υλικού εξακολουθούν να υφίστανται, καθ' ότι ο συνολικός ηχητικός όγκος μπορεί να διαχωριστεί σε μικρότερα ηχητικά στρώματα που μεταβάλλονται και εξελίσσονται σε σχέση με το χρόνο ή άλλες φορές συγχωνεύονται σε μία συνολική ηχητική εντύπωση (Bregman, 1990).

Σε πολλούς πολιτισμούς η αντίληψη για την υφή ή τη φόρμα διέπεται από φιλοσοφικές, κοινωνιολογικές, θρησκευτικές κ.ά. θεωρήσεις, που συχνά επιδρούν καθοριστικά στην εξέλιξη του εκάστοτε μουσικού συστήματος (Βελιανίτης, 1999).

⁵ Ο αλεατορισμός (από το λατιν. *alea* = τυχαίο) χαρακτηρίζει, αρχικά στην ηλεκτρονική μουσική, διαδικασίες των οποίων η εξέλιξη καθορίζεται σε γενικές γραμμές, τα επιμέρους όμως στοιχεία επαφίενται στο τυχαίο. Αργότερα, ως επακόλουθο της σειραϊκής μουσικής, αναφέρεται σε μία μουσική μορφή η οποία βασίζεται στην ελευθερία επιλογών των ερμηνευτών σε διάφορα επίπεδα (Michels, 1995, σελ. 553).

Ακολουθεί μία επισκόπηση των κυριότερων κατηγοριών μουσικής υφής της παραδοσιακής Δυτικής μουσικής: της *μονοφωνίας*, της *ομοφωνίας*, της *ετεροφωνίας* και της *πολυφωνίας*.

1.2.1 - Μονοφωνία

Μονοφωνική ονομάζεται η μουσική που αποτελείται από μία μόνο μελωδική γραμμή, χωρίς την ύπαρξη αρμονικής υποστήριξης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Γρηγοριανό μέλος, που κυριάρχησε στη Δυτική εκκλησιαστική μουσική, προτού αναπτυχθεί οποιαδήποτε πολυφωνική αντίληψη. Τα μέλη της εκκλησιαστικής μεσαιωνικής μουσικής ήταν αυστηρά μονοφωνικά και είχαν συλλαβικό (όταν σε κάθε συλλαβή του κειμένου αντιστοιχεί ένας φθόγγος) ή μελισματικό χαρακτήρα (όταν σε κάθε συλλαβή του κειμένου αντιστοιχεί μία μουσική φράση), χωρίς τη χρήση οργανικής συνοδείας (Βελιανίτης, 1999).

Άλλες περιπτώσεις μονοφωνικών φωνητικών ειδών της Δυτικής μουσικής είναι τα μεσαιωνικά κοσμικά τραγούδια των Τρουβαδούρων (Troubadours) και των Τρουβέρων (Trouvères) στη Γαλλία, καθώς και των Ερωτοτραγουδιστών (Minnesänger) στις γερμανόγλωσσες χώρες, όπως επισημαίνεται στο λήμμα “Monophony” του New Grove Dictionary of Music and Musicians (2006). Δείγματα μονοφωνικής γραφής εντοπίζονται περιστασιακά και σε νεότερα έργα της Δυτικής μουσικής, παρά την κυριαρχία της πολυφωνικής σκέψης από την περίοδο της Αναγέννησης. Στο παράδειγμα 1.1 παρατίθενται τα πρώτα μέτρα από το τέταρτο μέρος της Σονάτας για πιάνο αρ. 2 op. 35 του Chopin, το οποίο είναι εξ ολοκλήρου μονοφωνικό. Όλο το μέρος αποτελείται από μία μελωδική γραμμή, η οποία παίζεται διπλασιασμένη σε παράλληλες όγδοες.

Μονοφωνική είναι κατά κύριο λόγο και η ελληνική παραδοσιακή (δημοτική) μουσική, μολονότι σε ορισμένες περιπτώσεις συναντώνται πολυφωνικά στοιχεία ή χρησιμοποιείται ενόργανη συνοδεία. Η βυζαντινή μουσική χαρακτηρίζεται επίσης από μονοφωνική υφή, αν και έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η παρουσία ισοκρατήματος επηρεάζει αρμονικά το μέλος, δημιουργώντας πολλές φορές ισχυρές διαφωνίες που χωρίς την ύπαρξη του δεν θα γίνονταν αντιληπτές. Παρ’ όλα αυτά, οι μελωδικές γραμμές μπορούν να σταθούν από μόνες τους, χωρίς την ανάγκη αυτής της υποστήριξης (Βελιανίτης, 1999).



Σχήμα 1.1 Απόσπασμα από το τέταρτο μέρος (Presto) της Σονάτας για πιάνο αρ. 2 op. 35 του Chopin (μέτρα 1-4), το οποίο είναι γραμμένο μονοφωνικά.

1.2.2 - Ομοφωνία

Ομοφωνική ονομάζεται η μουσική στην οποία όλα τα μέρη από τα οποία αποτελείται παρουσιάζουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό μία ρυθμική ομοιομορφία, ενώ η κάθετη διάσταση είναι αυτή που επικρατεί. Μία επιμέρους διάκριση μπορεί να γίνει ανάμεσα στην *ομορρυθμική* ομοφωνική υφή (*homorhythmic texture* - βλ. σχήμα 1.2) και στην ομοφωνική υφή στην οποία υπάρχει μία ξεκάθαρη διαφοροποίηση ανάμεσα στη μελωδία και τη συνοδεία, όπως στην περίπτωση του σχήματος 1.3 (Hyer, 2006). Στη δεύτερη περίπτωση, η φωνή που φέρει τη μελωδική γραμμή (συνήθως η ψηλότερη) είναι αυτή που ξεχωρίζει, ενώ οι υπόλοιπες φωνές παίζουν συνοδευτικό ρόλο με πιο δεσμευμένη κίνηση. Όλα τα μέρη όμως συνεισφέρουν στο σχηματισμό της αρμονίας (βλ. σχήμα 1.3).

Αν και κατά κανόνα οι ίδιες αρχές καθορίζουν τη μελωδική συμπεριφορά όλων των φωνών, εντούτοις στην πράξη η σοπράνο και ο μπάσος εμφανίζουν μεγαλύτερη δραστηριότητα και κινούνται σε ευρύτερη έκταση από τις υπόλοιπες φωνές. Ενώ η βηματική κίνηση προτιμάται στις ψηλότερες φωνές, στον μπάσο είναι συνήθης, και μερικές φορές μάλιστα επικρατέστερη, η χρήση πηδημάτων. Οι εσωτερικές φωνές συμπληρώνουν τις δύο εξωτερικές, οι οποίες συγκροτούν τον αντιστικτικό σκελετό της μουσικής (Hyer, 2006). Το ομοφωνικό στιλ χρησιμοποιείται συχνά σε περιπτώσεις συνοδείας ενός μονωδού ή μελωδικών οργάνων (όπως το βιολί, το

φλάουτο κ.ά.) από άλλες φωνές ή πολυφωνικά συγχορδιακά όργανα (όπως η κιθάρα, το λαούτο, το πιάνο κ.ά.). Ένας από τους στόχους του είναι το καθαρό άκουσμα του κειμένου, το οποίο συχνά υποβαθμίζεται στην αντιστικτική μουσική, λόγω της πολυπλοκότητας της γραφής της. Άνθισε κυρίως κατά την κλασική και τη ρομαντική περίοδο (Βελανίτης, 1999).



Σχήμα 1.2 Ομορυθμικό ομοφωνικό απόσπασμα από τη Σονάτα για πιάνο op. 27 αρ. 2 του Beethoven (δεύτερο μέρος - Allegretto, μέτρα 1-8).

Σχήμα 1.3 Ομοφωνικό απόσπασμα από τη Φαντασία για φλάουτο και πιάνο op. 79 του Fauré (πρώτο μέρος - Andantino, μέτρα 1-9), στο οποίο διακρίνεται μία μελωδική γραμμή και ένα συνοδευτικό αρμονικό σχήμα.

1.2.3 - Ετεροφωνία

Ετεροφωνία ονομάζεται το είδος της μουσικής υφής στο οποίο μία μελωδία ακούγεται ταυτόχρονα με την παραλλαγή της, που μπορεί να είναι προσχεδιασμένη ή να έχει αυτοσχεδιαστικό χαρακτήρα. Τον όρο επινόησε ο Πλάτωνας, αναφερόμενος στη διαφοροποίηση του μέρους της φωνής από αυτό της λύρας στην αρχαιοελληνική μουσική, χωρίς να έχει αποσαφηνιστεί όμως η ακριβής έννοια με την οποία τον χρησιμοποιεί (Cooke, 2006a). Η τεχνική της ταυτόχρονης παραλλαγής είναι αρκετά διαδεδομένη στη Δυτική ορχηστρική γραφή, στην οποία η ίδια μελωδία συχνά εμφανίζεται σε διαφορετικά όργανα, με διαφορετικούς βαθμούς ρυθμικής ή μελωδικής επεξεργασίας, όπως αναφέρεται στο λήμμα “Heterophony” του New Oxford Companion to Music (1988). Το σχήμα 1.4 απεικονίζει την πρακτική της διανομής της ίδιας μελωδίας σε διαφορετικές φωνές με διαφορετική ρυθμική πυκνότητα, σε ένα απόσπασμα από το Credo της Λειτουργίας σε Ρε μείζονα op. 123 του Beethoven. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται συχνά στην ορχήστρα μεταξύ των μερών του βιολοντσέλου και του κοντραμπάσου (Cooke, 2006a).

The image shows a musical score snippet with four staves. The top staff is labeled 'Alto' and contains a vocal line with lyrics: 'et vi - tam ven - tu - re ven - tu - ri sae'. The second staff is labeled 'Violin II' and contains a melodic line that is a rhythmic variation of the vocal line. The third staff is labeled 'A' and contains a melodic line that is a further variation. The fourth staff is labeled 'Vln. II' and contains a melodic line that is a further variation. The key signature is one flat (B-flat) and the time signature is 3/4.

Σχήμα 1.4 Απόσπασμα από το Credo της Λειτουργίας σε Ρε μείζονα op. 123 (“Missa Solemnis”) του Beethoven (Cooke, 2006a).

Η τεχνική της ετεροφωνίας είναι θεμελιώδης σε ορισμένους εξωευρωπαϊκούς μουσικούς πολιτισμούς, όπως για παράδειγμα στη μουσική gamelan της Ινδονησίας (βλ. σχήμα 1.5). Απαντάται επίσης συχνά στη Μέση Ανατολή και στην Ανατολική

Ασία, σε περιπτώσεις φωνητικής μουσικής που συνοδεύεται από ένα ή περισσότερα όργανα, τα οποία εκτελούν παραλλαγμένες ή διανθισμένες εκδοχές του φωνητικού μέρους.



Σχήμα 1.5 Παράδειγμα ετεροφωνικής πολυφωνικής διαστρωμάτωσης της ορχήστρας Gamelan της Ινδονησίας, από το λήμμα “Indonesia” του New Grove Dictionary of Music and Musicians (2006).

1.2.4 - Πολυφωνία

Οι χρήσεις του όρου *πολυφωνία* είναι πολλές και ποικίλες στην ιστορία της Δυτικής λόγιας και λαϊκής μουσικής, καθώς και στο πεδίο της εθνομουσικολογίας. Η πολυφωνία αναφέρεται κατ’ αρχάς στη μουσική που είναι γραμμένη για περισσότερα από ένα μέρη ή για πολλά μέρη. Στη Γερμανία χρησιμοποιείται ο όρος *vielstimmig* για την αναφορά σε συνθέσεις που είναι γραμμένες για περισσότερα από τέσσερα μέρη. Στην αγγλική γλώσσα δεν υφίσταται κάποιος αντίστοιχος όρος, όπως επισημαίνει ο μεταφραστής G. Haydon της αγγλικής έκδοσης της «Αντίστιξης» του Jeppesen⁶, ενώ το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της ελληνικής γλώσσας. Η πολυφωνία αναφέρεται επίσης στο είδος της μουσικής υφής στο οποίο τα διάφορα μουσικά μέρη από τα οποία αποτελείται μία σύνθεση κινούνται σε κάποιον βαθμό ανεξάρτητα (Frobenius, 2006). Αυτή η τελευταία χρήση του όρου είναι συναφής με την έννοια της *αντίστιξης* (counterpoint).

⁶ Jeppesen, K. (1992) *Counterpoint, The Polyphonic Vocal Style of the Sixteenth Century*. Dover Publications, New York.

Σύμφωνα με το λήμμα “Counterpoint” του New Grove Dictionary of Music and Musicians (2006), η *αντίστιξη* μπορεί να προσδιοριστεί ως η τέχνη του συνδυασμού δύο ή περισσότερων μελωδικών γραμμών, σύμφωνα με ένα σύστημα κανόνων. Μπορούμε να θεωρήσουμε την αντίστιξη ως το στοιχείο της *ασυμφωνίας* (disagreement) μεταξύ των μερών μιας σύνθεσης, με τον αντίθετο πόλο της, την αρμονία, να αντιπροσωπεύει το στοιχείο της *συμφωνίας* (agreement). Η *ασυμφωνία* μπορεί να πηγάζει από πολλούς παράγοντες, οι σημαντικότεροι εκ των οποίων είναι η ρυθμική διαφοροποίηση των μερών, η διαφωνία, η ηχοχρωματική διαφοροποίηση και η αντίθεση της τονικότητας (Bullivant, 1988). Στη δημιουργία αντιστικτικής υφής συμβάλλει επίσης η διαφοροποίηση της πορείας των μελωδικών γραμμών, με τη χρήση πλάγιας και αντίθετης κίνησης. Από την άλλη πλευρά, το στοιχείο της *συμφωνίας* υποστηρίζεται από τη χρήση σύμφωνων συνηχήσεων, τη σύμπτωση αρμονικού και μελωδικού ρυθμού, τη ρυθμική ομοιομορφία των μερών και τη χρήση ευθείας κίνησης (Piston, 1990).

Ο Kennan (1994) ορίζοντας την έννοια της αντίστιξης αναφέρει ότι οι μελωδικές γραμμές πρέπει να συνδυάζονται με κάποιον μουσικά ικανοποιητικό τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι οι γραμμές οφείλουν να είναι ανεξάρτητες, δίνοντας όμως παράλληλα την εντύπωση ενός αρμονικού συνδυασμού. Εκεί άλλωστε αποσκοπεί η χρήση των αντιστικτικών κανόνων: στην αρμονική σχέση μεταξύ συνήχησης και μελωδικής κίνησης, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη μέγιστη δυνατή ανεξαρτησία των φωνών (Michels, 1994). Όπως επισημαίνει ο Jeppesen (1991), στην περίπτωση της μουσικής που έχει αρμονική βάση οι συγχορδίες έχουν προϋπόρξει, ενώ αντίθετα στην αντίστιξη ξεκινούμε από γραμμές και οι συγχορδίες δεν είναι παρά το αποτέλεσμα περισσότερων γραμμών που συνηχούν. Παρ’ όλα αυτά, «το μεγαλύτερο μέρος της λεπτά καλλιεργημένης πολυφωνικής μουσικής, αντέχει τόσο στη γραμμική όσο και στην αρμονική εξέταση» (σελ. 20).

Παρ’ ότι ένα μεγάλο μέρος της Δυτικής μουσικής με το οποίο είναι περισσότερο εξοικειωμένος ο μέσος ακροατής βασίζεται στην αρμονική σκέψη, συνήθως συνυπάρχει και αλληλεπιδρά με το αντιστικτικό στοιχείο, το οποίο κάποιες φορές είναι περισσότερο αισθητό, ενώ άλλες φορές λιγότερο. Στην πραγματικότητα, τα περισσότερα μουσικά έργα είναι σε κάποιον βαθμό αντιστικτικά (Piston, 1990). Η αντίστιξη και η αρμονία μπορεί να έχουν διαφορετικές αφετηρίες αλλά εμφανίζουν, όπως το θέτει ο Boulez (1981) ένα είδος «αμοιβαίας εξάρτησης» και συχνά είναι δύσκολο να διαχωριστούν σε μία σύνθεση.

Οι έννοιες της πολυφωνίας και της αντίστιξης είναι συνώνυμες και έχουν διαφοροποιηθεί μόνο περιστασιακά. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τον Riemann η πολυφωνική σύνθεση είναι μια ελεύθερη μορφή σύνθεσης, σε αντίθεση με το αυστηρό πλαίσιο της αντίστιξης. Ο Apel θεωρεί ότι η πολυφωνία είναι μια έννοια ευρύτερη της αντίστιξης και υποστηρίζει ότι οι μεσαιωνικές συνθέσεις για πολλές φωνές δεν μπορούν να θεωρηθούν ακόμη αντιστικτικές (όπως αυτές του Palestrina και του Bach) και θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως πολυφωνικές (Frobenius, 2006). Ακολουθεί μία σύντομη επισκόπηση της εμφάνισης και της εξέλιξης του φαινομένου της πολυφωνίας στην Δυτική ευρωπαϊκή μουσική, καθώς και η εξέταση ορισμένων περιπτώσεων χρήσης πολυφωνικών τεχνικών σε εξευρωπαϊκούς μουσικούς πολιτισμούς.

1.2.4.1 - Η πολυφωνία στην Δυτική ευρωπαϊκή μουσική

Η πολυφωνία, με την έννοια της φωνητικής μουσικής για περισσότερα από ένα μέρη (σε αντιπαράθεση με την μονοφωνία), αναπτύχθηκε μεταξύ περίπου του 10ου και του 13ου αιώνα (Dunsby, 1988). Το μεσαιωνικό organum αποτελεί την πρώτη απόπειρα μετάβασης από το μονοφωνικό Γρηγοριανό μέλος σε πολυφωνικές μορφές σύνθεσης, σηματοδοτώντας μια αμετάκλητη εξελικτική διαδικασία που διαμόρφωσε σε μεγάλο βαθμό τη Δυτική ευρωπαϊκή μουσική παράδοση (Boulez, 1981). Το organum απαντάται για πρώτη φορά σε ένα ανώνυμο θεωρητικό εγχειρίδιο του 9ου αιώνα, το Musica Enchiriadis (Γιάννου, 1995). Κύριο χαρακτηριστικό του ήταν η παράλληλη κίνηση των φωνών σε διαστήματα όγδοης, τέταρτης και πέμπτης. Χρησιμοποιούσε δηλαδή τα τέλεια σύμφωνα διαστήματα, σύμφωνα με το πυθαγόρειο σύστημα (Βελιανίτης, 1999). Η υπέρθεση των φωνών κατά τα παραπάνω διαστήματα διαμορφώνει ένα αξιοσημείωτο φυσικό υπόβαθρο για την πρώιμη πολυφωνία, καθώς τα διαστήματα όγδοης, πέμπτης και τέταρτης αποτελούν τους χαμηλότερους αρμονικούς υπέρτονους (Dunsby, 1988).

Ο 14ος αιώνας χαρακτηρίζεται από την ραγδαία ανάπτυξη της στοιχειώδους μέχρι τότε πολυφωνίας. Τα μέρη διαφοροποιούνται πλέον μεταξύ τους τόσο ως προς τα μελωδικά διαστήματα που εκτελούν, όσο και ως προς τα ρυθμικά σχήματα που χρησιμοποιούν. Η πολυφωνική ανεξαρτησία είναι σε ορισμένες περιπτώσεις ακραία, περιλαμβάνοντας για παράδειγμα τον ταυτόχρονο συνδυασμό διαφορετικών

ισορρυθμικών κατασκευών.⁷ Σ' αυτήν την πρώιμη φάση της φωνητικής πολυφωνίας, οι τρεις ή τέσσερις (σπανιότερα) φωνές μιας μουσικής σύνθεσης συχνά τραγουδούν διαφορετικά κείμενα ταυτόχρονα, σε λατινική ή σε λαϊκή γλώσσα (Dunsby, 1988). Η μεσαιωνική πολυφωνία βασίζεται σε έναν σχετικά ελεύθερο χειρισμό της διαφωνίας, η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ των σύμφωνων συνηχήσεων που χρησιμοποιούνται στους ισχυρούς χρόνους του μέτρου (Michels, 1994).

Την περίοδο της Αναγέννησης, στα πλαίσια της Γαλλοφλαμανδικής Σχολής του 15ου αιώνα, αναπτύσσεται το *μιμητικό* στιλ (imitative style), το οποίο βασίζεται στη διανομή μιας μελωδικής ιδέας σε όλες τις φωνές μέσω της τεχνικής της μίμησης (Dunsby, 1988). Τα νέα γνωρίσματα υφής που διαμορφώνονται την περίοδο αυτή, συμβάλλουν στην σταδιακή αποσύνθεση του μεσαιωνικού τροπικού συστήματος, λειτουργώντας ως μεταβατικό στάδιο προς την νεότερη τονική αρμονική υφή. Η διάταξη των συνηχήσεων μεταβάλλεται, με χαρακτηριστικά παραδείγματα την εκδήλωση της τάσης για σχηματισμό ημιτονίου ανάμεσα στον προτελευταίο και τον τελευταίο φθόγγο στις καταλήξεις και τη χρήση πτωτικών σχημάτων (Γιάννου, 1995).

Οι συνηχήσεις τέταρτης και πέμπτης της μεσαιωνικής πολυφωνίας αντικαθίστανται από τη μείζονα και ελάσσονα τρίφωνη συγχορδία, τα διαστήματα τρίτης και έκτης αποτελούν πλέον τις κυριότερες συμφωνίες, ενώ η χρήση της διαφωνίας υπόκειται σε κανόνες (περισσότερο ή λιγότερο αυστηρούς). Αρχίζει επίσης να αντιμετωπίζεται ως διάφωνο το διάστημα της τέταρτης, ενώ απαγορεύεται η κίνηση των φωνών σε διαδοχικές πέμπτες ή όγδοες, καθώς λόγω του υψηλού βαθμού συμφωνίας των διαστημάτων οι φθογγικές ακολουθίες δεν μπορούν να θεωρηθούν ανεξάρτητες (Bullivant, 1988). Μέχρι τον 16ο αιώνα, ο οποίος θεωρείται ως η «χρυσή εποχή» της πολυφωνίας, είχαν τεθεί οι βάσεις για την καθιέρωση στην Ευρώπη ένα σταθερού και συνεκτικού μιμητικού στιλ, στην διάδοση του οποίου συνέβαλαν και διάφορες ιστορικές συγκυρίες, με κυριότερη την εφεύρεση της τυπογραφίας τον 15ο αιώνα (Dunsby, 1988). Αξιοσημείωτο είναι ότι ήδη από τις αρχές του 15ου αιώνα είχε αρχίσει να χρησιμοποιείται η τετράφωνη πολυφωνική υφή, αντικαθιστώντας βαθμιαία την κυρίαρχη μέχρι τότε τρίφωνη υφή (Γιάννου, 1995).

Το αποκορύφωμα της αναγεννησιακής πολυφωνίας εντοπίζεται κατά το δεύτερο μισό του 16ου αιώνα, με σημαντικότερο εκπρόσωπο τον Palestrina, η πολυφωνική γραφή του οποίου αποτέλεσε αντικείμενο ενδελεχούς μελέτης για τους θεωρητικούς

⁷ *Ισορρυθμία* ονομάζεται η επανάληψη των ίδιων ρυθμικών σχημάτων σε μια φωνή. Αποτελεί κυρίαρχο γνώρισμα των συνθέσεων του 14ου αιώνα, δηλαδή της περιόδου *Ars Antiqua* (Γιάννου, 1995).

και τους συνθέτες των επόμενων αιώνων. Ο Palestrina χρησιμοποιεί από τέσσερις ως οκτώ φωνές, με επικρατέστερη τη χρήση πεντάφωνης υφής. Κύρια χαρακτηριστικά της μουσικής του είναι η σαφήνεια στην εκφορά του κειμένου, που επιτυγχάνεται με τη διάρθρωση των μελωδικών γραμμών κατ' αναλογία με τις φράσεις του κειμένου, η αυτοτέλεια κάθε μελωδικής γραμμής μέσα στην πολυφωνική δομή και η καλαίσθητη σύζευξη της διαφωνίας με την οριζόντια μελωδική και ρυθμική υφή (Dunsby, 1988). Τα στοιχεία αυτά αποτυπώνονται στο παράδειγμα 1.6, το οποίο προέρχεται από το μοτέτο του Palestrina "Ego sum panis".

Κατά τον ύστερο 16ο αιώνα, ορισμένα έργα φωνητικής μουσικής ενώ διατηρούν μια φαινομενική αντιστικτική όψη, έχουν στην πραγματικότητα αρμονική βάση, δημιουργώντας πρόσφορο έδαφος για την «αρμονική επανάσταση» των αρχών του 17ου αιώνα. Παράλληλα, στο πεδίο της οργανικής μουσικής για πληκτροφόρα όργανα, εμφανίζεται ένας νέος τύπος αντίστιξης που άσκησε σημαντική επίδραση και καλλιεργήθηκε ιδιαίτερα την περίοδο Μπαρόκ, η λεγόμενη «διακοσμητική αντίστιξη» (decorative counterpoint), η οποία βασίζεται στο διανθισμό ενός αρμονικού σκελετού. Η αντιστικτική γραφή για πληκτροφόρο όργανο, λόγω της παρουσίας ενός μόνο εκτελεστή και των περιορισμών στην απόδοση της πολυφωνικής δομής που αυτή συνεπάγεται, βασίζεται στην «παραπλάνηση» του ακροατή, προσπαθώντας να δημιουργήσει την αντιληπτική εντύπωση πολλαπλών φωνών που εξελίσσονται ταυτόχρονα (Bullivant, 1988). Μια περίπτωση χρήσης αυτής της τεχνικής από τον J. S. Bach απεικονίζεται στο παράδειγμα 1.7. Η μίμηση του μοτίβου των δεκάτων έκτων δημιουργεί στον ακροατή την εντύπωση μιας τετράφωνης πολυφωνικής δομής, ενώ στην πραγματικότητα πρόκειται για έναν διανθισμό αρμονικών συγχορδιακών διαδοχών.

Κατά τον 17ο και 18ο αιώνα σημειώνεται μια μετατόπιση του βάρους από την αντιστικτική γραμμική λογική προς την αρμονία, η οποία αποτελεί πλέον τη βάση και για τις αντιστικτικές συνθέσεις. Το θεμέλιο της μουσικής της περιόδου Μπαρόκ είναι το *συνεχές βάσιμο* (basso continuo), παράλληλα όμως συνεχίζει να καλλιεργείται και το παλαιότερο αντιστικτικό στιλ (Michels, 1994). Σημαντικότερος εκπρόσωπος αυτής της περιόδου είναι ο J. S. Bach. Η μουσική γραφή του Bach, αν και εξακολουθεί να δίνει έμφαση στην οριζόντια διάσταση, βασίζεται σε ένα αρμονικό φόντο πάνω στο οποίο αναπτύσσονται οι φωνές, έτσι ώστε οι γραμμές που ηχούν ταυτόχρονα να περιγράφουν ξεκάθαρες και δυνατές αρμονικές ακολουθίες (Kennan, 1994). Ενώ στο στιλ του Palestrina λαμβάνεται υπ' όψιν μόνο η σύμφωνη και ευχάριστη αρμονία των

Την περίοδο του Κλασικισμού η αρμονική ομοφωνία διαδραματίζει τον κυρίαρχο ρόλο, αν και συνθέτες όπως ο Haydn και ο Mozart ήταν ιδιαίτερα επιδέξιοι στην αρμονικά διανθισμένη αντιστικτική γραφή (Bullivant, 1988). Ο Mozart στο τελευταίο μέρος της Συμφωνίας αρ. 41 Κ551 («του Διός»), συνδυάζει την πολυφωνική γραφή με τη φόρμα σονάτα δημιουργώντας μια αδιάσπαστη μουσική ροή και χρησιμοποιώντας αντιστικτικές τεχνικές, όπως κανόνες, μιμήσεις, σμικρύνσεις και αναστροφές (Michels, 1995). Στον αρμονικό τρόπο γραφής η αντιστικτική τεχνική χρησιμοποιείται στη μοτιβική πλοκή και στη θεματική επεξεργασία, ιδιαίτερα στην επεξεργασία της σονάτας (Michels, 1994). Μια περίπτωση χρήσης αντιστικτικής τεχνικής από τον Beethoven στη σονάτα για βιολί και πιάνο op. 96 παρατίθεται στο παράδειγμα 1.8.

Προοδευτικά, καθώς η μουσική εισέρχεται στη Ρομαντική περίοδο, παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση θεώρησης της αντίστιξης ως ακαδημαϊκής και λόγιας, η οποία όμως δεν απέτρεψε τη χρήση της από τους συνθέτες. Ο Schubert περιλαμβάνει φούγκες στις Λειτουργίες του, ενώ ο Schumann χρησιμοποιεί την αντιστικτική γραφή στη Συμφωνία «του Ρήνου» για να αποδώσει την αίσθηση του αρχαϊκού (Bullivant, 1988). Παρ' όλα αυτά, η διεύρυνση της αρμονικής σκέψης και της χρήσης της διαφωνίας κατά τον ύστερο Ρομαντισμό ως τις αρχές του 20ού αιώνα, λειτούργησε εις βάρος της αντίστιξης. Οι μη αρμονικοί διάφωνοι φθόγγοι άρχισαν να αντιμετωπίζονται ως συγχορδιακοί, με αποτέλεσμα ένα από τα θεμελιώδη στοιχεία της αντιστικτικής ασυμφωνίας να καταστεί αναποτελεσματικό (Piston, 1990).

Με την επέκταση των ορίων του τονικού συστήματος μέσω της ολοένα αυξανόμενης χρήσης της χρωματικότητας την περίοδο του όψιμου Ρομαντισμού και με την σταδιακή κατάλυση των τονικών σχέσεων που αυτή επέφερε, σημειώνεται κατά τον 20ό αιώνα μία ριζική μεταστροφή του ενδιαφέροντος των συνθετών προς την γραμμική αντιστικτική σκέψη. Η δημιουργία πολλαπλών ανεξάρτητων μουσικών στιβάδων αποτελεί εκ νέου το κοινό ιδανικό για πολλούς συνθέτες. Στην μουσική του Schoenberg, για παράδειγμα, πρωταρχικό ρόλο διαδραματίζει η μελωδική διάσταση, με την αδιάκοπη ροή των μοτίβων, παρά οι συνηγήσεις των φθόγγων (Boulez, 1981). Σύμφωνα με το σύστημα του δωδεκαφθογγισμού, ο ακροατής πρέπει να ακούει το θέμα, το οποίο περιλαμβάνει όλους τους φθόγγους της χρωματικής κλίμακας, καθ' όλη τη διάρκεια του κομματιού, κάτι που προϋποθέτει μια αμιγώς οριζόντια ακρόαση (Bullivant, 1988). Επίσης, τόσο στις δωδεκαφθογγικές όσο και στις σειραϊκές

Σχήμα 1.8 Απόσπασμα από τη Σονάτα για βιολί και πιάνο op. 96 του Beethoven (τέταρτο μέρος - Poco allegretto).

συνθέσεις υιοθετούνται αντιστικτικές μέθοδοι, όπως ο κανόνας, η αναστροφή, η μεγέθυνση κ.λπ. (Michels, 1994).

Για τον Webern, τα πολλαπλά διαφορετικά μέρη είναι λιγότερο σημαντικά ως στοιχείο της πολυφωνίας σε σχέση με την ακολουθία των φθόγγων που περιέχεται σε αυτά. Παρ' όλο που η ακολουθία αυτή αντιμετωπίζεται ως ένα «βασικό σύνολο» (basic set), υπόκειται σε επεξεργασία και αντιστοιχίζεται σ' αυτήν αυθαίρετα ένας ρυθμός, ο Webern εξακολουθεί να περιγράφει το στιλ ως πολυφωνικό. Από την άλλη μεριά, η μη σειραϊκή και η μετα-σειραϊκή μουσική, εμμένει σε μία πιο παραδοσιακή οπτική της πολυφωνίας, η οποία όμως περιλαμβάνει νέες στιλιστικές δυνατότητες. Μία από αυτές είναι η «μικρο-πολυφωνία» του Ligeti, η τεχνική της πυκνής συγχώνευσης οργανικών και φωνητικών μερών, που εφάρμοσε στα τέλη της δεκαετίας του 1950 (Frobenius, 2006). Άλλες σύγχρονες τεχνικές που έχουν αντιστικτική βάση είναι η *διτονικότητα* (bitonality) και η *πολυτονικότητα* (polytonality), λόγω της αντίθεσης των τονικών κέντρων των μελωδικών γραμμών, καθώς επίσης και η χρήση παράλληλων τρίφωνων συγχορδιών που κινούνται σε

αντίθετες κατευθύνσεις, δημιουργώντας συγχորδιακά ακουστικά ρεύματα, κάθε ένα εκ των οποίων μπορεί να έχει τη δική του αρμονία (Piston, 1990).

Η εξάπλωση της χρήσης του όρου «πολυφωνία» στις θεωρητικές πηγές συμπίπτει με την περίοδο της μέγιστης ακμής της κατά τον 16ο αιώνα. Ωστόσο, η καθιέρωση των δύο σύγχρονων διαχωρισμών, αφενός μεταξύ μονοφωνίας/ πολυφωνίας και αφετέρου μεταξύ πολυφωνίας/ομοφωνίας οφείλεται στον θεωρητικό της κλασικής περιόδου Heinrich Koch, όπως τους διατύπωσε στο *Musikalisches Lexicon*, το 1802. Ο πρώτος είναι ένας πρακτικός διαχωρισμός σε συνάρτηση με τον αριθμό των φωνών, με την πολυφωνία (που αναφέρεται στην περίπτωση αυτή στην πολλαπλότητα των μερών) να αποτελεί το επικρατέστερο χαρακτηριστικό της Δυτικής μουσικής τέχνης. Ο δεύτερος διαχωρισμός αφορά την υφή και αναφέρεται στις δύο εναλλακτικές προσεγγίσεις της μουσικής γραφής, εκ των οποίων η πρώτη βασίζεται στην αντίστιξη και στην ισότητα των φωνών μέσα στην πολυφωνική δομή, ενώ η δεύτερη σε μία κύρια μελωδική γραμμή, που υποστηρίζεται από μία γραμμή μπάσου και εσωτερικές φωνές, που όλες μαζί σχηματίζουν την αρμονία (Dunsby, 1988).

Παρ' ότι η ομοφωνική μουσική είναι ουσιαστικά πολυφωνική, διότι αποτελείται από πολλά μέρη, στιλιστικά η αλληλεπίδραση μεταξύ αντιστικτικής πολυφωνίας και αρμονικής πολυφωνίας αποτέλεσε έναν αποφασιστικής σημασίας παράγοντα για την εξέλιξη της μουσικής γλώσσας -τόσο της φωνητικής όσο και της οργανικής- από τις αρχές του 17ου αιώνα και εξής (Dunsby, 1988). Αξιοσημείωτη είναι επίσης η παρατήρηση του Koch ότι η πολυφωνία εκφράζει τα συναισθήματα διαφορετικών ανθρώπων. Την εποχή αυτή, μουσικά είδη όπως η φούγκα θεωρούνται φορείς υψηλής συναισθηματικής έκφρασης, ενώ μόνο αργότερα, κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα διαμορφώθηκε η τάση αντίληψης τους ως συναισθηματικά ουδέτερων μορφών (Frobenius, 2006).

Πολλοί συνθέτες και θεωρητικοί κατά τους τελευταίους αιώνες έχουν καταθέσει την δική τους οπτική για την ιδεώδη πολυφωνία. Ο Riemann υποστήριξε ότι η αληθινή φύση της πολυφωνίας αποκαλύπτεται μόνο μέσα στο αρμονικό πλαίσιο της μείζονας και ελάσσονας τονικότητας (όπως για παράδειγμα στην περίπτωση του Bach). Αντίθετα, μεταγενέστεροι συγγραφείς και συνθέτες, όπως ο A. Berg, είδαν την πολυφωνία του Bach ως ένα μεταβατικό στάδιο μεταξύ της καθαρής πολυφωνίας και της λειτουργικής αρμονίας. Ο Mahler υποστήριξε ότι η πολυφωνία πρέπει να διέπεται από την μέγιστη δυνατή διαφοροποίηση των μερών, επισημαίνοντας την

αναγκαιότητα πλήρους διακριτότητας των θεμάτων, τόσο ως προς το ρυθμικό όσο και ως προς το μελωδικό τους χαρακτήρα. Ο Busoni, για τον οποίο μόνο η μελωδική διάσταση είναι σημαντική και η αρμονία προκύπτει ως ακουστικό αποτέλεσμα της πολυφωνίας, θεωρούσε ότι η πολυφωνική γραφή πρέπει να έχει αυθόρμητο χαρακτήρα, να είναι αθεματική και ατονική και αυτήν την οπτική εφάρμοσε σε αρκετές συνθέσεις του (Frobenius, 2006).

1.2.4.2 – Χρήση πολυφωνικών τεχνικών σε εξευρωπαϊκούς μουσικούς πολιτισμούς

Όπως έχει αποδείξει η εθνομουσικολογική έρευνα, η πολυφωνία δεν αποτελεί αποκλειστικό γνώρισμα της ευρωπαϊκής μουσικής αλλά απαντάται στη μουσική λαϊκών πολιτισμών και πρωτόγονων κοινωνιών σε όλον τον κόσμο. Οι κυριότερες πολυφωνικές τεχνικές που συναντάμε σε πολιτισμούς πρωτόγονων κοινωνιών είναι η ετεροφωνία, η παράλληλη κίνηση, οι μιμήσεις και η χρήση ισοκρατημάτων και επαναλαμβανόμενων ρυθμικών και μελωδικών σχημάτων. Η πολυφωνική μουσική είναι συνήθως δίφωνη ή τρίφωνη και σπανιότερα τετράφωνη (Γιάννου, 1995).

Οι εθνομουσικολόγοι αποφεύγουν σε ορισμένες περιπτώσεις την υιοθέτηση του όρου «πολυφωνία», προτιμώντας να χρησιμοποιούν εναλλακτικούς όρους, όπως *πολυφωνική παραλληλία* (polyphonic parallelism) ή *διαφωνία* (diaphony). Ο εθνομουσικολόγος S. Aron θεωρεί ότι η πραγματική πολυφωνία προϋποθέτει τη ρυθμική διαφοροποίηση των μερών και την αποφυγή της παράλληλης κίνησης. Άλλοι εθνομουσικολόγοι χρησιμοποιούν την «πολυφωνία» με τη γενικότερη έννοιά της και επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στις περιγραφές και την ορολογία που χρησιμοποιούν οι μουσικοί των εξεταζόμενων μουσικών πολιτισμών (Cooke, 2006β).

Πολυφωνικές φωνητικές τεχνικές έχουν διατηρηθεί στις προφορικές παραδόσεις πολλών περιοχών της Μεσογείου. Καθώς στην πλειονότητα των περιπτώσεων πρόκειται για ορεινές και δυσπρόσιτες περιοχές, αυτή η γεωγραφική τους ιδιομορφία ευνοεί τη διατήρηση αρχαϊσμών. Οι φωνές συχνά αλληλεπιδρούν χωρίς να παρατηρείται κάποια προτίμηση προς τις σύμφωνες συνηχήσεις, με τη Δυτική ευρωπαϊκή έννοια του όρου. Σε αρκετές περιοχές της Βουλγαρίας και της πρώην Γιουγκοσλαβίας το διάστημα που προτιμάται συχνότερα είναι αυτό της δεύτερης μεγάλης ή μικρής. Σε πιο σύγχρονα μουσικά στιλ αντικατοπτρίζεται η επιρροή της Δυτικής αρμονίας, με τα διαστήματα της τρίτης και της πέμπτης να είναι τα

επικρατέστερα (Bithell, 2006). Πολυφωνικά φαινόμενα εντοπίζονται και σε ελληνικές λαϊκές παραδόσεις, όπως για παράδειγμα στα πολυφωνικά τραγούδια της Ηπείρου. Στο παράδειγμα 1.9 απεικονίζεται ένα απόσπασμα από ένα πολυφωνικό τραγούδι των Γρεβενών.

Σχήμα 1.9 Παράδειγμα χρήσης πολυφωνίας στο δημοτικό τραγούδι από το Περιβόλι Γρεβενών.⁸

Η ρωσική φωνητική πολυφωνία περιλαμβάνει τη χρήση ετεροφωνίας και ισοκρατημάτων, ενώ το πιο χαρακτηριστικό και διαδεδομένο είδος είναι αυτό στο οποίο συμμετέχουν δύο φωνές που διαφοροποιούνται ως προς την έκταση, το ηχόχρωμα και τη μελωδία τους. Η χαμηλότερη κύρια φωνή συχνά εκτελείται από κάποια χορωδία, ενώ η ψηλότερη συνίσταται από μία ανημιτονιακή μελωδία, χωρίς κείμενο. Στην κεντρική και νότια Ρωσία απαντάται επίσης ένα είδος πολυφωνίας που αποτελείται από τρεις λειτουργικά διακριτές φωνές, το οποίο παρουσιάζει την εξής δομή: οι περισσότεροι τραγουδιστές εκτελούν το μέρος του μπάσου χρησιμοποιώντας κάποιο κείμενο. Η δεύτερη φωνή είναι ένα ισοκράτημα, σε ψηλότερη περιοχή, ενώ η τρίτη εκτελείται από δύο τουλάχιστον γυναίκες, σε ετεροφωνία προς το μέρος του μπάσου (Zemtsovsky, 2006). Επίσης, σε χώρες της ανατολικής Ασίας, όπως για παράδειγμα στην Κίνα και στο Σιάμ, είναι συνηθισμένο φαινόμενο το τραγούδι κατά παράλληλες τέταρτες και πέμπτες. Όπως επισημαίνει ο Jeppesen (1991), η πρακτική αυτή έχει μακράιωνη ιστορία και βασίζεται στο γεγονός ότι οι τέταρτες και πέμπτες συνηθούν καλά μεταξύ τους, χωρίς ωστόσο να κάνει καμιά διάκριση μεταξύ συμφωνίας και διαφωνίας όσον αφορά τα υπόλοιπα διαστήματα.

⁸ Από τη διπλωματική εργασία του Αγκρόκωστα, Βασιλείου (1999) για το Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. *Πολυφωνικά Τραγούδια από το Περιβόλι Γρεβενών*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 59-60.

Η υποσαχάρια Αφρική παρέχει επίσης μία αξιοσημείωτη ποικιλομορφία πολυφωνικών φωνητικών ειδών, η οποία οφείλεται στη συμμετοχική φύση της αφρικανικής μουσικής δημιουργίας και στη διαδεδομένη χρήση του καλέσματος και της απόκρισης, που προϋποθέτουν δύο τουλάχιστον φωνητικά μέρη που συχνά επικαλύπτονται. Η χρήση κυκλικών μορφών παρέχει επαναλαμβανόμενα σχήματα που ενθαρρύνουν τη δημιουργία παραλλαγών. Η μουσική είναι συχνά ομοφωνική, χρησιμοποιώντας παράλληλες κινήσεις, έχουν όμως επισημανθεί και περιπτώσεις στις οποίες οι διαστηματικές σχέσεις των φωνών μεταβάλλονται δημιουργώντας μία πυκνή συσώρευση φθόγγων που οδηγεί σε μία πλούσια υφή. Σε άλλες περιπτώσεις συναντάμε διαφορετικές ταυτόχρονες μελωδικές στιβάδες που προκύπτουν από την εφαρμογή τεχνικών παραλλαγής της ίδιας μελωδίας, όπως για παράδειγμα ρυθμική μετατόπιση, μίμηση και μελωδική μεταφορά προς τα πάνω ή προς τα κάτω κατά μία τέταρτη ή πέμπτη (Cooke, 2006β). Ένα άλλο χαρακτηριστικό της αφρικανικής μουσικής είναι η *πολυρυθμία*, η οποία αποτυπώνεται στο παράδειγμα 1.10.



Σχήμα 1.10 Παράδειγμα χρήσης πολυφωνικής τεχνικής από δύο ξυλόφωνα στην Ν. Αφρική (Γιάννου, 1995).

2. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

2.1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Από πολλούς φιλοσόφους και ψυχολόγους έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η *αντίληψη* μπορεί να ιδωθεί ως μία διαδικασία επεξεργασίας των πληροφοριών που προσλαμβάνουν οι αισθήσεις μας με σκοπό τη δημιουργία νοητών αναπαραστάσεων του κόσμου που μας περιβάλλει (Bregman, 1990). Στην καθημερινότητά μας πολλές φορές ερχόμαστε σε επαφή με ένα σύμπλεγμα χρονικά επικαλυπτόμενων ήχων, όπως η ομιλία και διάφοροι ήχοι του περιβάλλοντος. Η μουσική, επίσης, μας παρέχει ένα σύνθετο, ραγδαία μεταβαλλόμενο ακουστικό φάσμα που συχνά προκύπτει από το συνδυασμό ήχων προερχόμενων από πολλές διαφορετικές πηγές. Το ακουστικό μας σύστημα είναι επιφορτισμένο με το καθήκον της ανάλυσης αυτού του ακουστικού φάσματος και στη συνέχεια της νοητής ανασύνθεσης των αρχικών ηχητικών γεγονότων. Η διαδικασία αυτή γίνεται αυτομάτως, χωρίς να καταβληθεί συνειδητή προσπάθεια. Αυτή η οπτική της αντίληψης ως προϊόντος ασυνείδητης επεξεργασίας προτάθηκε ήδη από τον Helmholtz στις αρχές του 20ού αιώνα (Deutsch, 1999).

Για να μπορέσει το ακουστικό μας σύστημα να αναπαραστήσει νοητά τα αρχικά ηχητικά γεγονότα θα πρέπει να αποφασίσει ποια μέρη του ακουστικού σήματος αφορούν το ίδιο ηχητικό γεγονός (Bregman, 1990), με άλλα λόγια να εκτιμήσει τον αριθμό των διαφορετικών ηχητικών πηγών. Η διαδικασία αυτή συνιστά ένα αξιοσημείωτο επίτευγμα αν αναλογιστούμε ότι το μοναδικό δεδομένο που έχει στη διάθεση του είναι οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης που προσλαμβάνονται από το κάθε αυτί. Χωρίς αυτή τη διαδικασία διαχωρισμού των ηχητικών πηγών δε θα μπορούσαμε να αντιληφθούμε διαφορετικά ηχητικά γεγονότα που λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα αλλά μόνο ένα ηχητικό γεγονός, το οποίο θα ήταν το άθροισμα των παραγόμενων ήχων σε μια δεδομένη χρονική στιγμή (Snyder, 2000).

Εφόσον λοιπόν δεν συσχετίζονται αδιακρίτως όλα τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα ηχητικό γεγονός, θα πρέπει να υπάρχει κάποιο είδος *αντιληπτικής οργάνωσης* των ακουστικών πληροφοριών μέσω ενός μηχανισμού ή ενός συνόλου μηχανισμών, οι οποίοι επιτρέπουν τη δημιουργία συνδέσμων ανάμεσα σε κάποια στοιχεία και ταυτόχρονα θα αποτρέπουν τη δημιουργία συνδέσμων ανάμεσα σε κάποια άλλα.

Υπάρχουν πειστικά ερευνητικά στοιχεία στον τομέα της φυσιολογίας που αποδεικνύουν ότι η αντιληπτική οργάνωση δεν απορρέει από έναν μόνο μηχανισμό αλλά από ένα σύνολο μηχανισμών, οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα, οδηγώντας μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. (Deutsch, 1999). Το ερώτημα που προκύπτει είναι με ποια κριτήρια γίνεται η σύνδεση ή ο διαχωρισμός των διαφόρων στοιχείων που απαρτίζουν ένα ηχητικό γεγονός. Όταν ερχόμαστε σε επαφή με ένα σύνθετο ηχητικό φάσμα, το ακουστικό μας σύστημα οργανώνει τα στοιχεία που το απαρτίζουν σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια, όπως η συχνότητα, η ένταση, το ηχώχρωμα, η χωρική διαφοροποίηση κ.ά. Οι ρίζες των μηχανισμών αντιληπτικής οργάνωσης μπορούν να αναζητηθούν στις αρχές που διατύπωσαν οι Γερμανοί ψυχολόγοι της σχολής Gestalt στις αρχές του 20ού αιώνα.

Οι αρχές Gestalt βασίζονται σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν πρωταρχικά στο πεδίο της όρασης και αναπτύχθηκαν για να ερμηνεύσουν τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος συσχετίζει τα διάφορα στοιχεία που προσλαμβάνονται από το όργανο της όρασης σχηματίζοντας αντιληπτικές δομές. Η αντιληπτική οργάνωση με βάση τις αρχές αυτές είναι εγγενής και βρίσκει καθολική εφαρμογή σε όλα τα αντιληπτικά πεδία (Sloboda, 1985), άρα και στο πεδίο της ακοής. Σύμφωνα με τους ψυχολόγους της σχολής Gestalt, η πρόσληψη αισθητηριακών πληροφοριών είναι αδύνατο να μην ακολουθείται από τον αντιληπτικό σχηματισμό οργανωμένων συνόλων (Bregman, 1990). Οι κυριότερες αντιληπτικές αρχές Gestalt, όπως αναφέρει η Deutsch (1999), είναι οι εξής:

α) Η αρχή της *εγγύτητας* (proximity), σύμφωνα με την οποία ομαδοποιούνται αντιληπτικά τα στοιχεία που βρίσκονται πιο κοντά το ένα στο άλλο (σχήμα 2.1α). Αυτό σημαίνει, στην περίπτωση των ακουστικών φαινομένων, ότι ήχοι που βρίσκονται χρονικά κοντά ο ένας στον άλλον συνδέονται αντιληπτικά, σχηματίζοντας ένα σύνολο. Όταν σε μία ηχητική ακολουθία, η οποία αποτελείται από ήχους που ισαπέχουν μεταξύ τους χρονικά, παρουσιαστεί μια αύξηση του χρονικού διαστήματος ανάμεσα σε δύο ήχους, τότε αυτό το διάστημα οριοθετεί το τέλος του προηγούμενου ηχητικού συνόλου και την αρχή ενός νέου συνόλου που διαχωρίζεται από το προηγούμενο (Snyder, 2000). Η αρχή της εγγύτητας δε βρίσκει όμως εφαρμογή μόνο στο χρονικό σκέλος. Οι ήχοι των οποίων οι θεμέλιες συχνότητες απέχουν λίγο, επίσης έχουν την τάση να συνδέονται αντιληπτικά και να διαχωρίζονται από ήχους με πιο απομακρυσμένες θεμέλιες συχνότητες (Bregman, 1990). Φαίνεται πως το νευρικό σύστημα υποθέτει ότι τα ηχητικά γεγονότα που παράγονται από την ίδια ηχητική

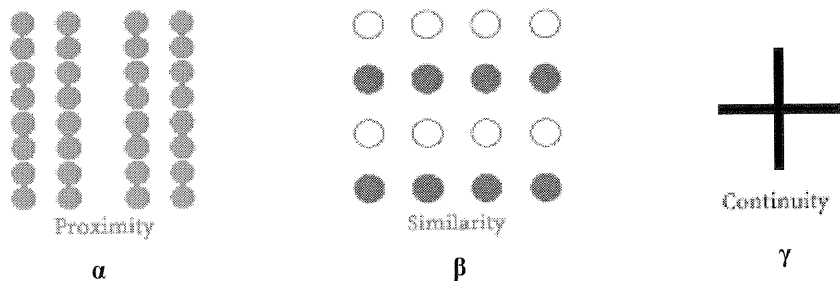
πηγή εκτείνονται σε μια περιορισμένη περιοχή συχνοτήτων και ότι ήχοι με συχνότητες που απέχουν αρκετά μεταξύ τους παράγονται από διαφορετικές ηχητικές πηγές (Snyder, 2000). Η αρχή της εγγύτητας είναι ιδιαίτερα ισχυρή και συχνά υπερισχύει έναντι άλλων αρχών αντιληπτικής οργάνωσης.

β) Η αρχή της *ομοιότητας* (similarity), σύμφωνα με την οποία ομαδοποιούνται αντιληπτικά τα στοιχεία που είναι όμοια (σχήμα 2.1β). Η ομοιότητα αναφέρεται σε ένα πλήθος ποιοτικών χαρακτηριστικών του ήχου, όπως η ακουστότητα, το ηχόχρωμα, η άρθρωση ή η χρονική διάρκεια. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της αρχής της ομοιότητας είναι ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε την ορχήστρα. Ένα μουσικό όργανο παράγει ένα πλήθος ήχων, οι οποίοι όμως εικαμβάνονται από τους ακροατές ως όμοιοι ηχοχρωματικά. Ο παραδοσιακός διαχωρισμός της ευρωπαϊκής ορχήστρας σε οικογένειες οργάνων αποτελεί μία μέθοδο ακουστικής οργάνωσης που βασίζεται σ' αυτήν την ομοιότητα των παραγόμενων ήχων των οργάνων (Snyder, 2000).

γ) Η αρχή της *ομαλής συνέχειας* (good continuation), σύμφωνα με την οποία ένα σύνολο από στοιχεία που μεταβάλλονται με σταθερό τρόπο προς μία δεδομένη κατεύθυνση συγκροτεί μια αντιληπτική ομάδα (σχήμα 2.1γ). Στη μουσική, για παράδειγμα, μία ακολουθία τονικών υψών τείνει να σχηματίζει μία αντιληπτική ομάδα όταν τα τονικά ύψη από τα οποία αποτελείται κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση κατά ένα σταθερό διάστημα, όπως συμβαίνει με τις κλίμακες. Η ίδια τάση ομαδοποίησης εμφανίζεται και στην περίπτωση μιας ακολουθίας ρυθμικών ηχητικών γεγονότων ανάμεσα στα οποία παρεμβάλλεται ένα αμετάβλητο χρονικό διάστημα (Snyder, 2000).

δ) Η αρχή της *κοινής μεταβολής* (common fate), σύμφωνα με την οποία συνδέονται αντιληπτικά τα στοιχεία δύο ή περισσότερων ακολουθιών που μεταβάλλονται κατά τον ίδιο τρόπο. Όταν οι αλλαγές που συμβαίνουν είναι ανάλογες και συγχρονισμένες διαχωρίζουν τα στοιχεία αυτά από άλλα που μεταβάλλονται με διαφορετικό τρόπο (Bregman, 1990). Η μουσική συνέπεια αυτής της αρχής είναι ότι δύο τονικά ύψη που κινούνται παράλληλα (δηλαδή προς την ίδια κατεύθυνση και με τα ίδια διαστήματα) παρουσιάζουν μία τάση αντιληπτικής ενοποίησης.

ε) Η αρχή της *οικειότητας* (familiarity), που ορίζει ότι υπάρχει μία προτίμηση αντιληπτικής οργάνωσης των στοιχείων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτουν δομές που μας είναι περισσότερο οικείες.



Σχήμα 2.1

(α) Επειδή η απόσταση που χωρίζει την πρώτη από τη δεύτερη και την τρίτη από την τέταρτη στήλη από κύκλους είναι μικρότερη από αυτή μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης στήλης, αντιλαμβανόμαστε δύο ζεύγη στηλών (η πρώτη στήλη με τη δεύτερη και η τρίτη με την τέταρτη), σύμφωνα με την αρχή της εγγύτητας.

(β) Παρ' ότι όλοι οι κύκλοι ισαπέχουν μεταξύ τους, τους οργανώνουμε αντιληπτικά με βάση τη χρωματική τους ομοιότητα. Έτσι, αντιλαμβανόμαστε σειρές από «άδειους» και «γεμάτους» κύκλους.

(γ) Η αντίληψη δύο διασταυρούμενων γραμμών αντί τεσσάρων που συναντιούνται στο κέντρο του σχήματος, καταδεικνύει την αντιληπτική προτίμηση για συνεχή σχήματα (Mullet & Sano, 1995).

Έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η αντιληπτική οργάνωση με βάση τέτοιες αρχές μας επιτρέπει να ερμηνεύσουμε με πιο αποτελεσματικό τρόπο το περιβάλλον μας. Στην περίπτωση της όρασης αυτοί οι φυσικοί μηχανισμοί οργάνωσης βοηθούν τον οργανισμό να προσανατολιστεί και να κινηθεί στο περιβάλλον με πιο αποτελεσματικό τρόπο. Είναι εύλογο να υποθέσουμε ότι κάτι ανάλογο συμβαίνει και στον τομέα της ακοής (Sloboda, 1985). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο εγκέφαλος παρουσιάζει μία τάση ομαδοποίησης των ηχητικών στοιχείων που είναι πιθανότερο να έχουν προέλθει από την ίδια ηχητική πηγή. Για παράδειγμα, όπως στην περίπτωση της όρασης είναι πιο πιθανό να ανήκουν στο ίδιο αντικείμενο δύο στοιχεία που είναι όμοια παρά δύο στοιχεία που είναι ανόμοια, έτσι και στην περίπτωση της ακοής είναι πιο πιθανό δύο όμοιοι ήχοι να προέρχονται από την ίδια ηχητική πηγή, ενώ δύο ανόμοιοι ήχοι από διαφορετικές πηγές (Deutsch, 1999).

Οι ήχοι που παράγονται στο περιβάλλον από την ίδια ηχητική πηγή παρουσιάζουν ομαλότητα και συνοχή. Δε μεταβάλλονται απότομα ή με τυχαίο τρόπο. Με βάση αυτό το γεγονός, το ακουστικό μας σύστημα δημιουργεί αντιληπτικούς συνδέσμους αναζητώντας συνεκτικά χαρακτηριστικά. Μία ραγδαία μεταβολή στην ακουστότητα για παράδειγμα, συνήθως σηματοδοτεί την εμφάνιση μιας νέας ηχητικής πηγής (Snyder, 2000). Στην περίπτωση της αρχής της κοινής μοίρας, το ακουστικό σύστημα συσχετίζει τους ήχους που μεταβάλλονται με τον ίδιο τρόπο, γιατί θεωρεί ότι είναι πιθανότερο να έχουν προέλθει από την ίδια ηχητική πηγή. Είναι μάλλον απίθανο δύο

διαφορετικές ηχητικές στο περιβάλλον να παράγουν ήχους που μεταβάλλονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο (Bregman, 1990).

2.2 – ΕΝΝΟΙΑ ΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Στην προηγούμενη ενότητα εξετάστηκε ο τρόπος με τον οποίο το νευρικό μας σύστημα επεξεργάζεται τις πληροφορίες που προσλαμβάνει μέσω των αισθήσεων, με σκοπό τη νοητή αναπαράσταση και το διαχωρισμό των «πραγμάτων» που βρίσκονται στο περιβάλλον. Στην περίπτωση της όρασης, τα «πράγματα» αυτά είναι διάφορα αντικείμενα: το φως αντανακλάται στα αντικείμενα και ένα μέρος του φτάνει στα μάτια, χρησιμεύοντας ως ένδειξη για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των αντικειμένων (σχήμα, μέγεθος, χρώμα, απόσταση του ενός από το άλλο κ.λπ.). Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην περίπτωση των ακουστικών ερεθισμάτων. Όταν τα ηχητικά κύματα προσλαμβάνονται από το όργανο της ακοής μας πληροφορούν ότι διάφορα φυσικά γεγονότα λαμβάνουν χώρα στο περιβάλλον, συχνά μάλιστα ταυτόχρονα (Bregman, 1990). Στη συνέχεια το ακουστικό σύστημα οργανώνει τις ηχητικές πληροφορίες με βάση ορισμένα κριτήρια ώστε να κατηγοριοποιήσει τους ήχους και να διαχωρίσει όσους προέρχονται από διαφορετικές ηχητικές πηγές.

Το 1971, οι Bregman και Campbell εισήγαγαν τον όρο *ακουστικό ρεύμα* (auditory stream) για να περιγράψουν την αντιληπτική υποκειμενική εμπειρία μίας ηχητικής δραστηριότητας που παρουσιάζει συνοχή και διατηρεί τη μοναδικότητα και τη συνεκτικότητά της σε σχέση με το χρόνο (Huron, 2001). Τα ακουστικά ρεύματα διαδραματίζουν για την ακουστική αντίληψη το ρόλο που έχουν τα αντικείμενα στο πεδίο της οπτικής αντίληψης (Bregman, 1990). Το ακουστικό σύστημα συμπεριλαμβάνει στο ίδιο ακουστικό ρεύμα διαδοχικά ηχητικά γεγονότα που προέρχονται (ή που θεωρεί πως προέρχονται) από την ίδια ηχητική πηγή, σχηματίζοντας συνεκτικές αντιληπτικές ακολουθίες. Όσα ηχητικά γεγονότα που κατατάσσονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα διαχωρίζονται από άλλα ηχητικά γεγονότα, δηλαδή τα διάφορα ακουστικά ρεύματα παρουσιάζουν μία αντιληπτική ανεξαρτησία και διαχωριστικότητα μεταξύ τους (Cambouropoulos, 2006). Πρέπει επίσης να σημειωθεί η αντιληπτική προτίμηση ενσωμάτωσης κάθε ηχητικού γεγονότος σε ένα μόνο ακουστικό ρεύμα (Temperley, 2001).

Η διαδικασία οργάνωσης των ήχων που προσλαμβάνονται από το όργανο της ακοής σε ακουστικά ρεύματα διέπει και τον τρόπο με τον οποίο ακούμε τη μουσική. Στον αντιληπτικό σχηματισμό ακουστικών ρευμάτων οφείλεται η ικανότητά μας να διαχωρίζουμε ταυτόχρονους ήχους ως προερχόμενους από διαφορετικές ηχητικές πηγές, καθιστώντας δυνατή την αντίληψη της αντίστιξης (Snyder, 2000). Η αντίστιξη προκύπτει από τον ταυτόχρονο συνδυασμό ρυθμικά και μελωδικά ανεξάρτητων φωνών. Ένα ενδιαφέρον ερώτημα που προκύπτει είναι η σχέση ανάμεσα στις έννοιες της «φωνής» και του «ακουστικού ρεύματος». Οι δύο όροι συχνά συμπίπτουν, καθώς αναφέρονται σε ακολουθίες μουσικών τόνων⁹, παρουσιάζουν όμως μία σημαντική διαφορά: η «φωνή» αποτελεί περισσότερο μία θεωρητική έννοια, ενώ το «ακουστικό ρεύμα» αναφέρεται στην αντίληψη.

Η αντιληπτική οργάνωση των ηχητικών γεγονότων λαμβάνει χώρα τόσο οριζοντίως όσο και καθέτως και ως εκ τούτου ένα ακουστικό ρεύμα μπορεί να συνίσταται από διαδοχικούς ή ταυτόχρονους τόνους (Snyder, 2000). Αυτό σημαίνει ότι σε αντίθεση με τη «φωνή», με την οποία συνήθως υποδηλώνεται μία μονοφωνική ακολουθία μουσικών τόνων, ένα ακουστικό ρεύμα μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερους τόνους ταυτόχρονα. Έχει δηλαδή εκτός από την οριζόντια και μία κάθετη διάσταση. Στο παράδειγμα 2.2α από το Κονσέρτο για πιάνο αρ. 1 ορ. 23 του Tchaikovsky, διακρίνουμε τρεις μονοφωνικές ακολουθίες που κινούνται παράλληλα, οι οποίες λόγω της ομοιόμορφης κίνησης τους και της έλλειψης ρυθμικής και μελωδικής διαφοροποίησης συγχωνεύονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, με αποτέλεσμα οι ακροατές να αντιλαμβάνονται μία συγχωρδιακή φωνή. Κάτι ανάλογο συμβαίνει στην περίπτωση της ομοφωνικής συνοδείας (Cambouropoulos, 2006). Στο παράδειγμα 2.2γ από την Rhapsody in Blue του Gershwin, η κύρια μελωδική γραμμή βρίσκεται στο χαμηλότερο πεντάγραμμο, ενώ στο ψηλότερο υπάρχει μία ομοφωνική συνοδεία. Οι συνοδευτικές αυτές συγχωρδίες είναι άσκοπο να αναλυθούν σε επιμέρους φωνές, καθώς συγχωνεύονται στο ίδιο αντιληπτικό ακουστικό ρεύμα, λόγω του συγχρονισμού της έναρξης και της διάρκειας τους.

Επίσης, μία μονοφωνική μελωδική γραμμή μπορεί να διασπάται αντιληπτικά σε δύο ακουστικά ρεύματα, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της υπαινισσόμενης πολυφωνίας (ή ψευδο-πολυφωνίας). Μια τέτοια περίπτωση παρατίθεται στο

⁹ Η έννοια του «μουσικού τόνου» (musical tone) δεν θα πρέπει να συγχέεται με αυτήν του «καθαρού τόνου» (pure tone). Οι «μουσικοί τόνου» αναφέρονται σε μουσικά ηχητικά γεγονότα γενικότερα, άρα κατά κύριο λόγο σε σύνθετους ήχους.

παράδειγμα 2.2.β από την Τοκάτα σε Μι ελάσσονα BWV 914 του J.S. Bach, στο οποίο η μελωδική γραμμή διαχωρίζεται αντιληπτικά σε δύο ακουστικά ρεύματα (εκ των οποίων το ένα περιλαμβάνει τις χαμηλότερες και το άλλο τις ψηλότερες νότες)

α

β

γ

Σχήμα 2.2

(α) Απόσπασμα από το Κονσέρτο για πιάνο αρ. 1 ορ. 23 του Tchaikovsky (δεύτερο μέρος - Andantino semplice μέτρα 33-35).

(β) Απόσπασμα από την Rhapsody in Blue του Gershwin (μέτρα 29-32).

(γ) Απόσπασμα από την Τοκάτα σε Μι ελάσσονα BWV 914 του J. S. Bach (Φούγκα, μέτρα 90-92).

λόγω της χρήσης μεγάλων διαστημάτων και του γρήγορου tempo, παρ' ό τι θεωρητικά πρόκειται για ένα μονοφωνικό πέρασμα. Πολλές φορές, λοιπόν, οι φωνές από τις οποίες θεωρούμε ότι αποτελείται ένα μουσικό έργο δε συμπίπτουν με τις αντιληπτικά προσλαμβανόμενες ακολουθίες, δηλαδή τα ακουστικά ρεύματα. Ουσιαστικά, τα ακουστικά ρεύματα είναι *αντιληπτικές φωνές*, άλλοτε αποτελούμενες από μονοφωνικές ακολουθίες τόνων και άλλοτε από ταυτόχρονους ηχητικούς συνδυασμούς.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μουσικολόγοι και οι μουσικοί θεωρητικοί όταν αναφέρονται σε «φωνές» λαμβάνουν υπ' όψιν ορισμένα αντιληπτικά κριτήρια, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της υπαινισσόμενης πολυφωνίας ή στις μελωδικές γραμμές που κινούνται σε παράλληλες όγδοες (Cambourououlos, 2006). Για παράδειγμα ο Swain (2002), εξετάζοντας ένα ψευδο-πολυφωνικό πέρασμα από το Concerto Grosso op. 6 no. 8 του Corelli, αναφέρει ότι παρ' όλο που τα βιολιά παίζουν μία νότα κάθε δεδομένη στιγμή, δημιουργείται η αντίληψη δύο μελωδιών λόγω της ταχύτητας του περάσματος, οπότε θεωρεί ότι οι «αντιληπτές φωνές» είναι δύο. Επίσης, σχετικά με τις παράλληλες όγδοες, σχεδόν όλοι οι θεωρητικοί επισημαίνουν ότι θα πρέπει να θεωρούνται ως μία και όχι δύο φωνές. Στις περιπτώσεις αυτές οι έννοιες της «φωνής» και του «ακουστικού ρεύματος» ταυτίζονται. Σε πολλές άλλες περιπτώσεις όμως οι δύο έννοιες είναι ασυμβίβαστες, καθώς οι αντιληπτικοί παράγοντες συνυπολογίζονται από τους μουσικούς θεωρητικούς σε μεμονωμένες μόνο περιπτώσεις και όχι με συστηματικό τρόπο.

2.3 – ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ Ή ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΘΟΓΓΩΝ ΣΕ ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Η αντίστιξη, η οποία αποτελεί θεμελιώδες χαρακτηριστικό της μουσικής γραφής, έφτασε στο απόγειο της την περίοδο της Αναγέννησης, με σημαντικότερο εκπρόσωπο τον Palestrina.¹⁰ Το πολυφωνικό στιλ του Palestrina διέπεται από ορισμένους κανόνες, οι οποίοι υπηρετούν συγκεκριμένους στόχους: πρώτον, τη συνύπαρξη διαφόρων μερών που ηχούν ταυτόχρονα και βρίσκονται σε αρμονική σχέση μεταξύ τους. Και δεύτερον, την αντιληπτική ανεξαρτησία των μερών αυτών, κάθε ένα εκ των

¹⁰ βλ. §1.2.4.

οποίων συνεισφέρει ξεχωριστά στο συνολικό μουσικό αποτέλεσμα, διατηρώντας παράλληλα την αυτοτέλεια του. Σύμφωνα με τον Bregman (1990), οι διάφοροι κανόνες και περιορισμοί της αντιστικτικής γραφής δεν είναι αυθαίρετες υπαγορεύσεις του συγκεκριμένου στιλ αλλά πηγάζουν από γενικές αντιληπτικές αρχές. Η επίτευξη των αντιληπτικών στόχων που τέθηκαν από τους συνθέτες αντιστικτικής μουσικής, με κυριότερο την ανεξαρτησία των μερών στην πολυφωνική δομή, οφείλεται στην εκπλήρωση των αρχών αντιληπτικής οργάνωσης.

Όταν αναφερόμαστε στην αντίστιξη, το πρώτο που μας έρχεται στο νου συνήθως είναι συνθέσεις όπως οι φωνητικές δημιουργίες του Palestrina ή οι φούγκες, οι οποίες αποτελούνται από έναν μικρό αριθμό διακριτών και εύκολα αναγνωρίσιμων φωνών που διαρκούν για όλο το κομμάτι. Παρ' όλα αυτά, ένα μεγάλο μέρος της Δυτικής μουσικής γενικότερα συνίσταται εν μέρει από ταυτόχρονες ανεξάρτητες μελωδικές γραμμές. Σε πολλές περιπτώσεις, οι γραμμές αυτές γίνονται περισσότερο σαφείς και εύληπτες όταν εκτελούνται από διαφορετικά μουσικά όργανα, λόγω του διαφορετικού τους ηχοχρώματος. Αλλά ακόμη και όταν πρόκειται για μουσική που παίζεται από ένα μουσικό όργανο (συνήθως το πιάνο) η ύπαρξη πολλαπλών αντιστικτικών γραμμών μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή (Temperley, 2001). Σε πολλές συνθέσεις συναντάμε ένα μίγμα αντιστικτικής και ομοφωνικής γραφής, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τις σονάτες για πιάνο των Mozart και Beethoven.

Είναι αξιοσημείωτο ότι στα περισσότερα μουσικά έργα (πλην αυτών που έχουν αμιγώς πολυφωνική υφή) δεν υπάρχει ένας σταθερός και αμετάβλητος αριθμός φωνών που διαρκούν για όλο το κομμάτι. Οι φωνές μπορούν να αυξάνονται ή να μειώνονται, ανάλογα με τις ανάγκες του συνθέτη. Μια αντιστικτική φωνή, λοιπόν, έχει καθορισμένα όρια, όχι μόνο ως προς το τονικό ύψος (δηλαδή ως προς το εύρος στο οποίο κινείται) αλλά και ως προς το χρόνο (Temperley, 2001). Η παρατήρηση αυτή δεν αφορά αποκλειστικά τις αντιστικτικές φωνές αλλά μπορεί να επεκταθεί και στα ακουστικά ρεύματα γενικότερα.

Τα εγχειρίδια μουσικής θεωρίας περιλαμβάνουν έναν αριθμό κανόνων και περιορισμών που διέπουν τη μελωδική (οριζόντια) κίνηση των φωνών, οι οποίοι είναι γνωστοί ως κανόνες του voice-leading.¹¹ Ορισμένοι μουσικοί θεωρητικοί, έχουν διατυπώσει την άποψη ότι ο βασικός σκοπός του voice-leading είναι η δημιουργία αντιληπτικά ανεξάρτητων μουσικών γραμμών (Huron, 2001). Με άλλα λόγια, οι

¹¹ βλ. συνοπτική παράθεση των κυριότερων κανόνων του voice-leading στην ενότητα 1.1.

κανόνες του voice-leading είναι κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να ευνοούν τον αντιληπτικό διαχωρισμό των ακουστικών ρευμάτων (auditory stream segregation). Ο Huron, στο άρθρο του “Tone and Voice: A Derivation of the Rules of Voice-Leading from Perceptual Principles” ενστερνίζεται αυτήν την άποψη και για να την τεκμηριώσει παραθέτει ένα σύνολο αντιληπτικών αρχών, από τις οποίες πηγάζει ένα μεγάλο μέρος των κανόνων του voice-leading. Όπως υποστηρίζει, η εφαρμογή των αναφερόμενων αρχών συμβάλλει στην αντιληπτική διαχωρισσιμότητα των φωνών. Επιχειρώντας να ερμηνεύσει την επιλογή των περισσότερων συνθετών να γράφουν κατά κύριο λόγο μουσική η οποία είναι συνεπής με τον παραπάνω αντιληπτικό στόχο, διατυπώνει μία αισθητική θεωρία, τα βασικά σημεία της οποίας αναπτύσσονται παρακάτω.

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1, η βασική λειτουργία του ακουστικού συστήματος (όπως και των υπόλοιπων αισθητηριακών συστημάτων) είναι η παροχή πληροφοριών για τον εξωτερικό κόσμο, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της νοητής ανασύνθεσης των ηχητικών γεγονότων του περιβάλλοντος. Η διαδικασία αυτή δεν διεκπεραιώνεται πάντα με την ίδια επιτυχία. Σε κάποιες περιπτώσεις τα αισθητηριακά ερεθίσματα είναι ασαφή και συγκεχυμένα. Σύμφωνα με τον Huron, η επιτυχής «ανάλυση» ενός πολύπλοκου ακουστικού φάσματος συνοδεύεται από ένα αίσθημα ικανοποίησης, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της όρασης με τις τρισδιάστατες εικόνες που απαιτούν ιδιαίτερη πνευματική προσπάθεια για να γίνουν αντιληπτές.

Η πολυφωνική μουσική, λοιπόν, των συνθετών της Αναγέννησης (αλλά και η αντιστικτική γραφή εν γένει) αποτελεί ουσιαστικά μία πρόκληση για τις αναλυτικές αντιληπτικές ικανότητες του ακροατή, ο οποίος αισθάνεται ικανοποίηση όταν την «αποκωδικοποιεί» επιτυχώς. Η αισθητική αυτή θεωρία παρέχει μία ερμηνεία για το γεγονός ότι ορισμένοι ακροατές δε θέλγονται από τις μουσικές συνθέσεις πολυφωνικής υφής: πιθανώς αυτό συμβαίνει επειδή αποτυγχάνουν να αντιληφθούν τα διαφορετικά ακουστικά ρεύματα που απαρτίζουν τις συνθέσεις αυτές, λόγω έλλειψης εξοικείωσης με το συγκεκριμένο μουσικό είδος (Huron, 2001).

Η εφαρμογή από τους συνθέτες των κανόνων του voice-leading διευκολύνει την αντίληψη του πολυφωνικού φωνητικού πλέγματος από τον ακροατή. Η επίτευξη της αντιληπτικής ανεξαρτησίας των ακουστικών ρευμάτων προϋποθέτει δύο συνθήκες: πρώτον, την εσωτερική συνοχή κάθε ακουστικού ρεύματος και δεύτερον, τη διαχωρισσιμότητα όλων των ταυτόχρονων ακουστικών ρευμάτων (Bregman, 1990). Οι συνθήκες αυτές εφαρμόζονται σε έναν μεγάλο αριθμό μουσικών έργων. Στον

αντίποδα, υπάρχουν περιπτώσεις συνθετών οι οποίοι δεν αποσκοπούν στην αντιληπτική ανεξαρτησία των φωνών αλλά στη δημιουργία αντιληπτικής *συγχώνευσης* (fusion). Έχοντας ως στόχο την πρόκληση αντιληπτικής *συγχώνευσης*, οι συνθέτες συχνά καταστρατηγούν συνειδητά τους κανόνες του voice-leading (για παράδειγμα, ο Debussy και ο Ravel χρησιμοποιούν πολλές φορές στα έργα τους παράλληλες πέμπτες και όγδοες). Όπως άλλωστε αναφέρει ο Huron (2001), οι κανόνες του voice-leading δεν αποτελούν απαραβίαστα αξιώματα και πρέπει να υιοθετούνται από τους συνθέτες μόνο εφόσον θεωρούν σημαντικούς τους στόχους που επιτυγχάνονται με τη χρησιμοποίησή τους.

2.4 – ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ Ή ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΦΘΟΓΓΩΝ ΣΕ ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Η οργάνωση των ηχητικών γεγονότων λαμβάνει χώρα τόσο στον οριζόντιο όσο και στον κάθετο άξονα. Η *οριζόντια οργάνωση* (sequential integration) αναφέρεται στον αντιληπτικό σχηματισμό ακολουθιών, αποτελούμενων από διαδοχικά ηχητικά γεγονότα που παράγονται από την ίδια πηγή. Η *κάθετη οργάνωση* (simultaneous integration) αναφέρεται στη διαδικασία ενσωμάτωσης στο ίδιο ακουστικό ρεύμα ηχητικών γεγονότων που λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα αλλά σε διαφορετικές περιοχές του φάσματος ή του χώρου. Τα ηχητικά αυτά γεγονότα μπορούν είτε να συγχωνευθούν μεταξύ τους είτε να διαχωριστούν το ένα από το άλλο, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της διάκρισης των φωνών δύο ανθρώπων που μιλάνε ταυτόχρονα (Bregman, 1990). Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κάθετη οργάνωση προηγείται της οριζόντιας οργάνωσης των ήχων σε ακολουθίες (Cambouropoulos, 2006).¹²

Η εξέταση των αντιληπτικών αρχών που καθορίζουν το διαχωρισμό ή τη συγχώνευση των ήχων σε ακουστικά ρεύματα παρέχει μία λογική βάση για τη σκοπιμότητα χρήσης πολλών από τους κανόνες του voice-leading. Επίσης, με δεδομένη την εμφάνιση και την άνθιση κατά τις τελευταίες δεκαετίες της ηλεκτρονικής μουσικής, η οποία δε δεσμεύεται από τους περιορισμούς των φυσικών μουσικών οργάνων, η κατανόηση βασικών αντιληπτικών φαινομένων μπορεί να

¹² βλ. §2.4.3.

προσφέρει στους συνθέτες τη δυνατότητα για πιο συνειδητές επιλογές και να οδηγήσει στη δημιουργία νέων ηχοχρωμάτων (Deutsch, 1999).

2.4.1 - Κάθετη οργάνωση

2.4.1.1 - Συγχρονισμός της έναρξης των φθόγγων

Δύο ή περισσότεροι ταυτόχρονοι ήχοι είναι πολύ πιθανότερο να ερμηνευθούν από το ακουστικό σύστημα ως συστατικά του ίδιου σύνθετου ηχητικού γεγονότος όταν είναι χρονικά ευθυγραμμισμένοι. Ο καθοριστικότερος παράγοντας για την αντίληψη των ήχων ως ευθυγραμμισμένων χρονικά είναι ο συγχρονισμός της έναρξής τους (Huron, 2001). Όταν η έναρξη τους είναι συγχρονισμένη, τότε οι ήχοι παρουσιάζουν μεγαλύτερο βαθμό συγχώνευσης. Αντίθετα, όταν η έναρξη τους είναι ετερόχρονη παρουσιάζουν μεγαλύτερη διαχωρισιμότητα. Αυτό συμβαίνει επειδή το ακουστικό σύστημα θεωρεί ότι οι ήχοι που ξεκινούν ταυτόχρονα είναι πιθανότερο να προέρχονται από την ίδια ηχητική πηγή (Deutsch, 1999).

Πόσο κοντά όμως πρέπει να βρίσκονται χρονικά δύο ήχοι ώστε να γίνουν αντιληπτοί ως «ταυτόχρονοι»; Για το διαχωρισμό δύο ήχων σε ρεαλιστικές ακουστικές συνθήκες, απαιτούνται από 80 ως και 100 ms χρονικής απόκλισης ανάμεσα στις ενάρξεις τους (Huron, 2001). Σε μουσικές εκτελέσεις οργανικών συνόλων διαπιστώθηκε από τον Rasch ότι οι ενάρξεις των φθόγγων που θεωρείται ότι ηχούν ταυτόχρονα απέχουν από 30 ως 50 ms. Στην περίπτωση αυτή η χρονική απόκλιση των ενάρξεων των ήχων συμβάλλει στην αντιληπτική διακριτότητά τους, χωρίς όμως να δημιουργεί την εντύπωση διαχωρισμένων ακουστικών γεγονότων. Οι ήχοι εξακολουθούν να αποτελούν μέρη της ίδιας ακουστικής εικόνας, απλώς η αντίληψη του πολυτονικού πλέγματος είναι περισσότερο διαυγής (Deutsch, 1999).

Το φαινόμενο της κάθετης συγχώνευσης είναι ακόμα πιο έντονο στην περίπτωση ήχων που όχι μόνο εκκινούν ταυτόχρονα αλλά και εξελίσσονται κατά τον ίδιο τρόπο, έχουν δηλαδή την ίδια διάρκεια. Αυτό συμβαίνει επειδή είναι απίθανο σε ένα ακουστικό περιβάλλον δύο ασυσχέτιστοι ήχοι να ξεκινάνε και να παύονται ταυτόχρονα τυχαία (Bregman, 1990). Όταν λοιπόν ένας συνθέτης επιθυμεί τα διάφορα μέρη στη μουσική του να παρουσιάζουν υψηλό βαθμό αντιληπτικής ανεξαρτησίας, θα πρέπει να αποφεύγει το συγχρονισμό των ενάρξεων των φθόγγων

μεταξύ των μερών, διαχωρίζοντας τις τουλάχιστον κατά 100 ms (Huron, 2001). Για τον ίδιο λόγο, θα πρέπει η έναρξη ή η παύση των φθόγγων του σολιστικού μέρους να μη συμπίπτουν με αυτές του υπόλοιπου συνόλου, ώστε να διακρίνεται από αυτό. Είναι πάντως αξιοσημείωτο ότι καθώς το μέγεθος ενός οργανικού ή φωνητικού συνόλου αυξάνεται, τα κριτήρια αντίληψης του συγχρονισμού είναι λιγότερο αυστηρά, καθώς ο μεγάλος αριθμός ελαφρώς ασυγχρόνιστων ενάρξεων καθιστούν ασαφή και δυσδιάκριτη την αίσθηση της ακριβούς έναρξης (Bregman, 1990).

Με ποιον τρόπο όμως συμβάλλει η ασυγχρόνιστη έναρξη των ήχων στο διαχωρισμό των ακουστικών ρευμάτων; Ο Bregman (1990) αναφέρει ότι όταν δύο ήχοι παράγονται ασύγχρονα, έχουμε τη δυνατότητα να ακούσουμε και να αναλύσουμε τις ιδιότητες του ήχου που προηγείται. Έτσι ο ήχος αυτός «αποσπάται» αντιληπτικά από το συνηχητικό αποτέλεσμα που προκύπτει όταν εμφανιστεί και ο δεύτερος ήχος. Επίσης, η ασυγχρόνιστη εμφάνιση των ήχων αμβλύνει το φαινόμενο της απόκρυψης, καθώς η ικανότητα ενός ήχου να αποκρύπτει άλλους ήχους μειώνεται όταν είναι ήδη παρών πριν από την εμφάνιση των αποκρυπτόμενων ήχων.

Στην μουσική πράξη, ο βαθμός συγχρονισμού των διαφόρων μερών εξαρτάται από τη μουσική υφή του έργου. Οι συνθέσεις πολυφωνικής υφής χαρακτηρίζονται από μικρό βαθμό συγχρονισμού των μερών, καθώς ο στόχος είναι η διαχωρισσιμότητα των φωνών. Τα αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης του Huron (2001) σε δίφωνες Inventions του J. S. Bach καταδεικνύουν τη συνειδητή προσπάθεια του συνθέτη να αποφύγει την ταυτόχρονη έναρξη των φθόγγων ανάμεσα στις δύο φωνές. Αντίθετα, σε ομοφωνικά έργα παρατηρείται μεγάλος βαθμός συγχρονισμού ανάμεσα στα διάφορα μέρη. Ο βαθμός συγχρονισμού των μερών αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα διάκρισης ανάμεσα στην πολυφωνική και την ομοφωνική μουσική.

Σύμφωνα με τον Huron, οι κανόνες του voice-leading αποσκοπούν στη δημιουργία αντιληπτικά ανεξάρτητων μερών. Καθώς οι κανόνες του voice-leading βρίσκουν εφαρμογή και στην ομοφωνική μουσική, ο αντιληπτικός στόχος θα πρέπει να είναι -όπως και στην περίπτωση της πολυφωνικής μουσικής- ο διαχωρισμός των φωνών, όπως αναφέρει. Αυτός ο στόχος όμως έρχεται σε αντίθεση με τον υψηλό βαθμό συγχρονισμού των φωνών, που επιφέρει τονική συγχώνευση. Ο Huron (2001) για να εξηγήσει αυτό το φαινομενικά παράδοξο γεγονός διατυπώνει την άποψη ότι θα πρέπει να υπάρχει κάποια αντιληπτική αιτία που θα έχει ιεραρχικά μεγαλύτερη σπουδαιότητα από το διαχωρισμό των φωνών στην ομοφωνική μουσική. Στο πεδίο της φωνητικής μουσικής η αιτία αυτή σχετίζεται με την κατανόηση του κειμένου, το

οποίο όταν εκφέρεται ταυτόχρονα από τους τραγουδιστές είναι πιο εύληπτο, ενώ στην περίπτωση της οργανικής μουσικής με το ρυθμικό ή χορευτικό χαρακτήρα κάποιων κομματιών (για παράδειγμα βαλς, σαραμπάντες ή μενουέτα) που προϋποθέτει ρυθμική ομοιομορφία.

Στην περίπτωση της ομοφωνικής μουσικής, όμως, είναι αμφισβητήσιμο το κατά πόσο αντιλαμβανόμαστε ξεχωριστές φωνές. Η κάθετη διάσταση είναι αυτή που υπερισχύει παρά η οριζόντια ή μελωδική εξέλιξη των φωνών. Ένας ακροατής είναι μάλλον απίθανο να αντιληφθεί και να παρακολουθήσει τις εσωτερικές φωνές σε μία αδιαφοροποίητη ηχοχρωματικά ομοφωνική σύνθεση, τουλάχιστον χωρίς να καταβάλει συνειδητή πνευματική προσπάθεια. Αντίθετα, θα διακρίνει πρωτίστως μία μελωδική γραμμή και ένα συνοδευτικό αρμονικό υπόβαθρο (Cambouropoulos, 2006). Κατά την ακρόαση, για παράδειγμα, μιας ομοφωνικής εναρμόνισης ενός ύμνου, οι περισσότεροι ακροατές αγνοούν ότι τα χαμηλότερα μέρη σχηματίζουν μελωδικές γραμμές (Sloboda, 1986).

Ο Cambouropoulos (2006) υπογραμμίζει ότι το πρόβλημα πηγάζει από την *de facto* παραδοχή του Huron ότι ο σκοπός των κανόνων του voice-leading είναι η δημιουργία αντιληπτικά ανεξάρτητων ακολουθιών, καθώς κάτι τέτοιο ισχύει μόνο στην περίπτωση της πολυφωνικής μουσικής, η οποία δομείται από ανεξάρτητες ακολουθίες φθόγγων. Ένας σημαντικός παράγοντας που δε λαμβάνεται υπ' όψιν στη θεώρηση του Huron είναι η *ρυθμική διαφοροποίηση*. Δεν είναι μόνο η μελωδική πορεία που χαρακτηρίζει τη μορφή μιας ακολουθίας φθόγγων αλλά και η ρυθμική της δραστηριότητα. Το ρυθμικό περίγραμμα είναι συχνά το πιο αναγνωρίσιμο χαρακτηριστικό μιας φθογγικής ακολουθίας, συνήθως πιο αναγνωρίσιμο από το μελωδικό της περίγραμμα (Snyder, 2000).

Ο Bregman (1990) αναφέρει ότι μία αποτελεσματική μέθοδος αντιληπτικού διαχωρισμού ταυτόχρονων γραμμών είναι η ανάθεση διαφορετικού ρυθμού σε κάθε μία. Στην πολυφωνική μουσική, η χρήση διαφορετικών ρυθμικών σχημάτων στα διάφορα μέρη, μπορεί να έχει ισχυρό διαχωριστικό αντιληπτικό αποτέλεσμα. Η ρυθμική διαφοροποίηση διασφαλίζει ότι θα υπάρχουν πάντα νότες σε κάποια φωνή που θα έχουν ασύγχρονη έναρξη με νότες άλλων φωνών. Ο Piston (1947) επισημαίνει ότι από μια ομάδα κρουστών οργάνων μπορεί να δημιουργηθεί μια *ρυθμική αντίστιξη*, μέσω της αντιπαραβολής διαφορετικών ρυθμικών σχημάτων και παρά την απουσία της αρμονίας και της μελωδίας.

Όπως υπογραμμίζει ο Cambouropoulos (2006): «Αν το voice-leading σχετίζεται μόνο με τη γραμμική κίνηση τονικών υψών ανάμεσα σε διαδοχικές συγχορδίες (κάτι που γίνεται συχνά αποδεκτό από τους μουσικούς θεωρητικούς και υιοθετείται και από τον Huron), τότε δεν μπορεί να έχει ως βασικό του στόχο τη δημιουργία αντιληπτικά ανεξάρτητων μουσικών γραμμών. Η ανεξαρτησία των μελωδικών γραμμών υποστηρίζεται τόσο από ρυθμικούς όσο και από μελωδικούς παράγοντες» (σελ. 4). Συμπερασματικά, μπορεί μεν στην ομοφωνική μουσική να βρίσκουν εφαρμογή οι κανόνες του voice-leading και να εκπληρώνονται βασικές αντιληπτικές αρχές (όπως αυτές της οριζόντιας οργάνωσης των ηχητικών γεγονότων, οι οποίες συμβάλλουν στη συνεκτικότητα των ακουστικών ρευμάτων και θα εξεταστούν στη συνέχεια), απουσιάζει όμως από αυτήν το στοιχείο της ρυθμικής διαφοροποίησης, το οποίο είναι καθοριστικό για τον αντιληπτικό διαχωρισμό των φωνών στην πολυφωνική μουσική.

Όπως επισημάνθηκε στην ενότητα 2.2, η οργάνωση των ήχων σε ακουστικά ρεύματα εφαρμόζεται τόσο στον οριζόντιο όσο και στον κάθετο άξονα, κάτι που συνεπάγεται ότι ένα ακουστικό ρεύμα μπορεί να περιλαμβάνει πολλές νότες ταυτόχρονα.¹³ Όσον αφορά την ομοφωνική υφή διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

α) Την περίπτωση ρυθμικά ομοιόμορφης ομοφωνικής υφής, κατά την οποία ένα ακουστικό ρεύμα μπορεί να περιλαμβάνει ολόκληρες συγχορδίες οι οποίες διαδέχονται η μία την άλλη, ενώ παράλληλα αναδύεται η ψηλότερη φωνή. Τα ακουστικά ρεύματα είναι σ' αυτήν την περίπτωση δυσπόστατα, έχοντας ταυτόχρονα μία οριζόντια και μία κάθετη διάσταση.

β) Την περίπτωση ξεκάθαρης διαφοροποίησης μιας μελωδικής γραμμής και ενός συνοδευτικού αρμονικού σχήματος, οπότε σχηματίζονται δύο ακουστικά ρεύματα, εκ των οποίων το ένα περιλαμβάνει τη μελωδία και το άλλο τη συνοδεία.

2.4.1.2 - Αρμονικότητα (Harmonicity)

Τα ηχητικά ερεθίσματα δημιουργούν αντιληπτικές «εικόνες». Ο όρος «ακουστική εικόνα» (auditory image) περιγράφει την υποκειμενική εμπειρία που προκαλείται από μία ηχητική δραστηριότητα ή ένα ακουστικό αντικείμενο. Αυτές οι

¹³ Ο Temperley (2001) δε φαίνεται να λαμβάνει αυτό το γεγονός υπ' όψιν όταν αναφέρει ότι «υπάρχει μία αντιληπτική προτίμηση συμπερίληψης *μίας* νότας ανά δεδομένη στιγμή σε κάθε ακουστικό ρεύμα» (σελ. 90).

εικόνες συνήθως συνδέονται με την αναγνώριση της ηχητικής πηγής. Δε δημιουργούν όλοι οι ήχοι εξίσου ευκρινείς νοητές εικόνες. Η χρησιμοποίηση ήχων που δημιουργούν ευκρινέστερες ακουστικές εικόνες έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ακουστικών ρευμάτων με μεγαλύτερη εσωτερική συνάφεια. Για παράδειγμα, οι ζώνες θορύβου δημιουργούν πιο ασαφείς ακουστικές εικόνες από τους καθαρούς τόνους (Huron, 2001). Γενικά, η κυματομορφή ενός ήχου που περιέχει θόρυβο παρουσιάζει μικρότερη επαναληπτικότητα, γι' αυτό όσο περισσότερο θόρυβο περιέχει τόσο πιο ακαθόριστο είναι το τονικό του ύψος. Οι ζώνες θορύβου έχουν απροσδιόριστο τονικό ύψος, και ως εκ τούτου πολύ λιγότερες διαβαθμίσεις «ψηλού» και «χαμηλού» σε σχέση με τους ήχους καθορισμένου τονικού ύψους. Το ακουστικό σύστημα δυσκολεύεται να διαχωρίσει τους θορύβους, πιθανώς επειδή οι περισσότεροι ήχοι με τους οποίους έρχεται σε επαφή έχουν κυρίως τονικό περιεχόμενο (Snyder 2000).

Σύνθετοι ήχοι των οποίων το φάσμα δεν παρουσιάζει αρμονική δομή προκαλούν επίσης ασαφείς ακουστικές εικόνες, επειδή τα φασματικά συστατικά τους δημιουργούν ανταγωνιστικές αντίληψεις. Ευκρινέστερες ακουστικές εικόνες δημιουργούνται από σύνθετους ήχους των οποίων το φασματικό περιεχόμενο προσεγγίζει μια αρμονική σειρά (Huron, 2001), δηλαδή όλες οι συχνότητες από τις οποίες αποτελείται το φάσμα είναι ακέραια πολλαπλάσια μιας εξ' αυτών, της θεμέλιας συχνότητας (Παπαδέλης, 2002). Στην περίπτωση των σύνθετων αρμονικών ήχων, τα φασματικά συστατικά παρουσιάζουν μία τάση ενσωμάτωσης στην ίδια ακουστική εικόνα, δίνοντας έτσι την εντύπωση ενός μόνο ήχου. Για παράδειγμα, τα πνευστά και τα έγχορδα μουσικά όργανα παράγουν ήχους με αρμονικό (ή σχεδόν αρμονικό) φάσμα, οι οποίοι παρουσιάζουν υψηλό βαθμό συγχώνευσης. Το ίδιο ισχύει και για την ανθρώπινη φωνή. Αντίθετα, πολλά κρουστά όργανα, όπως οι καμπάνες ή τα γκονγκ, παράγουν ήχους με μη αρμονικά συστατικά, δημιουργώντας ασαφείς ακουστικές εντυπώσεις (Deutsch, 1999).

Το ακουστικό σύστημα φαίνεται ότι έχει αναπτύξει μία μέθοδο νοητής αποκατάστασης της θεμέλιας συχνότητας ακόμα και όταν αυτή απουσιάζει, χρησιμοποιώντας ως ένδειξη για τον καθορισμό της κανονικότητας που παρουσιάζει η διάταξη των υπόλοιπων αρμονικών. Έτσι, ακόμα και αν φιλτράρουμε τις θεμέλιες συχνότητες διαδοχικών φθόγγων μιας μελωδίας (όπως για παράδειγμα όταν ακούμε μία μελωδία μέσω τηλεφωνικής γραμμής) η αντίληψη των τονικών υψών παραμένει αμετάβλητη (Bregman, 1990).

Η μεγαλύτερη αντιληπτική ευκρίνεια, όσον αφορά τους σύνθετους ήχους, εντοπίζεται στην περιοχή των μεσαίων συχνοτήτων και εκτείνεται ειδικότερα από το E₂ ως το G₅ με επίκεντρο τα 300 Hz, δηλαδή περίπου το D₄. Οι ευκρινέστερες, λοιπόν, ακουστικές εικόνες δημιουργούνται από σύνθετους αρμονικούς ήχους που εκτείνονται στην παραπάνω περιοχή συχνοτήτων. Είναι αξιοσημείωτο ότι αυτό το εύρος συχνοτήτων συμπίπτει με την περιοχή που χρησιμοποιείται συνηθέστερα στη μουσική πράξη. Στην παραδοσιακή αρμονία η περιοχή αυτή οριοθετείται από τις φωνές του μπάσου και της σοπράνο (Huron, 2001).

Η αρμονικότητα αφορά επίσης την περίπτωση της τονικής συγχώνευσης ταυτόχρονων ήχων, όταν το ακουστικό σύστημα εκλαμβάνει κάποιους συνδυασμούς συχνοτήτων ως συστατικά ενός σύνθετου ήχου. Η τονική συγχώνευση ταυτόχρονων ήχων είναι περισσότερο εμφανής όταν το συνολικό ηχητικό φάσμα προσεγγίζει μία υποθετική αρμονική σειρά. Κάτι τέτοιο προκύπτει όταν οι συχνότητες των ήχων συνδέονται με σχέσεις ακεραίων πολλαπλασίων (Huron, 2001), όπως στην περίπτωση του διαστήματος 8ης (σχέση συχνοτήτων 2:1) ή του διαστήματος 5ης (σχέση συχνοτήτων 3:2). Αντίθετα, ηχητικά συμπλέγματα που δεν διέπονται από απλές αρμονικές σχέσεις δημιουργούν την αντίληψη πολλαπλών τονικών υψών (Deutsch, 1999). Στην περίπτωση αυτή οι θεμέλιες συχνότητες των ήχων που απαρτίζουν το σύμπλεγμα είναι ασυσχέτιστες κι έτσι το ακουστικό σύστημα αποτυγχάνει στην προσπάθεια εντοπισμού μίας κοινής θεμέλιας συχνότητας για όλους τους αρμονικούς (Bregman, 1990).

Όπως είναι προφανές, η αντιληπτική ανεξαρτησία των φθόγγων από τους οποίους αποτελείται μία συνήχηση φθίνει όσο αυξάνεται η τονική τους συγχώνευση. Εφόσον, λοιπόν, ένας συνθέτης επιθυμεί την αντιληπτική ανεξαρτησία των μελωδικών γραμμών θα πρέπει να αποφεύγει τη χρήση διαστημάτων που επιφέρουν μεγαλύτερη τονική συγχώνευση. Τα διαστήματα που προκαλούν μεγαλύτερη τονική συγχώνευση είναι (κατά φθίνουσα σειρά συγχώνευσης) η ταυτοφωνία, η όγδοη και η πέμπτη, τα λεγόμενα δηλαδή τέλεια σύμφωνα διαστήματα (Huron 2001).¹⁴ Το διάστημα της όγδοης (οκτάβας) ειδικότερα, όπως αναφέρει ο Snyder (2000), κατέχει ξεχωριστή θέση στην ανθρώπινη αντίληψη. Δύο τονικά ύψη που απέχουν μία όγδοη, παρ' όλο

¹⁴ Σύμφωνα πάντως με τον Rameau (1971), η ταυτοφωνία δεν μπορεί να χαρακτηριστεί συμφωνία, καθώς δεν πληροί την απαραίτητη συνθήκη, δηλαδή τη διαφοροποίηση «ψηλού» και «χαμηλού» τονικού ύψους των ήχων που απαρτίζουν κάθε διάστημα. Όπως αναφέρει: «Η ταυτοφωνία είναι ένας μοναδικός ήχος που μπορεί να παραχθεί από πολλές φωνές ή από πολλά όργανα. Έχει την ίδια σχέση με τις συμφωνίες με αυτήν που έχει η μονάδα προς τους άλλους αριθμούς» (σελ. 8).

που είναι διαφορετικά και χωρίζονται από ένα αρκετά μεγάλο διάστημα, εντούτοις φαίνεται να είναι κατά κάποιο τρόπο ίδια.

Το κατά πόσο η τονική συγχώνευση είναι ένα επιθυμητό μουσικά φαινόμενο εξαρτάται από τον αντιληπτικό στόχο της εκάστοτε μουσικής υφής. Στη σύγχρονη μουσική, με αφετηρία τις αρχές του 20ού αιώνα, υπήρξε αξιοσημείωτος πειραματισμός με ήχους μουσικών οργάνων που παίζουν ταυτόχρονα κατά τέτοιο τρόπο ώστε το αποτέλεσμα να είναι μία ενιαία ηχητική εντύπωση. Για παράδειγμα, ο Debussy και ο Ravel χρησιμοποιούν εκτεταμένα στα ορχηστρικά τους έργα συγχορδίες που προσεγγίζουν συγκεκριμένα ηχοχρώματα. Επίσης, σε έργα των Schoenberg, Stravinsky, Webern, και Varèse συναντάμε συγκεκριμένες και μοναδικές ηχοχρωματικές δομές, στις οποίες ο Varèse αναφερόταν με τον όρο «ηχοχρωματικές μάζες». Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό συνδυασμοί μουσικών τόνων οι οποίοι έχουν μεταξύ τους απλές αρμονικές σχέσεις (Deutsch, 1999).

Ο J. S. Bach, αντίθετα, αποφεύγει στα πολυφωνικά έργα του τη χρήση τέλειων σύμφωνων διαστημάτων ανάλογα με το βαθμό συγχώνευσης που προκαλούν. Στα έργα αυτά, δηλαδή, συναντούμε πιο σπάνια ταυτοφωνίες απ' ότι διαστήματα όγδοης, διαστήματα όγδοης πιο σπάνια απ' ότι διαστήματα πέμπτης και διαστήματα πέμπτης πιο σπάνια από άλλα διαστήματα. Τα διαστήματα αυτά απαντώνται βέβαια πολλές φορές στη μουσική ως συνηχήσεις, όμως στα έργα πολυφωνικής υφής εμφανίζονται λιγότερο συχνά απ' όσο θα εμφανίζονταν σε μία τυχαία αντιπαράθεση φωνών. Αν αναλογιστούμε μάλιστα τη σημασία τους για το σχηματισμό των συγχορδιών θα μπορούσαμε να πούμε ότι η συνειδητή αποφυγή τους συνιστά αξιοσημείωτο επίτευγμα (Huron, 2001). Όπως είναι φανερό, η παραπάνω συνθετική στρατηγική αποσκοπεί στην ενίσχυση της διακριτότητας των διαφόρων μελωδικών γραμμών.

Επίσης, ο Bach χρησιμοποιεί στα πολυφωνικά έργα του τα διάφορα διαστήματα με τρόπο αντιστρόφως ανάλογο προς το βαθμό διαφωνίας τους. Τα διαστήματα δηλαδή που χρησιμοποιεί περισσότερο είναι αυτά που παρουσιάζουν μεγαλύτερο βαθμό συμφωνίας (ο βαθμός συμφωνίας των διαστημάτων έχει καθοριστεί σύμφωνα με αντιληπτικά πειράματα του Kaestner), με εξαίρεση τα διαστήματα όγδοης και πέμπτης, τα οποία αποφεύγονται σε μεγάλο βαθμό λόγω της υψηλής τονικής τους συγχώνευσης. Η πολυφωνική μουσική του Bach, λοιπόν, διέπεται από έναν διπλό συνθετικό στόχο: την επιδίωξη της συμφωνίας και παράλληλα την αποφυγή της τονικής συγχώνευσης. (Huron, 2001). Ο Stumpf, συνέδεσε στα τέλη του 19ου αιώνα

τις έννοιες της συγχώνευσης και της συμφωνίας, θεωρώντας τη συμφωνία ως μέτρο της τάσης των ήχων να συγχωνεύονται. Η θεώρηση αυτή είναι εσφαλμένη και οφείλεται στην ταύτιση δύο διαφορετικών ηχητικών φαινομένων: αυτού που ακούγεται «μαλακό» με αυτό που ακούγεται «σαν ένα» (Bregman, 1990). Ο Bach, για παράδειγμα, επιδιώκει τη δημιουργία ενός «μαλακού» ήχου, που όμως δε θα ακούγεται «σαν ένα» (Huron, 2001).

Τα ερευνητικά δεδομένα που αφορούν τη διαφωνία και την τονική συγχώνευση μπορούν να εξηγήσουν τον παραδοσιακό διαχωρισμό των διαστημάτων σε τρεις κατηγορίες:

α) *τέλεια σύμφωνα* διαστήματα (ταυτοφωνία, καθαρές όγδοες, πέμπτες και τέταρτες¹⁵), τα οποία παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό διαφωνίας και υψηλό βαθμό συγχώνευσης

β) *ατελώς σύμφωνα* διαστήματα (μικρές και μεγάλες τρίτες και έκτες), τα οποία χαρακτηρίζονται από χαμηλό βαθμό διαφωνίας και σχετικά χαμηλό βαθμό συγχώνευσης

γ) *διάφωνα* διαστήματα (δεύτερες, έβδομες, αυξημένα και ελαττωμένα), τα οποία παρουσιάζουν υψηλό βαθμό διαφωνίας και χαμηλό βαθμό συγχώνευσης (Huron, 2001).

2.4.1.3 - Παράλληλη κίνηση τονικών υψών

Οι φυσικοί ήχοι, όπως αυτοί που παράγονται από μουσικά όργανα, συχνά υφίστανται μεταβολές διατηρώντας την αναλογία συχνοτήτων των φασματικών συστατικών τους (π.χ. στην περίπτωση του vibrato). Σε ένα σύμπλεγμα ήχων, όσα φασματικά συστατικά μεταβάλλονται κατά τον ίδιο τρόπο και στον ίδιο χρόνο (συγχρονισμένα) είναι αρκετά πιθανό να προέρχονται από την ίδια ακουστική πηγή. Με βάση αυτήν την ένδειξη το ακουστικό σύστημα θα τα ενοποιήσει, κατατάσσοντας τα στο ίδιο ακουστικό ρεύμα (Bregman, 1990).

Ήδη από το 1863 είχε επισημανθεί από τον Helmholtz ότι η *όμοια* κίνηση τονικών υψών συνεισφέρει στην αντιληπτική τους συγχώνευση. Όπως αναφέρει ο Huron

¹⁵ Το διάστημα της τέταρτης κατέχει μοναδική θέση στην ιστορία της Δυτικής μουσικής, καθώς μέχρι το τέλος του Μεσαίωνα θεωρείτο σύμφωνο, ενώ από τον 15ο αιώνα άρχισε να αντιμετωπίζεται ως διάφωνο. Ο Michels (1994) κατατάσσει την τέταρτη στα διάφωνα διαστήματα με χαρακτήρα τριβής, επισημαίνοντας ότι έχει σύμφωνο χαρακτήρα μόνο αν βρίσκεται άλλο διάστημα κάτω από αυτήν.

(2001), ο βαθμός τονικής συγχώνευσης είναι μεγαλύτερος για μεταβαλλόμενους παρά για στατικούς συνδυασμούς ήχων. Οι μουσικοί θεωρητικοί διαχωρίζουν δύο τύπους όμοιας κίνησης τονικών υψών: την *ευθεία* (κίνηση φθόγγων προς την ίδια κατεύθυνση) και την *παράλληλη* κίνηση (κίνηση φθόγγων προς την ίδια κατεύθυνση με το ίδιο διάστημα). Η τονική συγχώνευση είναι εμφανής στις παρακάτω περιπτώσεις, με φθίνουσα διάταξη ως προς το βαθμό συγχώνευσης:

α) όταν τα τονικά ύψη κινούνται παράλληλα και συνδέονται με αρμονική σχέση μεταξύ τους

β) όταν τα τονικά ύψη κινούνται παράλληλα χωρίς όμως να συνδέονται με αρμονική σχέση μεταξύ τους

γ) όταν τα τονικά ύψη μεταβάλλονται με ευθεία αλλά όχι παράλληλη κίνηση (Huron, 2001).

Για παράδειγμα, στο μουσικό απόσπασμα του σχήματος 2.3 από το Πρελούδιο αρ. 10 (Livre I) για πιάνο του Debussy, οι φθόγγοι παρουσιάζουν υψηλή τάση συγχώνευσης στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, λόγω της παράλληλης κίνησης των συγχορδιών και της χρήσης τέλειων σύμφωνων διαστημάτων. Δύο μέρη που κινούνται παράλληλα τείνουν να συγχωνευθούν στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, καθ' ότι χάνουν την αντιληπτική τους ανεξαρτησία. Ο Piston (1991), αναφερόμενος στην παράλληλη κίνηση φθόγγων γενικότερα και χωρίς να κάνει αναφορά σε συγκεκριμένα διαστήματα, επισημαίνει ότι δύο φωνές που κινούνται παράλληλα παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα από μελωδικής πλευράς και μπορούν να θεωρηθούν ως *μία* διπλασιασμένη φωνή.

The image shows a musical score for the first two measures of Debussy's Prelude No. 10. The score is written for piano and consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The music is in a 3/4 time signature. The first measure is marked with a piano dynamic (*pp*) and a first ending bracket (*8va₁*). The second measure is also marked with a first ending bracket (*8va₁*). The music features parallel motion of chords, with the upper and lower parts moving in the same direction and maintaining harmonic relationships. The chords are primarily triads and dyads, with some chromatic movement.

Σχήμα 2.3 Τα πρώτα μέτρα από το Πρελούδιο αρ. 10 για πιάνο του Debussy (Livre I: La cathédrale engloutie - Profondément calme).

Σύμφωνα με τη θεωρία της αντίστιξης, αποφεύγεται η παράλληλη κίνηση των φωνών, κυρίως όταν δύο μέρη διατηρούν μεταξύ τους αναλογίες ακεραίων πολλαπλασίων (όπως συμβαίνει με τις όγδοες και τις πέμπτες), πιθανώς επειδή αυτές οι αναλογίες συχνοτήτων έχουν ήδη μία ισχυρή τάση πρόκλησης συγχώνευσης των μερών (Bregman, 1990). Όπως έδειξε ο Huron (2001), οι συνθέτες πολυφωνικής μουσικής αποφεύγουν τις όμοιες κινήσεις τονικών υψών, ανάλογα με το βαθμό συγχώνευσης που προκαλούν. Η παράλληλη κίνηση διαστημάτων αποφεύγεται περισσότερο από την ευθεία κίνηση, ενώ οι περιορισμοί των παράλληλων κινήσεων είναι πιο αυστηροί στην περίπτωση των τέλειων σύμφωνων διαστημάτων.

Υπάρχουν όμως και εξαιρέσεις: η χρήση διαφορετικών ηχοχρωμάτων μπορεί να μετριάσει τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα της παράλληλης κίνησης. Μία τέτοια περίπτωση παραθέτει ο Jeppesen (1991), από το Credo της τετράφωνης λειτουργίας του Palestrina “In te Domine speravi” (σχήμα 2.4). Στο παράδειγμα αυτό, οι παράλληλες πέμπτες μεταξύ του τενόρου και της σοπράνο αποφεύγονται λόγω της διασταύρωσης των δύο ψηλότερων φωνών. Έτσι, παρακάμπτεται η απαγόρευση της παράλληλης κίνησης τέλειων σύμφωνων διαστημάτων. Όπως αναφέρει ο Jeppesen, δεν πρόκειται για μία συνταγή παραβίασης της παραπάνω αρχής αλλά για μία βαθύτερη κατανόηση της ουσίας της: «Το ηχόχρωμα των φωνών επιτρέπει να διακρίνονται οι μελωδίες, έτσι ώστε να είναι σαφές το γεγονός ότι οι πέμπτες δεν εμφανίζονται κινούμενες παράλληλα» (σελ. 139). Αντιληπτικά, δηλαδή, δε γίνεται αισθητή η διαδοχή των παράλληλων πεμπτών γιατί το αυτί ακολουθεί την πορεία της κάθε φωνής και κατατάσσει τους φθόγγους σε ακουστικά ρεύματα με βάση το ηχόχρωμα (Bregman, 1990).

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι η αρχή της τονικής συγχώνευσης των τονικών υψών που κινούνται παράλληλα προϋποθέτει ότι οι ενάρξεις των φθόγγων που απαρτίζουν τα διαστήματα είναι ταυτόχρονες και μπορεί έτσι να θεωρηθεί ως μία ειδική περίπτωση της αρχής συγχρονισμού της έναρξης των φθόγγων. Υπό αυτήν την έννοια, η συγχώνευση των ταυτόχρονων φθογγικών διαδοχών ενισχύεται από τη συντονισμένη μεταβολή των αρμονικών τους (Cambouropoulos, 2006).

Προκύπτει εντούτοις ένα ερώτημα σχετικά με τα τονικά ύψη που συνδέονται με αρμονικές σχέσεις και κινούνται παράλληλα: δεδομένου ότι παρουσιάζουν ήδη μία ισχυρή τάση συγχώνευσης με βάση την αρχή της αρμονικότητας, πώς μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι η αντιληπτική ενσωμάτωσή τους στο ίδιο ακουστικό ρεύμα οφείλεται στην παράλληλη μεταβολή των συχνοτήτων τους; Ίσως οφείλεται απλώς

S
Et re - sur - re - xit ter - ti

A
Et re - sur - re - xit

T
re - sur - re - xit ter - ti - a

α

β

Σχήμα 2.4

(α) Απόσπασμα από τη Λειτουργία “In te Domine speravi” του Palestrina

(β) Μεταγραφή του αποσπάσματος για πιάνο. Στο δεύτερο μέτρο φαίνεται η κίνηση σε παράλληλες πέμπτες μεταξύ του μπάσου και της ψηλότερης φωνής.

Στο παράδειγμα αυτό, η απαγόρευση της παράλληλης κίνησης πεμπτών παρακάμπτεται λόγω της ηχοχρωματικής διαφοροποίησης που προκύπτει από τη διασταύρωση των δύο ψηλότερων φωνών (Bregman, 1990).

στο γεγονός ότι καθώς μεταβάλλονται με παράλληλο τρόπο εξακολουθούν να διατηρούν την μεταξύ τους αρμονική σχέση (Bregman, 1990). Η Deutsch (1999) αμφισβητεί την αντιληπτική συγχώνευση των τονικών υψών που κινούνται παράλληλα χωρίς να συνδέονται με αρμονικές σχέσεις, επισημαίνοντας ότι σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα οι ακροατές δυσκολεύονται να συμπεράνουν κατά πόσο οι συχνότητες κάποιων ήχων μεταβάλλονται με συντονισμένο ή ασυντόνιστο τρόπο, όταν δε συνδέονται μεταξύ τους με αρμονικές σχέσεις.

Όπως αναφέρθηκε κατά την εξέταση της αρχής της αρμονικότητας, οι συνηχήσεις φθόγγων που σχηματίζουν διάφωνα διαστήματα χαρακτηρίζονται από χαμηλό βαθμό συγχώνευσης. Βασισζόμενος σ' αυτό το γεγονός, ο Bullivant (1988) θεωρεί το απόσπασμα του σχήματος 2.5 από τη Σονατίνα για κλαρινέτο και πιάνο op. 100 του Milhaud αντιστικτικό, παρά την παράλληλη κίνηση των συγχορδιών, καθώς η χρήση ισχυρά διάφωνων διαστημάτων από το σύνθετη ενισχύει την οριζόντια αντίληψη μελωδικών γραμμών από τον ακροατή.



Σχήμα 2.5 Απόσπασμα από τη Σονατίνα για κλαρινέτο και πιάνο του Milhaud op. 100, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί αντιστικτικό παρά την παράλληλη κίνηση των συγχορδιών, καθώς, λόγω της χρήσης διάφωνων διαστημάτων, οι συγχορδιακοί φθόγγοι παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό συγχώνευσης (Bullivant, 1988).

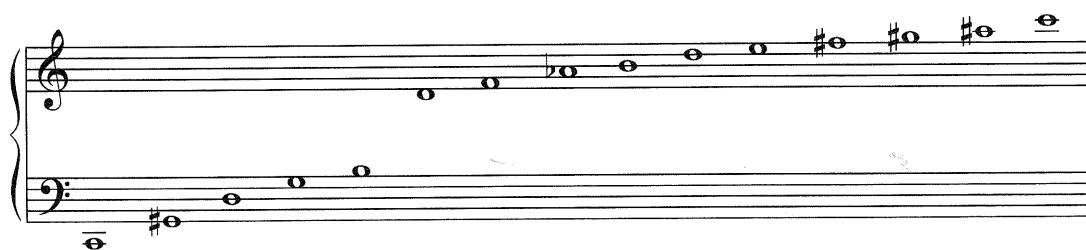
Σύμφωνα με τον Cambouropoulos (2006), ο κανόνας του voice-leading που ορίζει ότι η παράλληλη κίνηση των φωνών σε όγδοες ή πέμπτες πρέπει να αποφεύγεται, δεν οφείλεται μόνο σε αντιληπτικά αίτια αλλά σχετίζεται και με αισθητικά κριτήρια ή μπορεί να είναι απλώς μία μουσική σύμβαση. Όπως αναφέρει: «οι παράλληλες πέμπτες δε συγχωνεύονται απαραίτητα σε ένα ακουστικό ρεύμα περισσότερο απ' ότι οι παράλληλες τρίτες ή έκτες. Υπό μία έννοια το αντιληπτικό αποτέλεσμα που παράγουν είναι περισσότερο χαρακτηριστικό και μπορεί ως εκ τούτου να αποφεύγεται ή να γίνεται αποδεκτό ανάλογα με τις αισθητικές επιταγές της εκάστοτε μουσικής σε διαφορετικές περιοχές ή χρονικές περιόδους» (σελ. 5).

2.4.1.4 - Ελαχιστοποίηση της απόκρυψης

Σύμφωνα με την ακουστική θεωρία που διατύπωσε ο Helmholtz το 1859, το ακουστικό σύστημα «αναλύει» τους προσλαμβανόμενους ήχους στα επιμέρους φασματικά συστατικά τους. Όταν οι συχνότητες δύο φασματικών συστατικών απέχουν λίγο μεταξύ τους, τότε το ακουστικό σύστημα δεν μπορεί να τις διαχωρίσει και έτσι γίνεται αντιληπτό το φαινόμενο των διακροτημάτων (Bregman, 1990). Δημιουργείται δηλαδή η αντίληψη ενός ηχητικού γεγονότος, με ύψος που προσδιορίζεται στην κεντρική συχνότητα των αρχικών φασματικών συστατικών και με περιοδικά μεταβαλλόμενη ένταση (Παπανικολάου, 1995). Στη θεωρία αυτή έχει προστεθεί η πιο μοντέρνα έννοια της κρίσιμης ζώνης (critical band), η οποία

προσδιορίζεται ως μία περιοχή συχνοτήτων, εντός της οποίας τα συστατικά του φάσματος δεν μπορούν να αναλυθούν πλήρως από το ακουστικό σύστημα και έτσι από την αλληλεπίδραση τους προκύπτουν φαινόμενα όπως αυτά της απόκρυψης και των διακροτημάτων (Bregman, 1990). Ένας ήχος έχει την ικανότητα να αποκρύπτει άλλους ήχους όταν βρίσκονται εντός της ίδιας κρίσιμης ζώνης (Sloboda, 1986).

Οι κρίσιμες ζώνες αντιπροσωπεύουν τον τρόπο με τον οποίο γίνονται αντιληπτά τα ακουστικά φαινόμενα, είναι δηλαδή μία εμπειρική και όχι απλώς υποθετική έννοια. Μία κρίσιμη ζώνη αντιστοιχεί περίπου σε ένα χιλιοστό της βασικής μεμβράνης του αυτιού (Huron, 2001). Το εύρος κάθε κρίσιμης ζώνης δεν είναι σταθερό αλλά διαφοροποιείται ανάλογα με την περιοχή συχνοτήτων: στην περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων είναι μεγαλύτερο, ενώ σ' αυτή των υψηλών συχνοτήτων μικρότερο. Ως εκ τούτου, οι χαμηλότεροι μουσικοί τόνοι έχουν μεγαλύτερο εύρος απόκρυψης σε σχέση με τους ψηλότερους. Για παράδειγμα, στην περιοχή ενός κοντραμπάσου (δύο οκτάβες χαμηλότερα από το μεσαίο ντο) ένας τόνος μπορεί να αποκρύψει έναν δεύτερο που βρίσκεται ως και μία οκτάβα ψηλότερα. Αντίθετα, στην περιοχή ενός πίκολο φλάουτου (δύο οκτάβες ψηλότερα από το μεσαίο ντο) το εύρος απόκρυψης ενός τόνου είναι μικρότερο από μία μεγάλη δεύτερη (Sloboda, 1986). Το εύρος των κρίσιμων ζωνών σε συνάρτηση με την περιοχή συχνοτήτων απεικονίζεται στο σχήμα 2.6.



Σχήμα 2.6 Προσεγγιστική απεικόνιση του εύρους των κρίσιμων ζωνών σε μουσική σημειογραφία. Όπως φαίνεται στο σχήμα, το εύρος τους μειώνεται όσο αυξάνεται η συχνότητα. Κάθε φθόγγος απέχει κατά μία κρίσιμη ζώνη από τον επόμενο. Μία κρίσιμη ζώνη αντιστοιχεί περίπου σε ένα χιλιοστό κατά μήκος της βασικής μεμβράνης του αυτιού (Huron, 2001).

Η θεωρία των κρίσιμων ζωνών συνδέεται επίσης με την αντίληψη της *αισθητηριακής διαφωνίας* (sensory dissonance). Η αντίληψη της συμφωνίας και της διαφωνίας εξαρτάται τόσο από πολιτισμικούς (μαθησιακούς) παράγοντες όσο και από

αισθητηριακούς (ενδογενείς). Για παράδειγμα, οι μουσικοί συχνά αναφέρονται στο βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας ενός διαστήματος. Αν και η διαφορά τονικού ύψους ανάμεσα σε δύο σύνθετους ήχους επηρεάζει την προσλαμβανόμενη αισθητηριακή διαφωνία, η σχέση μεγέθους διαστήματος και διαφωνίας δεν είναι άμεση. Η αισθητηριακή διαφωνία καθορίζεται από το φασματικό περιεχόμενο των ήχων, από τα πλάτη των φασματικών συστατικών τους καθώς και από την κατανομή των συστατικών σε σχέση με τις κρίσιμες ζώνες. Έτσι, ένα διάστημα μεγάλης τρίτης ακούγεται μαλακό στις περιοχές των μεσαίων και των υψηλών συχνοτήτων αλλά τραχύ στην περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων (Huron, 2001).

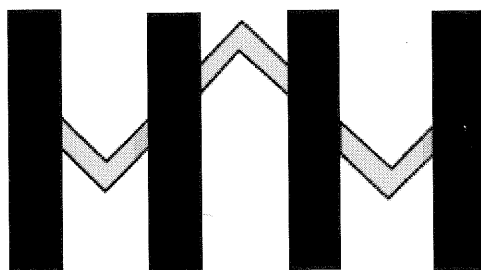
Ο συσχετισμός της κατανομής των φασματικών συστατικών με την αντίληψη της διαφωνίας παρέχει επίσης μια εξήγηση για το γεγονός ότι τα αρμονικά διαστήματα που σχηματίζονται από καθαρούς τόνους δεν είναι διάφωνα από ψυχοακουστική άποψη. Εφόσον οι καθαροί τόνοι απέχουν περισσότερο από μία κρίσιμη ζώνη μεταξύ τους, τότε δεν «καταγράφονται» διακροτήματα από το ακουστικό σύστημα, καθώς τα διακροτήματα είναι το αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης των τόνων εντός της ίδιας κρίσιμης ζώνης (Bregman, 1990).

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι οι κρίσιμες ζώνες επηρεάζουν την κάθετη διάταξη των συγχορδιακών φθόγγων. Ένας συνθέτης θα πρέπει κατά το γράψιμο των συγχορδιών να μοιράζει ίση περίπου ποσότητα φασματικής ενέργειας σε κάθε κρίσιμη ζώνη, ώστε να ελαχιστοποιούνται τα φαινόμενα της αισθητηριακής διαφωνίας και της ακουστικής απόκρυψης. Καθώς οι κρίσιμες ζώνες έχουν μεγαλύτερο εύρος στην χαμηλότερη περιοχή συχνοτήτων σε σχέση με την ψηλότερη, θα πρέπει και η διάταξη των φθόγγων να είναι αντίστοιχη: πιο αραιή στη χαμηλότερη έκταση και περισσότερο πυκνή στην ψηλότερη. Μ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή των φασματικών συστατικών στη βασική μεμβράνη. Η εξέταση ενός μεγάλου μουσικού δείγματος από τους Huron και Sellmer έδειξε ότι οι συνθέτες εφαρμόζουν την παραπάνω διάταξη των φθόγγων σε σημαντικό βαθμό: όσο οι συγχορδίες κατέρχονται, οι διαστηματικές αποστάσεις ανάμεσα στους χαμηλότερους φθόγγους αυξάνονται (Huron, 2001).

2.4.2 - Οριζόντια οργάνωση

2.4.2.1 - Χρονική συνέχεια

Ένας παράγοντας που συμβάλλει καθοριστικά στη δημιουργία συνεκτικών ακολουθιών είναι η χρονική συνέχεια, η διατήρηση δηλαδή της ηχητικής ενέργειας για κάποιο χρονικό διάστημα. Οι ακουστικές εικόνες μπορούν να προκληθούν όχι μόνο μέσω αισθητηριακών αλλά και μέσω νοερών διαδικασιών (Huron, 2001). Για παράδειγμα, οι Miller και Licklider σε ένα πείραμα που διεξήγαγαν το 1950, ενάλλασαν γρήγορα έναν τόνο με μία ζώνη θορύβου. Τα άτομα που έλαβαν μέρος στο πείραμα ανέφεραν ότι ο τόνος εξακολουθούσε να ηχεί όσο διαρκούσε ο θόρυβος. Το αποτέλεσμα του πειράματος μπορεί να παρομοιαστεί με την εντύπωση που δημιουργείται όταν βλέπουμε ένα τοπίο πίσω από έναν φράχτη: αντιλαμβανόμαστε ως συνεχές το τοπίο και όχι ως διακοπτόμενο παρ' ότι το βλέπουμε τμηματικά ανάμεσα στους πασσάλους του φράχτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.7 (Deutsch, 1999). Μία πιθανή εξήγηση αυτού του φαινομένου είναι το ακουστικό σύστημα αποκαθιστά νοητά έναν ήχο που συνάγει ότι θα αποκρυφθεί λόγω της παρουσίας ενός δυνατότερου ήχου ή μιας ζώνης θορύβου (Bregman, 1990).



Σχήμα 2.7 Οπτική αναπαράσταση του φαινομένου της αντιληπτικής διατήρησης της ακουστικής συνέχειας, παρά την παρεμβολή μίας ζώνης θορύβου (Deutsch, 1999).

Μία άλλη περίπτωση δημιουργίας φανταστικών ακουστικών εικόνων συναντάμε σε ορισμένα έργα οργανικής μουσικής, στα οποία η ίδια νότα επαναλαμβάνεται γρήγορα πολλές φορές και περιοδικά παραλείπεται και αντικαθίσταται από μία διαφορετική νότα. Παρ' όλο που η επαναλαμβανόμενη νότα απουσιάζει, το

ακουστικό σύστημα την αναπαράγει νοητά, λόγω της προσδοκίας ακρόασής της (Deutsch, 1999). Μία τέτοια περίπτωση παρουσιάζεται στο σχήμα 2.8, από την Ουγγρική Ραψωδία αρ. 2 για πιάνο του Liszt. Επίσης, σε ένα πείραμα του Sasaki χρησιμοποιήθηκαν μελωδικά σχήματα στα οποία ορισμένες νότες παραλείπονταν και είχαν αντικατασταθεί από δυνατό θόρυβο. Οι ακροατές δήλωσαν ότι «άκουγαν» τις παραλειπόμενες νότες, όταν αυτές ήταν περισσότερο προβλέψιμες από το γενικότερο μουσικό πλαίσιο, π.χ. όταν αποτελούσαν μέρος μίας γνωστής μελωδίας. Το πείραμα αυτό αποτελεί και μία απόδειξη για την οργάνωση των ηχητικών πληροφοριών σύμφωνα με την αρχή της οικειότητας¹⁶ (Deutsch, 1999).



Σχήμα 2.8 Απόσπασμα από την Ουγγρική Ραψωδία αρ. 2 για πιάνο του Liszt (Vivace, μέτρα 25-28).

Οι παραπάνω περιπτώσεις νοερής δημιουργίας φανταστικών ακουστικών εικόνων είναι ακούσιες, υπάρχει όμως και η περίπτωση εκούσιας πρόκλησης και διατήρησης ακουστικών εικόνων, για παράδειγμα του ήχου ενός μουσικού οργάνου ή μιας μελωδίας. Αν και οι φανταστικοί ήχοι μπορεί να είναι αρκετά έντονοι, εντούτοις η εντύπωση που δημιουργείται από πραγματικά ηχητικά ερεθίσματα είναι πολύ πιο ζωηρή. Επίσης, οι ακουστικές εικόνες παρουσιάζουν μία τάση παράτασης της διάρκειάς τους μετά τη φυσική κατάπαυση του ερεθίσματος (Huron, 2001). Το εσωτερικό αντί μετατρέπει τους προσλαμβανόμενους ήχους σε νευρικά σήματα που αντιπροσωπεύουν την ένταση και τη συχνότητα των ακουστικών κυμάτων. Οι πληροφορίες αυτές παραμένουν προσωρινά στη βραχυπρόθεσμη ηχητική μνήμη (echoic memory) σαν ηχώ, για σύντομο χρονικό διάστημα, περίπου 1 sec (Snyder, 2000).

¹⁶ βλ. αναφορά στις αρχές Gestalt στην ενότητα 2.1.

Όπως απέδειξε ο van Noorden, η αίσθηση της χρονικής συνέχειας φθίνει σταδιακά όταν το παρεμβαλλόμενο χρονικό διάστημα ανάμεσα στους τόνους υπερβαίνει τα 800 ms. Έτσι, για τη δημιουργία αντιληπτικά ισχυρών ακολουθιών πρέπει να χρησιμοποιούνται συνεχείς ή επαναλαμβανόμενοι ήχοι, παρά σύντομοι ή διακοπτόμενοι. Ανάμεσα σε διακεκομμένους ήχους δε θα πρέπει να παρεμβάλλεται παύση μεγαλύτερη των 800 ms, ώστε να διατηρείται η αντίληψη της συνέχειας (Huron, 2001).

Η αρχή της χρονικής συνέχειας βρίσκει την εφαρμογή της στη μουσική. Τα μουσικά όργανα, σε αντίθεση με τα περισσότερα φυσικά αντικείμενα και τους παραγόμενους από αυτά ήχους, είναι κατασκευασμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιείται η διάρκεια των ήχων που παράγουν. Αυτό είναι έκδηλο στην περίπτωση των πνευστών και των εγχόρδων οργάνων αλλά όχι μόνο. Για παράδειγμα, η ιστορία της κατασκευαστικής εξέλιξης του πιάνου φανερώνει μία αξιοσημείωτη τάση παράτασης της διάρκειας των παραγόμενων ήχων, μέσω της συνεχούς αύξησης της τάσης των χορδών. Χαρακτηριστική είναι επίσης η χρήση ορισμένων τεχνικών, όπως αυτή της κυκλικής αναπνοής, η οποία χρησιμοποιείται κατά την εκτέλεση του αραβικού ζουρνά και του αυστραλιανού didjeridoo και επιτρέπει στον εκτελεστή να εισπνέει και να εκπνέει ταυτόχρονα, χωρίς να χρειάζεται να σταματήσει το παίξιμο. Κάτι ανάλογο επιτυγχάνεται με μηχανικό τρόπο στην γκάιντα και το εκκλησιαστικό όργανο (Huron, 2001).

Παράλληλα, χρησιμοποιούνται μέθοδοι ή τεχνικές απόσβεσης του ήχου, ώστε να αποφεύγεται η επικάλυψη των παραγόμενων ήχων και να ενισχύεται η εντύπωση μιας συνεχούς ακουστικής δραστηριότητας. Αυτό το σκοπό εξυπηρετούν οι σορντίνες (πνιγείς) στο πιάνο, οι οποίες σταματούν τις παλμικές κινήσεις της χορδής μόλις υποχωρήσει το σφυρί που την έθεσε σε κίνηση. Κάτι ανάλογο κάνουν οι εκτελεστές της κιθάρας χρησιμοποιώντας την παλάμη του χεριού τους για να σταματήσουν την ταλάντωση των χορδών (Huron, 2001).

Όταν ανάμεσα σε μία ακολουθία ηχητικών στοιχείων βρίσκονται διασκορπισμένες παύσεις, τότε ομαδοποιούμε τα στοιχεία σε υποσύνολα σύμφωνα με τις παύσεις (Deutsch, 1999). Με άλλα λόγια, μία ακολουθία φθόγγων τείνει να σχηματίσει ένα αντιληπτικό σύνολο όταν οριοθετείται από παύσεις (Temperley, 2001). Το αντιληπτικό αυτό σύνολο διαχωρίζεται από άλλα σύνολα. Ο Dowling σε ένα πείραμά του χρησιμοποίησε μελωδικά σχήματα αποτελούμενα από πέντε τόνους, τα οποία χωρίζονταν μεταξύ τους με παύσεις και ζητήθηκε από τους ακροατές να

αναγνωρίσουν ορισμένες ακολουθίες που συμπεριλαμβάνονταν σε αυτά τα σχήματα. Το ποσοστό πετυχημένης αναγνώρισης ήταν μεγαλύτερο όταν ανάμεσα στους τόνους των ακολουθιών δε μεσολαβούσε παύση (Deutsch, 1999).

Είναι χαρακτηριστικό ότι η συντριπτική πλειοψηφία των μουσικών τόνων ακολουθείται από κάποιον άλλο τόνο. Το ποσοστό αγγίζει το 93% στις φωνητικές μελωδίες και το 98% σε αυτές που εκτελούνται από όργανα. Όσον αφορά τη φωνητική μουσική, ορισμένες παύσεις ανάμεσα στις φθογικές ακολουθίες είναι απαραίτητες για να δώσουν χρόνο στον τραγουδιστή να αναπνεύσει. Παρατηρείται λοιπόν μία αξιοσημείωτη τάση διατήρησης μίας συνεχούς διαδοχής ακουστικών γεγονότων, η οποία αφορά σε μεγάλο βαθμό τη μουσική δημιουργία παγκοσμίως. Η τάση αυτή είναι επίσης έκδηλη στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν οι συνθέτες τους σύντομους ήχους, όπως είναι οι ήχοι που παράγονται από τα κρουστά όργανα. Οι ήχοι αυτοί σπάνια χρησιμοποιούνται για μελωδικούς σκοπούς και όταν συμβαίνει αυτό γίνεται συνήθως χρήση tremolo ή γρήγορων επαναλήψεων, όπως στην περίπτωση της μαρίμπας. Όταν χρησιμοποιούνται σύντομοι ήχοι από άλλα όργανα, πλην των κρουστών (π.χ. νότες staccato), υπάρχει μία τάση αύξησης της ταχύτητας: διαδοχικές νότες staccato σπάνια χωρίζονται από παύση μεγαλύτερης διάρκειας από 1 sec. Στην περίπτωση αυτή, η βραχύχρονη ηχητική μνήμη συνεισφέρει στη διατήρηση της ψευδαίσθησης μιας αδιάκοπης ηχητικής γραμμής (Huron, 2001).

2.4.2.2 - Εγγύτητα και χρονικές σχέσεις των τονικών υψών

Το 1950, οι Miller και Heise παρατήρησαν ότι από την γρήγορη εναλλαγή δύο τόνων μπορούν να προκύψουν δύο διαφορετικά αντιληπτικά αποτελέσματα, σε συνάρτηση με τη διαφορά συχνοτήτων τους. Όταν η διαφορά συχνοτήτων των τόνων είναι μικρή ή η ταχύτητα εναλλαγής τους είναι αργή, τότε δίνεται η εντύπωση μίας «κυματοειδούς» ακολουθίας (σαν τρίλια). Αν η διαφορά συχνοτήτων ή η ταχύτητα εναλλαγής των τόνων αυξηθεί προοδευτικά, φτάνουμε σε κάποιο σημείο στο οποίο η τρίλια διασπάται σε δύο μη συσχετισμένες ακολουθίες, αποτελούμενες από διακοπτόμενους τόνους. Το σημείο αυτό ονομάζεται *κατώφλι της τρίλιας* (trill threshold). Ο ακροατής προσλαμβάνει τότε δύο διαφορετικές ακολουθίες, χωρίς να αντιλαμβάνεται ότι οι τόνοι των ακολουθιών εναλλάσσονται (Miller & Heise, 1950).

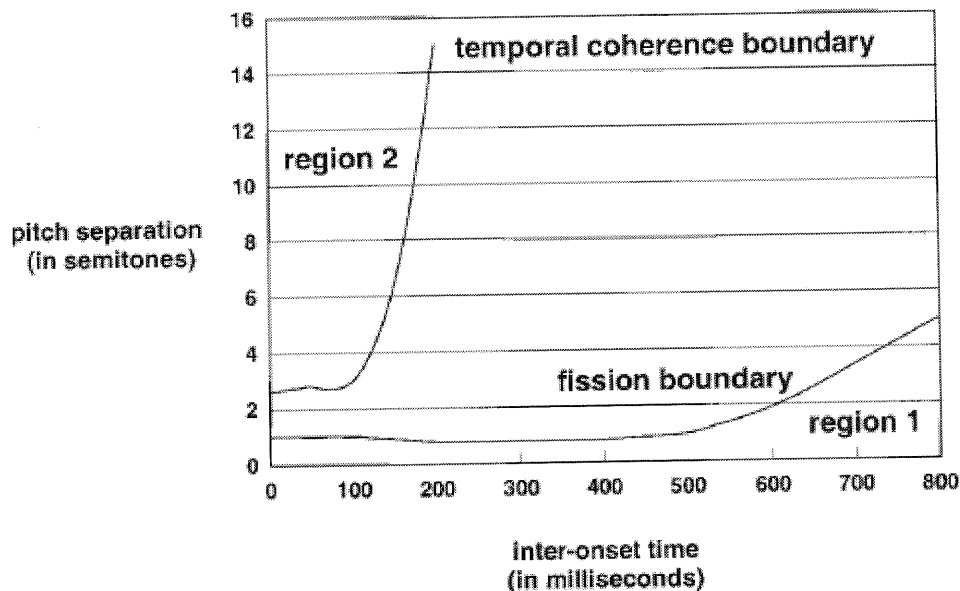
Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό στους μουσικούς ως *ψευδο-πολυφωνία* (pseudo-polyphony) ή *σύνθετη μελωδική γραμμή* (compound melodic line) και έχει αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό από τους συνθέτες, ιδιαίτερα της περιόδου Baroque. Στην περίπτωση της ψευδο-πολυφωνίας, μία μονοφωνική ακολουθία φθόγγων διασπάται αντιληπτικά σε δύο ακουστικά ρεύματα, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στα πρώτα μέτρα από το Πρελούδιο αρ. 3 σε Ντο δίεση μείζονα BWV 848 του J.S. Bach (σχήμα 2.9):



Σχήμα 2.9 Τα πρώτα μέτρα από το Πρελούδιο αρ. 3 σε Ντο δίεση μείζονα BWV 848 του J.S. Bach, από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο».

Ο van Noorden χαρτογράφησε την επίδραση της σχέσης ανάμεσα στο tempo και την απόσταση των τονικών υψών στην αντίληψη της συγχώνευσης ή του διαχωρισμού των ακουστικών ρευμάτων (σχήμα 2.10). Στον άξονα x απεικονίζεται η χρονική διάρκεια των τόνων σε ms, ενώ στο άξονα y οι αποστάσεις τους σε ημιτόνια. Η περιοχή 1, κάτω από το *όριο διαχωρισμού* (fission boundary), αναφέρεται στην αντίληψη ενός ακουστικού ρεύματος, κάτι που συμβαίνει όταν το tempo είναι αργό ή/και οι αποστάσεις των τονικών υψών μικρές. Η περιοχή 2, αριστερά από το *όριο χρονικής συνάφειας* (temporal coherence boundary), αναφέρεται στην πρόσληψη δύο ακουστικών ρευμάτων, στην περίπτωση που οι αποστάσεις των τονικών υψών είναι μεγάλες ή/και το tempo γρήγορο (Huron, 2001). Ανάμεσα στις περιοχές 1 και 2 παρεμβάλλεται μία ευρεία ενδιάμεση περιοχή, εντός της οποίας ο ακροατής μπορεί να μεταβάλλει την αντιληπτική του στρατηγική μεταξύ ενός ή δύο ακουστικών ρευμάτων (Deutsch, 1999). Όπως είναι φανερό, οι πιθανές κατανομές των φθόγγων μιας ακολουθίας σε ένα ή δύο ακουστικά ρεύματα είναι ανταγωνιστικές μεταξύ τους (Temperley, 2001).

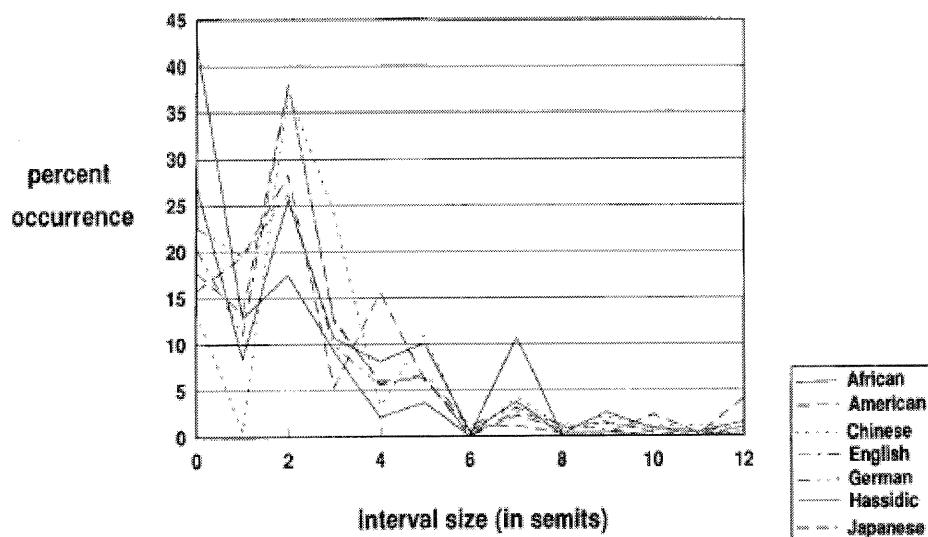
Η συνοχή ενός ακουστικού ρεύματος διασφαλίζεται μέσω της εγγύτητας των τονικών υψών διαδοχικών φθόγγων. Οι κινήσεις των τονικών υψών θα πρέπει να βρίσκονται κάτω από το όριο διαχωρισμού του van Noorden, δηλαδή 2 ή λιγότερα ημιτόνια για ήχους διάρκειας μικρότερης των 700 ms. Η αντίληψη ενός ακουστικού



Σχήμα 2.10 Απεικόνιση της επίδρασης του tempo και της διαστηματικής απόστασης στην αντίληψη του διαχωρισμού και της συγχώνευσης των ακουστικών ρευμάτων (Huron, 2001).

ρεύματος μπορεί επίσης να διατηρηθεί στην περίπτωση μεγαλύτερων διαστηματικών αποστάσεων μειώνοντας το tempo (Huron, 2001). Ας εξετάσουμε κατά πόσο η μουσική πρακτική είναι συνεπής με την παραπάνω αρχή. Η εξέταση 160 τραγουδιών των Schubert, Schumann, Brahms και R. Strauss από τον O. Ortman ως προς τις μελωδικές κινήσεις των φθόγγων έδειξε ότι η αύξηση του μεγέθους των διαστημάτων είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη συχνότητα εμφάνισής τους (Bregman, 1990). Επίσης, από την ανάλυση 3000 αγγλικών λαϊκών τραγουδιών προέκυψε ότι το 68% των διαστημάτων δεν υπερέβαιναν τη διατονική βηματική κίνηση (ημιτόνιο ή τόνος), (Shepard, 1999). Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα και από την εξέταση ενός μεγάλου ενώ το 91% των διαστημάτων δεν ήταν μεγαλύτερα από δύο διατονικά βήματα πολυπολιτισμικού μουσικού δείγματος από τον Huron (2001), τα οποία απεικονίζονται στο σχήμα 2.11.

Η υπερίσχυση των μικρών διαστημάτων επιβεβαιώνεται και από ένα πείραμα του Dowling σχετικά με την προτίμηση από τους ακροατές μελωδιών που κάνουν χρήση μικρών διαστηματικών κινήσεων αλλά και από ένα πείραμα του Carlsen που απέδειξε την αντιληπτική προσδοκία των μουσικών για μελωδικά περιγράμματα που παρουσιάζουν μεγαλύτερη εγγύτητα (Huron, 2001). Οι ανθρωπολόγοι αναφέρουν ότι στη μουσική πολλών διαφορετικών πολιτισμών οι μελωδίες τείνουν να κινούνται σε μια περιορισμένη έκταση. Αυτή η προτίμηση για μελωδική εγγύτητα οφείλεται



Σχήμα 2.11 Η κατανομή της συχνότητας εμφάνισης των μελωδικών διαστημάτων σε ένα δείγμα μελωδιών δέκα μουσικών πολιτισμών καταδεικνύει την προτίμηση χρήσης μικρών διαστημάτων (Huron, 2001).

πιθανόν στην προέλευση της μουσικής από το τραγούδι: τα μικρά διαστήματα είναι πιο εύκολο να τραγουδηθούν. Μπορεί όμως να οφείλεται απλά στο γεγονός ότι η εγγύτητα συμβάλλει στην αντιληπτική μελωδική συνοχή (Bregman, 1990).

Από την εξέταση ενός μεγάλου μουσικού δείγματος διαδοχικών φθόγγων από τον Huron προέκυψε ότι η πλειονότητα των μουσικών τόνων έχει σχετικά σύντομη διάρκεια. Μόνο το 3% των φθόγγων είχε διάρκεια μεγαλύτερη του 1 s, ενώ το 57% είχε διάρκεια μικρότερη των 500 ms (Huron, 2001). Είναι πάντως σπάνιο οι φθόγγοι να διαρκούν λιγότερο από 150 ms. Οι μελωδίες αποτελούνται συνήθως από φθόγγους διάρκειας από 150 ως 900 ms. Όσοι διαρκούν λιγότερο από 150 ms κάνουν μικρές κινήσεις προς γειτονικούς φθόγγους και έχουν περισσότερο διακοσμητικό χαρακτήρα (Bregman, 1990). Η κατανομή της διάρκειας των φθόγγων υποδηλώνει ότι η πλειονότητα των μουσικών τόνων δεν υπερβαίνει το όριο χρονικής συνάφειας. Δεν εμπίπτει δηλαδή στην περιοχή 2 του σχήματος του van Noorden, εντός της οποίας οι ακολουθίες διασπώνται αντιληπτικά σε δύο ακουστικά ρεύματα (Huron, 2001).

Σε μετρήσεις του μεγέθους των διαστημάτων που χρησιμοποιούνται από τους συνθέτες σε ψευδο-πολυφωνικά περάσματα, ο Dowling βρήκε ότι ήταν μεγαλύτερα από το όριο διαχωρισμού. Ωστόσο, η έντονα θετική κλίση του ορίου χρονικής συνάφειας συνεπάγεται ότι κυρίαρχο ρόλο στη διάσπαση μιας ακολουθίας τονικών υψών σε δύο ακουστικά ρεύματα παίζει το tempo. Είναι αξιοσημείωτο ότι όσο

ακολουθούμενη από την πρώτη νότα της δεύτερης μελωδίας, στη συνέχεια η δεύτερη νότα της πρώτης μελωδίας κ.ο.κ.) Παρατήρησε ότι η ικανότητα των ακροατών να αναγνωρίσουν τις μελωδίες βρισκόταν σε άμεση συνάρτηση με το βαθμό αλληλεπικάλυψής τους (Huron, 2001). Όταν ο βαθμός αλληλεπικάλυψης ήταν μεγάλος, η αναγνώρισή τους ήταν σχεδόν αδύνατη, καθώς συγχωνεύονταν αντιληπτικά στο ίδιο ακουστικό ρεύμα. Όσο απομακρύνονταν η μία από την άλλη ως προς το τονικό ύψος, η ικανότητα αναγνώρισής τους αυξανόταν, ενώ όταν η αλληλεπικάλυψή τους ήταν μηδενική μπορούσαν να αναγνωριστούν πολύ εύκολα (Deutsch, 1999).

Από το πείραμα του Dowling προκύπτει ένα σημαντικό συμπέρασμα σχετικά με τη σπουδαιότητα της συγχώνευσης των φθόγγων που απαρτίζουν ακολουθίες: όταν οι φθόγγοι ενσωματώνονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, συγκροτούν μία συνεκτική μουσική μονάδα, η οποία επιδέχεται στη συνέχεια περαιτέρω ανάλυση και προσοχή. (Temperley, 2001). Η συνεκτικότητα των ακουστικών ρευμάτων επεκτείνεται και στις εσωτερικές χρονικές σχέσεις των στοιχείων από τα οποία αποτελούνται. Όπως παρατήρησε ο Schouten, οι χρονικές σχέσεις γίνονται αντιληπτές με μεγαλύτερη ακρίβεια εντός του ίδιου ακουστικού ρεύματος παρά μεταξύ διαφορετικών ακουστικών ρευμάτων (Huron, 2001). Την παρατήρηση αυτή επιβεβαίωσαν και οι Fitzgibbon, Pollatsek και Thomas, οι οποίοι διερεύνησαν την ικανότητα ανίχνευσης παύσεων μεταξύ των τόνων μίας ακολουθίας. Η ανίχνευση των παύσεων ήταν εύκολη όταν παρεμβαλλόταν ανάμεσα στους τόνους του ίδιου ακουστικού ρεύματος αλλά πιο δύσκολη όταν παρεμβαλλόταν ανάμεσα σε τόνους διαφορετικών ακουστικών ρευμάτων (Deutsch, 1999).

Ο Dowling ανακάλυψε επίσης μία συνθήκη υπό την οποία οι επικαλυπτόμενες μελωδίες μπορούσαν να αναγνωριστούν. Αυτό συνέβαινε όταν στους ακροατές γνωστοποιούνταν πριν από το πείραμα οι μελωδίες που θα πρέπει να αναγνωρίσουν. Στην περίπτωση αυτή μπορούσαν να αναγνωρίσουν τις μελωδίες, αν και καταβάλλοντας αρκετή προσπάθεια. Επρόκειτο δηλαδή για μία διαδικασία ενεργητικής αναγνώρισης παρά παθητικής αντίληψης των μελωδιών, όπως συνέβαινε όταν αυτές μετατοπίζονταν σε διαφορετικές περιοχές συχνοτήτων. Παρατηρήθηκε επίσης ότι η αναγνώριση από τους ακροατές άγνωστων μελωδιών ήταν πιο δύσκολη, ακόμα και όταν δεν υπήρχε αλληλεπικάλυψη μεταξύ τους. Τα δεδομένα αυτά καταδεικνύουν ότι η αντίληψη των ακουστικών ρευμάτων επηρεάζεται από την προϋπάρχουσα γνώση σχετικά με τη μουσική (Sloboda, 1986).

Ένα άλλο πείραμα της Deutsch (1999), που αναφέρεται συνήθως στη βιβλιογραφία ως “the scale illusion”, κατέδειξε την εγγενή αντιληπτική τάση αποφυγής της διασταύρωσης ακολουθιών. Στο πείραμα χρησιμοποιείται μία μείζονα κλίμακα, η οποία εκτελείται ταυτόχρονα σε ανιούσα και κατιούσα μορφή, με τους τόνους να εναλλάσσονται διαδοχικά στα δύο αυτιά μέσω ακουστικών. Η αντιληπτική εντύπωση που δημιουργείται είναι ότι οι δύο ακολουθίες ανταλλάσσουν κατευθύνσεις στο σημείο συνάντησης της τροχιάς τους, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.13. Οι ακροατές δεν αντιλαμβάνονται μία ανιούσα και μία κατιούσα κλίμακα, παρ’ όλο που μία τέτοια οργάνωση θα ήταν σύμφωνη με την αρχή της ομαλής συνέχειας, καθώς οι κλίμακες προκαλούν την προσδοκία ότι θα συνεχίσουν να κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση (Snyder, 2000). Όπως αναφέρει ο Bregman (1990), το ακουστικό σύστημα παρουσιάζει μία προτίμηση να ομαδοποιεί αντιληπτικά τους τόνους που έχουν κοντινή θεμέλιο συχνότητα παρά να ακολουθεί μία δεδομένη τροχιά. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η οργάνωση των τόνων σύμφωνα με την εγγύτητα είναι τόσο ισχυρή ώστε δε λαμβάνεται υπ’ όψιν ούτε η χωρική διαφοροποίηση τους (Deutsch, 1999).

Pattern

Percept

Σχήμα 2.13 Στο πείραμα της Deutsch, οι ακροατές οργανώνουν τους τόνους σύμφωνα με την εγγύτητα τους (βλ. χαμηλότερη συστοιχία πενταγράμμων του σχήματος), η οποία υπερισχύει της χωρικής τους διαφοροποίησης. Η εντύπωση που προκαλείται είναι ότι οι ψηλότεροι τόνοι προέρχονται από το ένα ακουστικό και οι χαμηλότεροι από το άλλο (Deutsch, 1999).

Η αντιληπτική τάση αποφυγής των διασταυρώσεων αντανακλάται στην περίπτωση της πολυφωνικής μουσικής. Όπως έδειξε ο Huron (2001), ο J. S. Bach αποφεύγει τις διασταυρώσεις φωνών στα πολυφωνικά έργα του και μάλιστα περισσότερο επιμελώς όταν αυξάνεται ο αριθμός των φωνών, αποσκοπώντας έτσι στην ελαχιστοποίηση της αντιληπτικής σύγχυσης που προκαλεί η αύξηση της πυκνότητας των ακουστικών εικόνων. Η τακτική αυτή μπορεί να καταστρατηγηθεί με τη χρήση διαφορετικού ηχοχρώματος για κάθε φωνή. Στην περίπτωση αυτή η αντιληπτική οργάνωση των φθόγγων γίνεται σύμφωνα με το ηχώχρωμα, παρακάμπτοντας το αντιληπτικό «εμπόδιο» της διασταύρωσης (Bregman, 1990). Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε την εφαρμογή της αρχής της χρονικής συνέχειας ως προαπαιτούμενο για την αρχή της εγγύτητας των τονικών υψών, μια που η δεύτερη προϋποθέτει την ύπαρξη διαδοχικών τόνων. Κάτι τέτοιο όμως δεν ισχύει πάντα, καθώς ένας τόνος μπορεί να ενσωματωθεί αντιληπτικά σε ένα ακουστικό ρεύμα με βάση το κριτήριο της εγγύτητας ακόμη και αν παρουσιάζει μικρότερο βαθμό χρονικής συνέχειας σε σχέση με άλλους τόνους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα υπερίσχυσης της εγγύτητας έναντι της χρονικής συνέχειας αποτελεί η τεχνική της ψευδο-πολυφωνίας (Cambouropoulos, 2006).

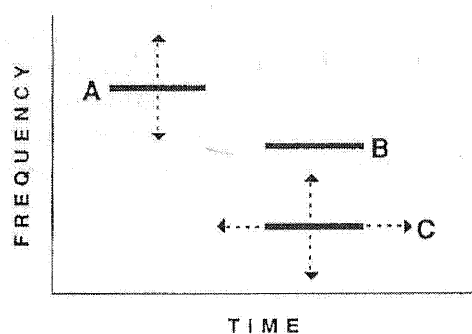
2.4.3 - Ανταγωνισμός μεταξύ κάθετης και οριζόντιας οργάνωσης

Η αλληλεπίδραση ανάμεσα στην οριζόντια και την κάθετη οργάνωση είναι αρκετά σύνθετη (Temperley, 2001). Η οριζόντια ενοποίηση των τόνων σε ακολουθίες επηρεάζει την κάθετη συγχώνευσή τους σε συνηχήσεις και αντιστρόφως (Cambouropoulos, 2006). Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο ομάδες τόνων: η πρώτη απαρτίζεται από τόνους με ψηλές συχνότητες ενώ η δεύτερη από τόνους με χαμηλές συχνότητες. Οι υψηλοί τόνοι παρουσιάζουν μεγαλύτερη εγγύτητα συχνοτήτων μεταξύ τους παρά με τους χαμηλούς τόνους. Όσο απομακρύνουμε τους ψηλούς τόνους από τους χαμηλούς ως προς τη συχνότητα, οι εσωτερικές σχέσεις κάθε ομάδας τόνων γίνονται πιο ισχυρές συγκριτικά με τις σχέσεις ανάμεσα στις δύο ομάδες. Η αύξηση του tempo ενισχύει τη διαφοροποίηση των δύο ομάδων (Bregman, 1990).

Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι υπάρχει ανταγωνισμός ανάμεσα στις κάθετες και στις οριζόντιες αρχές ακουστικής οργάνωσης. Ένας από τους ισχυρότερους παράγοντες εξασθένησης των κάθετων δεσμών των τόνων είναι η εμφάνιση ενός τόνου που παρουσιάζει εγγύτητα τόσο ως προς τη συχνότητα όσο και ως προς το

χρόνο με κάποιον από τους τόνους του κάθετου συνόλου (Cambouropoulos, 2006). Ο Bregman (1990) περιγράφοντας αυτό το φαινόμενο αναφέρεται στην «απόσπαση» ενός τονικού στοιχείου από ένα ηχητικό «σύμπλεγμα». Αντίστροφα, αν ένας τόνος σε μια ακολουθία απομακρυνθεί πολύ από τον προηγούμενο ως προς τη συχνότητα, τότε κινδυνεύει να αποσπαστεί και να συγχωνευθεί με κάποιον άλλο τόνο που εμφανίζεται ταυτόχρονα, εκτός και αν και οι δύο τόνοι εντάσσονται σε ακουστικά ρεύματα που παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό συνεκτικότητας.

Τα παραπάνω αποτυπώνονται στο σχήμα 2.14. Το αν ο τόνος B θα συγχωνευθεί με τον A ή με τον C εξαρτάται από δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι η εγγύτητα των συχνοτήτων των τόνων A και B. Όσο πιο κοντινές είναι οι συχνότητες των δύο τόνων, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα συγχώνευσής τους στο ίδιο ακουστικό ρεύμα (το οποίο δεν περιλαμβάνει τον τόνο C). Αυτό συμβαίνει επειδή το ακουστικό σύστημα εκλαμβάνει την εγγύτητα ως ένδειξη ότι οι A και B προέρχονται από την ίδια ηχητική πηγή. Ο δεύτερος παράγοντας είναι ο βαθμός συγχρονισμού των τόνων B και C. Όταν οι δύο τόνοι ξεκινούν και σταματούν ταυτόχρονα τείνουν να συγχωνευτούν και γίνονται αντιληπτοί ως ένας σύνθετος ήχος BC, που εναλλάσσεται με τον τόνο A. Οι δύο πιθανές αντιλήψεις AB και BC είναι ανταγωνιστικές μεταξύ τους (Bregman, 1990).



Σχήμα 2.14 Ο τόνος B μπορεί να ενσωματωθεί είτε στο ίδιο ακουστικό ρεύμα με τον A (με κριτήριο την εγγύτητα των συχνοτήτων τους) είτε στο ίδιο με τον C (με βάση το συγχρονισμό της έναρξης και της διάρκειάς τους). Οι δύο πιθανές αντιλήψεις AB και BC είναι ανταγωνιστικές (Bregman, 1990).

Όπως αναφέρει ο Cambouropoulos (2006), μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κάθετη ενοποίηση των ήχων προηγείται της οριζόντιας οργάνωσής τους σε ακολουθίες. «Η ιδέα της απόσπασης ενός στοιχείου από ένα ηχητικό σύμπλεγμα προϋποθέτει ότι ο σχηματισμός του συμπλέγματος προηγείται της διαδικασίας προσάρτησης του σε ένα οριζόντιο ακουστικό ρεύμα» (σελ. 9). Οι ήχοι αρχικά συγχωνεύονται ή διαχωρίζονται μέσω της κάθετης οργάνωσης με βάση ορισμένα θεμελιώδη χαρακτηριστικά τους -όπως η συχνότητα, η ένταση και τα χρονικά όρια έναρξης και τερματισμού τους- και εν συνεχεία οργανώνονται σε ακολουθίες σε μία ευρύτερη χρονικά έκταση (Snyder, 2000).

2.4.4 - Άλλοι παράγοντες

2.4.4.1 - Χωρική διαφοροποίηση των ηχητικών πηγών

Επειδή όλα τα συστατικά ενός ήχου προέρχονται από την ίδια θέση στο χώρο και τα συστατικά άλλων ήχων από διαφορετικές θέσεις, είναι λογικό να υποθέσουμε ότι η χωρική προέλευση των συστατικών επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την αντιληπτική τους οργάνωση (Deutsch, 1999). Ο εντοπισμός της προέλευσης των ήχων μπορεί να επιτευχθεί μέσω της σύγκρισης των αφίξεων των ηχητικών σημάτων σε κάθε αυτί, καθώς και μέσω της διαφοράς φάσης των ηχητικών κυμάτων ανάμεσα στα δύο αυτιά (Sloboda, 1986).

Η διασπορά των ηχητικών πηγών στο χώρο συμβάλλει στην αντιληπτική ανεξαρτησία των διαφόρων μερών ενός μουσικού έργου. Στην περίπτωση της αντιφωνικής γραφής, οι ηχητικές πηγές μπορούν να απέχουν μεταξύ τους πενήντα μέτρα ή και περισσότερο. Αντιστρόφως, όταν δύο ή περισσότερα όργανα συνδυάζονται για να παίξουν το ίδιο μέρος, τοποθετούνται κοντά το ένα στο άλλο, όπως συμβαίνει με τα βιολιά στην ορχήστρα (Huron, 2001). Ο Bregman (1990) αναφέρει ότι όσο περισσότερο απέχουν στο χώρο οι εκτελεστές δύο μουσικών οργάνων, τόσο ευκολότερο είναι να διαχωρίσουμε αντιληπτικά τις μελωδικές γραμμές αλλά και τα ρυθμικά σχήματα που παίζονται από τον καθένα. Ωστόσο, ο χωρικός διαχωρισμός των πηγών έχει και μία άλλη συνέπεια: την απώλεια των αρμονικών και ρυθμικών σχέσεων ανάμεσα στα διάφορα μέρη. Είναι δύσκολο, για

παράδειγμα, να αντιληφθούμε τα αρμονικά χαρακτηριστικά μιας συγχορδίας όταν τα συστατικά της προέρχονται από διαφορετικά σημεία του χώρου.

Οι μουσικοί συνήθως αποφεύγουν τη διασπορά των ηχητικών πηγών σε απομακρυσμένα σημεία του χώρου, γιατί έχει ως αποτέλεσμα τη διατάραξη της ισορροπίας του συνόλου. Όσο οι ηχητικές πηγές απομακρύνονται μεταξύ τους, η προσλαμβανόμενη από τους ακροατές ηχητική εντύπωση διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση στην οποία βρίσκονται. Ορισμένοι συνθέτες πειραματίστηκαν με τις χωρικές παραμέτρους στα έργα τους κατά τις τελευταίες δεκαετίες του εικοστού αιώνα, όπως για παράδειγμα ο Ι. Ξενάκης. Η χωρική διαφοροποίηση είναι αποτελεσματικότερη στην περίπτωση της ηλεκτρακουστικής μουσικής, για την ακρόαση της οποίας χρησιμοποιούνται στερεοφωνικές ηχογραφήσεις, ενώ οι χωρικές ενδείξεις μπορούν να είναι δυναμικές (μεταβαλλόμενες) παρά στατικές (Huron, 2001).

Το αντιληπτικό κριτήριο της χωρικής διαφοροποίησης είναι λιγότερο ισχυρό σε σχέση με άλλα κριτήρια, όπως για παράδειγμα αυτό της εγγύτητας των συχνοτήτων των τόνων. Χαρακτηριστική περίπτωση υπερίσχυσης του κριτηρίου της εγγύτητας αποτελεί το πείραμα της Deutsch για την αντίληψη των κλιμάκων που διασταυρώνονται. Στο πείραμα αυτό οι ακροατές δεν ομαδοποιούν αντιληπτικά τους τόνους σύμφωνα με τη χωρική τους προέλευση αλλά σύμφωνα με την εγγύτητά τους, χωρίς καν να συνειδητοποιούν ότι οι τόνοι εναλλάσσονται διαδοχικά ανάμεσα στα ακουστικά (Bregman, 1990). Αντίστοιχα αποτελέσματα προκύπτουν από ένα πείραμα του Butler, στο οποίο παρουσιάστηκαν στους ακροατές μέσω δύο ηχείων οι μελωδικές γραμμές του σχήματος 2.15α. Το αντιληπτικό αποτέλεσμα ήταν αυτό που απεικονίζεται στο σχήμα 2.15β, με την εγγύτητα των τονικών υψών να υπερισχύει της χωρικής διαφοροποίησης.

Η αντιληπτική οργάνωση των ήχων αποκλειστικά με βάση τη χωρική τους προέλευση παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα. Στα φυσικά περιβάλλοντα, τα ηχητικά κύματα υπόκεινται σε πολυάριθμες αλλοιώσεις προτού φτάσουν στα αυτιά μας από τις ηχητικές πηγές, προκαλώντας παραπλανητικές αντιλήψεις σχετικά με την προέλευσή τους (Deutsch, 1999). Για παράδειγμα, φαινόμενα όπως αυτά της ηχούς και των ανακλάσεων έχουν ως αποτέλεσμα την άφιξη των ηχητικών κυμάτων στα αυτιά μας από διαφορετικές κατευθύνσεις σε σχέση με την κατεύθυνση της ηχητικής πηγής. Επίσης, το ακουστικό σύστημα δεν μπορεί να διακρίνει τη διαφορά ανάμεσα σε έναν ήχο που βρίσκεται μπροστά από το πρόσωπο και σε δύο πανομοιότυπους

ήχους που ισαπέχουν από το πρόσωπο σε δύο αντίθετα σημεία του χώρου (Sloboda, 1986).

Επιπρόσθετα, η ικανότητα εντοπισμού της προέλευσης δύο ήχων μειώνεται όταν οι ήχοι επικαλύπτονται και ακόμα περισσότερο όταν συγχρονίζονται (Deutsch, 1999). Έτσι, η χωρική διαφοροποίηση δεν αποτελεί από μόνη της επαρκές κριτήριο διαχωρισμού δύο ταυτόχρονων ήχων (με ταυτόχρονη έναρξη και παύση). Μπορεί όμως να αυξήσει σημαντικά το βαθμό διαχωρισμού όταν συνδυάζεται με μια διαφοροποίηση στη συχνότητα ή στο χρόνο έναρξης των ήχων (Bregman, 1990).



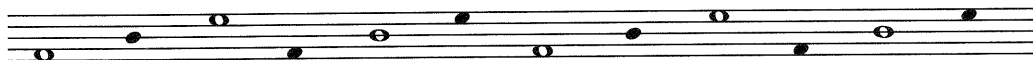
Σχήμα 2.15 Στο πείραμα του Butler οι ακροατές οργανώνουν αντιληπτικά τους φθόγγους των μελωδικών γραμμών σύμφωνα με το κριτήριο της εγγύτητας, το οποίο υπερισχύει έναντι του κριτηρίου της χωρικής διαφοροποίησης. Η εντύπωση που δημιουργείται είναι ότι η μελωδία που αντιστοιχεί στους ψηλότερους τόνους πηγάζει από το ένα ηχείο (ή ακουστικό), ενώ αυτή που αντιστοιχεί στους χαμηλότερους τόνους προέρχεται από το άλλο (Deutsch, 1999).

2.4.4.2 - Ηχοχρωματική διαφοροποίηση

Το ηχώχρωμα (ή χροιά) είναι ένα σύνολο ακουστικών χαρακτηριστικών με τη βοήθεια των οποίων κάποιος ακροατής μπορεί να κρίνει ότι δύο ήχοι έχουν διαφορετική ποιότητα, ακόμα και αν έχουν το ίδιο τονικό ύψος και την ίδια στάθμη ακουστότητας (Παπανικολάου, 1995). Η αντιληπτική οργάνωση των τόνων με βάση

το ηχόχρωμά τους αποτελεί μια περίπτωση εφαρμογής της αρχής της ομοιότητας: οι τόνοι που έχουν όμοιο ηχόχρωμα ομαδοποιούνται μαζί και διαχωρίζονται από ανόμοιους τόνους. Ως εκ τούτου, όταν διαφορετικά μουσικά όργανα παίζουν ταυτόχρονα, μπορούμε να οργανώσουμε τα ηχητικά στοιχεία με βάση το ηχόχρωμα τους, ακόμα και αν επικαλύπτονται οι συχνότητες τους (Deutsch, 1999).

Σε ένα πείραμα του ο Wessel χρησιμοποίησε μία επαναλαμβανόμενη ακολουθία τριών τόνων οι οποίοι σχηματίζουν μία ανιούσα γραμμή, εναλλάσσοντας διαδοχικά το ηχόχρωμά τους (σχήμα 2.16) Όταν η ταχύτητα της ακολουθίας αυξάνεται, παρατηρείται μία τάση οργάνωσης των τόνων με κριτήριο την ηχοχρωματική τους διαφοροποίηση, οπότε το προσλαμβανόμενο αποτέλεσμα είναι δύο κατιούσες γραμμές (Huron, 2001). Επίσης, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.4.2.2, στην περίπτωση της διασταύρωσης φωνών, η χρήση μουσικών οργάνων με διαφορετικό ηχόχρωμα επιτρέπει στους ακροατές να διατηρήσουν την αντίληψη της συνέχειας των επικαλυπτόμενων μελωδικών γραμμών.



Σχήμα 2.16 Στο πείραμα του Wessel, όταν η ταχύτητα της ακολουθίας αυξάνεται, δημιουργείται η αντίληψη δύο ανεξάρτητων και ηχοχρωματικά διαφοροποιημένων ακουστικών ρευμάτων που αποτελούνται από κατιούσες γραμμές τόνων (Huron, 2001).

Ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις η εγγύτητα υπερισχύει της ηχοχρωματικής οργάνωσης. Για παράδειγμα, ο Butler παρουσίασε στους ακροατές μέσω δύο χωρικά διαχωρισμένων ηχείων το σχήμα που χρησιμοποίησε η Deutsch στο πείραμα της με τις διασταυρούμενες κλίμακες (“scale illusion”), εισάγοντας ηχοχρωματικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους ήχους που προέρχονταν από τα δύο ηχεία. Παρατήρησε ότι παρά την ηχοχρωματική διαφοροποίηση οι ακροατές εξακολουθούσαν να οργανώνουν τους τόνους σύμφωνα με την εγγύτητα. Το ηχόχρωμα υπερίσχυε ως κριτήριο ομαδοποίησης των τόνων μόνο όταν η ηχοχρωματική διαφοροποίηση των φθόγγων των δύο ηχείων ήταν ιδιαίτερα έντονη, όπως αυτή ανάμεσα στον ήχο του πιάνου και του σαξοφώνου που χρησιμοποίησαν οι Smith, Hausfield, Power και Gorta (Deutsch, 1999). Επίσης, στο πείραμα του Butler

που παρουσιάστηκε στην ενότητα 2.4.4.1 (σχήμα 2.15), το οποίο καταδεικνύει την υπερίσχυση της εγγύτητας έναντι της χωρικής διαφοροποίησης, παρατηρήθηκε ότι ακόμα και όταν η χωρική διαφοροποίηση υπογραμμιζόταν από διαφοροποίηση στο ηχόχρωμα, η αντιληπτική οργάνωση των τόνων με βάση την εγγύτητα τους εξακολουθούσε να επικρατεί (Temperley, 2001).

Στη μουσική το ηχόχρωμα χρησιμοποιείται παραδοσιακά ως φορέας της μελωδίας. Όταν παίζουν πολλά όργανα ταυτόχρονα, συνήθως κάθε μελωδική γραμμή ανατίθεται σε ένα όργανο και συσχετίζεται αντιληπτικά με το ηχόχρωμα του συγκεκριμένου οργάνου. Αν ωστόσο διαχωριστούν οι έννοιες της μελωδικής και της οργανικής φωνής, ο συνθέτης μπορεί να δημιουργήσει γραμμές οι οποίες μοιράζονται ανάμεσα σε διάφορα μουσικά όργανα (Bregman, 1990). Μία τέτοια περίπτωση συναντάμε στο πρώτο μέρος της Συμφωνίας αρ. 3 op. 55 του Beethoven. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.17, η μελωδική γραμμή κατατέμενεται σε μικρές φράσεις και μοιράζεται ανάμεσα στο όμποε, το κλαρινέτο, το φλάουτο και τα πρώτα βιολιά.

Συχνά θεωρούμε το ηχόχρωμα ως ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό που διαχωρίζει ένα μουσικό όργανο από κάποιο άλλο. Η κατάσταση, ωστόσο, μπορεί να γίνει πιο σύνθετη όταν έχουμε να κάνουμε με οργανικά σύνολα. Στην περίπτωση αυτή προσλαμβάνουμε ηχοχρώματα που προκύπτουν από τη συγχώνευση των παραγόμενων ηχητικών αποτελεσμάτων διαφορετικών μουσικών οργάνων. Όπως επισημαίνει ο Babbitt, όταν η συγχώνευση του συνόλου είναι ισχυρή, όπως για παράδειγμα όταν οι ενάρξεις των φθόγγων είναι συγχρονισμένες με ακρίβεια, μπορεί να υπάρξει πλήρης αδυναμία αναγνώρισης των μουσικών οργάνων που απαρτίζουν το σύνολο, καθώς τα ατομικά ηχοχρωματικά τους χαρακτηριστικά έχουν χαθεί (Bregman, 1990).

Στην περίπτωση της πολυφωνικής μουσικής αντίθετα, η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλό βαθμό συγχώνευσης των μερών, η χρήση διαφορετικών ηχοχρωμάτων συμβάλλει στη διαχωρισσιμότητα των φωνών. Όπως αναφέρει ο Huron (2001), αν ένας συνθέτης επιθυμεί να γράψει μουσική στην οποία τα διάφορα μέρη έχουν υψηλό βαθμό αντιληπτικής ανεξαρτησίας, τότε το κάθε μέρος θα πρέπει να έχει έναν μοναδικό ηχοχρωματικό χαρακτήρα. Ορισμένα είδη σύνθεσης είναι συνεπή με την παραπάνω αρχή, όπως για παράδειγμα η τρίο σονάτα στην οποία οι δύο ψηλότερες φωνές παίζονται σε ανεξάρτητα μανουάλια του εκκλησιαστικού οργάνου που διαφοροποιούνται ηχοχρωματικά με τη χρήση διαφορετικών ρετζίστρων, ενώ η

The image shows a page of a musical score for Symphony No. 3, Op. 55 by Beethoven. The score is for a full orchestra and includes parts for Flute, Oboe, Clarinet in Bb, Horn in Eb, Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Double Bass. The key signature is three flats (B-flat major/D minor) and the time signature is 3/4. The score shows a melodic line in the woodwinds and strings, with dynamic markings such as 'p dolce' and 'p'.

Σχήμα 2.17 Απόσπασμα από την Συμφωνία αρ. 3 op. 55 («Ηρωική») σε Mi ύφεση μείζονα του Beethoven (πρώτο μέρος - Allegro con brio, μέτρα 45-49).

χαμηλότερη φωνή παίζεται από τα πεντάλ. Παρ' όλα αυτά, σε ένα μεγάλο μέρος της Δυτικής μουσικής αποφεύγεται η χρήση διαφορετικών ηχοχρωμάτων για κάθε φωνή, όπως συμβαίνει στη μουσική για φωνητικά σύνολα, για πληκτροφόρα όργανα ή για κουαρτέτα εγχόρδων.

Η αποφυγή της ηχοχρωματικής διαφοροποίησης των φωνών από τους συνθέτες μπορεί να αποδοθεί σε έναν αντιληπτικό στόχο ιεραρχικά σπουδαιότερο από το διαχωρισμό των ακουστικών ρευμάτων: την ισορροπία του συνόλου. Ορισμένα ηχοχρώματα μονοπωλούν το ενδιαφέρον του ακροατή, για παράδειγμα το ηχώχρωμα του όμποε σε σχέση με αυτό του γαλλικού κόρνου, ή το ηχώχρωμα της ανθρώπινης φωνής σε σχέση με αυτό ενός μουσικού οργάνου. Αντίθετα, όταν τα μέρη ενός μουσικού έργου εκτελούνται από όμοια όργανα ή αποκλειστικά από ανθρώπινες φωνές, κανένα μέρος δεν ξεχωρίζει περισσότερο από τα υπόλοιπα. Η ηχοχρωματική διαφοροποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν ο συνθέτης επιθυμεί να στρέψει την προσοχή του ακροατή σε μία συγκεκριμένη γραμμή, η οποία αναδύεται ή

αντιπαραβάλλεται έναντι ενός υπόβαθρου άλλων ήχων. Παρ' όλο που οι ετερογενείς ηχοχρωματικά ενορχηστρώσεις επιτείνουν την αντιληπτική ανεξαρτησία των ακουστικών ρευμάτων, οι συνθέτες επιλέγουν συνήθως συνδυασμούς οργάνων που «δένουν» περισσότερο, παράγοντας ένα πιο ομοιόμορφο ηχητικό αποτέλεσμα (Huron, 2001).

2.4.4.3 - Περιορισμένη πυκνότητα

Οι ακροατές δεν έχουν απεριόριστη ικανότητα στην παρακολούθηση πολλαπλών ταυτόχρονων ηχητικών γραμμών. Τα αποτελέσματα ενός σχετικού πειράματος του Huron έδειξαν ότι καθώς ο αριθμός των ταυτόχρονων φωνών σε μία πολυφωνική υφή αυξάνεται, οι πεπειραμένοι ακροατές συχνά υποτιμούν τον αριθμό των φωνών του πολυφωνικού πλέγματος, ενώ δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν την προσθήκη νέων φωνών. Πιο συγκεκριμένα, για πολυφωνικής υφής έργα με ομοιογενές ηχόχρωμα, η ικανότητα ακριβούς αναγνώρισης του αριθμού των φωνών μειώνεται σημαντικά όταν οι φωνές αυξάνονται από τρεις σε τέσσερις. Το συμπέρασμα αυτό είναι σύμφωνο με τα αποτελέσματα αντίστοιχων ερευνών στο πεδίο της όρασης, τα οποία δείχνουν μία αξιοσημείωτη αύξηση της αντιληπτικής σύγχυσης όταν ο αριθμός των οπτικών αντικειμένων υπερβαίνει τα τρία. Τα πορίσματα των παραπάνω ερευνών καταδεικνύουν μία εγγενή αντιληπτική δυσχέρεια στις εκτιμήσεις σχετικά με οπτικά ή ακουστικά σύνολα που περιέχουν περισσότερα από τρία αντικείμενα, η οποία δεν επηρεάζεται από γνωστικές ικανότητες στο μέτρημα (Huron, 2001).

Όπως αναφέρει ο Huron (2001), αν ένας συνθέτης επιθυμεί να γράψει μουσική στην οποία τα διάφορα ανεξάρτητα μέρη μπορούν εύκολα να διακρίνονται, θα πρέπει να περιορίσει τον αριθμό των ταυτόχρονων μερών σε τρία ή λιγότερα. Ωστόσο, η αντιληπτική διαχωριστικότητα ή διακριτότητα δε συνεπάγεται ότι ο ακροατής μπορεί ή πρέπει να παρακολουθεί όλες τις ταυτόχρονες φωνές (Cambouropoulos, 2006). Ο Bregman (1990) επισημαίνει ότι δεν μπορούμε να στρέψουμε την προσοχή μας σε όλα τα ακουστικά ρεύματα ταυτόχρονα. Αλλά η ύπαρξη ενός αντιληπτικού συνόλου ακουστικών ρευμάτων δεν προϋποθέτει ότι θα το παρακολουθήσουμε, είναι απλά σε μία διαρκή βάση διαθέσιμο για να εστιάσουμε την προσοχή μας σ' αυτό.

Αν και μπορεί να γίνει αντιληπτή η παρουσία πολλαπλών ταυτόχρονων ακουστικών ρευμάτων, μπορούμε εντούτοις να εστιάσουμε την προσοχή μας σε ένα

μόνο κάθε φορά. Για παράδειγμα, όταν ακούμε πολλές ταυτόχρονες ομιλίες μπορούμε να εκτιμήσουμε τον αριθμό των ομιλητών αλλά είναι δυνατή η παρακολούθηση του περιεχομένου μίας μόνο ομιλίας ανά πάσα στιγμή. Οι υπόλοιπες ομιλίες συγκροτούν ένα αδιαφοροποίητο υπόβαθρο, αν και πάντα μπορούμε να στρέψουμε την προσοχή μας σε αυτές. Κατά τον ίδιο τρόπο, προσλαμβάνουμε με ακρίβεια τη χρονική σειρά και τη ρυθμική οργάνωση των γεγονότων σε ένα μόνο ακουστικό ρεύμα κάθε στιγμή, αν και μπορούμε να εναλλάξουμε γρήγορα την προσοχή μας μεταξύ διαφορετικών ακουστικών ρευμάτων (Snyder, 2000).

Αν όμως μπορούμε να παρακολουθούμε μόνο μία γραμμή ανά πάσα στιγμή, τότε πώς μπορούμε να έχουμε μια ολοκληρωμένη εμπειρία της πολυφωνικής δομής; Όταν ακούμε δύο ανθρώπους να μιλάνε ταυτόχρονα, το περιεχόμενο της κάθε ομιλίας είναι ένα ανεξάρτητο μήνυμα, ασυσχέτιστο με το περιεχόμενο της άλλης ομιλίας. Στην περίπτωση της αντιστικτικής γραφής, ωστόσο, οι διάφορες γραμμές δεν είναι ανεξάρτητες. Είναι κατασκευασμένες με επιδεξιότητα ώστε να σχετίζονται μεταξύ τους. Κάθε γραμμή αποτελεί μία αυτόνομη μουσική ακολουθία, όμως πέρα από την οριζόντια μελωδική της διάσταση έχει και μία κάθετη αρμονική λειτουργία σε συνάρτηση με τις υπόλοιπες ταυτόχρονες γραμμές. Οι συγχορδίες που σχηματίζουν κάθε στιγμή οι ταυτόχρονοι φθόγγοι διαμορφώνουν τον αρμονικό σκελετό του έργου, πάνω στον οποίον τοποθετούνται οι ανεξάρτητες γραμμές.¹⁷ Αυτή η αρμονική ενότητα διευκολύνει την παρακολούθηση ταυτόχρονων μελωδικών γραμμών (Sloboda, 1986).

Σύμφωνα με τον Sloboda (1986), όταν ακούμε περισσότερες από μία ταυτόχρονες μελωδικές γραμμές μπορούμε να εστιάσουμε την προσοχή μας μόνο σε μία από αυτές σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Η εστίαση της προσοχής μας σε μία γραμμή μάς επιτρέπει να παρατηρήσουμε τις μελωδικές και ρυθμικές σχέσεις των φθόγγων που την απαρτίζουν. Οι υπόλοιπες μελωδικές γραμμές κατακερματίζονται σε ξεχωριστούς φθόγγους, οι οποίοι γίνονται αντιληπτοί ως συγχορδίες που υποστηρίζουν ή συνοδεύουν την «κύρια» μελωδία (δηλαδή αυτήν στην οποία εστιάζουμε την προσοχή μας). Επομένως, η αντίληψη μιας πολυφωνικής δομής περιλαμβάνει δύο διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα: πρώτον, την οριζόντια οργάνωση των

¹⁷ Η παρατήρηση αυτή βρίσκει εφαρμογή περισσότερο στην αντιστικτική γραφή του Bach παρά σ' αυτήν της αναγεννησιακής περιόδου. Η γραφή του Palestrina, για παράδειγμα, δεν παρουσιάζει αρμονική λειτουργικότητα σε μεγάλο βαθμό. Όπως αναφέρει ο Jeppesen (1991): «Ο Palestrina ξεκινά από τις γραμμές και μ' αυτόν τον τρόπο φτάνει στις συγχορδίες, ενώ η μουσική του Bach αναδύεται από ένα ιδεατό αρμονικό φόντο, πάνω στο οποίο αναπτύσσονται οι φωνές».

φθόγγων της «κύριας» μελωδικής γραμμής και δεύτερον, την κάθετη αρμονική οργάνωση των υπόλοιπων γραμμών. Επιπλέον, κάθε φθόγγος της «κύριας» μελωδίας έχει μια αρμονική λειτουργία, η οποία επιβεβαιώνεται από τους φθόγγους των υπόλοιπων μερών. Έτσι, η οριζόντια (μελωδική) και η κάθετη (αρμονική) οργάνωση των φθόγγων συνεισφέρουν αμοιβαία στη συγκρότηση μιας ενοποιημένης δομής που αναπαριστά τη συνολική μορφή του έργου.

Ο Huron (2001) εξέτασε ένα μεγάλο δείγμα πολυφωνικών έργων του J. S. Bach, επιχειρώντας μία εκτίμηση του αριθμού των ακουστικών ρευμάτων σε σχέση με τον ονομαστικό αριθμό των φωνών. Διαπιστώθηκε ότι στα δίφωνα έργα, ο Bach καταβάλλει προσπάθεια να διατηρήσει ενεργά και τα δύο μέρη μειώνοντας τον αριθμό και τη διάρκεια των παύσεων, ενώ παράλληλα πυκνώνει την υφή ενισχύοντας τη δραστηριότητα των φωνών με τη χρήση ψευδο-πολυφωνικής γραφής. Αντίθετα, σε έργα με περισσότερες φωνές μεταβάλλει τη στρατηγική του: αποφεύγει την ψευδο-πολυφωνική γραφή και αποσύρει ορισμένες φωνές για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνει τον ακροατή στην παρακολούθηση του πολυφωνικού ιστού. Επίσης, ορισμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε έργα πολυφωνικής υφής διευκολύνουν την αντιληπτική διακριτότητα των φωνών, όπως για παράδειγμα η χρήση μιμητικών σχημάτων. Σε έργα όπως οι φούγκες, η εμφάνιση μιας νέας φωνής σηματοδοτείται από την εκτέλεση του θέματος. Επειδή η κάθε φωνή κινείται σε μία συγκεκριμένη και περιορισμένη έκταση, κάθε νέα φωνή εκτελεί το θέμα σε μία περιοχή στην οποία δεν είχε ακουστεί ξανά προηγουμένως.

Πέρα από την πολυφωνική μουσική, ωστόσο, σε πολλά μουσικά έργα χρησιμοποιούνται περισσότερες από τρεις φωνές. Η παραδοσιακή αρμονία, άλλωστε, συνίσταται από τέσσερις τουλάχιστον φωνές. Σε πολλές περιπτώσεις ο αριθμός των φωνών περιορίζεται αντιληπτικά σε έναν μικρότερο αριθμό ακουστικών ρευμάτων μέσω της συγχώνευσης των μερών. Κάτι τέτοιο ισχύει για παράδειγμα στην ομοφωνική μουσική, στην οποία ακολουθίες πολλαπλών τόνων ενσωματώνονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα. Με αυτόν τον τρόπο η πυκνή μουσική γραφή καθίσταται πιο εύληπτη (Cambouropoulos, 2006).

2.4.4.4 - Ακουστότητα (Loudness)¹⁸

Υπό ορισμένες συνθήκες, η ακουστότητα μπορεί να αποτελέσει κριτήριο αντιληπτικής ηχητικής οργάνωσης. Ο Dowling χρησιμοποιώντας μελωδίες των οποίων οι τόνοι εναλλάσσονταν διαδοχικά, παρατήρησε ότι η αντιληπτική διαχωριστικότητα των μελωδιών αυξανόταν όταν εισάγονταν διαφοροποιήσεις στην ένταση. Ο Van Noorden μελέτησε την αντίληψη ακολουθιών αποτελούμενων από τόνους ίδιας συχνότητας που εναλλάσσονταν ανάμεσα σε δύο διαφορετικές εντάσεις. Όταν η διαφορά έντασης ήταν μικρότερη των 5 dB οι ακροατές αντιλαμβάνονταν την ακολουθία ως ένα συνεκτικό ακουστικό ρεύμα. Όταν όμως η διαφορά ήταν μεγαλύτερη (από 5 μέχρι 40 dB) το προσλαμβανόμενο αποτέλεσμα ήταν δύο διαφορετικά ακουστικά ρεύματα. Στην περίπτωση αυτή οι ακροατές μπορούσαν να εστιάσουν την προσοχή τους είτε στο ακουστικό ρεύμα με τους πιο αδύναμους ήχους είτε σε αυτό με τους πιο δυνατούς. Όταν η διαφοροποίηση της έντασης ήταν ακόμα μεγαλύτερη, δινόταν η εντύπωση της ακουστικής συνέχειας: φαινόταν ότι οι πιο αδύναμοι ήχοι δε διακόπτονταν κατά τη διάρκεια των δυνατότερων ήχων (Deutsch, 1999).

Ο Bregman (1990) επισημαίνει ότι οι διαφοροποιήσεις της έντασης δεν έχουν την ίδια βαρύτητα με άλλα κριτήρια αντιληπτικής οργάνωσης, όπως για παράδειγμα τις διαφοροποιήσεις της συχνότητας ή του ηχοχρώματος. Σε μία γρήγορη ακολουθία τόνων, οι πιο αδύναμοι τόνοι τείνουν να εξαφανιστούν, εκτός αν τους δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Αλλά ακόμα και όταν τους ακούμε, τείνουν να γίνουν αντιληπτοί ως αδύναμη ηχώ των δυνατότερων τόνων. Οι απότομες μεταβολές της έντασης οριοθετούν συνήθως την έναρξη ή την κατάπαυση των δυνατότερων ηχητικών γεγονότων, όχι των πιο αδύναμων.

2.4.5 - Εφαρμογές στη σύγχρονη μουσική - Προβληματισμοί

Η γνώση των αντιληπτικών αρχών που καθορίζουν τον τρόπο οργάνωσης των προσλαμβανόμενων ηχητικών σημάτων από το ακουστικό σύστημα παρέχει απεριόριστες δυνατότητες στους συνθέτες ηλεκτρονικής μουσικής, η οποία δε

¹⁸ Ακουστότητα ονομάζεται η υποκειμενική αίσθηση της έντασης του ήχου, η οποία εξαρτάται από την ένταση και τη συχνότητα του ήχου που φτάνει στον ακροατή (Παπανικολάου, 2005).

δεσμεύεται από τους περιορισμούς των μηχανικών μουσικών οργάνων στην παραγωγή του ήχου. Στην ηλεκτρονική μουσική μπορούν να ρυθμιστούν με ακρίβεια όλες οι ακουστικές παράμετροι που επηρεάζουν την αντιληπτική οργάνωση των ήχων, όπως για παράδειγμα ο συγχρονισμός των μεταβολών της συχνότητας ή της έντασης των ήχων, οι αρμονικές σχέσεις τους ή ακόμη και η αίσθηση της χωρικής προέλευσης. Μπορεί επίσης να δημιουργηθεί η εντύπωση μιας κινούμενης ηχητικής πηγής ή να χρησιμοποιηθούν αντιθετικές ενδείξεις ηχητικής οργάνωσης, αποσκοπώντας στην πρόκληση ενός ασαφούς ακουστικού αποτελέσματος (Bregman, 1990).

Η εφαρμογή ορισμένων αντιληπτικών αρχών στην περίπτωση της ατονικής μουσικής παρουσιάζει δυσκολίες. Για παράδειγμα, η οριζόντια οργάνωση των φθόγγων σε συνεκτικές ακολουθίες δεν βρίσκει εφαρμογή στη μουσική αυτή, επειδή δεν ακολουθούνται οι παραδοσιακοί κανόνες. Ο συνθέτης μπορεί να οργανώσει στο μυαλό του ένα σύνολο διαδοχικών ήχων σε μια οριζόντια δομή, όμως δεν είναι καθόλου βέβαιο ότι ο ακροατής θα αποκομίσει την εντύπωση της συνεκτικότητας. Ο Boulez αναφέρει ότι η μοντέρνα μουσική συχνά απομακρύνεται από τις «φυγόκεντρες δυνάμεις», καθώς δεν υπάρχει συσχετισμός ανάμεσα στα μουσικά στοιχεία. Λέγοντας «φυγόκεντρες δυνάμεις» πιθανώς αναφέρεται στην τάση των ασυσχέτιστων ήχων να ενσωματώνονται σε διαφορετικά ακουστικά ρεύματα (Bregman, 1990).

Παρά τα πολυάριθμα ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τις αρχές αντιληπτικής οργάνωσης, απομένει η διερεύνηση ορισμένων ζητημάτων. Ένας παράγοντας που δεν έχει ληφθεί υπ' όψιν είναι η αίσθηση της *κατεύθυνσης* των διαδοχικών τονικών υψών. Η υπάρχουσα θεώρηση δεν κάνει διάκριση στη φορά εκτέλεσης ενός κομματιού, υπονοώντας ότι οι κανόνες του voice-leading είναι εξίσου αποτελεσματικοί αν το κομμάτι εκτελεστεί από το τέλος προς την αρχή. Εντούτοις, κάτι τέτοιο δεν ισχύει λόγω της χρήσης στολισμάτων, καθυστερήσεων, της προτίμησης για βηματική κίνηση ενός φθόγγου που προσεγγίζεται με πήδημα κ.λπ. Απομένει επίσης να εξεταστεί ο *βαθμός συνεισφοράς* κάθε αντιληπτικής αρχής στο σχηματισμό των ακουστικών ρευμάτων. Όταν μία τέτοια εμπειρική γνώση καταστεί διαθέσιμη, θα μπορέσουμε να διαπιστώσουμε κατά πόσο υφίσταται μία αντιστοιχία ανάμεσα στην ερευνητικά διαπιστωμένη σχετική βαρύτητα των αντιληπτικών αρχών και στη μουσική πράξη (Huron, 2001).

2.5 – ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Στις προηγούμενες ενότητες εξετάστηκαν οι αρχές που σχετίζονται με την οριζόντια ή κάθετη αντιληπτική οργάνωση των ηχητικών πληροφοριών. Οι απορρέοντες από αυτές αντιληπτικοί μηχανισμοί αντιμετωπίστηκαν ως αυτόματες εγγενείς διαδικασίες, στις οποίες δε μεσολαβεί κάποιος συνειδητός έλεγχος. Ένα σημαντικό γεγονός που συνηγορεί υπέρ της ύπαρξης τέτοιων διαδικασιών είναι ότι ορισμένες ιδιότητες του περιβάλλοντος παραμένουν αμετάβλητες και κάθε άνθρωπος έρχεται σε επαφή με αυτές. Παρ' ότι, για παράδειγμα, παρουσιάζονται διαφορές από τόπο σε τόπο στις γλώσσες, στις μουσικές ή στους ήχους του περιβάλλοντος (π.χ. ανάμεσα σε ένα δάσος και μία έρημο), ορισμένα φυσικά γεγονότα παραμένουν σταθερά: όταν κάποιοι αρμονικά δομημένοι ήχοι μεταβάλλονται σε σχέση με το χρόνο, όλοι οι αρμονικοί τείνουν να μεταβληθούν με τον ίδιο τρόπο ως προς τη συχνότητα και την ένταση, διατηρώντας παράλληλα τις αρμονικές τους σχέσεις (Bregman, 1990).

Αυτού του είδους η αντιληπτική οργάνωση ονομάζεται *πρωτογενής* (primitive grouping), επειδή είναι μία ασυνειδητη, εγγενής διαδικασία, η οποία εξαρτάται από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά των προσλαμβανόμενων ηχητικών γεγονότων (όπως η συχνότητα, η ένταση και τα χρονικά όρια έναρξης και τερματισμού). Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα χωρίς τη μεσολάβηση της μακρόχρονης μνήμης (Snyder, 2000). Εντούτοις, η πρωτογενής οργάνωση δεν αρκεί για να περιγράψει όλο το φάσμα της οργάνωσης των ηχητικών σημάτων. Σε πολλές περιπτώσεις ο διαχωρισμός ενός σήματος από έναν ηχητικό συνδυασμό απαιτεί συνειδητή προσπάθεια και χρησιμοποιεί ένα προϋπάρχον απόθεμα γνώσης. Η πρωτογενής οργάνωση δεν παρέχει επίσης μία επαρκή ερμηνεία για το φαινόμενο της ψευδαίσθησης της συνέχειας (βλ. §2.4.2.1), το οποίο δεν αιτιολογείται με βάση τις προσλαμβανόμενες ακουστικές ενδείξεις (Bregman, 1990).

Φαίνεται λοιπόν λογικό να θεωρήσουμε ότι η ακουστική ανάλυση των αισθητηριακών ερεθισμάτων ελέγχεται τόσο από εγγενείς όσο και από γνωστικές παραμέτρους. Η διαδικασία αντιληπτικής οργάνωσης που βασίζεται στην υπάρχουσα αποθηκευμένη γνώση και σε οικεία ηχητικά σχήματα του περιβάλλοντος ονομάζεται *μαθησιακή* (learned grouping) ή *καθοριζόμενη από σχήματα* (schema-based grouping) και προϋποθέτει τη χρήση της μακρόχρονης μνήμης. Επειδή εξαρτάται από γνωστικούς, περιβαλλοντικούς και πολιτισμικούς παράγοντες, μπορεί να παρουσιάζει

σημαντικές διαφοροποιήσεις από άτομο σε άτομο (Snyder, 2000). Στη μαθησιακή οργάνωση οφείλεται η ικανότητα των ακροατών να δημιουργούν συσχετισμούς ανάμεσα σε μουσικά γεγονότα (π.χ. φράσεις ή μοτίβα) που απέχουν αρκετά μεταξύ τους χρονικά αλλά συνδέονται δομικά σε ανώτερα ιεραρχικά επίπεδα (Sloboda, 1986). Αυτό που κάνει ένας συνθέτης, εφόσον έχει ως στόχο του την επικοινωνία, είναι να δημιουργεί δομές που παρέχουν ενδείξεις στους ακροατές, ώστε να μπορούν να ανασυνθέσουν τα σχήματα που θέλει να ακούσουν (Snyder, 2000).

Ο ρόλος της μαθησιακής οργάνωσης αντικατοπτρίζεται επίσης στο βαθμό εξοικείωσης του ακροατή με το ηχητικό υλικό. Στα περισσότερα αντιληπτικά πειράματα ο βαθμός εξοικείωσης είναι χαμηλός, καθώς οι ακροατές έρχονται σε επαφή με καινούργια και άγνωστα για αυτούς ηχητικά ερεθίσματα. Ο Bregman (1990) σε ένα πείραμά του ζητούσε από τους ακροατές να διακρίνουν μία απλή μελωδία, αγνοώντας άλλους φθόγγους που ήταν παρόντες στην ίδια περιοχή συχνοτήτων με αυτήν. Όταν η ένταση όλων των φθόγγων ήταν ίδια, η διάκριση της μελωδίας ήταν σχεδόν αδύνατη. Παρ' όλα αυτά, διαπίστωσε ότι λόγω της μεγάλης εξοικείωσης του με το ηχητικό υλικό του πειράματος, μπορούσε να διακρίνει τους φθόγγους της μελωδίας. Κάτι ανάλογο παρατήρησε και ο Dowling στο πείραμα του με τις επικαλυπτόμενες μελωδίες (βλ. §2.4.2.2). Οι πιθανότητες επιτυχούς αναγνώρισης των μελωδιών αυξάνονταν όταν οι ακροατές ήταν εξοικειωμένοι με αυτές.

Επιπλέον, οι περισσότεροι έμπειροι ακροατές έχουν βιώσει την εμπειρία της αντίληψης κάποιων νέων συσχετισμών ανάμεσα στα στοιχεία ενός έργου, το οποίο μπορεί να γνωρίζουν επί χρόνια. Ένα πείραμα της Pollard-Gott έδειξε ότι ακροατές μεταβάλλουν τους αντιληπτικούς συσχετισμούς μουσικών τμημάτων της Σονάτας για πιάνο του Liszt έπειτα από λίγες μόλις πλήρεις ακροάσεις του έργου. Με την επαναλαμβανόμενη έκθεση στο κομμάτι ήταν μεγαλύτερη η πιθανότητα να παρατηρήσουν βαθύτερες αρμονικές ή θεματικές ομοιότητες τμημάτων (Sloboda, 1986). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι μηχανισμοί της πρωτογενούς και της μαθησιακής οργάνωσης λειτουργούν συμπληρωματικά και όχι ανταγωνιστικά (Bregman, 1990) και ότι η ομαδοποίηση των στοιχείων μέσω της πρωτογενούς ανάλυσης προηγείται της περαιτέρω γνωστικής επεξεργασίας τους (Snyder, 2000).

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

3.1 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΦΩΝΩΝ: ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η διερεύνηση ενός φαινομένου συχνά προσκρούει στην πολυπλοκότητα του φυσικού περιβάλλοντος. Ένας τρόπος για να παρακάμψουμε αυτό το εμπόδιο είναι να απομονώσουμε όσες παραμέτρους ενδιαφέρουν τον ερευνητή και με βάση αυτές να κατασκευάσουμε ένα τεχνητό περιβάλλον, ένα *μοντέλο*, το οποίο χρησιμεύει ως πλαίσιο επισκόπησης του φαινομένου. Εφόσον το μοντέλο μιμείται το φαινόμενο του φυσικού περιβάλλοντος μπορεί να μελετηθεί στη θέση του δεύτερου, οδηγώντας στην εξαγωγή συμπερασμάτων για το υπό εξέταση φαινόμενο. Οι υπολογιστές αποτελούν ένα ιδανικό μέσο για την υλοποίηση τέτοιων διαδικασιών, καθώς παρέχουν ένα περιβάλλον εργασίας που χαρακτηρίζεται από ακρίβεια και σαφήνεια. Η χρήση μοντέλων στη μουσική είναι σχετικά πρόσφατη, παρ' όλο που έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα σε άλλες επιστήμες (Marsden, 1992).

Τα τελευταία χρόνια έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις στην κατεύθυνση του σχεδιασμού ενός αποτελεσματικού υπολογιστικού μοντέλου (computational model) διαχωρισμού των φωνών. Εκτός από τις δημοσιεύσεις στη διεθνή βιβλιογραφία, στην πράξη συχνά χρησιμοποιούνται εφαρμογές λογισμικού του εμπορίου, οι οποίες ενσωματώνουν μία απλή μέθοδο *επιλογής σημείων διαχωρισμού* (split point separation). Οι εφαρμογές αυτές λειτουργούν ως εξής: η συνολική έκταση όλων των πιθανών τονικών υψών διαιρείται σε μη επικαλυπτόμενες περιοχές και στη συνέχεια τα τονικά ύψη αντιστοιχίζονται στις φωνές ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρίσκονται. Αν για παράδειγμα ένα κομμάτι αποτελείται από δύο φωνές, ένα συγκεκριμένο τονικό ύψος (π.χ. το μεσαίο Ντο) επιλέγεται ως σημείο διαχωρισμού. Στη συνέχεια, όσοι φθόγγοι έχουν ίσο ή μεγαλύτερο τονικό ύψος από το σημείο διαχωρισμού κατατάσσονται στην πρώτη φωνή, ενώ όσοι έχουν χαμηλότερο τονικό ύψος αντιστοιχίζονται στη δεύτερη φωνή (Kilian & Hoos, 2002). Μια τέτοια στοιχειώδης προσέγγιση είναι ιδιαίτερα εύχρηστη και απλή στην εφαρμογή της, εντούτοις θεωρείται ανεπαρκής καθώς τα αποτελέσματά της είναι ανακριβή (Chew & Wu, 2004). Μπορεί να λειτουργήσει σωστά υπό την προϋπόθεση ότι οι εκτάσεις των

διαφόρων φωνών δεν επικαλύπτονται. Όταν όμως η συνθήκη αυτή δεν ικανοποιείται, αναπόφευκτα προκύπτουν σφάλματα (Kilian & Hoos, 2002).

Εφόσον ένα υπολογιστικό μοντέλο χρησιμοποιείται ως μεθοδολογικό εργαλείο για θεωρητική έρευνα, θα πρέπει να είναι εύληπτο και η λειτουργία του να χαρακτηρίζεται από σαφήνεια, διαφορετικά δε συνιστά πρόοδο στη μελέτη του αρχικού φαινομένου. Στην επίτευξη αυτού του στόχου μπορεί να συμβάλλει η χρήση κανόνων. Οι κανόνες που χρησιμοποιούνται για τη διατύπωση διαφόρων θεωρητικών εννοιών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην περίπτωση των υπολογιστικών μοντέλων, αποτελώντας το συνδετικό κρίκο μεταξύ θεωρίας και μοντέλου (Marsden, 1992).

Ένα μοντέλο μπορούμε να πούμε ότι είναι *βασισμένο σε κανόνες* (rule-based model) όταν η συμπεριφορά του καθορίζεται και μπορεί να περιγραφεί με συστηματικό τρόπο με βάση ένα σύνολο κανόνων. Οι κανόνες αυτοί αντιπροσωπεύουν τη συσσωρευμένη ποσότητα «γνώσης» του μοντέλου, κατ' αναλογία με την αποθηκευμένη γνώση ενός ατόμου, η οποία καθορίζει τη συμπεριφορά του. Όπως αναφέρει ο Marsden (1992), τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου μοντέλου είναι:

- α) η *σαφήνεια*, καθώς βασίζεται σε ένα σύνολο απλών και συγκεκριμένων αρχών
- β) η *προβλεψιμότητα* της συμπεριφοράς του
- γ) η *επεκτασιμότητα* του, η οποία συνίσταται στην προσθήκη νέων κανόνων, ή στην αφαίρεση και την τροποποίηση των υπάρχοντων κανόνων.

Στην περίπτωση των υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού των φωνών, οι κανόνες του voice-leading, που χρησιμοποιούνται κατά κανόνα από τους συνθέτες για τη δημιουργία συνεκτικών μελωδικών γραμμών, μπορούν να αποτελέσουν το υπόβαθρο για την αντίστροφη διαδικασία του διαχωρισμού των φθόγγων σε διακριτές, ξεχωριστές φωνές. Τέτοιοι κανόνες είναι για παράδειγμα η προτίμηση χρήσης μικρών διαστημάτων μεταξύ διαδοχικών φθόγγων, ο περιορισμός της δραστηριότητας κάθε φωνής εντός μίας συγκεκριμένης έκτασης, η προτίμηση για λιγότερες φωνές και η αποφυγή διασταυρώσεων ανάμεσα στις φωνές (Kilian & Hoos, 2002).

Οι αλγόριθμοι διαχωρισμού των φωνών είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι σε υπολογιστικές εφαρμογές, καθώς επιτρέπουν την προεπεξεργασία των μουσικών δεδομένων, οδηγώντας σε ακριβέστερα και καλύτερης ποιότητας αναλυτικά αποτελέσματα. Σε τομείς όπως η ανάκτηση μουσικών πληροφοριών ή η αυτοματοποιημένη μουσική

ανάλυση, η ύπαρξη υπολογιστικών μοντέλων ικανών να αναγνωρίσουν επιτυχώς πολλαπλές μελωδικές φωνές μπορεί να συνεισφέρει στην αποδοτικότερη λειτουργία αναλυτικών διαδικασιών εντός των φωνών, παρά ανάμεσα σε φωνές. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να εντοπίσουμε μουσικά έργα που περιλαμβάνουν ένα συγκεκριμένο μελωδικό σχήμα, δε θα πρέπει να αναζητήσουμε αυτό το σχήμα μεταξύ διαφορετικών μερών (κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό αντιληπτικά) ούτε σε φωνές που δεν είναι αντιληπτικά ανεξάρτητες (π.χ. στα εσωτερικά μέρη ομοφωνικών έργων) αλλά σε φωνές που έχουν μια ανεξάρτητη ρυθμική και μελωδική υπόσταση (Cambouropoulos, 2006). Η οργάνωση των μουσικών έργων με βάση το περιεχόμενο τους προϋποθέτει έναν βαθμό ανάλυσης με σκοπό την παροχή μίας βάσης δεδομένων που θα χρησιμεύει για συγκρίσεις (Kirlin & Utgoff, 2005). Αυτήν την εργασία της ανάλυσης διεκπεραιώνουν τα υπολογιστικά μοντέλα.

Ένας άλλος συναφής στόχος είναι η αυτόματη ανίχνευση και κατηγοριοποίηση των μουσικών έργων με βάση το μέτρο τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις η μετρική δομή είναι εμφανέστερη στις χαμηλότερες φωνές και οι μέθοδοι επαγωγής της μπορούν να βελτιωθούν με τη χρήση τεχνικών διαχωρισμού των φωνών. Ένας ικανοποιητικός διαχωρισμός των φθόγγων σε διακριτές φωνές είναι επίσης απαραίτητος για την καταγραφή των μερών ενός μουσικού έργου σε διαφορετικά πεντάγραμμα, ώστε να μπορεί να μελετηθεί ευκολότερα από τον τραγουδιστή ή τον εκτελεστή ενός μουσικού οργάνου (Chew & Wu, 2004).

3.2 – ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΦΩΝΩΝ

Τα τελευταία χρόνια, αρκετοί μουσικολόγοι και ερευνητές έχουν ασχοληθεί με το σχεδιασμό μιας συστηματικής υπολογιστικής μεθόδου διαχωρισμού της πολυφωνικής μουσικής σε ξεχωριστές φωνές. Αν και τα διάφορα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, μοιράζονται ορισμένες θεμελιώδεις αρχές. Κατ' αρχάς, στα περισσότερα μοντέλα η «φωνή» θεωρείται ως μία μονοφωνική ακολουθία διαδοχικών, μη επικαλυπτόμενων μουσικών τόνων. Η διασταύρωση των φωνών απαγορεύεται ή αποφεύγεται, όπως επίσης και το μοίρασμα της ίδιας νότας σε διαφορετικές φωνές (Cambouropoulos, 2006). Το μοντέλο των Kilian & Hoos (2002) ήταν το πρώτο που επέτρεπε πολλαπλές ταυτόχρονες νότες

στην ίδια φωνή και σ' αυτήν την κατεύθυνση κινούνται επίσης οι αλγόριθμοι των Karydis et al. (2007α & 2007β) και των Rafailidis et al. (2008). Ένα άλλο κοινό στοιχείο των μοντέλων είναι ότι σε όλα η οργάνωση των φθόγγων σε φωνές βασίζεται στις αντιληπτικές αρχές της χρονικής συνέχειας και της εγγύτητας των τονικών υψών.

Ουσιαστικά, ο γενικότερος μηχανισμός λειτουργίας των μοντέλων είναι ότι επιχειρούν να προσδιορίσουν έναν ελάχιστο αριθμό φωνών, κατά τέτοιο τρόπο ώστε σε κάθε γραμμή η εγγύτητα να είναι μέγιστη ως προς το χρόνο και ως προς το τονικό ύψος. Για την επίτευξη αυτού του στόχου εφαρμόζεται μία μέτρηση της εγγύτητας για κάθε ζευγάρι τόνων εντός ενός χρονικού παραθύρου. Στη συνέχεια μία διαδικασία βελτιστοποίησης εντοπίζει την εκδοχή με τις μικρότερες αποστάσεις (χρονικές και τονικού ύψους) σε κάθε φωνή, διατηρώντας παράλληλα τον αριθμό των ταυτόχρονων φωνών στον ελάχιστο δυνατό αριθμό. Ο αριθμός των φωνών συνήθως καθορίζεται από το μέγιστο αριθμό φθόγγων στην πυκνότερη συγχορδία του κομματιού (Cambouropoulos, 2006).

Ο Marsden (1992) αναφέρει ότι εφόσον ένα υπολογιστικό μοντέλο έχει τις βάσεις του σε αντιληπτικές αρχές, θα μπορούσαν να εισάγονται σ' αυτό προς επεξεργασία ηχητικές πληροφορίες, για παράδειγμα στη μορφή μιας ψηφιοποιημένης ηχογράφησης. Αυτή η πρακτική, βέβαια, προϋποθέτει ότι το μοντέλο είναι ικανό να διαχωρίσει ορισμένους φθόγγους από το συνολικό πλήθος ηχητικών δεδομένων, κάτι που είναι ιδιαίτερα δύσκολο να επιτευχθεί. Γι' αυτό, αν και αναγνωρίζουμε ότι ένα σημαντικό μέρος της ηχητικής πληροφορίας χάνεται, είναι πιο πρακτικό να εισαγάγουμε στο μοντέλο προς επεξεργασία αναπαραστάσεις φθόγγων. Σε πολλά μοντέλα χρησιμοποιούνται αναπαραστάσεις piano-roll, κάτι που συνεπάγεται ότι δε λαμβάνονται υπ' όψιν ορισμένες ηχητικές παράμετροι, όπως το ηχοχρώμα, η ένταση και η χωρική προέλευση. Το γεγονός, ωστόσο, ότι η αντιληπτική ενοποίηση των φθόγγων σε ακολουθίες είναι δυνατή σε μουσική για σόλο πιάνο ή σε έργα για κουαρτέτα εγχόρδων, στα οποία οι δυνατότητες για ηχοχρωματική και χωρική διαφοροποίηση είναι περιορισμένες, υποδηλώνει ότι μία αναπαράσταση φθόγγων σε σημειογραφία piano-roll μπορεί να είναι επαρκής (Temperley, 2001).

Τις περισσότερες φορές τα μοντέλα εφαρμόζονται σε μουσικά έργα, τα οποία έχουν ένα σταθερό αριθμό ευδιάκριτων φωνών που διαρκούν από την αρχή ως το τέλος του κομματιού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι πολυφωνικές συνθέσεις αντιστικτικής υφής, όπως οι φούγκες. Η επαλήθευση των αποτελεσμάτων

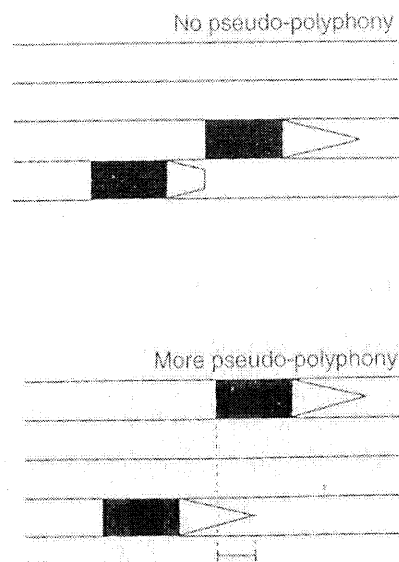
των υπολογιστικών μοντέλων είναι πιο εύκολη σε τέτοιες συνθέσεις, καθώς η μουσικολογικά ορθή ανάλυση είναι συγκεκριμένη και δεν υπάρχουν διαφορετικές εκδοχές. Ωστόσο, επειδή ένα μεγάλο μέρος μουσικών έργων χρησιμοποιεί ένα μεταβλητό πλήθος φωνών και χαρακτηρίζεται από ποικιλία στη μουσική υφή (για παράδειγμα στις Σονάτες για πιάνο των Mozart και Beethoven συναντάμε έναν συνδυασμό ομοφωνικών και πολυφωνικών στοιχείων) μία τέτοια πρακτική είναι περιοριστική. Γι' αυτό, ίσως παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον η εξέταση της αποτελεσματικότητας ενός μοντέλου σε συνθέσεις με ετερογενή χαρακτηριστικά.

3.2.1 - Ο αλγόριθμος μέτρησης ψευδο-πολυφωνίας του Huron

Ο αλγόριθμος του Huron αποτελεί μία μέθοδο μέτρησης της ψευδο-πολυφωνίας, η οποία προβλέπει τον αριθμό των ταυτόχρονων ακουστικών ρευμάτων που γίνονται αντιληπτά σε μια μονοφωνική ακολουθία φθόγγων. Το μοντέλο χρησιμοποιεί μία αναπαράσταση της ακολουθίας σε σημειογραφία piano-roll, στην οποία κάθε μουσικός τόνος ακολουθείται από μία «ουρά», δηλαδή ένα βραχύ χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου η εντύπωση του τόνου εξακολουθεί να είναι αντιληπτικά έντονη¹⁹. Αν ο μουσικός τόνος ακολουθείται από έναν δεύτερο που απέχει λίγο ως προς το τονικό ύψος, τότε η ουρά του πρώτου διακόπτεται και δημιουργείται η εντύπωση ενός ακουστικού ρεύματος. Αν παρ' όλα αυτά ο δεύτερος τόνος απέχει αρκετά, τότε η ουρά του πρώτου δεν διακόπτεται και προκαλείται η εντύπωση δύο ακουστικών ρευμάτων (σχήμα 3.1). Ο αριθμός των ακουστικών ρευμάτων υποδηλώνεται από το συνολικό αριθμό ηχητικών γεγονότων, συμπεριλαμβανομένων των ουρών τους, σε κάθε χρονική στιγμή. Ο αλγόριθμος εξετάστηκε σε ένα σύνολο 29 μονοφωνικών ακολουθιών και τα αποτελέσματα του ήταν σύμφωνα με τις κατατάξεις των ακολουθιών σε ψευδο-πολυφωνικές ή μη από μουσικούς θεωρητικούς.

Ουσιαστικά η μέθοδος του Huron δεν συνιστά ένα ολοκληρωμένο υπολογιστικό μοντέλο. Πρόκειται απλώς για έναν αλγόριθμο που ανιχνεύει την παρουσία ψευδο-πολυφωνίας σε μονοφωνικές ακολουθίες. Αν για παράδειγμα η ουρά ενός μουσικού τόνου διακόπτεται από δύο ταυτόχρονους τόνους που ακολουθούν, ο

¹⁹ βλ. λειτουργία βραχυπρόθεσμης ηχητικής μνήμης (echoic memory) στην ενότητα 2.4.2.1.



Σχήμα 3.1 Στον αλγόριθμο μέτρησης ψευδο-πολυφωνίας του Huron κάθε μουσικός τόνος ακολουθείται από μία «ουρά», κατά τη διάρκεια της οποίας ο τόνος εξακολουθεί να είναι παρών αντιληπτικά. Στην πρώτη περίπτωση η διαφορά τονικού ύψους των τόνων είναι μικρή κι έτσι ενσωματώνονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα. Στη δεύτερη περίπτωση η διαφορά τονικού ύψους είναι μεγαλύτερη κι έτσι δημιουργείται η αντίληψη δύο ακουστικών ρευμάτων.

αλγόριθμος αδυνατεί να αποφασίσει με ποιον από τους δύο τόνους πρέπει να συνδεθεί ο αρχικός τόνος. Μία άλλη αδυναμία αυτής της μεθόδου είναι ότι λαμβάνει χώρα μονόδρομα, από τα αριστερά προς τα δεξιά. Έτσι, δεν μπορεί να αναθεωρήσει ή να αναπροσαρμόσει την ανάλυση ενός τμήματος σε συνάρτηση με τα μουσικά γεγονότα που έπονται (Temperley, 2001).

3.2.2 - Τα μοντέλα του Gjerdingen και των Mc Cabe & Denham

Στο μοντέλο του Gjerdingen κάθε μουσικός τόνος απεικονίζεται σε δύο διαστάσεις (τονικό ύψος και χρόνος) και έχει μία περιοχή ενεργοποίησης, η οποία επηρεάζει και άλλους γειτονικούς τόνους. Ως γειτονικοί χαρακτηρίζονται οι τόνοι που έχουν το ίδιο τονικό ύψος, κοντινό τονικό ύψος ή που παρουσιάζουν χρονική εγγύτητα. Το άθροισμα των πεδίων ενεργοποίησης των τόνων σχηματίζει ένα διδιάστατο διάγραμμα, με μορφή λόφου. Αν συνδέσουμε τα σημεία μέγιστης ενεργοποίησης των τόνων κατά μήκος του σχεδίου στη διάσταση του χρόνου, σχηματίζονται μελωδικές γραμμές (Temperley, 2001).

Ταυτόχρονοι φθόγγοι που παρουσιάζουν εγγύτητα τονικού ύψους, μπορούν να συγχωνευθούν στο ίδιο ακουστικό ρεύμα. Υπό αυτή την έννοια, το μοντέλο του Gjerdingen επιτρέπει την ενσωμάτωση ταυτόχρονων ηχητικών γεγονότων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, με κριτήριο την εγγύτητα του τονικού ύψους (Cambouropoulos, 2006). Επίσης, μπορεί να «συλλάβει» την αδυναμία αντιληπτικής σύνδεσης των μελωδικών γραμμών λόγω της χρήσης μεγάλων διαστημάτων, την τάση ενσωμάτωσης των φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα παρά τη χρήση μεγάλων διαστημάτων λόγω της επιβράδυνσης του tempo αλλά και την αντιληπτική υπερίσχυση των εξωτερικών φωνών έναντι των εσωτερικών (Temperley, 2001).

Το βασικό πρόβλημα του μοντέλου είναι η πολυπλοκότητα της μορφής των αποτελεσμάτων του. Παρ' ότι ξεχωρίζει μελωδικές γραμμές, σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι σαφής η αντιστοιχία τονικών υψών και μελωδικών γραμμών. Κάτι ανάλογο ισχύει και στην περίπτωση του μοντέλου των Mc Cabe & Denham, το οποίο συλλαμβάνει επιτυχώς αρκετά αντιληπτικά ευρήματα. Είναι μάλιστα αρκετά φιλόδοξο, καθώς βασίζεται σε εισαγόμενα ακουστικά δεδομένα και όχι σε νότες. Ωστόσο, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων του παρουσιάζει επίσης σημαντικές δυσκολίες (Temperley, 2001). Τόσο το μοντέλο του Gjerdingen, όσο και αυτό των Mc Cabe & Denham, δε θεωρούνται αμιγείς αλγόριθμοι διαχωρισμού φωνών, καθ' ότι τα παραγόμενα αποτελέσματά τους δεν είναι σαφείς οργανώσεις των φθόγγων σε φωνές ή ακουστικά ρεύματα (Cambouropoulos, 2006).

3.2.3 - Το μοντέλο του Marsden

Το μοντέλο του Marsden (1992) είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επεξεργάζεται εισαγόμενα μουσικά δεδομένα, κάνει χρήση μουσικών αναπαραστάσεων σε σημειογραφία piano-roll και το παραγόμενο αποτέλεσμα είναι ένας σαφής διαχωρισμός των φωνών, με τα τονικά ύψη να συνδέονται σχηματίζοντας γραμμές (Temperley, 2001). Η μορφή του μοντέλου δεν είναι συγκεκριμένη, καθώς ο Marsden παρουσιάζει πολλές διαφορετικές εκδοχές του, αναθεωρώντας αρκετούς κανόνες και προσθέτοντας νέους με σκοπό να επιλύσει διάφορα προβλήματα που παρουσιάζονται και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητά του.

Στην αρχική εκδοχή του μοντέλου, κάθε φθόγγος συνδέεται με τον πλησιέστερο φθόγγο της συγχορδίας που ακολουθεί. Η εκδοχή αυτή είναι αρκετά περιοριστική,

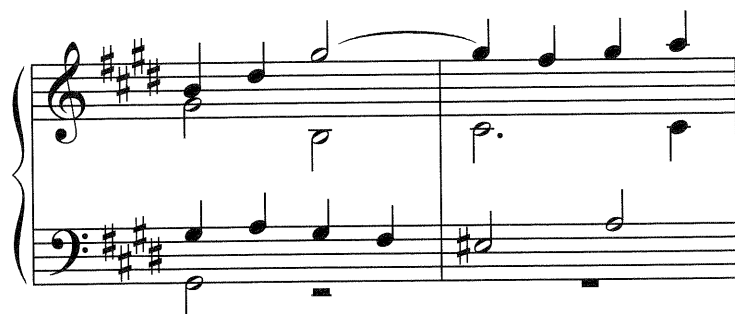
καθώς δεν επιτρέπει την ύπαρξη παύσεων' όλοι οι φθόγγοι σε κάθε φωνή πρέπει να είναι συνεχόμενοι. Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις η απόσταση ενός φθόγγου από τον επόμενο στην ίδια φωνή είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την απόσταση του από έναν άλλο φθόγγο που ανήκει σε άλλη φωνή, κάτι που οδηγεί σε λανθασμένα αποτελέσματα. Ένα τέτοιο παράδειγμα συναντάμε στη Φούγκα σε Ντο δίεση ελάσσονα BWV 849 του J.S. Bach (σχήμα 3.2):



Σχήμα 3.2 Μέτρα 4-6 από τη Φούγκα σε Ντο δίεση ελάσσονα του J.S. Bach (BWV 849) από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο».

Σύμφωνα με το κριτήριο της εγγύτητας, το Σολ# της χαμηλότερης φωνής στο τέλος του μέτρου 5 θα συνδεθεί με το Λα# στο μέτρο 6 από το οποίο απέχει έναν τόνο, παρά με το Ντο# που ανήκει στην ίδια φωνή αλλά βρίσκεται μία πέμπτη καθαρή χαμηλότερα. Το πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να εκλείψει, όπως αναφέρει ο Marsden, αν εισαγάγαμε έναν νέο κανόνα που θα ορίζει ότι κάθε φθόγγος θα συνδέεται με τον πλησιέστερο προηγούμενο φθόγγο. Πράγματι, στην περίπτωση αυτή οι φθογγικές συνδέσεις είναι σωστές: το Ντο# του μέτρου 6 θα συνδεθεί με το Σολ# στο μέτρο 5 παρά με το Σι (απόσταση έβδομης μικρής), ενώ το Λα# θα συνδεθεί με το Σι, από το οποίο απέχει ένα ημιτόνιο παρά με το Σολ#, από το οποίο απέχει έναν τόνο.

Ωστόσο, ο κανόνας αυτός δε λύνει τα προβλήματα σε όλες τις περιπτώσεις. Στο σχήμα 3.3 παρατίθεται ένα απόσπασμα από την ίδια φούγκα. Όπως μπορούμε να δούμε, το ήμισυ Σι του μέτρου 22 απέχει έναν τόνο από το Λα που προηγείται στη χαμηλότερη φωνή, ενώ η απόσταση του από το ήμισυ Σολ# που προηγείται στην ίδια φωνή είναι μία έκτη μεγάλη. Στο παράδειγμα αυτό οι φθογγικές συνδέσεις θα ήταν σωστές αν εφαρμοζόταν ο προηγούμενος ακυρωθείς κανόνας, αν δηλαδή κάθε φθόγγος συνδεόταν με τον επόμενο εγγύτερο φθόγγο αντί με τον προηγούμενο.



Σχήμα 3.3 Μέτρα 22-23 από τη Φούγκα σε Ντο δίεση ελάσσονα του J.S. Bach (BWV 849) από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο».

Για την επίλυση τέτοιων ζητημάτων ο Marsden προτείνει μία νέα εκδοχή του μοντέλου, στην οποία οι πιθανές συνδέσεις των φθόγγων λειτουργούν ανταγωνιστικά μεταξύ τους. Αντί δηλαδή να δημιουργήσουμε κανόνες για τη διευθέτηση των αντικρουόμενων περιπτώσεων, μπορούμε να επιτρέψουμε στις διάφορες πιθανές εφαρμογές των κανόνων να ανταγωνιστούν η μία την άλλη. Το αποτέλεσμα αυτού του ανταγωνισμού θα καθορίζεται μέσω ενός συστήματος *σταθμισμένων βαρών* (weights). Επειδή η εγγύτητα είναι μια ποσοτική μεταβλητή, μπορούμε να αντιστοιχίσουμε σε έναν πιθανό σύνδεσμο φθόγγων μία τιμή που θα είναι αντιστρόφως ανάλογη με το μέγεθος του διαστήματος που χωρίζει τους φθόγγους.

Το ενδιαφέρον δεν επικεντρώνεται απλώς στον εντοπισμό των επιμέρους συνδέσμων με το μεγαλύτερο βάρος αλλά στην εύρεση του συνδυασμού των συνδέσμων με το μεγαλύτερο *συνολικό* βάρος. Έτσι, σε περιπτώσεις όπως αυτή του σχήματος 3.2, στην οποία οι φθόγγοι της ψηλότερης και της χαμηλότερης φωνής απέχουν λιγότερο μεταξύ τους από ότι με τους φθόγγους που βρίσκονται στην ίδια φωνή, ο πιθανός επιμέρους σύνδεσμος των φθόγγων μπορεί να παραβλεφθεί παρά το μεγαλύτερο μέτρο του, γιατί η συνολικότερη οργάνωση των φθόγγων που περιέχει αυτό το σύνδεσμο θα έχει μικρότερο βάρος από τη σωστή οργάνωσή τους που δεν τον περιέχει (Marsden, 1992). Ορισμένοι σύνδεσμοι ενεργοποιούν άλλους «συμβατούς» συνδέσμους και ταυτόχρονα απορρίπτουν τους «ασύμβατους» συνδέσμους, με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί ένα νευρωνικό δίκτυο (Temperley, 2001).

Επίσης, δύο σημαντικά αντιληπτικά φαινόμενα αποτυπώνονται στο μοντέλο του Marsden (ή τουλάχιστον σε κάποια από τις εκδοχές του). Το πρώτο είναι η αντίληψη των ακουστικών ρευμάτων που προκύπτουν από την εναλλαγή δύο τόνων σε συνάρτηση με τη διαφορά τονικού ύψους και την ταχύτητα της εναλλαγής τους και το

δεύτερο είναι η αντιληπτική τάση αποφυγής των διασταυρώσεων που αποτυπώνεται στο πείραμα της Deutsch (the “scale illusion”).²⁰ Το μοντέλο του Marsden είναι δύσκολο να αποτιμηθεί λόγω του πλήθους των διαφορετικών εκδοχών του, καθεμιά εκ των οποίων έχει τα δικά της προτερήματα αλλά και αδυναμίες. Οι τελευταίες εκδοχές είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες, με αποτέλεσμα η συμπεριφορά τους να μην μπορεί να προβλεφθεί εύκολα (Temperley, 2001).

Ο Marsden επισημαίνει ότι διαφορετικές δομές κανόνων είναι κατάλληλες για διαφορετικές περιστάσεις και ως εκ τούτου καμία εκδοχή του μοντέλου δεν είναι ιδανική για όλες τις καταστάσεις. Ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τις φωνές εξαρτάται από ρυθμικούς και αρμονικούς παράγοντες, όπως επίσης και από μοτιβικές σχέσεις. Γι’ αυτό, ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου μοντέλου αντίληψης των φωνών που θα εφαρμόζεται αποτελεσματικά υπό οποιεσδήποτε συνθήκες δεν είναι ίσως δυνατό να επιτευχθεί αν δεν προηγηθεί μία προσομοίωση του συνόλου των μηχανισμών που λαμβάνουν χώρα κατά την ακρόαση (Marsden, 1992).

Το μοντέλο του Marsden, όπως και τα περισσότερα μοντέλα, δεν επιτρέπει την ενσωμάτωση πολλαπλών φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα. Η λειτουργία του εξετάζεται αποκλειστικά σε φούγκες του Bach, δηλαδή σε έργα πολυφωνικής υφής με έναν σταθερό αριθμό φωνών που αποτελούνται από μονοφωνικές ακολουθίες φθόγγων. Όπως αναφέρει ο ίδιος: «Ένα μοντέλο κρίνεται ως επιτυχημένο αν είναι ικανό να εξάγει τις φωνές όπως αυτές σημειώνονται στο μουσικό κείμενο» (Marsden, 1992). Επομένως, σύμφωνα με την παραπάνω διατύπωση το μοντέλο σε ορισμένες περιπτώσεις δε λαμβάνει υπ’ όψιν αντιληπτικά κριτήρια, καθ’ ότι ο τρόπος με τον οποίο οι φωνές καταγράφονται στο μουσικό κείμενο συχνά δε συμβαδίζει με τις προσλαμβανόμενες αντιληπτές φωνές (για παράδειγμα δύο φωνές που κινούνται σε παράλληλες όγδοες συγχωνεύονται σε ένα αντιληπτικό ακουστικό ρεύμα).

3.2.4 - Ο αλγόριθμος του Καμπουρόπουλου

Ο αλγόριθμος διαχωρισμού ακουστικών ρευμάτων του Cambourooulos (2000) αποτελεί τμήμα ενός συστήματος που σχεδιάστηκε με σκοπό την εξαγωγή μουσικού κειμένου (παρτιτούρας) από δεδομένα μορφής MIDI. Συγκεκριμένα, η χρησιμότητα

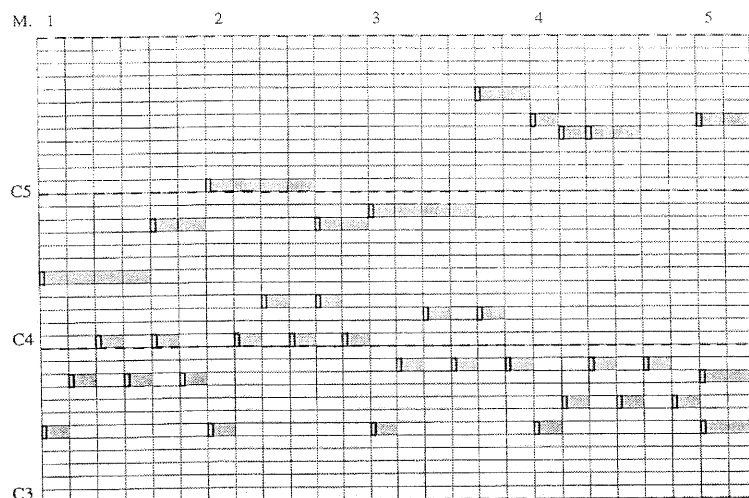
²⁰ βλ. εξέταση των δύο αντιληπτικών φαινομένων στην §2.4.4.2.

του έγκειται στον προσδιορισμό της χρονικής διάρκειας των φθόγγων. Αρχικά τα εισαχθέντα δεδομένα διαχωρίζονται σε χτύπους (beats) και στη συνέχεια οι φθόγγοι κάθε χτύπου συνδέονται μεταξύ τους σε ακουστικά ρεύματα με κριτήριο τη συντομότερη διαδρομή. Οι χρονικές διάρκειες των φθόγγων ισοδυναμούν με τα χρονικά διαστήματα που μεσολαβούν ανάμεσα στις έναρξεις των φθόγγων σε κάθε ακουστικό ρεύμα.

Ο αλγόριθμος βρίσκει τη βέλτιστη συνολική λύση έτσι ώστε η εγγύτητα τονικών υψών και χρόνου να είναι μέγιστη σε κάθε ακουστικό ρεύμα. Ο αριθμός των ρευμάτων διατηρείται στον ελάχιστο δυνατό και ισούται με τον αριθμό των φθόγγων που απαρτίζουν την πυκνότερη συγχορδία. Η διασταύρωση των ρευμάτων δεν επιτρέπεται, ενώ επίσης αποφεύγονται οι παύσεις, οι οποίες εντούτοις μπορούν να εμφανιστούν στο ξεκίνημα των χτύπων εφόσον κανένας φθόγγος δεν διατηρείται από τον προηγούμενο χτύπο και αν η έναρξη του χτύπου αποτελείται από λιγότερα ακουστικά ρεύματα σε σχέση με τη συνέχειά του. Ο αλγόριθμος υποπίπτει σε ορισμένα σφάλματα αλλά επιδέχεται βελτίωσης αν ληφθούν υπ' όψιν και άλλες αντιληπτικές αρχές, όπως αυτή της ομαλής συνέχειας.

3.2.5 - Το μοντέλο του Temperley

Το μοντέλο του Temperley (2001) αντλεί ορισμένα από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά του από το μοντέλο του Marsden, με κυριότερο τον ανταγωνισμό μεταξύ πιθανών συνδέσεων φθόγγων, που επιτυγχάνεται με την αντιστοίχιση μίας αριθμητικής τιμής σε κάθε σύνδεση με βάση ορισμένα κριτήρια. Τα μουσικά δεδομένα εισάγονται προς επεξεργασία από το μοντέλο σε μορφή piano-roll, με το χρόνο να απεικονίζεται στον άξονα "x" και το τονικό ύψος στον άξονα "y". Τα ηχητικά γεγονότα είναι κβαντισμένα σε ημιτόνια ως προς το τονικό ύψος ενώ για το χρονικό κβαντισμό τους χρησιμοποιείται η κατώτερη μονάδα της μετρικής δομής κάθε κομματιού. Η αναπαράσταση των κομματιών σε σημειογραφία piano-roll έχει τη μορφή ενός πλέγματος τετραγώνων. Κάθε τετράγωνο είναι είτε μαύρο, όταν περιλαμβάνει κάποιο φθόγγο, είτε λευκό, όταν δεν περιλαμβάνει κανέναν φθόγγο, ενώ σημειώνεται επίσης η έναρξη κάθε φθόγγου. Στο παράδειγμα 3.4 παρατίθενται τα πρώτα μέτρα από τη Σονάτα για πιάνο K. 332 του Mozart σε μορφή piano-roll.



Σχήμα 3.4 Αναπαράσταση των μέτρων 1-4 της Σονάτας για πιάνο Κ. 332 του Mozart (α' μέρος) σε σημειογραφία piano-roll από τον αλγόριθμο του Temperley.

Ο Temperley αρχικά διατυπώνει τέσσερις *Κανόνες Μορφολογικής Ορθότητας Αντίστιξης* (Contrapuntal Well-Formedness Rules) με τους οποίους θέτει ορισμένα κριτήρια για μια επιτρεπτή ανάλυση. Οι κανόνες αυτοί είναι οι εξής:

CWFR 1 – Κάθε ακουστικό ρεύμα αποτελείται από διαδοχικά τετράγωνα. Αυτό σημαίνει ότι τα ακουστικά ρεύματα μπορεί να περιλαμβάνουν επίσης μαύρα τετράγωνα που διακόπτονται από λευκά, καθώς συχνά μια μελωδική γραμμή περιλαμβάνει και παύσεις. Σ' αυτήν την περίπτωση όμως θα περιλαμβάνονται και όλα τα λευκά τετράγωνα που βρίσκονται ανάμεσα τους. Τα ακουστικά ρεύματα δεν είναι απαραίτητο να διαρκούν από την αρχή ως το τέλος του κομματιού, μπορούν να έχουν οποιαδήποτε χρονική διάρκεια.

CWFR 2 – Ένα ακουστικό ρεύμα δεν μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερους από έναν ταυτόχρονους φθόγγους. Ως εκ τούτου, το μοντέλο του Temperley δεν επιτρέπει τη συγχώνευση φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, ανεξάρτητα από τη μουσική υφή του κομματιού.

CWFR 3 – Δεν επιτρέπεται η διασταύρωση των ακουστικών ρευμάτων.

CWFR 4 – Κάθε φθόγγος ανήκει εξ ολοκλήρου σε ένα ακουστικό ρεύμα, δηλαδή δεν μπορούν διαφορετικά μέρη του ίδιου φθόγγου να μοιραστούν σε ξεχωριστά ρεύματα. Εντούτοις, ένας φθόγγος επιτρέπεται να ανήκει σε περισσότερα του ενός ρεύματα. Επίσης, πρέπει όλα τα μαύρα τετράγωνα να ενσωματώνονται σε κάποιο ακουστικό ρεύμα.

Οι Κανόνες Μορφολογικής Ορθότητας Αντίστιξης δεν αποτελούν επαρκές υπόβαθρο για μια σωστή αντιστικτική ανάλυση. Για παράδειγμα, δεν αποτρέπουν έναν πιθανό διαχωρισμό των φωνών στον οποίο κάθε φθόγγος καταλαμβάνει ένα διαφορετικό ακουστικό ρεύμα. Για το λόγο αυτό ο Temperley θέτει ορισμένους *Κανόνες Προτίμησης Αντίστιξης* (Contrapuntal Preference Rules):

CPR 1 – Κανόνας Εγγύτητας Τονικού Ύψους: Προτιμάται η αποφυγή μεγάλων πηδημάτων μέσα σε ένα ακουστικό ρεύμα. Ο κανόνας αυτός αποτελεί ουσιαστικά εφαρμογή της αρχής της εγγύτητας.

CPR 2 – Κανόνας Δημιουργίας Νέου Ακουστικού Ρεύματος: Προτιμάται η ελαχιστοποίηση του αριθμού των ακουστικών ρευμάτων. Αυτό σημαίνει ότι ανάμεσα σε δύο πιθανές ερμηνείες, προτιμότερη είναι αυτή που περιλαμβάνει λιγότερα ακουστικά ρεύματα.²¹

CPR 3 – Κανόνας Λευκών Τετραγώνων: Προτιμάται η ελαχιστοποίηση του αριθμού των λευκών τετραγώνων σε κάθε ακουστικό ρεύμα. Σύμφωνα με τον κανόνα αυτόν είναι προτιμότερη η διάσπαση μιας ακολουθίας φθόγγων σε δύο ρεύματα, όταν παρεμβάλλεται ανάμεσα τους μία παύση μεγάλης διάρκειας. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.4.4.2, μία μακρά παύση δεν επιτρέπει την αντιληπτική διατήρηση της ακουστικής συνέχειας.

CPR 4 – Κανόνας Σύγκρουσης: Προτιμάται η αποφυγή περιπτώσεων στις οποίες ένας φθόγγος συμπεριλαμβάνεται σε περισσότερα του ενός ακουστικά ρεύματα. Μία τέτοια περίπτωση ωστόσο δεν απαγορεύεται, όταν όμως οι δύο φωνές που μοιράζονται τον ίδιο φθόγγο χωριστούν πρέπει να διατηρήσουν το συσχετισμό τονικού ύψους που είχαν προηγουμένως και όχι να διασταυρωθούν.

Η εκτίμηση των διαφορετικών εκδοχών αντιστικτικής ανάλυσης επιτυγχάνεται με την αντιστοίχιση μιας αριθμητικής τιμής σε κάθε πιθανή ανάλυση, η οποία αντικατοπτρίζει το βαθμό εκπλήρωσης των Κανόνων Προτίμησης. Σε σχέση με τον Κανόνα Εγγύτητας Τονικού Ύψους, το πρόγραμμα αντιστοιχίζει έναν βαθμό ποινης ανάλογο με το μέγεθος του διαστήματος. Συγκεκριμένα δίνεται ένας βαθμός ποινης για κάθε χρωματικό βήμα (ημιτόνιο). Επίσης, για κάθε νέο ακουστικό ρεύμα δίνονται 20 βαθμοί ποινης. Ο βαθμός ποινης που δίνεται για κάθε λευκό τετράγωνο εξαρτάται

²¹ Σύμφωνα με τον Temperley (2001), η αρχή αυτή θεωρείται δεδομένη στις μελέτες της αντιληπτικής οργάνωσης του ήχου. Χωρίς αυτήν, όπως αναφέρει, θα ήταν προτιμότερη η ενσωμάτωση όλων των φθόγγων σε διαφορετικά ακουστικά ρεύματα, διότι κατ' αυτόν τον τρόπο η εγγύτητα σε κάθε ρεύμα θα ήταν μέγιστη (σελ. 90). Ωστόσο, ο Temperley δεν φαίνεται να λαμβάνει υπ' όψιν την περίπτωση της ψευδο-πολυφωνίας, η οποία δεν συμβαδίζει με την παραπάνω αρχή.

από τη χρονική διάρκεια της παύσης: για διάρκεια ενός δευτερολέπτου δίνονται 20 βαθμοί. Τέλος, για κάθε τετράγωνο που συμπεριλαμβάνεται σε περισσότερα του ενός ακουστικά ρεύματα δίνονται 20 βαθμοί ποινής για διάρκεια ενός δευτερολέπτου.

Το πρόγραμμα συγκρίνει τις πιθανές αναλύσεις και επιλέγει αυτή που έχει το χαμηλότερο συνολικό άθροισμα βαθμών ποινής. Για να το πετύχει αυτό, δεν επιλέγει απλώς την καλύτερη ανάλυση σε επιμέρους μουσικά τμήματα απομονωμένα αλλά συνδέει τα διάφορα τμήματα μεταξύ τους, δημιουργώντας *συνολικότερες* αναλύσεις. Η μέθοδος αυτή παρέχει καλύτερα αποτελέσματα, καθώς κάθε μουσικό τμήμα είναι ενταγμένο σε ένα γενικότερο πλαίσιο και η ανάλυση του εξαρτάται από τα μουσικά γεγονότα που προηγούνται και από αυτά που έπονται. Το πρόγραμμα επιλέγει την καλύτερη ανάλυση ενός τμήματος στη συνέχεια επιλέγει την καλύτερη δυνατή ανάλυση του επόμενου τμήματος και τη συνδέει με την προηγούμενη. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η εύρεση της συνολικής καλύτερης ανάλυσης του κομματιού, ενώ αποφεύγεται ο σχηματισμός ενός δυσθεώρητου όγκου δεδομένων. Η σύνδεση των τμημάτων γίνεται με βάση τον Κανόνα της Εγγύτητας (CPR 1) και τον Κανόνα Δημιουργίας Νέου Ακουστικού Ρεύματος (CPR 2), αποφεύγοντας παράλληλα τη διασταύρωση των ρευμάτων (CWFR 3).

Το μοντέλο του Temperley ενσωματώνει ένα πλήθος αντιληπτικών ερευνητικών δεδομένων, όπως για παράδειγμα την ανταγωνιστική αντίληψη ενός ή δύο ακουστικών ρευμάτων όταν δύο τόνοι εναλλάσσονται, η οποία εξαρτάται από τη διαφορά τονικού ύψους και την ταχύτητα της εναλλαγής ή την τάση αντιληπτικής διάσπασης μιας ακολουθίας σε δύο ακουστικά ρεύματα όταν αυτή επαναλαμβάνεται πολλές φορές (βλ. §2.4.2.2). Η αποτελεσματικότητα του εξετάζεται σε ορισμένες φούγκες του J.S. Bach από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο», καθώς και σε άλλα έργα για πληκτροφόρο όργανο της περιόδου Μπαρόκ και της Κλασικής περιόδου.

Όσον αφορά τις φούγκες του Bach, ορισμένες αποκλίσεις των αποτελεσμάτων του μοντέλου από τη «σωστή» ανάλυση μπορούν να δικαιολογηθούν με βάση αντιληπτικά κριτήρια, όπως για παράδειγμα η κατάταξη σε διαφορετικά ακουστικά ρεύματα φθόγγων που ανήκουν στην ίδια φωνή λόγω της μεσολάβησης μιας παύσης μεγάλης διάρκειας. Ωστόσο, αρκετές περιπτώσεις απόκλισης αποτελούν σφάλματα του μοντέλου, όπως για παράδειγμα η λανθασμένη σύνδεση των φθόγγων μεταξύ διαφορετικών τμημάτων, λάθη που οφείλονται σε διασταυρώσεις των φωνών ή αδυναμία σωστής ανάλυσης καταστάσεων στις οποίες ένας φθόγγος ανήκει σε

περισσότερα του ενός ακουστικά ρεύματα. Όπως είναι αναμενόμενο, τα λάθη του μοντέλου αυξάνονται όσο αυξάνεται η πυκνότητα των φωνών.

Από την εφαρμογή του μοντέλου σε άλλα έργα για ηλεκτροφόρο όργανο της περιόδου Μπαρόκ και της κλασικής περιόδου ανακύπτει ένα πρόβλημα που δεν είχε εμφανιστεί στις φούγκες του Bach. Σε πολλές περιπτώσεις το πρόγραμμα θεωρεί η ψηλότερη φωνή είναι προτιμότερο να συνεχιστεί σε εσωτερικές φωνές, με βάση το κριτήριο της εγγύτητας. Για το λόγο αυτόν, ο Temperley εισάγει έναν πέμπτο Κανόνα Προτίμησης Αντίστιξης:

CPR 5 – Κανόνας Ψηλότερης Φωνής: Προτιμάται η διατήρηση μίας φωνής ως ψηλότερης και η αποφυγή περιπτώσεων στις οποίες η ψηλότερη φωνή τερματίζεται ή συνεχίζει σε εσωτερικές φωνές.

Ο κανόνας αυτός βελτιώνει την απόδοση του μοντέλου στα προαναφερθέντα έργα δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στην ψηλότερη φωνή, εντούτοις δημιουργεί προβλήματα όταν εφαρμόζεται στις φούγκες του Bach. Αυτό συμβαίνει επειδή οι φούγκες είναι αμιγώς πολυφωνικά έργα, στα οποία όλες οι φωνές έχουν την ίδια σπουδαιότητα. Επομένως, το μοντέλο του Temperley, όπως και το αντίστοιχο του Marsden, απαιτεί κάποια τροποποίηση (προσθαφαίρεση του κανόνα CPR 5) για να είναι αποτελεσματικό σε διαφορετικής υφής μουσικά έργα. Επίσης, αποκλείει την ενσωμάτωση πολλαπλών φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, με συνέπεια να μην είναι εξίσου αποτελεσματικό στην ανάλυση ομοφωνικών έργων. Άλλωστε ο όρος «αντιστικτική ανάλυση» που χρησιμοποιεί ο Temperley για να περιγράψει τη λειτουργία του μοντέλου του, δεν έχει εφαρμογή σε καθαρά ομοφωνικά έργα που δεν περιλαμβάνουν αντιστικτικά στοιχεία.

3.2.6 - Το μοντέλο των Chew & Wu

Το μοντέλο διαχωρισμού των φωνών σε πολυφωνικά έργα των Chew & Wu (2004) με βάση ορισμένες θεμελιώδεις αντιληπτικές αρχές, χρησιμοποιεί μία μέθοδο κατάτμησης της μουσικής επιφάνειας με βάση τον αριθμό των φωνών. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι οι φωνές τείνουν γενικά να μη διασταυρώνονται και ότι όταν όλες οι φωνές είναι παρούσες, γνωρίζουμε με βεβαιότητα τη διάταξη τους. Όπως και στα προηγούμενα μοντέλα, έτσι και σ' αυτό των Chew & Wu, δε λαμβάνονται υπ' όψιν δεδομένα σχετικά με το ηχόχρωμα ή τη χωρική προέλευση των

ηχητικών πηγών, παρά μόνο το τονικό ύψος και τα χρονικά όρια των φθόγγων. Ο αλγόριθμος εφαρμόζεται σε ένα ευρύ δείγμα έργων του J.S. Bach: στις 15 δίφωνες και στις 15 τρίφωνες inventions, καθώς επίσης και στις 48 φούγκες από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο». Για την εφαρμογή του δεν απαιτείται καμία ρύθμιση παραμέτρων από το χρήστη.

Οι κανόνες που καθορίζουν τη συμπεριφορά του μοντέλου είναι οι εξής:

α) Εξ' ορισμού, κάθε φωνή μπορεί περιλαμβάνει έναν μόνο φθόγγο ανά δεδομένη στιγμή. Το μοντέλο δεν επιτρέπει την ενσωμάτωση ταυτόχρονων φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα.

β) Όλες οι φωνές θα ηχήσουν κάποια στιγμή ταυτόχρονα. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να καθοριστεί ο συνολικός αριθμός των φωνών σε ένα κομμάτι.

γ) Το εύρος των διαστημάτων ελαχιστοποιείται μεταξύ διαδοχικών φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα.

δ) Αποφεύγεται η διασταύρωση των φωνών.

Ο τρόπος λειτουργίας του αλγορίθμου είναι ο εξής: Κατ' αρχάς, το μουσικό κείμενο χωρίζεται σε τμήματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε κάθε τμήμα να περιλαμβάνει έναν σταθερό αριθμό φωνών. Τα τμήματα που περιλαμβάνουν τον μέγιστο αριθμό φωνών λειτουργούν ως «κέντρα» για τη σύνδεση με τα υπόλοιπα τμήματα. Αυτό συμβαίνει επειδή στα τμήματα αυτά, με δεδομένη την γενικότερη τάση αποφυγής των διασταύρωσης των φωνών, η διάταξη των μερών είναι ξεκάθαρη και έτσι με βάση αυτά μπορούν να πραγματοποιηθούν οι συνδέσεις με τα γειτονικά τμήματα. Ένα παράδειγμα κατάτμησης της μουσικής επιφάνειας από την τρίφωνη Invention αρ. 13 του J.S. Bach (σχήμα 3.5) παρατίθεται στο σχήμα 3.6.

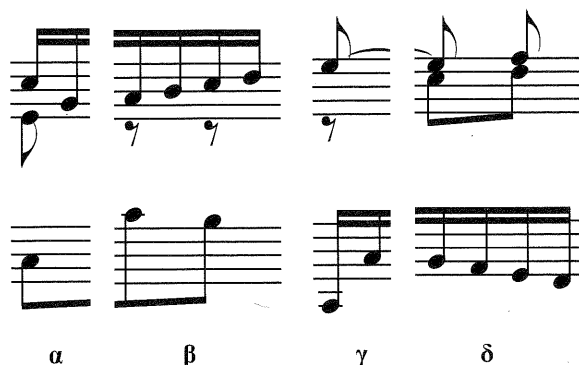
Αφότου το μουσικό κείμενο χωριστεί σε τμήματα, ακολουθεί η διαδικασία σύνδεσης των φθογγικών ακολουθιών μεταξύ των γειτονικών τμημάτων, με αφετηρία τα τμήματα που περιλαμβάνουν το μέγιστο αριθμό φωνών. Για τη σύνδεση των φθόγγων χρησιμοποιείται ως κριτήριο η συντομότερη διαδρομή και οι συνδεδεμένες ακολουθίες φθόγγων ενσωματώνονται στην ίδια φωνή. Επειδή ο αριθμός των φωνών είναι συνήθως περιορισμένος, μπορούν να εξεταστούν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί συνδέσεων ώστε να επιλεγεί η σύνδεση που πληροί σε μεγαλύτερο βαθμό την αρχή της εγγύτητας.

Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά αποτελεσματική, όμως -όπως επισημάνθηκε και κατά την εξέταση των προηγούμενων μοντέλων- η σύνδεση των φθόγγων με βάση την εγγύτητά τους παράγει σε ορισμένες περιπτώσεις εσφαλμένα αποτελέσματα. Για

παράδειγμα, στο απόσπασμα από την Invention του Bach του σχήματος 3.5, το μοντέλο συνδέει τα όγδοα Ντο και Σι της χαμηλότερης φωνής στο μέτρο 24 με το Μι της μεσαίας φωνής, διότι απέχουν λιγότερο από αυτό (διάστημα τρίτης μεγάλο) παρά από το Ντο που βρίσκεται στην ίδια φωνή (διάστημα όγδοης). Η διάταξη των φωνών σύμφωνα με το κριτήριο της συντομότερης διαδρομής είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα 3.7. Ο λανθασμένος διαχωρισμός των φωνών του μέτρου 24 δεν επηρεάζει τη συνέχεια της ανάλυσης· στο μέτρο 25 ο αλγόριθμος διαχωρίζει σωστά τις φωνές.



Σχήμα 3.5 Μέτρα 24-25 από την τρίφωνη Invention αρ. 13 του J.S. Bach σε Ντο μείζονα.



Σχήμα 3.6 Κατάτμηση των μέτρων 24-25 από την τρίφωνη Invention αρ. 13 του Bach. Τα τμήματα (α) και (δ) περιλαμβάνουν το μέγιστο αριθμό φωνών του κομματιού.

Σε πολλά από τα έργα στα οποία δοκιμάστηκε το μοντέλο, οι καταλήξεις των κομματιών διανθίζονται με τη χρήση συγχορδιών που αποτελούνται από υπεράριθμο αριθμό φθόγγων σε σχέση με τον αριθμό των φωνών που απαρτίζουν το κομμάτι. Αυτές οι καταληκτικές συγχορδίες προκαλούν μία υπερεκτίμηση του συνολικού αριθμού των φωνών από το μοντέλο. Για το λόγο αυτόν, τα τρία τελευταία τμήματα



Σχήμα 3.6 Σύνδεση των φωνών στα μέτρα 24-25 από την τρίφωνη Invention αρ. 13 του Bach με βάση το κριτήριο της εγγύτητας.

κάθε κομματιού αποκλείονται από την αναλυτική διαδικασία. Τα περισσότερα λάθη του μοντέλου οφείλονται στη σύνδεση των φθόγγων με βάση την εγγύτητα (όπως στην περίπτωση του σχήματος 3.6) και στη διασταύρωση των φωνών. Όπως και τα προηγούμενα μοντέλα, το μοντέλο των Chew & Wu εφαρμόζεται αποκλειστικά σε έργα πολυφωνικής υφής.

3.2.7 - Το μοντέλο των Kilian & Hoos

Το μοντέλο διαχωρισμού φωνών των Kilian & Hoos (2002) διαφοροποιείται από τα μοντέλα που εξετάστηκαν παραπάνω, διότι επιτρέπει την ενσωμάτωση ταυτόχρονων φθόγγων (δύο ή περισσότερων) στην ίδια ακολουθία. Το ενδιαφέρον του μοντέλου δεν επικεντρώνεται στην εύρεση της «σωστής» ανάλυσης με αντιληπτικά κριτήρια αλλά στη δημιουργία ενός αλγορίθμου ικανού να εξαγάγει ένα πλήθος πιθανών εκδοχών διαχωρισμού των φωνών που αντιστοιχούν σε διαφορετικές μορφές μουσικής σημειογραφίας, ανάλογα με τις ανάγκες του εκτελεστή. Ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει ορισμένες παραμέτρους του αλγορίθμου ώστε να βρεθεί με αλληλεπιδραστικό τρόπο η επιθυμητή εκδοχή διαχωρισμού των φωνών του κομματιού.

Το μοντέλο χωρίζει το κομμάτι σε μικρά κάθετα «τεμάχια» (slices) επικαλυπτόμενων χρονικά φθόγγων και αντιστοιχίζει κάθε φθόγγο των τεμαχίων σε

κάποια φωνή. Ολόκληρες συγχορδίες που περιλαμβάνονται σε ένα μουσικό τεμάχιο μπορούν να ενσωματωθούν στην ίδια φωνή. Για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας διαχωρισμού των φωνών εφαρμόζεται μία λειτουργία αντιστοίχισης βαθμών ποινης στις παραμέτρους που εντείνουν τη διαχωριστικότητα των ακουστικών ρευμάτων, που είναι οι εξής:

α) *Απόσταση των τονικών υψών*: Οι βαθμοί ποινης αυξάνονται όσο αυξάνεται το διάστημα που χωρίζει δύο διαδοχικούς φθόγγους που ανήκουν στην ίδια φωνή. Για κάθε νέα φωνή προβλέπεται ένας επιπλέον σταθερός αριθμός βαθμών ποινης.

β) *Υπαρξη παύσεων*: Η εισαγωγή παύσεων ανάμεσα σε φθόγγους που ανήκουν στην ίδια φωνή επιφέρει βαθμούς ποινης που αυξάνονται ανάλογα με τη διάρκεια της παύσης.

γ) *Αποστάσεις φθόγγων που απαρτίζουν μία συγχορδία*: Επιβάλλονται βαθμοί ποινης ανάλογα με την έκταση που καταλαμβάνει μία συγχορδία, δηλαδή οι βαθμοί αυξάνονται όσο αυξάνονται οι αποστάσεις ανάμεσα στους φθόγγους που απαρτίζουν τη συγχορδία. Η επιβολή βαθμών ποινης σ' αυτήν την περίπτωση υπαγορεύεται από τους περιορισμούς της ανθρώπινης φυσιολογίας στην εκτέλεση συγχορδιών με μεγάλο εύρος και από τη συνθετική πρακτική. Επιπλέον, επιβάλλονται βαθμοί ποινης στην περίπτωση που οι φθόγγοι μια συγχορδίας παρουσιάζουν διαφορές στη χρονική τους διάρκεια και στην περίπτωση χρονικής απόκλισης των ενάρξεων τους.²²

δ) *Επικάλυψη φθόγγων*: Επιβάλλονται βαθμοί ποινης στην περίπτωση επικαλυπτόμενων διαδοχικών φθόγγων που ανήκουν στην ίδια φωνή, οι οποίοι αυξάνονται ανάλογα με το βαθμό επικάλυψης των φθόγγων.

Ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει τις τιμές των βαθμών ποινης μεταβάλλοντας τις σχετικές βαρύτητες των διαφόρων παραμέτρων διαχωρισμού, με αποτέλεσμα να προκύψουν διαφορετικές πιθανές εκδοχές διαχωρισμού των φωνών ενός κομματιού. Ο μέγιστος αριθμός των φωνών μπορεί να ρυθμιστεί από το χρήστη ή να καθοριστεί αυτόματα με βάση τον συνολικό αριθμό φωνών που περιέχει η πυκνότερη συγχορδία. Καινοτομία του αλγορίθμου των Kilian & Hoos συνιστά το γεγονός ότι εισάγει τη λειτουργία της αρχής της εγγύτητας ως παράγοντα ενοποίησης όχι μόνο στην οριζόντια διάσταση μεταξύ διαδοχικών φθόγγων αλλά και καθέτως, στην περίπτωση ταυτόχρονων φθόγγων (Cambouropoulos, 2006). Εφόσον οριστεί από το χρήστη ένας αριθμός φωνών μικρότερος από το συνολικό αριθμό ταυτόχρονων φθόγγων, τότε οι

²² Το μοντέλο των Kilian & Hoos επιτρέπει την ενσωμάτωση φθόγγων με διαφορετικά χρονικά σημεία έναρξης στην ίδια συγχορδία μόνο όταν τα εισαγόμενα δεδομένα δεν είναι κβαντισμένα.

φθόγγοι οργανώνονται σε συγχορδίες και η ανάλυση προσαρμόζεται σύμφωνα με τον δοθέντα αριθμό φωνών.

Το μοντέλο εφαρμόζεται σε ένα πλήθος έργων διαφορετικής υφής, συμπεριλαμβανομένων και ομοφωνικών κομματιών. Η αποτελεσματικότητα του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων διαχωρισμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές ρυθμίσεις για διαφορετικά μέρη του ίδιου κομματιού, όταν για παράδειγμα τα μέρη παρουσιάζουν έντονες διαφορές στην υφή τους. Αν ο αριθμός των φωνών δεν καθοριστεί διαφορετικά από το χρήστη, ο αλγόριθμος θα διαχωρίσει ένα χορικό του Bach σε τέσσερις φωνές σύμφωνα με το μέγιστο αριθμό φθόγγων στην πυκνότερη συγχορδία.

Στο σημείο αυτό το μοντέλο των Kilian & Hoos δε διαφοροποιείται από τα προηγούμενα μοντέλα. Αν ο μέγιστος αριθμός φωνών οριστεί στις δύο, τότε θα προκύψει μία εκδοχή διαχωρισμού των φωνών που αντιστοιχεί σε σημειογραφία πιάνου, με τους φθόγγους να οργανώνονται σε σύνολα (σε συνδυασμούς 2+2 ή 3+1), ενώ αν ο αριθμός των φωνών οριστεί σε μία, τότε όλοι οι ταυτόχρονοι φθόγγοι θα ενσωματωθούν σε συγχορδιακές φωνές. Ο στόχος του μοντέλου είναι η παραγωγή μουσικού κειμένου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλές από τις πιθανές εκδοχές διαχωρισμού των φωνών να μην είναι έγκυρες από αντιληπτική άποψη (όπως π.χ. στην περίπτωση διαχωρισμού ενός χορικού του Bach σε τέσσερις φωνές, που αναφέρθηκε παραπάνω).

Η δυνατότητα ενσωμάτωσης πολλαπλών φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα αποτελεί μία ρηξικέλευθη προσθήκη, ωστόσο υπάρχουν δύο προβλήματα στον τρόπο με τον οποίο η ιδέα αυτή εφαρμόζεται στο μοντέλο. Πρώτον, η χρονική εγγύτητα και η εγγύτητα τονικού ύψους δεν είναι επαρκείς παράγοντες για την κάθετη συγχώνευση των φθόγγων. Με αντιληπτικούς όρους, οι φθόγγοι συγχωνεύονται όταν οι ενάρξεις τους είναι συγχρονισμένες. Για παράδειγμα, δύο φωνές που παρουσιάζουν εγγύτητα ως προς το τονικό τους ύψος, θα είναι αντιληπτικά ανεξάρτητες αν χρησιμοποιούν διαφορετικά ρυθμικά σχήματα. Δεύτερον, ταυτόχρονοι φθόγγοι που χωρίζονται από ένα μικρό διάστημα δεν παρουσιάζουν απαραίτητα μεγαλύτερη τάση συγχώνευσης από φθόγγους που απέχουν μεταξύ τους περισσότερο. Για παράδειγμα, δύο φθόγγοι που απέχουν κατά μία οκτάβα συγχωνεύονται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από δύο φθόγγους που χωρίζονται από διάστημα δευτέρας (Cambouropoulos, 2006).

3.2.8 - Το μοντέλο των Karydis et al.

Το υπολογιστικό μοντέλο των Karydis et al. (2007α & 2007β) υιοθετεί μία αντιληπτική οπτική της «φωνής», που αντιστοιχεί στην έννοια του ακουστικού ρεύματος. Αυτό συνεπάγεται ότι οι φωνές μπορούν να συνίστανται από περισσότερους του ενός ταυτόχρονους φθόγγους, εφόσον αυτοί γίνονται αντιληπτοί ως μέρη του ίδιου ακουστικού ρεύματος. Έτσι, ο αλγόριθμος μπορεί να διαχωρίσει ένα μουσικό έργο σε λιγότερες φωνές από το συνολικό αριθμό των φθόγγων στην πυκνότερη συγχορδία. Για παράδειγμα, ένα έργο ομοφωνικής υφής μπορεί να διαχωριστεί σε δύο φωνές: στη μελωδία και σε μία συνοδευτική φωνή. Η ενσωμάτωση των φθόγγων στην ίδια φωνή συμβαίνει αυτόματα, σε αντίθεση με το μοντέλο των Kilian & Hoos, το οποίο προϋποθέτει τη ρύθμιση του αριθμού των φωνών από το χρήστη, διαφορετικά ορίζει τον αριθμό των φωνών με βάση το συνολικό αριθμό των φθόγγων στην πυκνότερη συγχορδία. Επίσης, ο αλγόριθμος είναι ικανός να ανιχνεύσει έναν μεταβλητό αριθμό φωνών στο ίδιο κομμάτι αυτόματα, όχι μόνο στις περιπτώσεις που μία μονοφωνική ακολουθία φθόγγων εξαφανίζεται και επανεμφανίζεται αργότερα (όπως για παράδειγμα συμβαίνει συχνά στις φούγκες) αλλά και σε περιπτώσεις έργων που περιέχουν εναλλαγές ομοφωνικών και πολυφωνικών στοιχείων, με συνέπεια τη διαφοροποίηση του αριθμού των αντιληπτών φωνών.

Ο αλγόριθμος ενσωματώνει τις αντιληπτικές αρχές της εγγύτητας των τονικών υψών και της χρονικής εγγύτητας, την αρχή συγχρονισμού της έναρξης των φθόγγων και την αρχή της τονικής συγχώνευσης λόγω της αρμονικότητας. Το πρώτο βήμα για το διαχωρισμό των φωνών είναι ο προσδιορισμός των φθογγικών συνόλων που συγχωνεύονται καθέτως. Στη συνέχεια τα φθογγικά σύνολα διασπώνται και οι φθόγγοι ενσωματώνονται σε οριζόντια ακουστικά ρεύματα. Αυτή η τακτική έρχεται σε αντίθεση με τα περισσότερα υπολογιστικά μοντέλα, τα οποία ξεκινούν ανιχνεύοντας οριζόντιες φθογγικές ακολουθίες.

Κατά τη διαδικασία κάθετης οργάνωσης των φθόγγων, σύμφωνα με την αρχή συγχρονισμού της έναρξης αλλά και της διάρκειας τους, προκύπτει ένα ερώτημα: σε ποιες περιπτώσεις θα πρέπει οι φθόγγοι να συγχωνευθούν, δεδομένου ότι είναι πιθανό ταυτόχρονοι φθόγγοι να ανήκουν σε διαφορετικές φωνές; Για να αποφανθεί σχετικά με τη συγχώνευση ή το διαχωρισμό ενός συνόλου ταυτόχρονων φθόγγων, ο αλγόριθμος εξετάζει ένα χρονικό περιθώριο, πριν και μετά από αυτούς. Αν μέσα σ'

αυτό το χρονικό περιθώριο οι περισσότεροι φθόγγοι έχουν διαφορετικά σημεία έναρξης και τερματισμού, τότε είναι πιθανότερο να πρόκειται για ανεξάρτητες μονοφωνικές ακολουθίες και έτσι οι περιστασιακοί συγχρονισμένοι φθόγγοι δε θα συγχωνευτούν.

Για την αντιστοίχιση των φθόγγων σε οριζόντιες ακολουθίες, χρησιμοποιούνται βαθμοί ποινης, σύμφωνα με τις αρχές της χρονικής εγγύτητας και της εγγύτητας τονικού ύψους. Η διασταύρωση των φωνών αποφεύγεται, ενώ εισάγεται ο κανόνας διατήρησης της ψηλότερης φωνής, σύμφωνα με τον οποίο πρέπει να ελαχιστοποιείται ο κατακερματισμός της ψηλότερης φωνής σε μικρότερες ακολουθίες. Η απόδοση του αλγορίθμου εξετάζεται σε ένα σύνολο δέκα κομματιών για πιάνο, που αποτελούνται από έναν ξεκάθαρο αριθμό ακουστικών ρευμάτων. Τα έξι από τα κομμάτια αυτά έχουν αμιγώς πολυφωνική υφή και αποτελούνται από ανεξάρτητες μονοφωνικές ακολουθίες (τέσσερις φούγκες από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο» και δύο inventions του J.S. Bach), ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα είναι ομοφωνικά (δύο μαζούρκες και ένα βαλς του Chopin, και το “Harmony Club Waltz” του Joplin). Το κομμάτι του Joplin αποτελείται από δύο παράλληλα ομοφωνικά ακουστικά ρεύματα (δύο συγχορδιακές φωνές).

Το δείγμα των κομματιών αυτών επιλέχθηκε με κριτήριο την εξέταση της αποτελεσματικότητας του μοντέλου σε δύο πολύ διαφορετικά στιλ μουσικής υφής. Όλες οι παράμετροι του αλγορίθμου παραμένουν αναλλοίωτες κατά την εφαρμογή του στο σύνολο των κομματιών. Ο αριθμός των ακουστικών ρευμάτων προσδιορίζεται αυτόματα, χωρίς την παρέμβαση του χρήστη. Το γεγονός ότι επιτρέπονται τόσο η κάθετη όσο και η οριζόντια οργάνωση των φθόγγων καθιστά τον αλγόριθμο ικανό να λειτουργεί ικανοποιητικά όχι μόνο στην περίπτωση της πολυφωνικής μουσικής αλλά και σε έργα στα οποία ομοφωνικά και πολυφωνικά στοιχεία αναμιγνύονται. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην περίπτωση των ομοφωνικών έργων του Chopin και του Joplin που εξετάζονται, όλα τα υπόλοιπα μοντέλα θα διαχώριζαν από τέσσερις μέχρι οκτώ (στην περίπτωση του Joplin) διαφορετικές φωνές, οι οποίες όμως δεν έχουν αντιληπτικό αντίκρισμα.

Η δυσκολία που προκύπτει κατά την εφαρμογή των αλγορίθμων διαχωρισμού των φωνών σε έργα που δεν έχουν αμιγώς πολυφωνική υφή, είναι το γεγονός ότι στα έργα

αυτά δεν υπάρχει μία «σωστή» ανάλυση διαχωρισμού των φωνών.²³ Από το συνδυασμό πολυφωνικών και ομοφωνικών στοιχείων συχνά προκύπτουν ασάφειες ως προς τον αριθμό των προσλαμβανόμενων φωνών και ασυμφωνίες ανάμεσα στις αναλύσεις των μουσικολόγων. Έτσι, η ποσοτική επαλήθευση των αποτελεσμάτων του μοντέλου σε τέτοια έργα παρουσιάζει δυσκολίες. Για να ξεπεραστεί αυτό το κώλυμα, προτείνεται μία εκδοχή διαχωρισμού των φωνών, η οποία θεωρούμε ότι είναι αποδεκτή από το σύνολο των αναλυτών και λειτουργεί ως βάση σύγκρισης με τα αποτελέσματα του μοντέλου.

Τα ποσοστά επιτυχούς διαχωρισμού των φωνών από τον αλγόριθμο είναι υψηλά, τόσο στα έργα πολυφωνικής υφής όσο και στα ομοφωνικά (στην περίπτωση μάλιστα της Μαζούρκας Op. 7 αρ. 5 του Chopin το ποσοστό επιτυχίας φτάνει στο 100%). Τα λάθη που εντοπίζονται μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες:

α) Στις περιπτώσεις που ο αριθμός των φωνών αλλάζει, μπορεί να προκύψουν λανθασμένες συνδέσεις εξαιτίας της εγγύτητας του τονικού ύψους. Ανάλογες περιπτώσεις παρουσιάστηκαν κατά την εξέταση των προηγούμενων μοντέλων.

β) Λάθη μπορούν να προκύψουν λόγω των διασταυρώσεων των φωνών, μια που το μοντέλο δεν τις επιτρέπει. Στα σημεία στα οποία οι φωνές διασταυρώνονται, οι φθόγγοι αντιστοιχίζονται σε άλλες φωνές από αυτές στις οποίες ανήκουν.

γ) Οι φθόγγοι που έχουν συγχωνευθεί κάθετα διαχωρίζονται σε φθογγικά υποσύνολα και κατανέμονται σε διαφορετικές φωνές. Κατά τη διαδικασία αυτή μπορεί να προκύψουν σφάλματα στην επιλογή του σημείου διαχωρισμού των συγχωνευμένων φθόγγων.

3.3 – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΦΩΝΩΝ

Παρά τα επιμέρους χαρακτηριστικά κάθε μοντέλου, τα προτερήματα, τις αδυναμίες και τις διαφορές στην απόδοσή τους, μπορούν να διατυπωθούν ορισμένες γενικές παρατηρήσεις και προβληματισμοί που βρίσκουν εφαρμογή στο σύνολο των μοντέλων διαχωρισμού των φωνών. Κατ' αρχήν όλα τα μοντέλα βασίζονται σε ένα

²³ Το ζήτημα αυτό επισημαίνεται και από τον Temperley (2001, σελ. 110), κατά την εξέταση του μοντέλου του σε έργα για ηλεκτροφόρο όργανο της περιόδου Baroque και της κλασικής περιόδου που δεν έχουν πολυφωνική υφή.

σύνολο κανόνων, οι οποίοι πηγάζουν από θεμελιώδεις αντιληπτικές αρχές. Σε πολλές περιπτώσεις η σχετική βαρύτητα των κανόνων καθορίζεται με την αντιστοίχιση αριθμητικών τιμών σε καθέναν από αυτούς. Παρ' όλα αυτά, συχνά προκύπτουν λάθη στην ανάλυση των μοντέλων, ακόμα και όταν λειτουργούν σύμφωνα με τους εισαχθέντες κανόνες. Αυτό συμβαίνει επειδή στη μουσική πράξη οι κανόνες δεν αποτελούν άτεγκτα, απαραβίαστα αξιώματα: οι ίδιοι οι συνθέτες σε ορισμένες περιπτώσεις τους καταστρατηγούν όταν συντρέχει κάποια ιεραρχικά σπουδαιότερη αισθητική αιτία. Όπως αναφέρει ο Marsden: «υπάρχει μία σχέση ανάμεσα στους κανόνες και σε αυτό που ακούγεται ως αποδεκτό» (Marsden, 1992).

Για παράδειγμα, σε όλα τα μοντέλα που εξετάστηκαν εντοπίζεται μία αδυναμία διαχείρισης περιπτώσεων διασταύρωσης των φωνών, καθώς στα σημεία διασταύρωσης οι φθόγγοι αντιστοιχίζονται σε διαφορετικές φωνές από αυτές στις οποίες ανήκουν. Στα περισσότερα μοντέλα ενσωματώνεται κάποιος κανόνας που απαγορεύει τη διασταύρωση των φωνών. Η απαγόρευση αυτή αντικατοπτρίζει την γενικότερη αντιληπτική τάση αποφυγής των διασταυρώσεων, η οποία τεκμηριώνεται από τα ερευνητικά δεδομένα, όπως για παράδειγμα από το πείραμα της Deutsch με τις κλίμακες που διασταυρώνονται.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι διασταυρώσεις των φωνών αποτυπώνονται στο χαρτί, χωρίς όμως να γίνονται αντιληπτές από τους ακροατές. Υπάρχουν όμως και εξαιρέσεις, όπως για παράδειγμα αυτή που απεικονίζεται στο σχήμα 3.7, από τη Φούγκα σε Φα μείζονα BWV 856 του J.S. Bach. Στο απόσπασμα αυτό, η διασταύρωση των φωνών στο μέτρο 6 γίνεται εύκολα αντιληπτή από τους ακροατές επειδή η ψηλότερη φωνή φέρει το θέμα, το οποίο έχει ήδη ακουστεί λίγα μέτρα νωρίτερα στο ξεκίνημα του κομματιού από τη δεύτερη φωνή και αποτελεί τον πυρήνα του έργου. Ένα ανάλογο παράδειγμα παραθέτει ο Marsden (1992), επισημαίνοντας ότι αυτές οι περιπτώσεις μπορούν να θεωρηθούν ως εφαρμογή της αρχής Gestalt της ομαλής συνέχειας. Όταν ένα σχήμα εδραιωθεί αντιληπτικά, τείνουμε να οργανώσουμε τους φθόγγους κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέψουμε στο σχήμα αυτό να συνεχιστεί.

Η ενσωμάτωση αυτής της αρχής σε ένα υπολογιστικό μοντέλο είναι ιδιαίτερη πολύπλοκη, καθώς είναι δύσκολο να ορίσουμε a priori τι μπορεί να θεωρηθεί ως ομαλή συνέχεια. Μπορεί, για παράδειγμα, να εξαρτάται και από αρμονικούς παράγοντες, οι οποίοι δε λαμβάνονται υπ' όψιν από τα μοντέλα (Marsden, 1992). Μία τέτοια περίπτωση απεικονίζεται στο σχήμα 3.8. Οι φθόγγοι Σολ, Φα, Μι είναι



Σχήμα 3.8 Μέτρα 4-8 από τη Φούγκα σε Φα μείζονα BWV 856 του J.S. Bach από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο».

πιθανότερο να ενοποιηθούν αντιληπτικά σε μία οριζόντια ακολουθία στο παράδειγμα 3.9β, παρά στο 3.9α. Αυτό συμβαίνει επειδή στο παράδειγμα 3.9β το Φα είναι διάφωνο και η λύση του στο Μι στην επόμενη συγχορδία γίνεται αντιληπτή ως «ομαλή συνέχεια». Αυτή η αρμονική σχέση απουσιάζει στο παράδειγμα 3.8α, στο οποίο όλες οι συγχορδίες έχουν σύμφωνο χαρακτήρα.



α

β

Σχήμα 3.9 Το παράδειγμα αυτό καταδεικνύει την επίδραση αρμονικών παραγόντων στην αντίληψη των φωνών. Οι φθόγγοι Σολ, Φα, Μι είναι πιθανότερο να γίνουν αντιληπτοί ως μία ακολουθία στην περίπτωση (β), λόγω του διάφωνου χαρακτήρα της δεύτερης συγχορδίας, στο πλαίσιο της οποίας το Φα χρειάζεται λύση προς το Μι που ακολουθεί στην επόμενη συγχορδία (Marsden, 1992).

Οι είσοδοι των θεμάτων στις φούγκες από διαφορετικό κάθε φορά τονικό ύψος, καθώς και η χρήση μιμητικών σχημάτων και μοτιβικών παραλληλισμών αποτελούν ιδιαίτερα προσφιλείς συνθετικές τεχνικές, οι οποίες συμβάλλουν στην ενότητα και στην ομοιογένεια των έργων, παρέχοντας στους ακροατές ενδείξεις για τον αντιληπτικό διαχωρισμό των φωνών. Στο παράδειγμα 3.10 παρατίθεται ένα απόσπασμα από τη Φούγκα σε Σολ ελάσσονα BWV 861 του Bach, στο οποίο

χρησιμοποιείται η τεχνική του *stretto*, δηλαδή διαδοχικές επικαλυπτόμενες είσοδοι του θέματος από δύο ή περισσότερες φωνές.

Αρχικά το θέμα εισάγεται στην πρώτη φωνή στο μέτρο 28, έπειτα από μισό μέτρο εισάγεται στην τρίτη φωνή χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η έκθεση του από την πρώτη φωνή και έπειτα από μισό μέτρο ακόμα εισάγεται στην τέταρτη φωνή. Σε αντίθεση με τις δύο πρώτες εμφανίσεις του θέματος που είναι ολοκληρωμένες, η τρίτη περιλαμβάνει μόνο την κεφαλή του. Ο ακροατής, έχοντας ήδη εξοικειωθεί με το θέμα της φούγκας, χρησιμοποιεί αυτές τις διαδοχικές εισόδους ως κριτήριο διαχωρισμού των φωνών. Επίσης, το θέμα μιας φούγκας συχνά υφίσταται μετασχηματισμούς (αλλαγή κάποιων διαστημάτων, ρυθμική τροποποίηση, σμίκρυνση, μεγέθυνση κ.λ.π.), παραμένοντας όμως αντιληπτικά αναγνωρίσιμο. Η ενσωμάτωση τέτοιων φαινομένων σε υπολογιστικά μοντέλα με συστηματικό τρόπο παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες.



Σχήμα 3.10 Μέτρα 28-29 από την τετράφωνη φούγκα σε Σολ ελάσσονα BWV 861 του J.S. Bach από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο».

Ένα μεγάλο ποσοστό σφαλμάτων όλων των μοντέλων οφείλεται σε λανθασμένες φθογγικές συνδέσεις που προκύπτουν από τη χρήση μεγάλων διαστημάτων έπειτα από μία παύση. Μία χαρακτηριστική περίπτωση είναι αυτή του σχήματος 3.11, από τη Φούγκα σε Ντο μείζονα BWV 846 του Bach, η οποία επισημαίνεται από τον Temperley (2001) και από τους Kilian & Hoos (2002). Στο μέτρο 10, έπειτα από την παύση της άλτο και του τενόρου, όλα τα μοντέλα αντιστοιχίζουν λανθασμένα το Ρε που ακολουθεί στη φωνή του τενόρου αντί στην άλτο στην οποία ανήκει, λόγω της μεγαλύτερης εγγύτητας του με το Σολ της φωνής του τενόρου. Η επιλογή αυτή επιφέρει λιγότερους βαθμούς ποινής με βάση το κριτήριο της εγγύτητας. Το

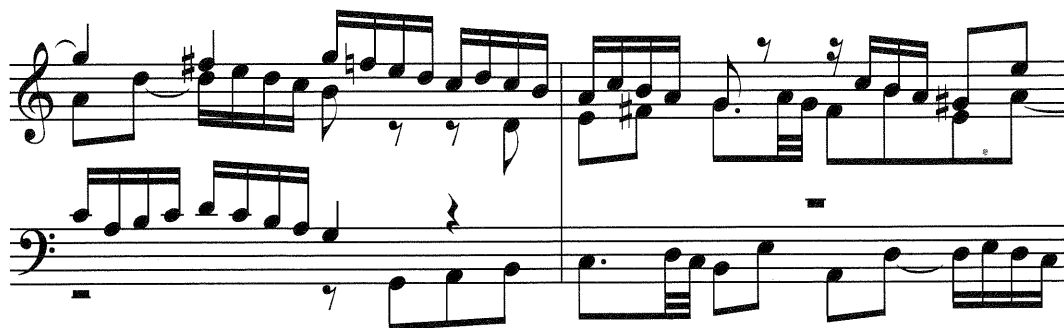


Σχήμα 3.10 Μέτρα 10-11 από την τετράφωνη φούγκα σε Ντο μείζονα BWV 846 του Bach από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο».

πρόβλημα σε τέτοιες περιπτώσεις παραμένει άλυτο καθώς, όπως αναφέρουν οι Kilian & Hoos (2002), λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο το μουσικό κείμενο και αγνοώντας πληροφορίες για άλλες παραμέτρους (π.χ. σχετικά με το μουσικό στιλ), δεν υπάρχει λόγος να προτιμηθεί κάποιος άλλος πιθανός διαχωρισμός των φωνών.

Καταστάσεις σαν την παραπάνω θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα στην περίπτωση έργων με ηχοχρωματική διαφοροποίηση, δηλαδή στα οποία κάθε μελωδική γραμμή ανατίθεται σε ένα διαφορετικό μουσικό όργανο, όπως π.χ. συμβαίνει στην ορχηστρική μουσική. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.4.4.2, το ηχόχρωμα αποτελεί ισχυρό κριτήριο οργάνωσης των φθόγγων στην πολυφωνική μουσική, ακόμα και σε περιπτώσεις διασταύρωσης των φωνών. Η πιθανότητα εφαρμογής των υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού φωνών σε έργα με ηχοχρωματική διαφοροποίηση των μερών φαίνεται ενδιαφέρουσα, όμως όπως επισημαίνει ο Temperley (2001) το ερώτημα που ανακύπτει είναι με ποιον τρόπο μπορεί το ηχόχρωμα να κωδικοποιηθεί ώστε να εισαχθεί ως παράμετρος σε ένα μοντέλο.

Οι αλγόριθμοι διαχωρισμού των φωνών λειτουργούν με βάση ένα σύνολο κανόνων, τους οποίους προσπαθούν να ικανοποιήσουν στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Ωστόσο, η ακρόαση ενός μουσικού έργου είναι μία πολύ πιο σύνθετη διαδικασία, η οποία πέρα από την πρωτογενή οργάνωση των ηχητικών γεγονότων περιλαμβάνει επίσης γνωστικούς μηχανισμούς και εξαρτάται από την προϋπάρχουσα αποθηκευμένη γνώση. Ένα τέτοιο παράδειγμα αναφέρεται από τους Kirilin & Utgoff (2005), με αφορμή την εξέταση ενός αποσπάσματος από την Ciaccona σε Re ελάσσονα του J.S. Bach για σόλο βιολί. Η ciaccona είναι ένα είδος κομματιού που γράφεται σε τρίσημο ρυθμό και βασίζεται σε ένα θέμα που παρουσιάζεται στον



Σχήμα 3.10 Μέτρα 10-11 από την τετράφωνη φούγκα σε Ντο μείζονα BWV 846 του Bach από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο».

πρόβλημα σε τέτοιες περιπτώσεις παραμένει άλυτο καθώς, όπως αναφέρουν οι Kilian & Hoos (2002), λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο το μουσικό κείμενο και αγνοώντας πληροφορίες για άλλες παραμέτρους (π.χ. σχετικά με το μουσικό στυλ), δεν υπάρχει λόγος να προτιμηθεί κάποιος άλλος πιθανός διαχωρισμός των φωνών.

Καταστάσεις σαν την παραπάνω θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα στην περίπτωση έργων με ηχοχρωματική διαφοροποίηση, δηλαδή στα οποία κάθε μελωδική γραμμή ανατίθεται σε ένα διαφορετικό μουσικό όργανο, όπως π.χ. συμβαίνει στην ορχηστρική μουσική. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.4.4.2, το ηχόχρωμα αποτελεί ισχυρό κριτήριο οργάνωσης των φθόγγων στην πολυφωνική μουσική, ακόμα και σε περιπτώσεις διασταύρωσης των φωνών. Η πιθανότητα εφαρμογής των υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού φωνών σε έργα με ηχοχρωματική διαφοροποίηση των μερών φαίνεται ενδιαφέρουσα, όμως όπως επισημαίνει ο Temperley (2001) το ερώτημα που ανακύπτει είναι με ποιον τρόπο μπορεί το ηχόχρωμα να κωδικοποιηθεί ώστε να εισαχθεί ως παράμετρος σε ένα μοντέλο.

Οι αλγόριθμοι διαχωρισμού των φωνών λειτουργούν με βάση ένα σύνολο κανόνων, τους οποίους προσπαθούν να ικανοποιήσουν στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Ωστόσο, η ακρόαση ενός μουσικού έργου είναι μία πολύ πιο σύνθετη διαδικασία, η οποία πέρα από την πρωτογενή οργάνωση των ηχητικών γεγονότων περιλαμβάνει επίσης γνωστικούς μηχανισμούς και εξαρτάται από την προϋπάρχουσα αποθηκευμένη γνώση. Ένα τέτοιο παράδειγμα αναφέρεται από τους Kirilina & Utgoff (2005), με αφορμή την εξέταση ενός αποσπάσματος από την Ciaccona σε Ρε ελάσσονα του J.S. Bach για σόλο βιολί. Η ciaccona είναι ένα είδος κομματιού που γράφεται σε τρίσημο ρυθμό και βασίζεται σε ένα θέμα που παρουσιάζεται στον

μπάσο, το οποίο επαναλαμβάνεται και παραλλάσσεται. Ο προσδιορισμός “ciaccona” μπορεί να προδιαθέσει σε μεγάλο βαθμό τον εκπαιδευμένο ακροατή, ο οποίος γνωρίζει εκ των προτέρων τη δομή του έργου και τη φωνή στην οποία εκτίθεται το βασικό θέμα.

Η ζωντανή παρακολούθηση ενός οργανικού συνόλου (ή ακόμη και η ακρόαση μιας στερεοφωνικής ηχογράφησης) παρέχει επιπρόσθετες πληροφορίες στον ακροατή για το διαχωρισμό των ηχητικών πηγών, ακόμα και όταν ο βαθμός ηχοχρωματικής διαφοροποίησης είναι χαμηλός. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός κουαρτέτου εγχόρδων, ο ακροατής προσλαμβάνει οπτικές ενδείξεις σχετικά με το μέρος του κάθε εκτελεστή, οι οποίες συμβάλλουν στην αντιληπτική διαχωρισσιμότητα των ακουστικών ρευμάτων, ιδιαίτερα όταν τα μέρη των εκτελεστών επικαλύπτονται ως προς το τονικό τους ύψος. Τα υπολογιστικά μοντέλα αποτελούν μία απλουστευτική προσέγγιση του τρόπου με τον οποίο οργανώνουμε τους ήχους, λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο τις παραμέτρους του χρόνου και του τονικού ύψους και παραβλέποντας άλλες, όπως π.χ. της χωρικής και της ηχοχρωματικής διαφοροποίησης ή των αρμονικών συσχετισμών μεταξύ των φωνών, οι οποίες είναι δύσκολο να περιγραφούν με συστηματικό τρόπο με τη μορφή ενός συνόλου κανόνων.

Όπως αναφέρει ο Marsden (1992): «Η αντίληψη μας για τις μουσικές φωνές δεν εξαρτάται μόνο από την εγγύτητα αλλά και από ρυθμικούς και αρμονικούς παράγοντες, από τις μοτιβικές σχέσεις και από άλλες παραμέτρους. Για το λόγο αυτό πρέπει ίσως να αμφιβάλλουμε για το κατά πόσο είναι δυνατός ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου μοντέλου της αντίληψης των φωνών, χωρίς να έχει σχεδιαστεί επίσης ένα ολοκληρωμένο μοντέλο προσομοίωσης της διαδικασίας της ακρόασης». Παρ' όλα αυτά, τα υπολογιστικά μοντέλα διαχωρισμού των φωνών αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο σε υπολογιστικές εφαρμογές, παρέχοντας νέες προοπτικές στους τομείς της ανάκτησης πληροφοριών ή της αυτοματοποιημένης μουσικής ανάλυσης. Γι' αυτό η περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης τους και η ενσωμάτωση νέων χαρακτηριστικών που θα τα καταστήσει ικανά να προσομοιώνουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την ανθρώπινη αντίληψη, συνιστά μία πρόκληση για τους ερευνητές.

4. ΕΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΥΡΕΣΗΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται το υπολογιστικό μοντέλο διαχωρισμού φωνών των Rafailidis et al. (2008), ο τρόπος λειτουργίας του οποίου το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα μοντέλα που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το συγκεκριμένο μοντέλο εφαρμόζει μία διαδικασία κατάτμησης της μουσικής επιφάνειας, τόσο στον οριζόντιο όσο και στον κάθετο άξονα, ομαδοποιώντας τους διαδοχικούς ή ταυτόχρονους φθόγγους σε συνεκτικά σύνολα, τα οποία χαρακτηρίζονται ως *τμήματα ακουστικών ρευμάτων* (stream segments). Το βασικό του πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί εξίσου αποτελεσματικά σε έργα πολυφωνικής και ομοφωνικής υφής, όπως επίσης και σε έργα στα οποία η υφή δεν είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκειά τους. Το μοντέλο εφαρμόζεται σε ένα δείγμα αποσπασμάτων από έργα για πιάνο, τα οποία παρουσιάζουν ποικιλία ως προς την υφή τους. Τα αποτελέσματα του αξιολογούνται ποιοτικά σε σύγκριση με μια μουσικολογική εκδοχή διαχωρισμού των φωνών κάθε έργου.

4.1 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Οι αλγόριθμοι διαχωρισμού φωνών που εξετάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο αποσκοπούν στο διαχωρισμό της πολυφωνικής μουσικής σε ξεχωριστές, διακριτές φωνές. Κοινό χαρακτηριστικό τους αποτελεί η θεώρηση ότι η «φωνή» είναι μία μονοφωνική ακολουθία διαδοχικών μη επικαλυπτόμενων μουσικών τόνων. Εξαίρεση αποτελούν τα μοντέλα των Kilian & Hoos (2002) και των Karydis et al. (2007). Το πρώτο επιτρέπει την ενσωμάτωση ταυτόχρονων φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, σε περίπτωση που καθοριστεί από το χρήστη ένας αριθμός φωνών μικρότερος από το μέγιστο αριθμό ταυτόχρονων φθόγγων, ενώ το δεύτερο υιοθετεί μία αντιληπτική οπτική της «φωνής», που αντιστοιχεί στην έννοια του ακουστικού ρεύματος και διαχωρίζει αυτόματα το μουσικό κείμενο σε αντιληπτές φωνές, οι οποίες μπορεί να είναι λιγότερες από το μέγιστο αριθμό των φθόγγων στην πυκνότερη συγχορδία. Ένα άλλο κοινό γνώρισμα αυτών των μοντέλων είναι ότι πρώτα ανιχνεύουν και προσδιορίζουν τις φωνές ενός έργου (ή τουλάχιστον τη βασική μελωδική γραμμή) και

έπειτα κατατέμνουν τις διάφορες φωνές σε μικρότερα τμήματα (Rafailidis et al., 2008).

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αλγόριθμοι προϋποθέτουν ότι τα μουσικά έργα περιλαμβάνουν έναν σταθερό αριθμό φωνών που εξελίσσονται καθ' όλη τη διάρκεια τους, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι μία φωνή μπορεί να διακοπεί προσωρινά για κάποιο χρονικό διάστημα και να επανεμφανιστεί αργότερα στο κομμάτι. Για το λόγο αυτόν, η λειτουργία των αλγορίθμων συνήθως εξετάζεται σε έργα που αποτελούνται από έναν αμετάβλητο αριθμό φωνών, όπως οι φούγκες, τα κουαρτέτα εγχόρδων ή τα τραγούδια (που περιλαμβάνουν μία μελωδική γραμμή και ένα συνοδευτικό σχήμα που αποτελεί και το αρμονικό υπόβαθρο του έργου). Μία τέτοια θεώρηση εντούτοις είναι περιοριστική, καθώς αποκλείει έναν σημαντικό αριθμό μουσικών έργων που συντίθενται από μία μίξη ομοφωνικών, πολυφωνικών και ετεροφωνικών στοιχείων και έτσι δεν επιτρέπουν στον ακροατή να παρακολουθήσει έναν συγκεκριμένο αριθμό ακουστικών ρευμάτων που διατρέχουν όλο το κομμάτι. Το γεγονός αυτό βρίσκεται στη βάση του υπολογιστικού μοντέλου των Rafailidis et al. (2008), το οποίο εισάγει μία νέα μουσικολογική έννοια, αυτή των *τμημάτων ακουστικών ρευμάτων* (stream segments).

Τα τμήματα ακουστικών ρευμάτων αποτελούνται από έναν μικρό αριθμό φθόγγων, οι οποίοι οργανώνονται μαζί, τόσο ως προς την οριζόντια όσο και ως προς την κάθετη διάσταση, συγκροτώντας ένα συνεκτικό σύνολο που διαχωρίζεται αντιληπτικά από άλλους γειτονικούς φθόγγους. Τα φθογγικά σύνολα διαχωρίζονται οριζοντίως από άλλα ταυτόχρονα ακουστικά ρεύματα και καθέτως από τις παρακείμενες μουσικές ακολουθίες. Μπορούν να οργανωθούν σε ευρύτερα ακουστικά ρεύματα, στην περίπτωση που τα ακουστικά ρεύματα παραμένουν σταθερά για μία χρονική περίοδο ή μπορούν να αποτελέσουν αυτόνομες μουσικές μονάδες. Το κυριότερο πλεονέκτημα της υιοθέτησης της έννοιας των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων είναι η εφαρμογή τους σε ποικίλης μουσικής υφής έργα και όχι μόνο σε περιπτώσεις κομματιών που απαρτίζονται από έναν σταθερό αριθμό φωνών. Το γεγονός ότι η κατάτμηση της μουσικής επιφάνειας αφορά τόσο τον οριζόντιο όσο και τον κατακόρυφο άξονα συμβαδίζει με τη δυσπόστατη φύση των ακουστικών ρευμάτων (Cambouropoulos, 2006), κάτι που δε λαμβάνεται υπ' όψιν από τα περισσότερα υπολογιστικά μοντέλα.

Η οργάνωση των φθόγγων σε τμήματα ακουστικών ρευμάτων απορρέει από τους ίδιους γνωστικούς μηχανισμούς που επιτρέπουν την οργάνωση των ηχητικών

γεγονότων σε σύνολα Gestalt, με βάση ορισμένες πρωτογενείς αντιληπτικές αρχές, όπως για παράδειγμα οι αρχές της εγγύτητας και της ομοιότητας. Ο αλγόριθμος των Rafailidis et al. (2008) ενσωματώνει ένα σύνολο θεμελιωδών ακουστικών αρχών: τις αρχές συγχρονισμού της έναρξης των φθόγγων και της ακουστικής συνέχειας όσον αφορά το χρονικό σκέλος, καθώς επίσης και τις αρχές της εγγύτητας, της τονικής συγχώνευσης των φθόγγων λόγω της αρμονικότητας και της συγχώνευσης λόγω της παράλληλης κίνησης των διαστημάτων, όσον αφορά την παράμετρο του τονικού ύψους. Ταυτόχρονοι ή διαδοχικοί φθόγγοι ενσωματώνονται στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος όταν εκπληρώνονται οι παραπάνω αρχές. Στην αντίθετη περίπτωση, εισάγονται όρια διαχωρισμού των τμημάτων. Ο αλγόριθμος επεξεργάζεται τα μουσικά δεδομένα σε κβαντισμένη piano-roll σημειογραφία.

4.2 – ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΣΕ ΕΝΑ ΔΕΙΓΜΑ ΕΡΓΩΝ ΓΙΑ ΠΙΑΝΟ

Κατά τη διαδικασία οριζόντιας και κάθετης κατάτμησης της μουσικής επιφάνειας από τον αλγόριθμο, λαμβάνονται υπ' όψιν μόνο οι παράμετροι του τονικού ύψους και του χρόνου, ενώ θεωρείται ότι τα μουσικά έργα δεν παρουσιάζουν ηχοχρωματικές ή χωρικές διαφοροποιήσεις. Η μουσική για πιάνο είναι συνεπής με την παραπάνω προϋπόθεση, καθώς παρουσιάζει ηχοχρωματική ομοιογένεια ενώ παράλληλα απουσιάζει από αυτήν το στοιχείο της χωρικής διαφοροποίησης (εφόσον πρόκειται για ένα μόνο όργανο). Επιπλέον, παρέχει μία πληθώρα εκφραστικών δυνατοτήτων όσον αφορά το μουσικό στίλ και τη διαφοροποίηση της υφής. Για το λόγο αυτόν, ο αλγόριθμος εφαρμόζεται σε ένα δείγμα αποσπασμάτων από έργα για πιάνο, που παρουσιάζουν ποικιλία ως προς την υφή τους, ώστε να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα του σε διαφορετικά μουσικά στίλ. Τα αποσπάσματα έχουν επιλεγεί από τα εξής έργα: τη Φούγκα σε Φα# ελάσσονα BWV 859 του J.S. Bach, τις Σονάτες op. 2 αρ. 1, op. 13 («Παθητική») και op. 31 αρ. 3 του Beethoven, τις Μαζούρκες op. 6 αρ. 2, op. 7 αρ. 5 και το Βαλς op. 69 αρ. 2 του Chopin (η Μαζούρκα op. 7 αρ. 5 εξετάζεται ολόκληρη).

Για την επαλήθευση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων του μοντέλου χρησιμοποιείται ως βάση σύγκρισης η ανάλυση των αποσπασμάτων από έναν μουσικό αναλυτή. Όπως επισημάνθηκε στην ενότητα 3.2.8, ο προσδιορισμός μιας κοινώς αποδεκτής ανάλυσης παρουσιάζει δυσκολίες, καθώς είναι δυνατόν να

προταθούν διαφορετικές πιθανές εκδοχές. Ωστόσο, για να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της λειτουργίας του αλγορίθμου, χρησιμοποιείται μία προτεινόμενη πιθανή εκδοχή διαχωρισμού τμημάτων ακουστικών ρευμάτων, η οποία θεωρούμε ότι είναι αποδεκτή από τους μουσικολόγους/αναλυτές. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, υπολογίζεται ο βαθμός σύμπτωσης της οργάνωσης των φθόγγων σε τμήματα ακουστικών ρευμάτων μεταξύ των αναλύσεων του αλγορίθμου και των μουσικολογικών αναλύσεων των κομματιών. Για συγκριτικούς λόγους, εξετάζεται επίσης μια εναλλακτική μέθοδος κατάτμησης που βασίζεται σε έναν *αλγόριθμο ιεραρχικής οργάνωσης φθογγικών συμπλεγμάτων* (hierarchical clustering algorithm).

Στον πίνακα 1, παρατίθενται τα ποσοστά επιτυχούς διαχωρισμού τμημάτων ακουστικών ρευμάτων των μουσικών έργων που αναφέρθηκαν παραπάνω από τον προτεινόμενο αλγόριθμο (ο οποίος αναφέρεται ως kNNClust) και από τον εναλλακτικό (HierClust). Όπως μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε, ο προτεινόμενος αλγόριθμος παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερη ακρίβεια:

Έργο	kNNClust	HierClust
J.S. Bach, Φούγκα αρ. 14 BWV 859	0.84	0.73
Beethoven, Σονάτα op. 2 αρ. 1	0.82	0.59
Beethoven, Σονάτα op. 13	0.84	0.60
Beethoven, Σονάτα op. 31 αρ. 3	0.96	0.82
Chopin, Μαζούρκα op. 6 αρ. 2	0.83	0.75
Chopin, Μαζούρκα op. 7 αρ. 5	0.86	0.62
Chopin, Βαλς op. 69 αρ. 2	0.94	0.51

Πίνακας 1 Τα ποσοστά σύμπτωσης των αποτελεσμάτων των αλγορίθμων σε σχέση με τη μουσικολογική ανάλυση, σε κλίμακα από 0 (μηδενική σύμπτωση) ως 1 (πλήρης ταύτιση).

Ο αλγόριθμος εξετάζεται επίσης σε ένα δείγμα έργων με ετερογενή μουσική υφή που χρησιμοποιήθηκαν για το μοντέλο των Karydis et al. (2007). Επειδή το μοντέλο αυτό δεν εξάγει τμήματα ακουστικών ρευμάτων αλλά φωνές, για να εκτιμηθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του αλγορίθμου των Rafailidis et al. (2008) εξετάστηκε κατά πόσο οι φθόγγοι που απαρτίζουν κάθε τμήμα ακουστικού ρεύματος βρίσκονται εντός της ίδιας φωνής ή μεταξύ διαφορετικών φωνών. Αν οι φθόγγοι που συγκροτούν ένα τμήμα ακουστικού ρεύματος έχουν μοιραστεί σε διαφορετικές φωνές, επιβάλλονται βαθμοί ποινής. Τα ποσοστά λάθους, που παρατίθενται στον πίνακα 2, είναι αρκετά χαμηλά σε όλα τα μουσικά έργα:

Έργο	kNNClust
J.S. Bach, Φούγκα αρ. 1 BWV 846	0.14
J.S. Bach, Φούγκα αρ. 7 BWV 852	0.09
J.S. Bach, Φούγκα αρ. 11 BWV 856	0.10
J.S. Bach, Φούγκα αρ. 14 BWV 859	0.09
Chopin, Μαζούρκα αρ. 6 αρ. 2	0.02
Chopin, Μαζούρκα αρ. 7 αρ. 5	0.00
Chopin, Βαλς αρ. 64 αρ. 1	0.09
Joplin, Harmony Club Waltz	0.02

Πίνακας 2 Ποσοστά λάθους στην αντιστοίχιση των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων σε φωνές σε κλίμακα από 0 (μηδενικό ποσοστό λάθους) ως 1 (μέγιστη απόκλιση από το διαχωρισμό των φωνών).

Ακολουθεί μία αναλυτική ποιοτική εξέταση των αποτελεσμάτων του μοντέλου για τα επτά μουσικά έργα για πιάνο του πίνακα 1. Αριστερά παρατίθεται ο μουσικολογικός διαχωρισμός των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων και δεξιά η ανάλυση του αλγορίθμου, ώστε να διευκολύνεται η αντιπαραβολή τους. Εξετάζεται, επίσης, κατά πόσο ορισμένες παρεκκλίσεις του αλγορίθμου από τη μουσικολογική ανάλυση μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτές με βάση αντιληπτικά κριτήρια, ενώ λαμβάνεται υπ' όψιν και το γεγονός ότι σε κάποιες περιπτώσεις η αντίληψη των ακουστικών ρευμάτων ενός έργου επηρεάζεται και από ερμηνευτικές παραμέτρους. Το γεγονός ότι τα κομμάτια παρουσιάζουν μεταξύ τους σημαντικές διαφορές όσον αφορά το μουσικό στίλ, επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη αποτίμηση της λειτουργίας του μοντέλου.

Das Wohltemperierte Klavier
Buch I

Fuga XIV

BWV 859

J. S. BACH
(1685-1750)

A 4 voci

5

9

12

15

Σχήμα 4.1α Μουσικολογικός διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων σε απόσπασμα από τη Φούγκα αρ. 14 σε Φα# ελάσσονα BWV 859 του J.S. Bach, από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο» (μ. 1-16).

Das Wohltemperierte Klavier
Buch I

Fuga XIV

J. S. BACH
(1685-1750)

A 4 voci

BWV 859

The image displays a musical score for Fuga XIV, BWV 859 by J.S. Bach. The score is written for a grand piano (A 4 voci) in the key of A major (two sharps) and 4/4 time. It consists of five systems of music, each with a treble and bass clef staff. The first system shows the beginning of the piece. The second system starts at measure 5 and includes a double bar line with a fermata above it. The third system starts at measure 9 and includes a double bar line with a fermata below it. The fourth system starts at measure 12. The fifth system starts at measure 15. The score is a complex fugue with multiple voices and intricate counterpoint.

Σχήμα 4.1β Διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων από τον αλγόριθμο των Rafailidis et al. (2008) σε απόσπασμα από τη Φούγκα αρ. 14 σε Φα# ελάσσονα BWV 859 του J.S. Bach, από το «Καλώς Συγκρασημένο Κλειδοκύμβαλο» (μ. 1-16).

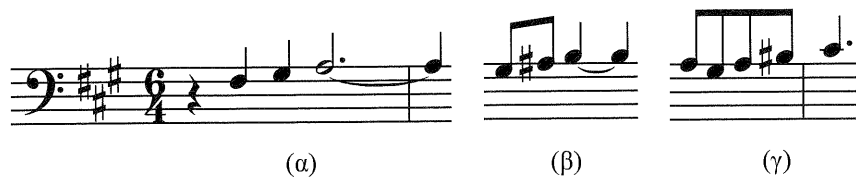
4.2.1 - J.S. Bach, Φούγκα αρ. 14 σε Φα# ελάσσονα BWV 859, από το «Καλώς Συγκερασμένο Κλειδοκύμβαλο»

Οι φούγκες του Bach αποτελούν χαρακτηριστικές περιπτώσεις συνθέσεων με αμιγώς πολυφωνική υφή, στις οποίες ένας σταθερός αριθμός φωνών διατηρείται από την αρχή ως το τέλος του έργου. Βέβαια, σε πολλές περιπτώσεις μία φωνή μπορεί να παύεται προσωρινά (ακόμα και για μια σχετικά μεγάλη χρονική περίοδο) και να επανεμφανίζεται αργότερα ή να εισάγεται για πρώτη φορά πολλά μέτρα μετά την έναρξη του έργου. Όλες οι φωνές του πολυφωνικού πλέγματος έχουν την ίδια βαρύτητα, διακρίνονται από μελωδική και ρυθμική αυτοτέλεια και παρουσιάζουν υψηλό βαθμό αντιληπτικής ανεξαρτησίας, λόγω της αποφυγής συγχρονισμού της έναρξης των φθόγγων και της ρυθμικής τους διαφοροποίησης. Παράλληλα, όμως, συνδέονται μεταξύ τους στον κατακόρυφο άξονα, σχηματίζοντας το αρμονικό υπόβαθρο του κομματιού.

Ένας προβληματισμός που ανακύπτει σχετικά με τα έργα αντιστικτικής γραφής είναι ότι ο διαχωρισμός του μουσικού κειμένου σε τμήματα ακουστικών ρευμάτων μοιάζει αυθαίρετος, επειδή είναι δύσκολο να οριοθετηθούν οι φωνές και να προσδιοριστούν καταληκτικά σημεία. Ωστόσο, για να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της λειτουργίας του αλγορίθμου, μπορούμε να χωρίσουμε κάθε φωνή σε μικρές φράσεις που έχουν μουσικό νόημα, που καταλήγουν για παράδειγμα σε ισχυρό μέρος του μέτρου ή σε φθόγγους μεγάλης διάρκειας. Ο προτεινόμενος διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων δεν είναι ο μοναδικός ορθός. Σε ορισμένα σημεία θα μπορούσαν να προταθούν εναλλακτικές εκδοχές ομαδοποίησης των φθόγγων, με μικρές αποκλίσεις σε ορισμένα σημεία.

Όσον αφορά την ανάλυση της τετράφωνης φούγκας σε Φα# ελάσσονα BWV 859 του Bach από τον αλγόριθμο, μπορούν να γίνουν οι εξής επισημάνσεις:

- Το θέμα, που αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα του έργου, μπορεί να χωριστεί σε δύο τμήματα: στην κεφαλή, η οποία συνίσταται από μία χρωματική άνοδο προς την δεσπόζουσα (πέμπτη μελωδική βαθμίδα της κλίμακας) και στην ουρά, η οποία συνίσταται από μία διατονική κάθοδο προς την τονική. Η κεφαλή μπορεί να χωριστεί περαιτέρω σε τρεις επιμέρους μικρότερες φράσεις, κάθε μία εκ των οποίων καταλήγει ψηλότερα από την προηγούμενη κατά μία μελωδική βαθμίδα, προσεγγίζοντας τη δεσπόζουσα (σχήμα 4.1γ). Ο αλγόριθμος διαχωρίζει σωστά το θέμα σε τέσσερις φράσεις.



κεφαλή



ουρά

Σχήμα 4.1γ Διαχωρισμός του θέματος της φούγκας αρ. 14 σε Φα# ελάσσονα BWV 859 του J.S. Bach σε κεφαλή και ουρά. Η κεφαλή μπορεί να χωριστεί σε τρεις επιμέρους μικρότερες φράσεις.

- Στο μέσο του μέτρου 6 εντοπίζεται μία λανθασμένη κατάτμηση σε δύο μικρότερα τμήματα της φράσης του τενόρου που καταλήγει στο παρεστιγμένο τέταρτο Ντο# του μέτρου 7. Αυτό συμβαίνει επειδή το ήμισυ Ντο# του μέτρου 6 εκλαμβάνεται από τον αλγόριθμο ως σημείο κατάληξης της φράσης, λόγω της μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας του. Ωστόσο ένας τέτοιος διαχωρισμός δεν είναι σωστός, λόγω του διάφωνου αρμονικού χαρακτήρα του διαστήματος δεύτερης μικρής που σχηματίζει το ήμισυ Ντο# με το Ρε# της άλτο. Όπως είναι προφανές, η φράση δεν μπορεί να διακοπεί στο σημείο τριβής, προτού επέλθει η λύση του διάφωνου διαστήματος στο διάστημα της τρίτης μικρής, στο τέλος του μέτρου 6 και η κατάληξη του προσαγωγέα στο Ντο# στην αρχή του μέτρου 7. Ο αλγόριθμος, βεβαίως, δεν ενσωματώνει αρμονικά κριτήρια για το διαχωρισμό των τμημάτων.
- Το όγδοο Ντο# της άλτο, στην αρχή του μέτρου 7, είναι προτιμότερο να συμπεριληφθεί στο προηγούμενο τμήμα ακουστικού ρεύματος του μέτρου 6, επειδή αποτελεί την κατάληξη του θέματος αλλά και για λόγους ομοιομορφίας των σχημάτων ανιούσας μελωδικής που χρησιμοποιούνται σε μορφή αλυσίδας από τις δύο φωνές στο μέτρο 7, τα οποία πηγάζουν από την τρίτη φράση της κεφαλής του θέματος.
- Στην αρχή του μέτρου 9, το παρεστιγμένο Σι ήμισυ της φωνής του τενόρου ενσωματώνεται λανθασμένα στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος με τους φθόγγους της άλτο, ενώ στην πραγματικότητα αποτελεί την κατάληξη της

φράσης του τενόρου από το προηγούμενο μέτρο. Επίσης, στο μέσο του μέτρου 9, συγχωνεύονται στο ίδιο τμήμα οι ανεξάρτητες αντιληπτικά φωνές του τενόρου και του μπάσου. Στο σημείο αυτό, μάλιστα, η διαχωριστικότητα των φωνών ενισχύεται από το γεγονός ότι στον μπάσο παρουσιάζεται το θέμα, με το οποίο είναι ήδη εξοικειωμένος ο ακροατής, κάτι που διευκολύνει την αντιληπτική του «απόσπαση». Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.3, η ενσωμάτωση στα υπολογιστικά μοντέλα κανόνων για την αναγνώριση του θέματος ή μιμητικών σχημάτων παρουσιάζει δυσκολίες.

- Στην αρχή του μέτρου 10, ο αλγόριθμος ενσωματώνει στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος τους φθόγγους του τενόρου και της άλτο, λόγω της παράλληλης κίνησης τους σε διαστήματα τρίτης. Στη συνέχεια του μέτρου, ομαδοποιεί τους φθόγγους των δύο φωνών με κριτήριο την εγγύτητα τονικού ύψους, παρακάμπτοντας τη διασταύρωσή τους. Παρ' όλο που η εκδοχή αυτή διαφοροποιείται από την προτεινόμενη μουσικολογική ανάλυση, είναι αποδεκτή με αντιληπτικούς όρους: η παράλληλη κίνηση των φθόγγων των δύο φωνών επιτείνει τη συγχώνευσή τους, ενώ είναι αμφίβολο κατά πόσο η διασταύρωσή τους μπορεί να γίνει αντιληπτή αν λάβουμε υπ' όψιν την εγγενή αντιληπτική τάση αποφυγής των διασταυρώσεων, όπως προκύπτει από τα ερευνητικά δεδομένα.
- Στην αρχή του μέτρου 11, το Φα# του μπάσου αποτελεί την κατάληξη του θέματος και ως εκ τούτου πρέπει να συμπεριληφθεί στο προηγούμενο τμήμα ακουστικού ρεύματος του μέτρου 9. Επίσης, στο μέσο του μέτρου 11 ο αλγόριθμος αποτυγχάνει να διαχωρίσει σωστά τις φωνές του τενόρου και της άλτο λόγω της εγγύτητάς τους, ενσωματώνοντας στο ίδιο τμήμα φθόγγους που ανήκουν σε διαφορετικές φωνές και διακόπτοντας έτσι την ομαλή μελωδική ροή της κάθε φωνής.
- Οι φράσεις του τενόρου στις αρχές των μέτρων 13 και 14 είναι προτιμότερο να οργανωθούν σε ομάδες των τριών φθόγγων (δηλαδή Ρε#-Ντο#-Σι αντί του Ρε#-Ντο# που επιλέγει ο αλγόριθμος στο μέτρο 13 και Ντο#-Σι-Λα αντί Ντο#-Σι στο μέτρο 14) οι οποίες καταλήγουν σε ισχυρό χρόνο του μέτρου. Με αυτόν τον τρόπο έχουν μεγαλύτερη σταθερότητα και αυτοτέλεια.
- Στο μέτρο 15, εμφανίζεται για πρώτη φορά η φωνή της σοπράνο, φέροντας το θέμα. Ο αλγόριθμος αποσπά λανθασμένα την πρώτη νότα του θέματος (Φα#)

ενσωματώνοντας την στο τμήμα ακουστικού ρεύματος που περιλαμβάνει τους φθόγγους της άλτο που ακολουθούν. Συγχωνεύει επίσης το τέταρτο Ρε# της άλτο με τους φθόγγους του τενόρου, εισάγοντας ταυτόχρονους φθόγγους στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ο συγχρονισμός της έναρξης του Ρε# της άλτο με το Ντο# του τενόρου, σε συνδυασμό ίσως με την εγγύτητα τους. Εντούτοις, η εγγύτητα ταυτόχρονων φθόγγων δεν αποτελεί απαραίτητα κριτήριο για την αντιληπτική τους συγχώνευση. Το διάστημα της δευτέρας, για παράδειγμα, έχει διάφωνο χαρακτήρα και οι φθόγγοι που το απαρτίζουν παρουσιάζουν χαμηλή τάση τονικής συγχώνευσης.

Συνολικά, η λειτουργία του αλγορίθμου, όσον αφορά το υπό εξέταση απόσπασμα της Φούγκας του Bach, κρίνεται ικανοποιητική. Το θέμα διαχωρίζεται σωστά σε τέσσερις επιμέρους φράσεις, ενώ γίνεται σωστή εκτίμηση του αριθμού των ακουστικών ρευμάτων σε κάθε σημείο του αποσπάσματος. Επιπλέον, στο μέτρο 7 εντοπίζεται μία περίπτωση ταυτοφωνίας μεταξύ της άλτο και του τενόρου (το Ντο# στην αρχή του μέτρου), ενώ κάτι ανάλογο παρατηρείται και στο μέτρο 16 (το Σολ# μοιράζεται ανάμεσα στις φωνές της σοπράνο και της άλτο). Και στις δύο περιπτώσεις ο αλγόριθμος ενσωματώνει σωστά τους κοινούς φθόγγους σε δύο διαφορετικά ταυτόχρονα τμήματα ακουστικών ρευμάτων. Σε ανάλογες περιπτώσεις, τα περισσότερα υπολογιστικά μοντέλα αντιμετωπίζουν δυσκολίες.

Στο μέτρο 10, ο διαχωρισμός των φθόγγων συμβαδίζει με τις αντιληπτικές ακουστικές αρχές. Η συγχώνευση ταυτόχρονων φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα με βάση αντιληπτικές αρχές (στη συγκεκριμένη περίπτωση λόγω της παράλληλης κίνησης των φωνών) σε ένα έργο πολυφωνικής υφής, αποτελεί καινοτόμο χαρακτηριστικό του αλγορίθμου, το οποίο δεν συναντάμε σε κανένα από τα υπόλοιπα υπολογιστικά μοντέλα που εξετάστηκαν. Τα κυριότερα προβλήματα της ανάλυσης εντοπίζονται στα μέτρα 11 και 15, λόγω της έντονης γειννίασης των ψηλότερων φωνών, σε συνδυασμό με το συγχρονισμό των ενάρξεων των φθόγγων τους αλλά και στο μέτρο 9, στο οποίο ανεξάρτητες φθογγικές ακολουθίες συγχωνεύονται λανθασμένα στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος.

Piano Sonata Op. 2 No. 1

dedicated to Franz Joseph Haydn

edited by
Fabrizio Ferrari

L. van Beethoven (1770-1827)

Allegro

p

sf *cresc.*

poco rit.

a tempo

ff

p

p

espress.

f

p molto

Σχήμα 4.2α Μουσικολογικός διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων σε απόσπασμα από τη Σονάτα op. 2 αρ. 1 του Beethoven (πρώτο μέρος - Allegro, μ. 1-19).

Piano Sonata Op. 2 No. 1

dedicated to Franz Joseph Haydn

edited by
Fabrizio Ferrari

L. van Beethoven (1770-1827)

The musical score is presented in four systems, each with a treble and bass clef. The first system is marked 'Allegro' and 'p'. It features a treble line with a triplet of eighth notes and a bass line with a triplet of eighth notes. The second system is marked 'poco rit.' and 'a tempo'. It includes a treble line with a triplet of eighth notes and a bass line with a triplet of eighth notes. The third system is marked 'espress.' and 'p molto'. It features a treble line with a triplet of eighth notes and a bass line with a triplet of eighth notes. The fourth system is marked 'p molto'. It includes a treble line with a triplet of eighth notes and a bass line with a triplet of eighth notes.

Σχήμα 4.2β Διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων από τον αλγόριθμο των Rafailidis et al. (2008) σε απόσπασμα από τη Σονάτα op. 2 αρ. 1 του Beethoven (πρώτο μέρος - Allegro, μ. 1-19).

4.2.2 - L. Van Beethoven, Σονάτα op. 2 αρ. 1 (1ο μέρος)

Οι σονάτες για πιάνο του Beethoven δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση μία συγκεκριμένη μουσική υφή, καθώς στα έργα αυτά η μουσική επιφάνεια συντίθεται από μία μίξη διαφορετικών και ορισμένες φορές αντιθετικών στοιχείων. Ομορθημικά περάσματα, αντιστικτικά τμήματα και μελωδικές γραμμές που συνοδεύονται από συγχορδιακά σχήματα συμπλέκονται με αρμονικό τρόπο. Τα ακουστικά ρεύματα έχουν συγκεκριμένα χρονικά όρια και ο αριθμός τους δεν είναι σταθερός αλλά παρουσιάζει αυξομειώσεις, ανάλογα με τις ανάγκες του συνθέτη. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην περίπτωση της Σονάτας op. 2 αρ. 1. Η αρχική οκτάμετρη θεματική ενότητα του πρώτου μέρους παρουσιάζει την εξής διάρθρωση: στα μέτρα 1-2 παρουσιάζεται το κύριο θέμα, με μία ομοφωνική συγχορδιακή συνοδεία, έπειτα το θέμα επαναλαμβάνεται στα μέτρα 3-4, ενώ στη συνέχεια παρατηρείται μία πύκνωση και επιτάχυνση του αρμονικού ρυθμού που καταλήγει σε ημίπτωση στο μέτρο 8. Σε όλη αυτήν την οκτάμετρη ενότητα τα προσλαμβανόμενα ακουστικά ρεύματα είναι δύο: μία μελωδική γραμμή που περιλαμβάνει την εμφάνιση και την εξέλιξη του θέματος και μία συνοδευτική συγχορδιακή φωνή.

Το θέμα επαναλαμβάνεται στη χαμηλότερη περιοχή χωρίς συνοδεία στα μέτρα 9-10. Στα μέτρα 11 ως 14, τα ακουστικά ρεύματα αυξάνονται σε τρία. Οι δύο ψηλότερες φωνές έχουν αντιστικτικό χαρακτήρα και παρουσιάζουν σε μίμηση το χαρακτηριστικό ρυθμικό θεματικό στοιχείο του τρίηχου κατιόντων δεκάτων έκτων σε άρση με βηματική ανοδική κατάληξη. Η τεχνική της μίμησης και η χρήση ενός φυσιολογικού στοιχείου του θέματος συμβάλλουν στην αντιληπτική διάκριση των δύο φωνών. Παράλληλα, υπάρχει μία ομοφωνική συνοδεία που συγκροτεί μαζί με τις δύο ψηλότερες φωνές την αρμονική κάθετη διάσταση.

Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι το Λαb στο μέτρο 11 συγχωνεύεται με τους δύο χαμηλότερους φθόγγους λόγω του συγχρονισμού της έναρξής τους και λόγω του γεγονότος ότι ο ακροατής δεν έχει αντιληφθεί ακόμα τη μίμηση με την ψηλότερη φωνή, κάτι που συμβαίνει στο επόμενο μέτρο. Η προσλαμβανόμενη εντύπωση εξαρτάται ωστόσο και από ερμηνευτικές παραμέτρους. Συχνά οι πιανίστες προβάλλουν το Λαb, διευκολύνοντας την αντιληπτική του απόσπαση από τους χαμηλότερους ταυτόχρονους φθόγγους. Ο αριθμός των ακουστικών ρευμάτων μειώνεται σε δύο στα μέτρα 15-19. Το σχήμα του μέτρου 15 επαναλαμβάνεται με περισσότερη έμφαση στα μέτρα 16-17 με την προσθήκη παράλληλων τριτών στη

συνοδευτική φωνή και κορυφώνεται στη δεύτερη επανάληψη του στα μέτρα 18-19 με την ενίσχυση της μελωδικής γραμμής που κινείται τώρα σε παράλληλες όγδοες. Οι φθόγγοι που κινούνται σε παράλληλες τρίτες και όγδοες συγχωνεύονται αντιληπτικά στο ίδιο ακουστικό ρεύμα.

Ο αλγόριθμος διαχωρίζει σωστά τη μελωδία από τις συνοδευτικές συγχορδίες και οριοθετεί επιτυχώς τα τμήματα ακουστικών ρευμάτων στον οριζόντιο άξονα από την αρχή του κομματιού μέχρι το δεύτερο χρόνο του μέτρου 6.²⁴ Από τον τρίτο χρόνο του μέτρου 6 και στα μέτρα 7-8 υποπίπτει σε λάθη, καθώς ενσωματώνει στα ίδια τμήματα ακουστικών ρευμάτων φθόγγους της μελωδίας και των συνοδευτικών συγχορδιών (η *agreggio* συγχορδία του πρώτου χρόνου του μέτρου 7 εντάσσεται αντιληπτικά στο ακουστικό ρεύμα που περιλαμβάνει τη μελωδική γραμμή). Επίσης, διαχωρίζει λανθασμένα τους φθόγγους που απαρτίζουν τις συγχορδίες, συμπεριλαμβάνοντας τους σε διαφορετικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων και σχηματίζοντας οριζόντιες γραμμές. Με αυτόν τον τρόπο, το μουσικό κείμενο διαχωρίζεται από τον αλγόριθμο σε τρία ή και τέσσερα ταυτόχρονα τμήματα ακουστικών ρευμάτων.

Η τρίφωνη συγχορδία του μέτρου 11 αντιστοιχίζεται από τον αλγόριθμο στο τμήμα ακουστικού ρεύματος που περιλαμβάνει το κύριο θέμα (μ. 8-10), ενώ θα έπρεπε να έχει εισαχθεί ένα καταληκτικό όριο στο τέλος του μέτρου 10. Το *Lab* στο μέτρο 11 δε διαχωρίζεται από τους υπόλοιπους ταυτόχρονους φθόγγους, καθώς η μελωδική εξέλιξη της φωνής στο μέτρο 12 με τη μίμηση του θεματικού στοιχείου εντάσσεται σε ένα νέο τμήμα ακουστικού ρεύματος από τον αλγόριθμο. Αυτό ίσως συμβαίνει λόγω της μεγάλης διάρκειας του *Lab*, που αποτελεί κριτήριο εισαγωγής ενός καταληκτικού ορίου. Όπως συνέβη με τις συγχορδίες των μέτρων 7-8, έτσι και τα ομοφωνικά διαστήματα των μέτρων 12-14 διαχωρίζονται λανθασμένα σε διαφορετικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων. Στα ίδια μέτρα, ο αλγόριθμος οργανώνει σωστά τους φθόγγους των δύο ψηλότερων φωνών.

Στα μέτρα 15-17, η ανάλυση του αλγορίθμου συμπίπτει με την προτεινόμενη μουσικολογική ανάλυση, με εξαίρεση το μέτρο 16, στο οποίο είναι προτιμότερο να εισαχθεί ένα όριο διαχωρισμού των φθόγγων της μελωδίας μετά το *Σολ* στον πρώτο χρόνο του μέτρου, επειδή ακολουθεί μία επανάληψη της μελωδικής φράσης (με την προσθήκη δύο φθόγγων στο ξεκίνημα της). Ο αλγόριθμος συγχωνεύει σωστά τους φθόγγους που κινούνται σε παράλληλες τρίτες στα μέτρα 16-19, καθώς και αυτούς

²⁴ Για να διευκολυνθεί η αναφορά σε συγκεκριμένα σημεία του μουσικού έργου, ως βασική μετρική μονάδα στην ανάλυση έχει ληφθεί το τέταρτο και όχι το ήμισυ.

που κινούνται σε παράλληλες όγδοες στα μέτρα 18-20. Ενοποιεί όμως δύο ανεξάρτητα τμήματα ακουστικών ρευμάτων: αυτό των μέτρων 16-18 που περιλαμβάνει τις παράλληλες τρίτες και την κατάληξη τους σε ταυτοφωνία και αυτό που περιλαμβάνει τη μελωδική φράση σε παράλληλες οκτάβες στα μέτρα 19-20. Η λανθασμένη εκτίμηση του αλγορίθμου οφείλεται στο κριτήριο της εγγύτητας, καθώς το Mi_b στον πρώτο χρόνο του μέτρου 18 στο οποίο καταλήγουν οι παράλληλες τρίτες συμπίπτει ως προς το τονικό ύψος με το χαμηλό Mi_b της μελωδικής γραμμής στο δεύτερο χρόνο του μέτρου.

Piano Sonata Op. 13

"Pathétique"

L. van Beethoven (1770-1827)

Grave

The musical score is presented in three systems. The first system shows the beginning of the piece with a piano introduction, marked *f* and *p*. The second system continues with dynamics *f*, *p*, *sf*, and *p*. The third system features a section marked *p* and *very expressive*, followed by a section marked *ff* and *marcato*. The score is divided into three systems, each with a boxed section highlighting specific musical features.

Σχήμα 4.3α Μουσικολογικός διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων σε απόσπασμα από τη Σονάτα op. 13 του Beethoven (πρώτο μέρος - Grave, μ. 1-5).

Piano Sonata Op. 13

"Pathétique"

L. van Beethoven (1770-1827)

Grave

The image displays a musical score for the first five measures of the first movement of Beethoven's Piano Sonata Op. 13, 'Pathétique'. The score is written for piano and is in the key of D minor (two flats) and common time (C). The tempo is marked 'Grave'. The score is divided into three systems. The first system (measures 1-2) features a piano introduction with dynamics *f* and *p*. The second system (measures 3-5) continues the piano introduction with dynamics *f*, *p*, *sf*, and *p*. The third system (measures 6-8) shows the beginning of the first theme with dynamics *p*, *very expressive*, *ff*, and *marcato*. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and dynamic markings.

Σχήμα 4.3β Διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων από τον αλγόριθμο των Rafailidis et al. (2008) σε απόσπασμα από τη Σονάτα op. 13 του Beethoven (πρώτο μέρος - Grave, μ. 1-5).

4.2.3 - L. Van Beethoven, Σονάτα op. 13 «Παθητική» (1ο μέρος)

Όπως στην προηγούμενη σονάτα που εξετάστηκε, έτσι και στη Σονάτα op. 13 συναντάμε εναλλαγές στη μουσική υφή και αντίστοιχες μεταβολές στον αριθμό των ακουστικών ρευμάτων. Στα πρώτα τριάμισι περίπου μέτρα του πρώτου μέρους παρουσιάζεται μία διαδοχή από ομοφωνικές συγχορδίες που συγχωνεύονται αντιληπτικά στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, λόγω του συγχρονισμού της έναρξης αλλά και της διάρκειας των φθόγγων που τις απαρτίζουν. Από το ακουστικό ρεύμα ξεχωρίζει αντιληπτικά η ψηλότερη μελωδική γραμμή, υπάρχει όμως παράλληλα και μία κάθετη αρμονική διάσταση. Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερα επιμέρους τμήματα ακουστικών ρευμάτων στον οριζόντιο άξονα, που διαχωρίζονται ξεκάθαρα με ενδιάμεσες παύσεις. Το καθένα από αυτά περιλαμβάνει μία μουσική φράση. Στο μέτρο 1 παρουσιάζεται η αρχική φράση, η οποία επαναλαμβάνεται στα μέτρα 2 και 3, με διαφορετικό αρμονικό περιεχόμενο και εκ νέου στο δεύτερο μισό του μέτρου 3, δημιουργώντας πύκνωση.

Από το μέσο του μέτρου 4 και εξής, με αφετηρία το δεξιοτεχνικό πέρασμα του δεξιού χεριού που καταλήγει στη *Mib* μείζονα, υπάρχει ένας σαφής διαχωρισμός του μουσικού κειμένου σε δύο ακουστικά ρεύματα. Στο μέτρο 5 η μελωδία εκτελείται σε οκτάβες, οι οποίες συγχωνεύονται στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος, με τη συνοδεία τρίφωνων συγχορδιών, που απαρτίζουν το δεύτερο τμήμα. Οι συγχορδίες διαχωρίζονται αντιληπτικά από τη μελωδική γραμμή, λόγω της ρυθμικής τους διαφοροποίησης από αυτή. Στη συνέχεια του μέτρου 5, η μελωδία διακόπτεται απότομα από τετράφωνες συγχορδίες (που βρίσκονται μία οκτάβα χαμηλότερα), ενώ τη θέση των συνοδευτικών τρίφωνων συγχορδιών στο αριστερό χέρι παίρνουν παράλληλες όγδοες. Στο σημείο αυτό θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι πρόκειται για δύο νέα ακουστικά ρεύματα, ανεξάρτητα από τα προηγθέντα του μέτρου 5, καθώς λόγω της μετατόπισης της έκτασης είναι δύσκολο να συσχετιστούν αντιληπτικά μεταξύ τους. Σε κάθε περίπτωση πάντως, ο συνολικός αριθμός των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων παραμένει αμετάβλητος.

Η ανάλυση του κομματιού από τον αλγόριθμο παρουσιάζει ορισμένα σφάλματα, σχετικά με την εκτίμηση της μουσικής υφής σε συγκεκριμένα σημεία αλλά και όσον αφορά τη χρονική οριοθέτηση των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων. Οι ρυθμικά ομοιόμορφες συγχορδίες των αρχικών μέτρων συγχωνεύονται στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος, στο πρώτο μισό περίπου των μέτρων 1, 2, 4 και στο σύνολο

σχεδόν του μέτρου 3 (με εξαίρεση έναν φθόγγο στον τέταρτο χτύπο του μέτρου). Εντούτοις, σε άλλα σημεία οι ομοφωνικοί συγχορδιακοί φθόγγοι διαχωρίζονται και ενσωματώνονται σε διαφορετικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων. Μάλιστα, στον τρίτο χρόνο του πρώτου μέτρου, τα δύο τμήματα που εισάγει ο αλγόριθμος διασταυρώνονται. Η οριοθέτηση των τμημάτων στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζει προβλήματα, καθώς ομαδοποιούνται μαζί φθόγγοι που ανήκουν σε διαφορετικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων. Ο αλγόριθμος δεν λαμβάνει υπ' όψιν τις παύσεις ως κριτήριο διαχωρισμού των τμημάτων, πιθανώς λόγω της σύντομης διάρκειας τους.

Από το μέσο του μέτρου 4 και εξής, το μουσικό κείμενο οργανώνεται σωστά σε δύο τμήματα ακουστικών ρευμάτων, αν και σε αυτά ενσωματώνονται λανθασμένα ορισμένοι φθόγγοι από τη Φα ελάσσονα συγχορδία του προηγούμενου τμήματος. Στο μέτρο 5, η ανεπιτυχής οριοθέτηση των νέων τμημάτων οφείλεται στο γεγονός ότι ο αλγόριθμος (όπως και γενικότερα τα υπολογιστικά μοντέλα διαχωρισμού των φωνών στο σύνολο τους) δεν εντοπίζει μοτιβικούς παραλληλισμούς. Έτσι, χωρίς να λαμβάνει υπ' όψιν ότι η μελωδία στη Μιb μείζονα στο μέτρο 5 αποτελεί επανάληψη της αρχικής του μέτρου 1 στην Ντο ελάσσονα, εισάγει ένα καταληκτικό όριο μετά τον πρώτο φθόγγο της μελωδίας, διακόπτοντας την ομαλή ροή της. Οι τετράφωνες συγχορδίες του δεξιού χεριού στο τέλος του μέτρου ενσωματώνονται στο ίδιο τμήμα με τη μελωδική γραμμή. Το ίδιο συμβαίνει και με τις συγχορδίες του συνοδευτικού σχήματος του αριστερού χεριού, που ενσωματώνονται στο ίδιο τμήμα με τις οκτάβες στο τέλος του μέτρου, κάτι που ίσως οφείλεται στη ρυθμική τους ομοιομορφία.

Επίσης, ο αλγόριθμος εισάγει εσφαλμένα ένα τρίτο σύντομο τμήμα ακουστικού ρεύματος στο κλείσιμο της μελωδικής φράσης του μέτρου 5, συμπεριλαμβάνοντας σε αυτό το χαμηλότερο Φα της οκτάβας, καθώς και δύο φθόγγους από την τελευταία τρίφωνη συνοδευτική συγχορδία. Η απόσπαση αυτών των φθόγγων δε δικαιολογείται με αντιληπτικά κριτήρια. Το διάστημα της όγδοης παρουσιάζει υψηλή τάσης αντιληπτικής συγχώνευσης με βάση το κριτήριο της αρμονικότητας, ενώ το ίδιο συμβαίνει και με την τρίφωνη συγχορδία του αριστερού χεριού, λόγω της χρονικής σύμπτωσης των φθόγγων που την απαρτίζουν.

SONATE

(a)
Op. 81—Nº 3.

Nº 18

Nº 1

Allegro
PIANO
p
cresc.
sf

a Tempo
PIANO
p
sf

Ritard.
a Tempo
cresc.
sf

a Tempo
PIANO
cresc.

Σχήμα 4.4α Μουσικολογικός διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων σε απόσπασμα από τη Σονάτα op. 31 αρ. 3 του Beethoven (πρώτο μέρος - Allegro, μ. 1-19).

ήμα 4
31 α

SONATE

(a)
Op. 31—Nº 3.

Nº 18

PIANO

Allegro

Ritard.

p *cresc.* *sf*

a Tempo

Ritard.

p *cresc.* *sf*

a Tempo

Άσμα 4.4β Διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων από τον αλγόριθμο των Rafailidis et al. (2008) σε απόσπασμα από τη Σονάτα 31 αρ. 3 του Beethoven (πρώτο μέρος - Allegro, μ. 1-19).

4.2.4 - L. Van Beethoven, Σονάτα op. 31 αρ. 3 (1ο μέρος)

Στο πρώτο μέρος της Σονάτας op. 31 αρ. 3 του Beethoven, παρατηρείται μία αυξομείωση των ακουστικών ρευμάτων, ο αριθμός των οποίων κυμαίνεται από ένα ως τρία. Στα μέτρα 1-2, 7, 8 (πρώτος χτύπος), 10-11 16 και 17 (πρώτος χτύπος), μπορούμε να διακρίνουμε δύο ταυτόχρονα ανεξάρτητα ακουστικά ρεύματα, λόγω της ρυθμικής διαφοροποίησης της μελωδικής γραμμής από την αρμονική συνοδεία. Οι φθόγγοι της συνοδείας παρουσιάζουν χρονική σύμπτωση και ως εκ τούτου υψηλή τάση αντιληπτικής συγχώνευσης. Οι ομοφωνικές συγχορδίες των μέτρων 3-6 και 12-15 συγχωνεύονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα, ενώ από τα μέτρα 18-19 και εξής, εισάγεται ένα νέο ακουστικό ρεύμα που περιλαμβάνει τα επαναλαμβανόμενα όγδοα Μιb του αριστερού χεριού, αυξάνοντας το συνολικό αριθμό των ταυτόχρονων αντιληπτικών ρευμάτων σε τρία.

Ο αλγόριθμος ανιχνεύει σωστά την υφή του έργου και τις μεταβολές στον αριθμό των ακουστικών ρευμάτων, εντοπίζοντας συνεκτικά σύνολα φθόγγων, για παράδειγμα μελωδικές φράσεις, αρμονικά συνοδευτικά σχήματα και ομοφωνικά περάσματα. Σε ορισμένα σημεία παρατηρείται μία υπερβολή στην κατάτμηση των φθόγγων. Στο δεξί χέρι, στα μέτρα 1-2, 10-11 και 18-19, θα ήταν προτιμότερη η ενσωμάτωση των φθόγγων στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος, λόγω της μοτιβικής ομοιότητας. Κάτι ανάλογο ισχύει για τις απομονωμένες συγχορδίες του αριστερού χεριού, στα μέτρα 8 (η οκτάβα Μιb αποτελεί την κατάληξη του συνοδευτικού σχήματος του μέτρου 7) και 10-11 αλλά και για τα διαστήματα τρίτης Ντο-Μιb και Σιb-Ρε των μέτρων 18-19.

Στο μέτρο 10, το παρεστιγμένο Ντο όγδοο του δεξιού χεριού αποτελεί τον καταληκτικό φθόγγο του περάσματος των μέτρων 8-9 αλλά ταυτόχρονα και τον εναρκτήριο φθόγγο του βασικού θεματικού στοιχείου, παρουσιάζεται δηλαδή μία αλληλεπικάλυψη των φράσεων. Επειδή ένας φθόγγος δεν μπορεί να ανήκει ταυτόχρονα σε δύο διαδοχικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων, πρέπει να γίνει μια επιλογή μεταξύ των δύο πιθανών εκδοχών. Ο αλγόριθμος ενσωματώνει το φθόγγο Ντο στο τμήμα ακουστικού ρεύματος που περιλαμβάνει την κλίμακα των μέτρων 8-9, επειδή αποτελεί, όπως αναφέρθηκε, την κατάληξή της. Ωστόσο, λόγω της ισχυρότερης αντιληπτικής παραμέτρου του μοτιβικού παραλληλισμού (που δεν λαμβάνεται υπ' όψιν από τον αλγόριθμο), θα ήταν προτιμότερη η ενσωμάτωση του

στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος με τους φθόγγους των μέτρων 10-11 που ακολουθούν.

Στα μέτρα 7-8 και 16-17, ένας εναλλακτικός πιθανός διαχωρισμός των φθόγγων, πέρα από τον προτεινόμενο της μουσικολογικής ανάλυσης του σχήματος 4.4α, είναι αυτός που φαίνεται στο σχήμα 4.4γ. Το τμήμα (α) περιλαμβάνει τη μελωδική φράση και την κατάληξη της στο φθόγγο Μιβ, ενώ το τμήμα (β) τους συνοδευτικούς συγχорδιακούς φθόγγους. Το Μιβ περιλαμβάνεται και στα δύο τμήματα, καθώς πέρα από καταληκτικό φθόγγο της μελωδίας, αποτελεί ταυτόχρονα και τη λύση του προσαγωγέα Ρε των συγχорδιών του τμήματος (β), κάτι που γίνεται αισθητό αντιληπτικά. Ουσιαστικά δηλαδή το Μιβ ακούγεται σε ταυτοφωνία²⁵, κάτι στο οποίο συνηγορεί και το γεγονός ότι ο συνολικός αριθμός των φθόγγων μειώνεται από πέντε στο μέτρο 7 σε τέσσερις στον πρώτο χτύπο του μέτρου 8 (κάτι ανάλογο συμβαίνει και στα μέτρα 16-17). Στο μέτρο 8, το επόμενο τμήμα ακουστικού ρεύματος θα ξεκινήσει από το δέκατο έκτο Φα του δεξιού χεριού.



α



β

Σχήμα 4.4γ Εναλλακτικός διαχωρισμός των φθόγγων σε τμήματα ακουστικά ρευμάτων των μέτρων 16-17. Το τμήμα (α) περιλαμβάνει τη μελωδική γραμμή, ενώ το (β) τις συνοδευτικές συγχорδίες. Ο διαχωρισμός αυτός μπορεί να εφαρμοστεί επίσης και στα μέτρα 7-8.

²⁵ Ο αλγόριθμος δεν αποκλείει την ενσωμάτωση του ίδιου φθόγγου σε δύο ταυτόχρονα τμήματα ακουστικών ρευμάτων.

Mazurka.

F. CHOPIN. Op. 6, N^o 2.

2.

Sotto voce. (♩. = 63)

p legato.

2.

Σχήμα 4.5α Μουσικολογικός διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων σε απόσπασμα από τη Μαζούρκα ορ. 6 αρ. 2 του Chopin (μ. 1-8).

Mazurka.

F. CHOPIN. Op. 6, N° 2.

2.

Sotto voce. ($\text{♩} = 63$)

p legato.

♯C * ♯C *

μα 4.5β Διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων από τον αλγόριθμο των Rafailidis et al. (2008) σε απόσπασμα από τη
ζούρκα op. 6 αρ. 2 του Chopin (μ. 1-8).

4.2.5 - F. Chopin, Μαζούρκα op. 6 αρ. 2

Οι Μαζούρκες είναι κομμάτια χορευτικού χαρακτήρα πολωνικής προέλευσης, σε τρίσημο ζωηρό ρυθμό. Η υφή τους είναι κατά κανόνα ομοφωνική: αποτελούνται από μία μελωδική γραμμή (την οποία φέρει τις περισσότερες φορές η ψηλότερη φωνή) και από ένα συνοδευτικό σχήμα. Τα προσλαμβανόμενα ακουστικά ρεύματα είναι συνήθως δύο, εκ των οποίων το ένα περιλαμβάνει την κύρια μελωδία, ενώ το δεύτερο τη συνοδεία, που αποτελεί και το φορέα της αρμονίας του έργου. Αυτό που παρουσιάζει ενδιαφέρον στην εισαγωγική οκτάμετρη φράση της Μαζούρκας op. 6 αρ. 2 του Chopin, είναι ότι η μελωδική γραμμή δεν εντοπίζεται στην ψηλότερη φωνή αλλά βρίσκεται σε μία εσωτερική φωνή και περικλείεται από τους φθόγγους του συνοδευτικού σχήματος. Η μελωδία υπογραμμίζεται αντιληπτικά από το γεγονός ότι αντιπαραβάλλεται σε ένα αδιαφοροποίητο συνοδευτικό υπόβαθρο, το οποίο χαρακτηρίζεται από ρυθμική ομοιομορφία και αποτελείται από επαναλαμβανόμενους φθόγγους που δεν παρουσιάζουν κάποια μελωδική εξέλιξη.

Ο αλγόριθμος διαχωρίζει σωστά το μουσικό κείμενο, ενσωματώνοντας τους ρυθμικά ανεξάρτητους φθόγγους της μελωδίας σε διαφορετικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων από αυτά που περιλαμβάνουν τους φθόγγους της συνοδείας. Επίσης, συγχωνεύει τους χαμηλότερους και τους ψηλότερους ομοφωνικούς φθόγγους, που περικλείουν τη μελωδία, στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος, με κριτήριο το συγχρονισμό της έναρξης και της διάρκειας τους αλλά και τη μέγιστη εγγύτητα που παρουσιάζουν, καθώς επαναλαμβάνονται στο ίδιο τονικό ύψος. Για το διαχωρισμό στον οριζόντιο άξονα των τμημάτων που περιλαμβάνουν τους φθόγγους της συνοδείας στα τέσσερα πρώτα μέτρα, χρησιμοποιείται ως κριτήριο η παρουσία των ημίσεων στο τέλος των μέτρων, που λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας τους έχουν καταληκτικό χαρακτήρα.

Στα μέτρα 7 και 8, ο αλγόριθμος διαχωρίζει λανθασμένα τους ψηλότερους φθόγγους της συνοδείας από τους χαμηλότερους, εξαιτίας της ρυθμικής τους διαφοροποίησης, ενώ συγχωνεύει επίσης τους δύο τελευταίους ψηλότερους συνοδευτικούς φθόγγους με τους φθόγγους της μελωδίας. Πρόκειται για μία σχετικά σύνθετη περίπτωση, καθώς οι ψηλότεροι φθόγγοι του συνοδευτικού σχήματος, όχι μόνο διαφοροποιούνται ρυθμικά από τους χαμηλότερους αλλά παρουσιάζουν επιπλέον ρυθμική σύμπτωση και σύγκλιση τονικού ύψους με τους φθόγγους της μελωδικής γραμμής.

Mazurka.

F. CHOPIN. Op. 7, No 5.

9.

Vivo. (♩ = 60)

f semplice. *dim.*

mezza voce. *fz* *fz*

sotto voce. *fz* *fz* *cresc.*

Ped. *Ped.* *Ped.* *Ped.*

Dal Segno senza Fine.

Σχήμα 4.6α Μουσικολογικός διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων της Μαζούρκας op. 7 αρ. 5 του Chopin.

Mazurka.

F. CHOPIN. Op. 7, No 5.

Vivo. (♩ = 60)

f semplice.

dim.

mezza voce.

fz

fz

sotto voce.

fz

fz

cresc.

Dal Segno senza Fine.

μα 4.6β Διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων από τον αλγόριθμο των Rafailidis et al. (2008) της Μαζούρκας op. 7 αρ. 5 Chopin.

4.2.6 - F. Chopin, Μαζούρκα op. 7 αρ. 5

Όπως και η προηγούμενη Μαζούρκα, έτσι και αυτή χαρακτηρίζεται από ξεκάθαρη ομοφωνική υφή. Το κομμάτι ξεκινά με μία εισαγωγή τεσσάρων μέτρων, στα οποία επαναλαμβάνεται ρυθμικά σε τέταρτα η δεσπόζουσα της κλίμακας (δηλ. της Ντο μείζονας) σε οκτάβες. Οι φθόγγοι που σχηματίζουν την οκτάβα παρουσιάζουν υψηλή τάση συγχώνευσης, επομένως στα μέτρα αυτά υπάρχει μία αντιληπτή φωνή ή ακουστικό ρεύμα. Στη συνέχεια τα ακουστικά ρεύματα αυξάνονται σε δύο, με την εμφάνιση της μελωδίας και ενός συνοδευτικού σχήματος. Αρχικά παρουσιάζεται μία τετράμετρη φράση στην Ντο μείζονα, η οποία έπειτα επαναλαμβάνεται με μία μικρή τροποποίηση στο τελευταίο της μέτρο. Η χρήση της έκτης συχορδιακής βαθμίδας (VI) εξυπηρετεί τη μετάβαση στη Σολ μείζονα. Η τετράμετρη μελωδική φράση παρουσιάζεται στη νέα τονικότητα και επαναλαμβάνεται για άλλη μία φορά, διαφοροποιημένη κατά δύο μόνο φθόγγους (στο τρίτο μέτρο της).

Ο αλγόριθμος συγχωνεύει σωστά τους φθόγγους των εισαγωγικών μέτρων στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος, ενώ στη συνέχεια διαχωρίζει επιτυχώς το μουσικό κείμενο σε δύο ακουστικά ρεύματα, εντάσσοντας σε διαφορετικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων τους φθόγγους της μελωδίας και τη συνοδευτική φωνή. Εντοπίζονται ωστόσο ορισμένα λάθη, τα οποία αφορούν την οριοθέτηση των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων στον οριζόντιο άξονα:

- Στο τέλος του πρώτου τμήματος, στον τελευταίο χρόνο του μέτρου 4, το ψηλότερο Σολ ενσωματώνεται λανθασμένα στο επόμενο τμήμα ακουστικού ρεύματος που περιλαμβάνει τη συνοδεία. Αυτή η ομαδοποίηση οφείλεται στο κριτήριο της εγγύτητας, καθ' ότι η πρώτη συχορδία του μέτρου 5 περιλαμβάνει το φθόγγο Σολ.
- Ο αλγόριθμος διαχωρίζει μεταξύ τους τα τμήματα ακουστικών ρευμάτων που περιλαμβάνουν τις συνοδευτικές συχορδίες με κριτήριο τους μεμονωμένους φθόγγους των ισχυρών πρώτων χτύπων των μέτρων 8, 12, 16 και 20. Η συνοδεία θα έπρεπε να διαχωριστεί σε τετράδες μέτρων, επειδή τα μέτρα 9-12 αποτελούν ουσιαστικά, όπως αναφέρθηκε, μία επανάληψη των μέτρων 5-8. Αντίστοιχα, τα μέτρα 17-20 αποτελούν επανάληψη των μέτρων 13-16 στην τονικότητα της δεσπόζουσας. Ο εσφαλμένος διαχωρισμός οφείλεται στο γεγονός ότι ο αλγόριθμος δεν ανιχνεύει επαναλήψεις (Rafailidis et al., 2008).

- Στο μέτρο 12, η μελωδική φράση κατατέμενεται σε μικρότερα τμήματα ακουστικών ρευμάτων, ενώ το τελευταίο Ντο (δέκατο έκτο), ενσωματώνεται στο επόμενο τμήμα, που περιλαμβάνει την αρχή της μελωδικής φράσης στη Σολ μείζονα. Αντίθετα, ο αλγόριθμος διαχωρίζει σωστά τους φθόγγους στα καταληκτικά μέτρα των υπόλοιπων τετράμετρων φράσεων (μέτρα 8, 16, 20). Αυτό συμβαίνει διότι ενώ στα μέτρα αυτά παρουσιάζεται μία μελωδική ομοιομορφία, με κίνηση σε ανιόντα διαστήματα τρίτης και βηματική κατιούσα κατάληξη, στο μέτρο 12 χρησιμοποιείται ένα διάστημα τέταρτης, το οποίο ο αλγόριθμος θεωρεί ότι διακόπτει τη μελωδική συνοχή και έτσι εισάγει ένα όριο διαχωρισμού των τμημάτων.

WALTZ

Op 69 No 2

Frédéric Chopin

Moderato. (♩ = 152)

p *f*

dim. *p* *cresc.* *f* *dim.*

p *a tempo*

ped. * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* *

ped. * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* *

ped. * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* * *ped.* *

Σχήμα 4.7α Μουσικολογικός διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων σε απόσπασμα από το Βαλς op. 69 αρ. 2 του Chopin (μ. 1-18).

Σχ
Bo

WALTZ

Op 69 No 2

Frédéric Chopin

Moderato. (♩ = 152)

p *f*

Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. *

dim. *p* *cresc.* *f* *poco rit.* *dim.*

Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. *

p a tempo

Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. *

Σχήμα 4.7β Διαχωρισμός τμημάτων ακουστικών ρευμάτων από τον αλγόριθμο των Rafailidis et al. (2008) σε απόσπασμα από το Βαλς op. 69 αρ. 2 του Chopin (μ. 1-18).

4.2.7 - F. Chopin, Βαλς op. 69 αρ. 2

Το βαλς είναι ένας χορός σε τρίσημο ρυθμό που χαρακτηρίζεται συνήθως από έντονα ρυθμικό χαρακτήρα. Τα έργα που είναι γραμμένα σ' αυτήν την κίνηση έχουν, όπως και οι μαζούρκες, ομοφωνική υφή και αποτελούνται από δύο ακουστικά ρεύματα, εκ των οποίων το ένα περιλαμβάνει τη μελωδία και το άλλο το συνοδευτικό αρμονικό υπόβαθρο. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση του Βαλς op. 69 αρ. 2 του Chopin, στο οποίο ο αριθμός των ακουστικών ρευμάτων παραμένει σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια του κομματιού. Στο μεγαλύτερο μέρος του υπό εξέταση αποσπάσματος, ο αλγόριθμος οργανώνει σωστά τους φθόγγους της μελωδικής γραμμής και της συνοδείας, ενσωματώνοντας τους σε διαφορετικά τμήματα ακουστικών ρευμάτων.

Ωστόσο, στα μέτρα 14 ως 16, φθόγγοι της μελωδίας και της συνοδευτικής φωνής συγχωνεύονται στα ίδια τμήματα ακουστικών ρευμάτων. Οι φθόγγοι αυτοί είναι ταυτόχρονοι στην περίπτωση του μέτρου 15, στο οποίο το Φα# ήμισυ της συνοδείας προσαρτάται στο τμήμα ακουστικού ρεύματος που περιλαμβάνει τη μελωδία ή διαδοχικοί, όπως παρατηρείται στα μέτρα 14 και 16, στα οποία η μελωδική γραμμή καταλήγει σε φθόγγο της συνοδείας. Η ενσωμάτωση διαδοχικών φθόγγων της μελωδίας και του συνοδευτικού σχήματος στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος έχει ως αποτέλεσμα το λανθασμένο διαχωρισμό του μουσικού κειμένου στο δεύτερο χρόνο του μέτρου 14 και στον πρώτο του μέτρου 16 σε τρία ταυτόχρονα τμήματα ακουστικών ρευμάτων, καθώς επίσης και την εισαγωγή ορίων διαχωρισμού σε σημεία που διακόπτουν την ομαλή μελωδική ροή.

Μία άλλη παρατήρηση αφορά τα μέτρα 4 ως 10, στα οποία η κατάτμηση της μελωδίας από τον αλγόριθμο σε δύο τμήματα ακουστικών ρευμάτων διαφέρει από την προτεινόμενη μουσικολογική ανάλυση, που διαχωρίζει τη μελωδία σε τρία διαδοχικά τμήματα. Εντούτοις, η ανάλυση αυτή μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή ως μία εναλλακτική εκδοχή ομαδοποίησης των φθόγγων της μελωδικής γραμμής, που ακολουθεί το φραζάρισμα του συνθέτη.

4.3 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

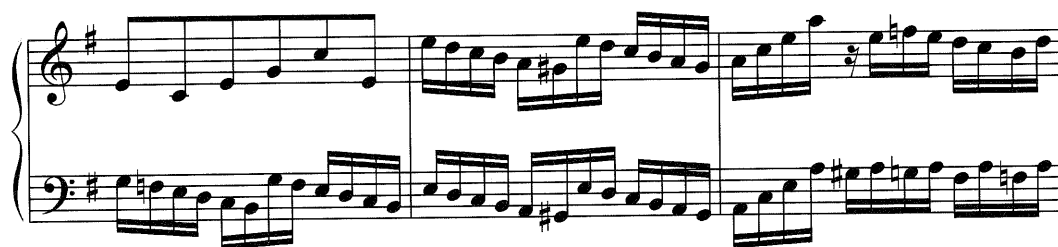
Η εφαρμογή του μοντέλου διαχωρισμού τμημάτων ακουστικών ρευμάτων των Rafailidis et al. (2008) σε ένα σύνολο αποσπασμάτων έργων για πιάνο που παρουσιάζουν ετερογένεια ως προς τη μουσική τους υφή, επιτρέπει μια αρκετά ολοκληρωμένη αποτίμηση της λειτουργίας του και τον προσδιορισμό των κυριότερων προτερημάτων και αδυναμιών του.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του μοντέλου είναι η δυνατότητα εφαρμογής του όχι μόνο σε πολυφωνικά έργα (όπως οι φούγκες του Bach) αλλά και σε έργα που παρουσιάζουν ομοφωνική υφή (όπως οι μαζούρκες και τα βαλς του Chopin) ή σε έργα στα οποία συναντάμε μία μίξη πολυφωνικών και ομοφωνικών στοιχείων (όπως οι σονάτες του Beethoven). Η ικανότητα αυτή οφείλεται στην ενσωμάτωση αντιληπτικών κριτηρίων για την οργάνωση των φθόγγων, όπως η αρχή συγχρονισμού της έναρξης των φθόγγων και η αρχή τονικής συγχώνευσης λόγω της αρμονικότητας ή της παράλληλης κίνησής τους. Τα περισσότερα υπολογιστικά μοντέλα κατά κανόνα δεν λαμβάνουν υπ' όψιν αντιληπτικά κριτήρια και θεωρούν τη «φωνή» ως μια μονοφωνική ακολουθία διαδοχικών φθόγγων, με συνέπεια οι φωνές που εξάγουν να μην συμβαδίζουν με τα αντιληπτά ακουστικά ρεύματα.

Επίσης, ο αλγόριθμος των Rafailidis et al. (2008) μπορεί να εκτιμήσει σωστά την υφή ενός έργου ακόμα και αν ο αριθμός των ακουστικών ρευμάτων μεταβάλλεται, όπως συμβαίνει π.χ. στις σονάτες του Beethoven. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του εξεταζόμενου αποσπάσματος της Σονάτας op. 31 αρ. 3 του Beethoven, στο οποίο τα ταυτόχρονα ακουστικά ρεύματα κυμαίνονται μεταξύ ενός και τριών, κάτι που ο αλγόριθμος εντοπίζει επιτυχώς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο αλγόριθμος δεν λειτουργεί ανιχνεύοντας έναν σταθερό φωνών στον οριζόντιο άξονα αλλά εφαρμόζει μια διαδικασία ταυτόχρονης κάθετης και οριζόντιας κατάτμησης, οργανώνοντας τους φθόγγους σε συνεκτικά σύνολα. Τα τμήματα ακουστικών ρευμάτων είναι αυτόνομα, κάτι που συνεπάγεται ότι ο αριθμός ταυτόχρονων τμημάτων και η εσωτερική δομή τους δεν επηρεάζουν τη φθογγική οργάνωση ή τον αριθμό των τμημάτων που ακολουθούν.

Ένα άλλο καινοτόμο χαρακτηριστικό του μοντέλου είναι η δυνατότητα ενσωμάτωσης ταυτόχρονων φθόγγων στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος σε έργα πολυφωνικής υφής, όπως για παράδειγμα στο μέτρο 10 του εξεταζόμενου

αποσπάσματος από τη Φούγκα BWV 859 του J.S. Bach, στο οποίο οι φωνές του τενόρου και της άλτο κινούνται σε παράλληλες τρίτες. Ο αλγόριθμος συμπεριλαμβάνει τους φθόγγους που κινούνται παράλληλα στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος. Η δυνατότητα εφαρμογής των αντιληπτικών αρχών ηχητικής οργάνωσης σε πολυφωνικής υφής έργα είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι ενώ κατά κανόνα έργα όπως οι φούγκες συνίστανται από έναν σταθερό αριθμό φωνών που εξελίσσονται καθ' όλη τη διάρκεια του έργου, σε ορισμένα μεμονωμένα σημεία ο αριθμός των αντιληπτών φωνών μπορεί να είναι μικρότερος από τον ονομαστικό αριθμό φωνών. Μια τέτοια περίπτωση απεικονίζεται στο σχήμα 4.8, από τη Φούγκα σε Μι ελάσσονα BWV 855 του J.S. Bach. Παρ' όλο που η φούγκα αυτή είναι δίφωνη, στο μέτρο 19 και στον πρώτο χρόνο του μέτρου 20 οι δύο φωνές κινούνται σε παράλληλες όγδοες, με αποτέλεσμα να συγχωνεύονται στο ίδιο ακουστικό ρεύμα και η αντιληπτή φωνή να είναι προσωρινά μία.



Σχήμα 4.8 Μέτρα 18-20 από τη Φούγκα σε Μι ελάσσονα BWV 855 του J.S. Bach από το «Καλώς Συγκεκριασμένο Κλειδοκύμβαλο».

Ο αλγόριθμος μπορεί να εκτιμήσει με αρκετά μεγάλη επιτυχία τον αριθμό των ταυτόχρονων ακουστικών ρευμάτων σε όλα τα έργα στα οποία εφαρμόστηκε. Στα ομοφωνικής υφής έργα του Chopin η μελωδία διαχωρίζεται σωστά από τα συνοδευτικά σχήματα, ακόμα και στην περίπτωση των εισαγωγικών μέτρων της Μαζούρκας op. 6 αρ. 2, στα οποία η μελωδική γραμμή περικλείεται από τους φθόγγους της συνοδείας. Εντούτοις, σε ορισμένες περιπτώσεις ενσωματώνονται στο ίδιο τμήμα φθόγγοι που ανήκουν σε διαφορετικά ακουστικά ρεύματα (π.χ. στο μέτρο 9 της Φούγκας BWV 859 του Bach και στα μέτρα 14-16 του Βαλς op. 69 αρ. 2 του Chopin) ή αντίθετα διαχωρίζονται λανθασμένα από τον αλγόριθμο συγχորδιακοί

φθόγγοι οι οποίοι συγχωνεύονται αντιληπτικά (π.χ. στο μέτρο της Σονάτας op. 2 αρ. 1 και στα πρώτα δύο μέτρα της Σονάτας op. 13 του Beethoven).

Ο αλγόριθμος παρουσιάζει επίσης αδυναμίες στην οριοθέτηση των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων στον οριζόντιο άξονα. Οι αδυναμίες αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι ο αλγόριθμος (όπως και όλα τα υπολογιστικά μοντέλα διαχωρισμού φωνών) δεν λαμβάνει υπ' όψιν μοτιβικά και αρμονικά κριτήρια για το διαχωρισμό των φωνών. Τα καταληκτικά σημεία των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων στον οριζόντιο άξονα εισάγονται συνήθως έπειτα από φθόγγους με σχετικά μεγάλη χρονική διάρκεια. Το κριτήριο αυτό όμως σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι αξιόπιστο, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των μέτρων 10-11 της Φούγκας BWV 859 του Bach (καθορίζονται ως καταληκτικά σημεία τα ημίσημα Re# στην άλτο και Ντο# στον τενόρο) και στο μέτρο 5 της Σονάτας op. 13 του Beethoven (η πρώτη οκτάβα Mi_b αποτελεί την αρχή του θέματος).

Στη Μαζούρκα op. 7 αρ. 5 του Chopin, ο αλγόριθμος δεν οριοθετεί σωστά τα τμήματα ακουστικών ρευμάτων στον οριζόντιο άξονα, επειδή δεν μπορεί να ανιχνεύσει τις παραλλαγμένες επαναλήψεις της αρχικής τετράμετρης φράσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις η οργάνωση των φθόγγων με βάση το κριτήριο της εγγύτητας μπορεί επίσης να οδηγήσει σε σφάλματα. Για παράδειγμα, στο μέτρο 15 της Φούγκας BWV 859 του Bach, το Φα# της σοπράνο συμπεριλαμβάνεται από τον αλγόριθμο στο ίδιο τμήμα ακουστικού ρεύματος με το Mi# της άλτο που ακολουθεί (απόσταση ημιτονίου) και όχι με το Σολ# (απόσταση τόνου). Και σ' αυτήν την περίπτωση το πρόβλημα θα μπορούσε να επιλυθεί αν ο αλγόριθμος αναγνώριζε τη θεματική εμφάνιση της σοπράνο. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 3.3, η ενσωμάτωση μοτιβικών και αρμονικών κριτηρίων σε υπολογιστικά μοντέλα παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες.

Ένα άλλο πρόβλημα του αλγορίθμου έγκειται στην ίδια την έννοια των «τμημάτων ακουστικών ρευμάτων». Κατ' αρχάς, παρουσιάζονται δυσκολίες όσον αφορά την εφαρμογή της σε πολυφωνικής υφής έργα. Στα έργα αυτά οι φωνές παρουσιάζουν μια συνεχή εξέλιξη και δραστηριότητα, με συνέπεια ο διαχωρισμός των φθόγγων σε επιμέρους σύνολα να μοιάζει σε πολλές περιπτώσεις αυθαίρετος. Έπειτα, σε ορισμένες περιπτώσεις ο τελευταίος φθόγγος μιας φράσης είναι ταυτόχρονα και ο πρώτος φθόγγος της επόμενης φράσης (αλληλεπικάλυψη φράσεων). Επειδή ο αλγόριθμος λειτουργεί οργανώνοντας τους φθόγγους σε τμήματα ακουστικών ρευμάτων, θα πρέπει να συμπεριλάβει το φθόγγο σε ένα μόνο τμήμα,

κάτι που μπορεί να θεωρηθεί ανακριβές από αναλυτική άποψη. Ακόμη, επειδή ο αλγόριθμος δεν εξάγει από τη μουσική επιφάνεια φωνές αλλά φθογγικά σύνολα, παραμένει απροσδιόριστος ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να συνδεθούν οι φθογγικές ακολουθίες (μονοφωνικές ή μη) για τη σχηματισμό ευρύτερων τμημάτων ακουστικών ρευμάτων.

Συμπερασματικά, το υπολογιστικό μοντέλο των Rafailidis et al. (2008), σε αντίθεση με τα περισσότερα μοντέλα διαχωρισμού φωνών ενσωματώνει αντιληπτικά κριτήρια για την οργάνωση των φθόγγων και περιλαμβάνει ορισμένα καινοτόμα χαρακτηριστικά. Παρ' όλα αυτά, χρειάζεται βελτίωση σε ορισμένους τομείς, όπως αυτός της οριζόντιας οριοθέτησης των τμημάτων ακουστικών ρευμάτων.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η δημιουργία ενός αποτελεσματικού υπολογιστικού μοντέλου διαχωρισμού φωνών, ικανού να εφαρμόζεται σε μουσικά έργα με διαφορετική μουσική υφή, είναι ένα αρκετά σύνθετο ζήτημα. Ο σχεδιασμός του προϋποθέτει τη γνώση και την αποτελεσματική ενσωμάτωση σ' αυτό των βασικών αρχών αντιληπτικής οργάνωσης των ήχων, έτσι ώστε να μην αποτελεί απλώς ένα θεωρητικό μεθοδολογικό εργαλείο αλλά να προσομοιώνει ρεαλιστικά τον τρόπο με τον οποίο ο ακροατής σχηματίζει αντιληπτικές δομές όταν έρχεται σε επαφή με κάποιο ηχητικό ερέθισμα. Στην παρούσα εργασία το ζήτημα του διαχωρισμού φωνών προσεγγίζεται τόσο από τη θεωρητική όσο και από την ψυχοακουστική του πλευρά. Εξετάζονται ακόμη τα κυριότερα μοντέλα διαχωρισμού φωνών και αξιολογείται το υπολογιστικό μοντέλο των Rafailidis et al. (2008), το οποίο παρουσιάζει ορισμένα νέα χαρακτηριστικά.

Στο πρώτο κεφάλαιο εξετάστηκε η έννοια της φωνής από την πλευρά της μουσικής θεωρίας, καθώς και οι κανόνες γραμμικής κίνησης των φωνών (κανόνες του voice-leading). Παρά την ευρέως διαδεδομένη άποψη ότι οι περισσότεροι μουσικοί είναι εξοικειωμένοι σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό με την έννοια της «φωνής», όπως επίσης και με τις έννοιες της ομοφωνίας, της ετεροφωνίας και της πολυφωνίας, είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι στην πραγματικότητα δεν υφίσταται κάποια θεωρία που να προσδιορίζει την έννοια της φωνής σε συνάρτηση με την μουσική υφή ενός μουσικού έργου. Στις περισσότερες περιπτώσεις θεωρείται δεδομένο ότι η «φωνή» αναφέρεται σε μια μονοφωνική ακολουθία διαδοχικών φθόγγων. Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται μία διάσταση με την έννοια των «ακουστικών ρευμάτων», δηλαδή των αντιληπτών φωνών που προσλαμβάνει ένας ακροατής.

Η οργάνωση των ηχητικών γεγονότων σε ακουστικά ρεύματα βασίζεται σε ορισμένους εγγενείς αντιληπτικούς μηχανισμούς, που έχουν τις ρίζες τους στις αρχές που διατύπωσαν οι ψυχολόγοι της σχολής Gestalt, οι οποίες εξετάστηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο. Η αντιληπτική οργάνωση των ήχων λαμβάνει χώρα παράλληλα στην οριζόντια και στην κάθετη διάσταση. Αυτό συνεπάγεται ότι τα ακουστικά ρεύματα μπορούν να περιλαμβάνουν περισσότερους του ενός ταυτόχρονους φθόγγους, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των φθόγγων που κινούνται σε παράλληλα σύμφωνα διαστήματα ή στην περίπτωση της ομορυθμικής ομοφωνίας. Επίσης, στην περίπτωση της ψευδο-πολυφωνίας μια μονοφωνική ακολουθία φθόγγων μπορεί να διασπάται σε

δύο ακουστικά ρεύματα. Η πρόσληψη ενός ή δύο ακουστικών ρευμάτων εξαρτάται από την διαφορά τονικού ύψους μεταξύ των φθόγγων και από την ταχύτητα εκτέλεσης της ακολουθίας.

Ο σχεδιασμός υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού φωνών αποτελεί ένα αρκετά σύγχρονο ερευνητικό πεδίο (ως αφετηρία μπορεί να θεωρηθεί το μοντέλο του Marsden το 1992), το οποίο γνωρίζει συνεχή εξέλιξη. Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάστηκαν ορισμένα από τα κυριότερα υπολογιστικά μοντέλα διαχωρισμού φωνών, παρουσιάστηκε ο τρόπος λειτουργίας τους και επισημάνθηκαν τα θετικά τους χαρακτηριστικά και τα μειονεκτήματά τους. Τα περισσότερα μοντέλα θεωρούν τη «φωνή» ως μία μονοφωνική ακολουθία φθόγγων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορούν να εφαρμοστούν μόνο σε πολυφωνικής υφής συνθέσεις, οι οποίες αποτελούνται από έναν σταθερό αριθμό μονοφωνικών ακολουθιών. Ορισμένα μοντέλα, όπως αυτά των Kilian & Hoos (2002) Karydis et al. (2007a, b) λαμβάνουν υπ' όψιν αντιληπτικά δεδομένα και προβλέπουν την ενσωμάτωση ταυτόχρονων φθόγγων στο ίδιο ακουστικό ρεύμα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάστηκε η λειτουργία του μοντέλου των Rafailidis et al. (2008) σε ένα δείγμα αποσπασμάτων έργων για πιάνο. Το μοντέλο εισάγει μία νέα μουσικολογική έννοια, αυτήν των *τμημάτων ακουστικών ρευμάτων* (stream segments). Οι φθόγγοι ομαδοποιούνται από το μοντέλο σε συνεκτικά σύνολα διαδοχικών ή ταυτόχρονων φθόγγων, σύμφωνα με τις βασικές αρχές αντιληπτικής οργάνωσης. Το κυριότερο πλεονέκτημα του μοντέλου είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί εξίσου αποτελεσματικά σε έργα πολυφωνικής και ομοφωνικής υφής, όπως επίσης και σε έργα στα οποία η υφή και ο αριθμός των ακουστικών ρευμάτων μεταβάλλονται. Παρ' όλα αυτά υποπίπτει σε σφάλματα όσον αφορά την οριζόντια οριοθέτηση των τμημάτων. Επίσης, σε έργα πολυφωνικής υφής, όπως για παράδειγμα οι φούγκες, ο διαχωρισμός των φθογγικών ακολουθιών σε επιμέρους σύνολα μοιάζει σε ορισμένες περιπτώσεις αυθαίρετος.

Η μεγαλύτερη δυσκολία για τη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού φωνών, ικανών να προσομοιώνουν με ακρίβεια την ανθρώπινη αντίληψη είναι η πολυπλοκότητα των αντιληπτικών διεργασιών. Η διαδικασία αντιληπτικής οργάνωσης των ήχων εξαρτάται από την αλληλεπίδραση πολυάριθμων μηχανισμών και επηρεάζεται από παραμέτρους που είναι δύσκολο να κωδικοποιηθούν και να ενσωματωθούν σε ένα υπολογιστικό μοντέλο (π.χ. το ηχώχρωμα ή η χωρική διαφοροποίηση). Σχετίζεται επίσης με γνωστικούς παράγοντες, όπως η

προϋπάρχουσα γνώση και ο βαθμός εξοικείωσης του ακροατή με το ηχητικό υλικό. Η περαιτέρω βελτίωση των υπολογιστικών μοντέλων διαχωρισμού φωνών μέσω της επίλυσης των προβλημάτων που παρουσιάζουν και της προσθήκης νέων χαρακτηριστικών, μπορεί να τα καταστήσει ισχυρά αναλυτικά εργαλεία, με πολυάριθμες εφαρμογές.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΤΙΤΛΟΙ

- Βελιανίτης, Παναγιώτης (1999) *Λεξικό Μουσικής*. Εκδ. Πατάκη, Αθήνα.
- Γιάννου, Δημήτρης (1995) *Ιστορία της Μουσικής – Σύντομη Γενική Επισκόπηση*. Τόμος Α'. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Παπαδέλης, Γεώργιος (2002) *Εισαγωγή στη Μουσική Ακουστική Ι*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Παπανικολάου, Γεώργιος (1995) *Σημειώσεις Μουσικής Ακουστικής ΙΙ*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Παπανικολάου, Γεώργιος (2005) *Ηλεκτρακουστική*. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΟΙ ΤΙΤΛΟΙ

- Bithell, Caroline (2006) "Polyphony". Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.
- Boulez, Pierre (1986) *Orientations: Collected Writings*. Μετάφρ.: Cooper, M., Nattiez, J. J. (ed.). Faber and Faber, London.
- Bregman, Albert (1990) *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. MIT Press, Cambridge (Ma).
- Bullivant, Roger (1988). "Counterpoint". Λήμμα στο *New Oxford Companion to Music*. Arnold, D. (ed.) Oxford University Press.
- Cambouropoulos, Emilios (2000) From MIDI to Traditional Musical Notation. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Artificial Intelligence and Music: Towards Formal Models of Composition, Performance and Analysis*, July 3 - Aug. 3, Austin, Texas.
- Cambouropoulos, Emilios (2006) 'Voice' Separation: Theoretical, Perceptual and Computational Perspectives. In *Proceedings of the Ninth International Conference in Music Perception and Cognition (ICMPC2006)*, 22-23 August, Bologna, Italy.
- Chew, Elaine and Wu, Xiaodan (2004) Separating Voices in Polyphonic Music: A

- Contig Mapping Approach. In *Computer Music Modeling and Retrieval: Second International Symposium (CMMR 2004)*, σελ. 1-20.
- Cooke, Peter R. (2006a) "Heterophony". Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.
- Cooke, Peter R. (2006b) "Polyphony". Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.
- Deutsch, Diana (1999) Grouping Mechanisms in Music. In Deutsch D. (ed.), *The Psychology of Music* (revised version). Academic Press, San Diego.
- Drabkin, William (2006a) "Part". Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.
- Drabkin, William (2006b) "Part-writing". Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.
- Dunsby, Jonathan (1988) "Polyphony". Λήμμα στο *New Oxford Companion to Music*. Arnold, D. (ed.) Oxford University Press.
- Frobenius, Wolf (2006) "Polyphony". Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.
- Huron, David (2001) Tone and Voice: A Derivation of the Rules of Voice-Leading from Perceptual Principles. *Music Perception*, 19(1): 1-64.
- Hyer, Brian (2006) "Homophony". Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.
- Jeppesen, Knud (1991) *Αντίστιξη – Ασματική Πολυφωνία*. Μετάφρ. Νάσου Κ., Εκδ. Νάσος, Αθήνα (πρωτότυπη έκδ.: (1944) *Kontrapunkt-Vokalpolyfoni*. Wilhelm Hansen, Copenhagen).
- Karydis, Ioannis, Nanopoulos, Alexandros, Papadopoulos, Apostolos, Cambouropoulos Emiliou and Manolopoulos, Yannis (2007a) Horizontal and Vertical Integration/Segregation in Auditory Streaming: A Voice Separation Algorithm for Symbolic Data. In *Proceedings of the Conference Sound and Music Computing (SMC07)*, Lefkada.
- Karydis, Ioannis, Nanopoulos, Alexandros, Papadopoulos, Apostolos and Cambouropoulos Emiliou (2007b) VISA: The Voice Integration/Segregation Algorithm. In *Proceedings of Eight International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2007)*, Vienna, Austria, σελ. 445-448.
- Kennan, Kent (1994) *Αντίστιξη – Με Βάση την Πρακτική του 18ου αιώνα*. Μετάφρ. Ρούπα Β., Εκδ. Σείστρον, Αθήνα (πρωτότυπη έκδ.: (1959) *Counterpoint*.

- Prentice Hall Inc.).
- Kilian, Jürgen and Hoos, Holger H. (2002) Voice Separation: A Local Optimisation Approach. In *Proceedings of the Third International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2002)*, σελ. 39-46.
- Kirlin, Philip B. and Utgoff, Paul E. (2005) VoiSe: Learning to Segregate Voices in Explicit and Implicit Polyphony. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2005)*, Queen Mary, University of London, σελ. 552-557.
- Marsden, Alan (1992) Modelling the Perception of Musical Voices: A Case Study in Rule-based Systems. In *Computer Representations and Models in Music*, Marsden, A. and Pople, A. (eds), Academic Press, London.
- Michels, Ulrich (1994, 1995). *Ατλας της Μουσικής*. 2 τόμοι. Μετάφραση Ινστιτούτου Έρευνας Μουσικής και Ακουστικής (Ι.Ε.Μ.Α.). Φίλιππος Νάκας, Αθήνα (πρωτότυπη έκδ.: *Dtv-Atlas zur Musik* (1977, 1985). Deutscher Taschenbuch Verlag).
- Miller, George A. and Heise, George A. (1950) The Trill Threshold. In *Journal of the Acoustical Society of America*, 22: 637-638.
- Mullet, Kevin and Sano, Darrell (1995) *Designing visual interfaces: Communication oriented techniques*. Prentice Hall.
- Piston, Walter (1990) *Counterpoint*. Victor Gollancz Ltd., London (πρωτότυπη έκδ.: (1947) W. W. Norton and Co., New York).
- Piston, Walter (1991) *Harmony*. Victor Gollancz Ltd., London. (πρωτότυπη έκδ.: (1941) W. W. Norton and Co., New York).
- Rafailidis, Dimitris, Nanopoulos, Alexandros, Manolopoulos, Yannis and Cambouropoulos, Emiliós (2008) Detection of Stream Segments in Symbolic Musical Data. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2008)*, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A.
- Rameau, Jean-Philippe (1971) *Treatise on Harmony*. Αγγλ. μετάφραση: Philip Gossett. Dover Publications, New York (πρωτότυπη έκδοση: (1722) *Traité de l'harmonie réduite à ses principes naturels*. Jean-Baptiste-Christophe Ballard (ed.). Paris).
- Shepard, Roger (1999) Stream Segregation and Ambiguity in Audition. In *Music, Cognition and Computerized Sound: An Introduction to Psychoacoustics*, P. R. Cook (ed.). MIT Press, Cambridge (Ma).

- Sloboda, John A. (1985) *The Musical Mind – The Cognitive Psychology of Music*.
Oxford University Press.
- Snyder, Bob (2000) *Music and Memory*. MIT Press, Cambridge (Ma).
- Swain, Joseph (2002) *Harmonic Rhythm*. Oxford University Press.
- Temperley, David (2001) *The Cognition of Basic Musical Structures*. MIT Press,
Cambridge (Ma).
- The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (2006). Sadie, St. (ed.).
Oxford University Press.
- The New Oxford Companion to Music* (1988). Arnold, D. (ed.). 3η έκδ. με διορθώσεις
(1η έκδ.: 1983). Oxford University Press.
- Zemtsovsky, Izaly (2006) “Polyphony”. Λήμμα στο *New Grove Dictionary of Music
and Musicians*. Sadie, St. (ed.). Oxford University Press.