

TTRM: παραγωγή πινάκων και μηχανή αναζήτησης κατά τη δωδεκαφθογγική ανάλυση μουσικών έργων

Αλέξανδρος Δροσέλτης

Lüderitzstrasse 63
D-13351 Berlin
Deutschland / Γερμανία

Πρόλογος

Στο άρθρο αυτό θα γίνει μια παρουσίαση του προγράμματος *ttrm*, το οποίο αναπτύσσω από το έτος 2001. Το πρόγραμμα αυτό βοηθά στη δωδεκαφθογγική ανάλυση μουσικών έργων που γράφτηκαν με το δωδεκαφθογγικό σύστημα σύνθεσης. Γράφτηκε στην πρώιμή του μορφή όταν για τις ανάγκες της διπλωματικής μου εργασίας[5] έπρεπε να αναλύσω είκοσι ένα έργα στα οποία γινόταν χρήση του δωδεκαφθογγικού συστήματος ή άλλων στο επίπεδο των τονικών υψών σειραϊκών συστημάτων στον ελάχιστο δυνατό χρόνο και με τη μέγιστη δυνατή αξιοπιστία.

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια εξήγηση κάποιων όρων και συμβάσεων που θα γίνουν στα πλαίσια του παρόντος άρθρου:

- Το όνομα του προγράμματος, *ttrm*, προκύπτει από τα αρχικά των λέξεων του όρου «Twelve-tone row matrix» που στα ελληνικά σημαίνει «πίνακας των σαράντα οκτώ μορφών μιας δωδεκαφθογγικής σειράς» (η ακριβής μετάφραση «πίνακας δωδεκαφθογγικής σειράς» οδηγεί σε ανακρίβειες που δεν είναι σκόπιμο να αναπτυχθούν στα πλαίσια του παρόντος άρθρου). Ο όρος αυτός θα συντομευθεί στη συνέχεια ως «πίνακας των μορφών της σειράς» (για τους όρους «σειρά» και «μορφές» βλ. την επόμενη ενότητα).
- Ο όρος «τονικό» θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια ως «το σχετικό με τα τονικά ύψη» και όχι ως «το σχετικό με την τονικότητα» ή «αυτό που είναι γραμμένο σε μια τονικότητα».
- Οι μεταφράσεις των αγγλικών όρων που αποτελούν τίτλους τμημάτων του προγράμματος θα είναι ελεύθερες.

Στο άρθρο αυτό δε θα εξηγηθούν όλοι οι μουσικοί όροι που εμφανίζονται, αλλά μόνο αυτοί που σχετίζονται άμεσα με το πρόγραμμα. Γνώσεις μουσικής είναι απαραίτητες για την πλήρη κατανόηση του περιεχομένου του άρθρου αυτού, όπως επίσης και σχετικά λίγες γνώσεις προγραμματισμού.

Τέλος, για όλα τα αποσπάσματα από συνθέσεις του Κώστα Σιέμπη, Σπύρου Σούφη και Κρίστιαν Μόντροπ (Christian Mondrup) που χρησιμοποιούνται ως παραδείγματα έχει δοθεί η ευγενική άδεια των αντιστοίχων συνθετών.

Σύντομη εισαγωγή στο δωδεκαφθογγικό σύστημα σύνθεσης

Γύρω στο 1921 ο Αυστριακός συνθέτης Άρνολντ Σένμπεργκ (Arnold Schönberg, 1874–1951) επινόησε μια μέθοδο σύνθεσης η οποία εφαρμόστηκε αρχικώς για την οργάνωση των φθόγγων έργων που δε βασίζονταν σε κάποια τονικότητα (ατονικά), και που σήμερα ονομάζεται «δωδεκαφθογγικό σύστημα σύνθεσης». Το δωδεκαφθογγικό σύστημα γνώρισε μεγάλη άνθηση στη Βιέννη και το Βερολίνο στο διάστημα του μεσοπολέμου, και μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο διευρύνθηκε στο λεγόμενο «σειραϊκό» σύστημα και χρησιμοποιήθηκε από πολλούς συνθέτες στην Ευρώπη και την Αμερική. Σήμερα βρίσκεται ακόμα σε χρήση από πολλούς συνθέτες.

Η βασική αρχή του συστήματος αυτού είναι η χρήση μιας ακολουθίας φθόγγων που αποτελείται και από τους δώδεκα φθόγγους της χρωματικής κλίμακας, όπου ο καθένας εμφανίζεται μόνο μία φορά. Η ακολουθία αυτή ονομάζεται «δωδεκαφθογγική σειρά» και έχει τέσσερις βασικές μορφές: αρχική (θα συμβολίζεται στη συνέχεια με το γράμμα P εκ του αγγλικού Prime), αναδρομή ή καρκίνος (R: Retrograde), αναστροφή (I: Inversion) και αναδρομή της αναστροφής (RI: Retrograde Inversion):¹

The image displays two staves of musical notation. The top staff shows the Prime (P₄) and Retrograde (R₄) forms of a twelve-tone series. The bottom staff shows the Inversion (I₄) and Retrograde Inversion (RI₄) forms. The notes are arranged in a sequence that covers all twelve chromatic pitches exactly once in each form.

¹ Οι πίνακες 1–4 εξάγονται από τη σειρά που χρησιμοποιείται στο *Κομμάτι για πιάνο*, έργο 10 (1986) του Κώστα Σιέμπη (*1961).

Οι τέσσερις βασικές μορφές

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, η αναστροφή είναι η μορφή της οποίας τα διαστήματα έχουν αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική. Οι ανάδρομες μορφές της αρχικής και της αναστροφής μορφής είναι απλώς η αντιστροφή του χρόνου τους, σαν αυτές να διαβάζονται στην αντίθετη κατεύθυνση.

Η σειρά εμφανίζεται στο έργο κάθε φορά σε μία από τις δώδεκα μεταφορές της (από ντο, ντο δίεση, ρε, ..., λα δίεση, σι) σε μια από τις τέσσερις προαναφερθείσες μορφές, δηλαδή συνολικά διατίθενται $12 \times 4 = 48$ διαφορετικές μορφές (βλ. πίνακα 2)². Κάθε μια από τις μορφές αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μελωδία (οριζόντια χρήση) ή/και ως ακολουθία συγχορδιών. Επίσης μπορούν να συνδυαστούν πολλές μορφές μεταξύ τους. Κάθε φθόγγος της σειράς μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε οκτάβα. Είναι προφανές ότι οι συνδυαστικές δυνατότητες που δίδονται απ' το δωδεκαφθογγικό σύστημα σύνθεσης είναι πάρα πολλές. Στο παρακάτω απόσπασμα από ένα σύγχρονο δωδεκαφθογγικό έργο φαίνεται ο συνδυασμός οριζόντιας και κατακόρυφης χρήσης δύο μορφών της ίδιας σειράς.³

Παράδειγμα 1: Κ. Σιέμπς, έργο 10, μέτρα 64–65 με δωδ/κή ανάλυση

² Για μια λεπτομερέστερη εξήγηση του πίνακα 2, βλ. την υποενότητα «Είδη των πινάκων και σχετικά αρχεία». Η αναφορά σε μία από τις σαράντα οκτώ μορφές της σειράς θα γίνει στη συνέχεια λησζλναι.γίμφε τον όρο «μορφή της σειράς» και η αναφορά στις τέσσερις βασικές μορφές σε αφηρημένο επίπεδο (χωρίς να εννοείται κάποια συγκεκριμένη μεταφορά), με τον όρο «τέσσερις κατηγορίες μορφών της σειράς».

³ Στο παράδειγμα αυτό, οι φθόγγοι της μορφής I₂ σημειώνονται με λατινικούς αριθμούς για να ξεχωρίζουν απ' τους φθόγγους της R₉.

P R I RI

The musical score is organized into four columns labeled P, R, I, and RI, and 12 rows labeled 0 through 11. Each row contains a single staff of music with a treble clef. Below each staff, a sequence of numbers (1-12) indicates the fingering for each note. The notes are arranged in a complex, overlapping pattern across the four parts and 12 voices, creating a dense texture. The key signature and time signature are not explicitly shown but are implied by the notation.

Πίνακας 2: Πίνακας των μορφών της σειράς για το Κομμάτι για πιάνο, έργο 10 του Κ. Σιέμπη

Η δωδεκαφθογγική ανάλυση

Η δωδεκαφθογγική ανάλυση αποτελεί μέρος της συνολικής ανάλυσης ενός δωδεκαφθογγικού έργου και από μόνη της είναι σημαντική για την κατανόηση της κατασκευής του· σε συνδυασμό με άλλα είδη ανάλυσης (μορφολογική, αρμονική, ρυθμική) μπορεί να προσφέρει ακόμη πιο χρήσιμες πληροφορίες για το έργο.

Η δωδεκαφθογγική ανάλυση ενός (δωδεκαφθογγικού) έργου συνίσταται στην εξαγωγή της σειράς (ή των σειρών) του, στην ταύτιση κάθε φθόγγου του έργου ως μέλους κάποιας μορφής της σειράς, στην ανάλυση των ιδιοτήτων της σειράς και του τρόπου χρήσης τους στο έργο, στη στατιστική αξιολόγηση των σειρών που χρησιμοποιούνται στο έργο (π.χ. αν υπάρχουν κάποιες δεσπόζουσες μορφές, κάποιες ομάδες συγγενικών μορφών κ.α.), στην τεκμηρίωση ιδιαιτεροτήτων στον τρόπο χρήσης της σειράς και στην εξήγηση/αιτιολόγηση όλων των παραπάνω.

Ο ρόλος του ttrm στη δωδεκαφθογγική ανάλυση

Ένα μεγάλο μέρος της εργασίας προετοιμασίας και διεξαγωγής της ανάλυσης εμπεριέχει διαδικασίες που είναι μηχανικές, χρονοβόρες και αρκετά δύσκολες ώστε να εμφωλεύει μια μεγάλη πιθανότητα λάθους όταν αυτές γίνονται χειρωνακτικά. Οι βασικές είναι δύο:

1. προετοιμασία του πίνακα των σαράντα οκτώ μορφών της σειράς·
2. αναζήτηση ενός οποιουδήποτε τονικού σχηματισμού που συναντάται στο έργο, στο πλέγμα των σαράντα οκτώ μορφών.

Παρακάτω θα περιγραφούν τα είδη των πινάκων και ο τρόπος με τον οποίο το ttrm εκτελεί τις παραπάνω εργασίες.

1 Κατασκευή των πινάκων

Είδη των πινάκων και σχετικά αρχεία

Υπάρχουν διάφορα είδη πινάκων που χρησιμοποιούνται στη δωδεκαφθογγική ανάλυση. Ο πιο διαδεδομένος είναι αυτός όπου οι φθόγγοι εμφανίζονται με τη μουσική σημειογραφία (βλ. πίνακα 2) και το βασικό του πλεονέκτημα είναι ότι κατά τη διεξαγωγή της ανάλυσης, το πέρασμα του αναλυτή από την παρτιτούρα του αναλυόμενου μουσικού έργου στον πίνακα των μορφών της σειράς και αντιστρόφως γίνεται εύκολα, διότι ο πίνακας αποτελείται από νότες, όπως και η παρτιτούρα (σε αντίθεση με άλλα είδη πινάκων, βλ. παρακάτω).

Ο πίνακας αυτός αποτελείται από τέσσερις στήλες, στις οποίες εμφανίζονται οι δώδεκα μεταφορές της αρχικής μορφής της σειράς, της καρκινικής μορφής, της ανάστροφης και της ανάδρομης της ανάστροφης. Οι αριθμοί στο αριστερό μέρος του πίνακα δηλώνουν την τονική τάξη του αρχικού φθόγγου της αρχικής και της ανάστροφης μορφής της σειράς (0 για το ντο, 1 για το ντο δίεση ή το ρε ύφεση, 2 για το ρε κ.ο.κ.). Οι ανάδρομες μορφές ταξινομούνται σύμφωνα με τη μορφή της οποίας αντιστρέφεται σ' αυτές, π.χ. R_1 είναι η αναδρομή της P_1 , RI_3 είναι η αναδρομή της I_3 .

Για την παραγωγή του πίνακα αυτού ήταν αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί ένα πρόγραμμα στοιχειοθεσίας μουσικού κειμένου που δέχεται είσοδο από αρχείο απλού κειμένου και είναι δωρεάν διαθέσιμο. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε το \TeX σε συνδυασμό με το πακέτο μακροεντολών MusiX \TeX ώστε τα αποτελέσματα να διαθέτουν υψηλή ποιότητα στην οθόνη αλλά και στο χαρτί. Έτσι το *ttrm* κατασκευάστηκε αρχικώς ώστε να δημιουργεί ένα αρχείο \TeX /MusiX \TeX . Στη συνέχεια, καθώς το *ttrm* απέκτησε γραφική επιφάνεια εργασίας (έκδοση 3 κ.ε.), η εκτέλεση του αρχείου αυτού από το \TeX καθώς και η παραγωγή των αρχείων Postscript και PDF μπορεί διευθύνεται από το ίδιο το πρόγραμμα (για περισσότερες λεπτομέρειες, βλ. παρακάτω).

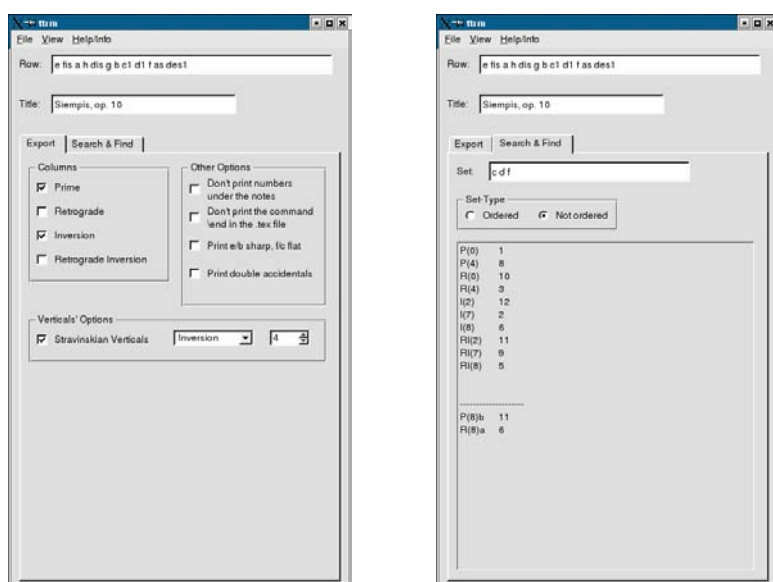
Τα άλλα δύο είδη πινάκων δεν αποτελούνται από νότες αλλά υφίστανται ως πίνακες κειμένου. Στο πρώτο είδος χρησιμοποιούνται τα γερμανικά ονόματα των φθόγγων (c, cis/des, d, κ.τ.λ.) ενώ στο δεύτερο, η τονική τους τάξη (0, 1, 2, κ.τ.λ.). Εδώ απαιτείται κάποια κωδικοποίηση / αποκωδικοποίηση στη μετάβαση από την παρτιτούρα στον πίνακα κατά τη διεξαγωγή της ανάλυσης, αλλά το πλεονέκτημα έγκειται στο ότι οι πίνακες αυτοί προσφέρουν στον ελάχιστο δυνατό χώρο όλο το τονικό υλικό του έργου: οι γραμμές είναι οι αρχικές μορφές, οι στήλες αποτελούν τις ανάστροφες, και αν αυτές (οι αρχικές και οι ανάστροφες) διαβαστούν στην αντίθετη κατεύθυνση, δίδουν τις αντιστοίχως ανάδρομες μορφές (βλ. πίνακες 3 και 4).

Οι πίνακες αυτοί εξάγονται από το *ttrm* ως απλό αρχείο κειμένου. Στην επόμενη έκδοση του προγράμματος θα συμπεριληφθεί και η δυνατότητα εξαγωγής τους στον κώδικα του \LaTeX .

Η χρήση του ttrm στην παραγωγή των πινάκων

Η γραφική επιφάνεια του *ttrm* αποτελείται από τρία βασικά τμήματα (σχήμα 13): ένα μενού επικεφαλής, δύο πεδία κειμένου και δύο κάρτες διαλόγου με τίτλους «Export» (Εξαγωγή) και «Search & Find» (Αναζήτηση & Εύρεση).

Ο χρήστης μπορεί να εισάγει στα δύο πεδία κειμένου της επιφάνειας του *ttrm* μια σειρά και έναν τίτλο ή μπορεί να εισαγάγει τη σειρά και τον τίτλο από ένα αποθηκευμένο αρχείο. Για τη σημειογραφία της σειράς χρησιμοποιούνται τα γερ-



Σχήμα 13: Η γραφική επιφάνεια του ttrm στις δύο κάρτες διαλόγου «Export» και «Search & Find»

c	d	f	g	h	es	ges	as	b	des	e	a
ais	c	dis	f	a	cis	e	fis	gis	h	d	g
g	a	c	d	fis	b	des	es	f	as	h	e
f	g	b	c	e	as	h	des	es	ges	a	d
cis	dis	fis	gis	c	e	g	a	h	d	f	b
a	h	d	e	gis	c	es	f	g	b	des	ges
fis	gis	h	cis	f	a	c	d	e	g	b	es
e	fis	a	h	dis	g	b	c	d	f	as	des
d	e	g	a	cis	f	as	b	c	es	ges	h
h	cis	e	fis	ais	d	f	g	a	c	es	as
gis	ais	cis	dis	g	h	d	e	fis	a	c	f
dis	f	gis	ais	d	fis	a	h	cis	e	g	c

Πίνακας 3: Τετράγωνος πίνακας με τα ονόματα των φθόγγων

0	2	5	7	11	3	6	8	10	1	4	9
10	0	3	5	9	1	4	6	8	11	2	7
7	9	0	2	6	10	1	3	5	8	11	4
5	7	10	0	4	8	11	1	3	6	9	2
1	3	6	8	0	4	7	9	11	2	5	10
9	11	2	4	8	0	3	5	7	10	1	6
6	8	11	1	5	9	0	2	4	7	10	3
4	6	9	11	3	7	10	0	2	5	8	1
2	4	7	9	1	5	8	10	0	3	6	11
11	1	4	6	10	2	5	7	9	0	3	8
8	10	1	3	7	11	2	4	6	9	0	5
3	5	8	10	2	6	9	11	1	4	7	0

Πίνακας 4: Τετράγωνος πίνακας με την τονική τάξη των φθόγγων

μανικά ονόματα των φθόγγων (c, cis/des, d, dis/es, . . . , ais/b, h). Η επιλογή της χρήσης των γερμανικών ονομάτων έγινε λόγω της μεγαλύτερης συντομίας που παρουσιάζουν: η ονομασία της κεφαλής της νότας⁴ και το σημείο αλλοιώσεως (όταν υπάρχει) συμπύσσονται σε μία μόνο λέξη για κάθε νότα (σε αντίθεση με άλλες ευρωπαϊκές γλώσσες, όπως στα αγγλικά, γαλλικά, ιταλικά ή ελληνικά: π.χ. ντο δίεση, σολ ύφεση, ενώ στα γερμανικά: cis, ges αντιστοίχως). Ο χρήστης μπορεί στη συνέχεια να εξαγάγει αποθηκεύοντας τα σχετικά αρχεία T_EX, DVI, Postscript και PDF μέσω της επιλογής File→Export→Row Matrix ή απλώς να δει άμεσα τα τρία τελευταία αρχεία με προγράμματα της επιλογής του (έκδοση 3.2

⁴ Ο όρος «κεφαλή της νότας» εννοεί εδώ και στη συνέχεια το όνομα ενός φθόγγου χωρίς το σημείο αλλοιώσεως.

κ.ε.) μέσω της επιλογής του μενού View→Row Matrix→DVI ή PS ή PDF. Από τις ενέργειες αυτές, μόνο η εξαγωγή αρχείου \TeX αποτελεί αντικείμενο πλήρους χειρισμού από το *ttrm*. Το πρόγραμμα λειτουργεί για τις υπόλοιπες ως ένα απλό frontend.

Στην κάρτα «Export» βρίσκονται τρεις ομάδες κουμπιών με τους αντίστοιχους τίτλους: «Columns» (στήλες), «Other Options» (άλλες επιλογές) και «Verticals» (κάθετες)⁵.

Μέσω της πρώτης ομάδας κουμπιών (Columns), ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ποιες κατηγορίες των μορφών της σειράς θα εξαχθούν στον πίνακα. Αυτό είναι χρήσιμο σε περιπτώσεις όπου μια κατηγορία μορφών δε χρησιμοποιείται στο έργο (π.χ. σε έργα του Άλμπαν Μπεργκ (Alban Berg, 1885–1935) δε χρησιμοποιούνται κατά κανόνα οι ανάδρομες μορφές) ή όταν μόνο μερικές εκ των κατηγοριών των μορφών αποτελούν αντικείμενο μελέτης ή όταν η σειρά αποτελείται από περισσότερους των δώδεκα φθόγγους, οπότε είναι καλύτερο για λόγους παρουσίασης οι τέσσερις στήλες του πίνακα να κατανεμηθούν σε δύο σελίδες χαρτιού.

Η δεύτερη ομάδα κουμπιών περιέχει τέσσερις επιλογές σχετικές με τη χρήση και τη σημειογραφία του πίνακα ως κουτάκια ελέγχου. Το πρώτο κουτάκι ελέγχει το αν οι αύξοντες αριθμοί θα εμφανιστούν κάτω από τους φθόγγους των σαράντα οκτώ μορφών της σειράς. Το δεύτερο κουτάκι ελέγχει αν θα εκτυπωθεί η εντολή `\end` στο τέλος του κειμένου \TeX που θα εξαχθεί. Αν χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν πολλοί διαφορετικοί πίνακες σε ένα αρχείο με την εντολή `\input`, τότε είναι χρήσιμο να γίνει χρήση αυτής της επιλογής ώστε να μη χρειαστεί να επεμβεί ο χρήστης στο μουσικό αρχείο \TeX για να διαγράψει την εντολή τερματισμού. Τα δύο τελευταία κουτάκια ελέγχουν αν θα γίνει χρήση των νοτών για τους εναρμόνιους φθόγγους των φθόγγων μι/σι δίεση και ντο/φα ύφεση (τρίτο κουτάκι) και των φθόγγων με διπλές αλλοιώσεις (τέταρτο κουτάκι). Το *ttrm* σύμφωνα με τις προκαθορισμένες του ρυθμίσεις επιλέγει να μη χρησιμοποιεί τις νότες για τους προαναφερθέντες φθόγγους, αλλά τους σχετικούς εναρμόνιους, ώστε ο πίνακας των μορφών της σειράς να είναι όσο πιο απλός γίνεται, καθώς στην ατονική μουσική τα διαστήματα θεωρούνται ως προς την ποσότητα ημιτονίων που διαθέτουν και όχι ως προς τη θέση τους σε μια μη χρωματική κλίμακα. Αν όμως γίνεται χρήση τονικότητας στο προς ανάλυση δωδεκαφθογγικό έργο, τότε ίσως να θεωρηθεί χρήσιμη η ενεργοποίηση των παραπάνω επιλογών, ώστε τα διαστήματα μέσα σε κάθε μορφή της σειράς να παραμείνουν τα ίδια σύμφωνα με την παραδοσιακή (μελωδική / αρμονική) τονική τους υπόσταση (δηλ. μια ελλατωμένη τρίτη να παραμείνει ως έχει, και να μη μετατραπεί σε μεγάλη δευτέρα προς χάριν απλότητας).

⁵ Για τις κάθετες βλ. υποενότητα «Οι πίνακες των καθέτων».

Όπως είναι προφανές, οι πίνακες κειμένου που εξάγει το `ttrm` επηρεάζονται μόνο από τις δύο τελευταίες επιλογές από τις παραπάνω.

2 Τεχνικό μέρος — προβλήματα κατά το σχεδιασμό

Το `ttrm` είναι γραμμένο σε C++ και για το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιείται η βιβλιοθήκη QT (3.0.3). Όταν παρακάτω γίνει λόγος για «συναρτήσεις» και «αντικείμενα», αυτοί οι όροι θα εννοούνται στα πλαίσια της γλώσσας προγραμματισμού.

Η προετοιμασία του πίνακα των μορφών χρησιμοποιεί σαν αρχικό δεδομένο μια τυχαία αρχική μορφή της σειράς. Τα βασικά προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν είναι:

1. η εξαγωγή της αναστροφής·
2. η εξαγωγή της αναδρομής·
3. η μεταφορά μιας οποιασδήποτε μορφής κατά ένα ορισμένο διάστημα.

Από τα παραπάνω, το πιο εύκολο προς επίλυση πρόβλημα είναι η εξαγωγή της αναδρομής. Καθώς οι σειρές αποτελούν πίνακες σε επίπεδο κώδικα, αρκεί αρχικώς μια απλή αναδρομή του πίνακα. Το πρόβλημα 1 (αναστροφή) έχει σαν προϋπόθεση το πρόβλημα 3 (μεταφορά), διότι σε στοιχειώδες επίπεδο, ο αρχικός φθόγγος ενός δεδομένου διαστήματος μεταφέρεται προς την αντίθετη κατεύθυνση όσο είναι και το αρχικό διάστημα. Π.χ. για να υπολογιστεί η αναστροφή της μεγάλης δευτέρας ντο-ρε, λαμβάνει χώρα η εξής διαδικασία: ο πρώτος φθόγγος παραμένει ντο και για το δεύτερο φθόγγο το ντο μεταφέρεται προς την αντίθετη από την αρχική κατεύθυνση του διαστήματος όσο και το ίδιο το αρχικό διάστημα (ντο-ρε), δηλαδή μία δευτέρα προς τα κάτω, συνεπώς ντο-σι ύφεση. Έτσι, για να λυθεί το πρόβλημα 1, χρειάζεται απλώς μία πρόσθετη συνάρτηση αναγνώρισης του διαστήματος και η λύση του ζητήματος της μεταφοράς.

Αρχικώς θα γίνει λόγος για μεταφορά προς τα πάνω. Στο πρόβλημα της μεταφοράς μιας νότας προς τα πάνω,⁶ ο υπολογισμός της κεφαλής της νότας είναι μια απλή πρόσθεση, π.χ. αν μεταφέρεται το μι κατά μία πέμπτη προς τα πάνω (άσχετα με το είδος της) η μεταφερόμενη νότα θα έχει κεφαλή την τέταρτη κατά σειρά νότα σύμφωνα με τον πίνακα 5· έτσι, αν το μι έχει τιμή 2, η κεφαλή της μεταφερόμενης νότας θα έχει τιμή $2 + 4 = 6$, δηλαδή σι. Το βασικό πρόβλημα είναι το σημείο

⁶ Ο όρος «μεταφορά νότας» στο παρόν άρθρο σημαίνει «μεταφορά του τονικού ύψους στο οποίο αντιστοιχεί μια δεδομένη νότα». Μολαταύτα θα χρησιμοποιηθεί ο πρώτος όρος για λόγους συντομίας.

αλλοιώσεως. Αυτό εξαρτάται από το μέγεθος και το είδος του διαστήματος μεταφοράς καθώς και από την αρχική νότα και η δυσκολία έγκειται στην ασύμμετρη κατανομή των επτά φθόγγων ντο, ρε, μι, φα, σολ, λα, και σι στην οκτάβα (οι αποστάσεις των διαδοχικών φθόγγων είναι όλες ένας τόνος, εκτός από τα ζεύγη μι-φα, σι-ντο που είναι ένα ημιτόνιο το καθένα).

...	σι	ντο	ρε	μι	φα	σολ	λα	σι	...
...	-1	0	1	2	3	4	5	6	...

Πίνακας 5: Τιμές για τον καθορισμό της «κεφαλής» της μεταφερμένης νότας

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να εξηγηθούν οι όροι «μικρή» και «μεγάλη» μεταφορά, τους οποίους εισήγαγα κατά το σχεδιασμό του προγράμματος για να περιγράψω το φαινόμενο που θα γίνει καλύτερα κατανοητό μέσω του πίνακα 6. Οι αριθμοί δηλώνουν το σημείο αλλοιώσεως του μεταφερμένου φθόγγου, όταν ο αρχικός είναι αυτός που εμφανίζεται στην πρώτη σειρά, και το ανιόν διάστημα μεταφοράς, αυτό της πρώτης στήλης⁷. Τα σύμβολα «M», «μ» και «κ» σημαίνουν «μεγάλη», «μικρή» και «καθαρή» αντίστοιχα.

	ντο	ρε	μι	φα	σολ	λα	σι
2μ	-1	-1	0	-1	-1	-1	0
2M	0	0	1	0	0	0	1
3μ	-1	0	0	-1	-1	0	0
3M	0	1	1	0	0	1	1
4κ	0	0	0	-1	0	0	0
5κ	0	0	0	0	0	0	1
6μ	-1	-1	0	-1	-1	0	0
6M	0	0	1	0	0	1	1
7μ	-1	0	0	-1	0	0	0
7M	0	1	1	0	1	1	1

Πίνακας 6: Τα τελικά σημεία αλλοιώσεως για δεδομένες αρχικές νότες και διαστήματα μεταφοράς

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 6, για κάθε διάστημα μεταφοράς, ανεξάρτητα από το είδος του, υπάρχουν ορισμένες νότες οι οποίες έχουν πάντα σημείο αλλοιώσεως μεγαλύτερης τιμής από τις υπόλοιπες. Π.χ. για το διάστημα της έκτης, άσχετα αν πρόκειται για μικρή ή μεγάλη, αν οι φθόγγοι μι, λα και σι μεταφερθούν μία έκτη προς τα πάνω, η τελική νότα θα έχει πάντα σημείο αλλοιώσεως μεγαλύτερο από την περίπτωση της μεταφοράς των υπολοίπων. Έτσι, θεώρησα ότι όταν

⁷ Στον κώδικα του ttrm τα σημεία αλλοιώσεως εκφράζονται με τιμές από το -2 (διπλή ύφεση) ως το 2 (διπλή δίεση).

οι αρχικοί φθόγγοι είναι μι, λα ή σι και το διάστημα μία έκτη, τότε πρόκειται για μεγάλη μεταφορά και για τους υπολοίπους, για μικρή. Στον κώδικα του προγράμματος αυτός ο καθορισμός αναλαμβάνεται από τη συνάρτηση `Tr_Condition` και αυτή επιστρέφει την τιμή 0 όταν πρόκειται για μικρή μεταφορά ή την τιμή 1 όταν πρόκειται για μεγάλη.

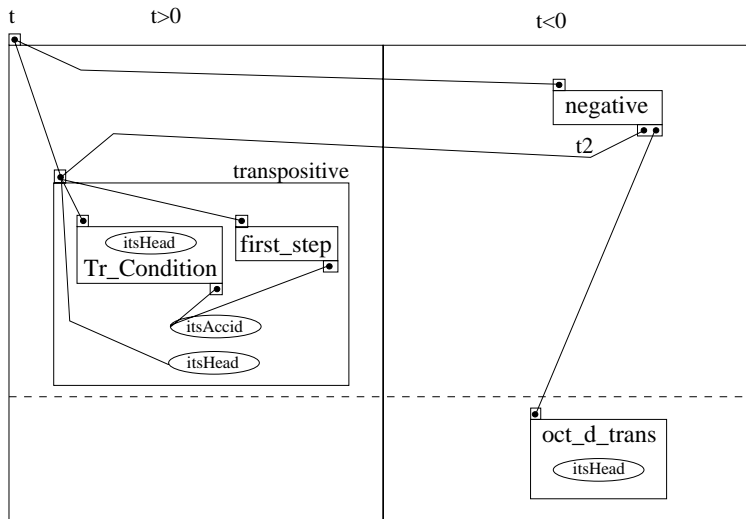
Μετά απ' τον καθορισμό του είδους της μεταφοράς, το μόνο που έμενε ήταν μία πρόσθετη συνάρτηση για τον καθορισμό της ακριβούς τιμής του τελικού σημείου αλλοιώσεως (στον κώδικα του προγράμματος με τίτλο `first_step`). Οι παρατηρήσεις γενικεύτηκαν σε έναν αλγόριθμο που δίνει τιμές για κάθε διάστημα, σχετικά με το είδος και το μέγεθός του ομαδοποιώντας τις κοινές περιπτώσεις. Π.χ. για κάθε δεύτερες, τρίτες, έκτες και έβδομες, αν αυτές είναι μικρές, η συνάρτηση επιστρέφει την τιμή -1 . Η τιμή αυτή προστίθεται στην τιμή που επιστρέφει η `Tr_Condition` κι έτσι δίδεται η ακριβής τιμή του σημείου αλλοιώσεως. Για παράδειγμα, αν πρόκειται να μεταφερθεί το ρε κατά μία μικρή έκτη, η `Tr_Condition` διαπιστώνει ότι για διάστημα έκτης και αρχικό φθόγγο ρε, πρόκειται για μικρή μεταφορά, συνεπώς επιστρέφει την τιμή 0. Η `first_step` επιστρέφει για το διάστημα της μικρής έκτης την τιμή -1 , συνεπώς το σημείο αλλοιώσεως του μεταφευμένου φθόγγου θα έχει την τιμή $0 - 1 = -1$, άρα θα πρόκειται για ύφεση.

Μέχρι τώρα έγινε λόγος για μεταφορά προς τα πάνω. Η μεταφορά προς τα κάτω θα απαιτούσε μια δεύτερη συνάρτηση που θα έθετε άλλες προϋποθέσεις για τον καθορισμό της «μικρής» ή «μεγάλης» μεταφοράς. Παρατήρησα όμως ότι η μεταφορά προς τα κάτω μπορεί να γίνει ως μεταφορά προς τα πάνω κατά το συμπληρωματικό διάστημα κι έπειτα μεταφορά κατά μία ή περισσότερες οκτάβες προς τα κάτω. Για παράδειγμα, προκειμένου να μεταφερθεί το ντο μία καθαρή τετάρτη χαμηλότερα, αρκεί να μεταφερθεί αρχικώς μία πέμπτη ψηλότερα (η πέμπτη είναι το συμπληρωματικό διάστημα της τετάρτης) κι έπειτα μία οκτάβα χαμηλότερα. Ο υπολογισμός του συμπληρωματικού διαστήματος και η μεταφορά κατά οκτάβα είναι πολύ απλές διαδικασίες.

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να γίνει μια σύντομη αναφορά στα δύο βασικά αντικείμενα του προγράμματος πριν την εξήγηση του διαγράμματος της μεταφοράς ενός φθόγγου: το αντικείμενο «διάστημα» και το αντικείμενο «νότα». Η «νότα» έχει μία ιδιότητα, το τονικό ύψος και μία βασική «ικανότητα»: μεταφορά κατά ένα ανιόν ή κατιόν «διάστημα».

Το αντικείμενο «διάστημα» αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία: το διατονικό μέγεθος (π.χ. αν είναι δευτέρα, τρίτη, έκτη) και το είδος (π.χ. αν είναι καθαρή, μεγάλη, αυξημένη κ.τ.λ.).

Η ιδιωτική συνάρτηση του αντικειμένου «νότα» που αναλαμβάνει τη μεταφορά της ονομάζεται `transpose`. Η γραφική παράσταση της `transpose` δίδεται στο σχήμα 14.



Σχήμα 14: Το διάγραμμα ροής της Note::transpose

Στο μηχανισμό εισέρχεται ένα διάστημα t . Αν το διάστημα είναι ανιόν τότε λαμβάνει χώρα μόνο το αριστερό τμήμα. Το διάστημα εισέρχεται στο μηχανισμό της συνάρτησης *transpositive*. Εκεί λαμβάνει χώρα αρχικώς η συνάρτηση *Tr_condition* σε συνδυασμό με την *first_step*. Η πρώτη καθορίζει αν η μεταφορά θα είναι μεγάλη ή μικρή και η δεύτερη δίνει διορθωτικές τιμές, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Έτσι καθορίζεται το σημείο αλλοιώσεως (*itsAccid*) και στη συνέχεια με μία απλή προσθεση καθορίζεται η κεφαλή της μεταφευμένης νότας (*itsHead*).

Αν το στη συνάρτηση *transpose* διάστημα είναι κατιόν, τότε η ροή ξεκινά από το δεξί τμήμα και στη συνέχεια περιλαμβάνεται και το αριστερό. Η συνάρτηση *negative* επιστρέφει ένα διάστημα ($t2$), το οποίο προκύπτει από τη μετατροπή του εισαχθέντος διαστήματος σε ανιόν, μέσω της πρόσθεσης σε αυτό όσων οκτάβων χρειάζεται. Για παράδειγμα, αν η *negative* λάβει ένα διάστημα κατιούσας τετάρτης, προσθέτοντας μία οκτάβα επιστρέφει το διάστημα της ανιούσας πέμπτης. Αν όμως λάβει ένα διάστημα κατιούσας δωδεκάτης (μία κατιούσα οκτάβα και μία κατιούσα πέμπτη), θα χρειαστεί να προσθέσει δύο οκτάβες ώστε να παραχθεί ένα διάστημα ανιούσας τετάρτης (μία για να εξουδετερωθεί η οκτάβα και μία για να παραχθεί το συμπληρωματικό διάστημα της πέμπτης, η τετάρτη). Το διάστημα αυτό αποστέλλεται στην *transpositive* η οποία μεταφέρει τη νότα κατ' αυτό το διάστημα, και στη συνέχεια αποστέλλεται το πλήθος των οκτάβων που προσετέθησαν, στην *oct_d_trans* η οποία τις αφαιρεί από την κεφαλή της νότας.

Τέλος, δεν υπάρχει η περίπτωση $t = 0$ στο σχήμα, διότι το ουδέτερο στοιχείο σε μια μεταφορά είναι το διάστημα της πρώτης (δεν υπάρχει διάστημα «μηδενική»).

Με τον αλγόριθμο αυτόν λειτουργεί η συνάρτηση της μεταφοράς του `trim` χωρίς κανένα σφάλμα εδώ και ενάμιση χρόνο. Κατά τη σύνταξη του παρόντος άρθρου υπέπεσε της προσοχής μου ένας πολύ απλούστερος αλγόριθμος, ο οποίος αποτελείται από τα εξής βήματα: Αντιστοίχιση των επτά νοτών με την ακέραια τονική τους τάξη όπως στον πίνακα 7.

...	λα	σι	ντο	ρε	μι	φα	σολ	λα	σι	...
...	-3	-1	0	2	4	5	7	9	11	...

Πίνακας 7: Αντιστοίχιση των επτά φθόγγων με την ακέραια τονική τους τάξη

Αντιστοίχιση των επτά διαστημάτων με τα ημιτόνια που περιέχουν (μ =μικρή, κ =καθαρή) όπως στον πίνακα 8.

1 κ	2 μ	3 μ	4 κ	5 κ	6 μ	7 μ
0	1	3	5	7	8	10

Πίνακας 8: Περιεχόμενο επτά βασικών διαστημάτων σε ημιτόνια

Τα ελλατωμένα, μεγάλα και αυξημένα διαστήματα μπορούν να υπολογιστούν αλγοριθμικά από τα παραπάνω με αφαίρεση ενός (με εξαίρεση την πρώτη) και πρόσθεση ενός ή δυο αναλόγως μονάδων.

Υπολογισμός του σημείου αλλοιώσεως όπως στο ακόλουθο παράδειγμα: π.χ. αν πρόκειται να μεταφερθεί το ρε κατά μία μικρή τρίτη προς τα πάνω, μετά τον υπολογισμό της κεφαλής της μεταφερμένης νότας (φα), πρόσθεση του σημείου αλλοιώσεως (ανάφραση, συνεπώς 0) στην κεφαλή της αρχικής νότας ($\rho\epsilon=2$, βλ. πίνακα 7), πρόσθεση των ημιτονίων που περιέχει η μικρή τρίτη, δηλαδή 3 (βλ. πίνακα 8) και αφαίρεση από τον αριθμό της κεφαλής της τελικής νότας ($\phi\alpha=5$, βλ. πίνακα 7): $2 + 0 + 3 - 5 = 0$, άρα το σημείο αλλοιώσεως της μεταφερμένης νότας είναι ανάφραση.

Η μεταφορά προς τα κάτω γίνεται ομοίως: π.χ. αν πρόκειται να μεταφερθεί το μι ύφεση κατά μία καθαρή τετάρτη προς τα κάτω υπολογίζουμε ως εξής: η κεφαλή της νότας (μ) έχει τιμή 4 (βλ. πίνακα 7), το σημείο αλλοιώσεως έχει τιμή -1 (ύφεση), η καθαρή τετάρτη έχει πέντε ημιτόνια (πίνακας 8) και η κεφαλή της μεταφερμένης νότας είναι το χαμηλότερο σι, δηλαδή -1 (πίνακας 7): $4 - 1 - 5 - (-1) = -1$, συνεπώς η μεταφερμένη νότα θα έχει σημείο αλλοιώσεως την ύφεση.

Εδώ χρειάζεται μονάχα προσοχή στην εύρεση της κεφαλής της μεταφερμένης νότας, η οποία μπορεί να δοθεί από τον τύπο (είτε πρόκειται για μεταφορά προς

τα πάνω είτε προς τα κάτω):

$$n_1 + d - \frac{|d|}{d}$$

όπου n_1 είναι η τιμή της κεφαλής του αρχικού φθόγγου σύμφωνα με τον πίνακα 5 και d , το (διατονικό) μέγεθος του διαστήματος μεταφοράς (π.χ. 5 για την ανιούσα πέμπτη, -3 για την κατιούσα τρίτη).

Αυτά τα βήματα θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν όλον τον πολύπλοκο μηχανισμό της transpose, και παρ' όλο που ίσως δεν άλλαζαν σημαντικά την ταχύτητα ή τη δέσμευση μνήμης από το πρόγραμμα, η απλούστερη πραγματοποίηση των ιδίων στόχων θα αποτελούσε βελτίωση (έστω και σε επίπεδο συντήρησης του κώδικα). Απόδειξη ότι μερικές φορές τα πιο απλά πράγματα είναι πιο δύσκολο να τα σκεφτούμε από τα πολυπλοκότερα!

Τα υπόλοιπα αντικείμενα του προγράμματος δομούνται από τη «νότα» και το «διάστημα»: το αντικείμενο «σειρά» μπορεί να αποτελείται μέχρι από 24 «νότες» και διαθέτει αρκετές ιδιότητες: μεταφέρεται, αναστρέφεται, αλλάζει στην καρδινική μορφή (αναδρομή) κ.α. Πολλές σειρές δομούν το αντικείμενο «matrix», το οποίο είναι μία στήλη με τις δώδεκα μεταφορές μιας μορφής, και τέσσερα «matrix» δομούν το αντικείμενο «table» που είναι ο τελικός πίνακας.

Μετά την παραγωγή των διαφόρων πινάκων από το πρόγραμμα, αυτοί μετατρέπονται σε κείμενο στη γλώσσα του T_EX/Mu_siX_TE_X. Στη συνέχεια, το T_EX διαβάζει το σχετικό αρχείο και παράγει τους τους τελικούς πίνακες.

Οι πίνακες των καθέτων

Πέρα από την παραγωγή πινάκων σειρών, το `ttim` μπορεί να παραγάγει και πίνακες των στραβισικών καθέτων. Οι «κάθετες» είναι ένας μουσικός σχηματισμός που εξάγεται με ένα συγκεκριμένο αλγόριθμο από μια δωδεκαφθογγική σειρά. Ο σχηματισμός αυτός (όπως και η διαδικασία εξαγωγής του) επινοήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν από τον Ιγκόρ Στραβίνσκι στα δωδεκαφθογγικά του έργα. Καθώς το αντικείμενο της διπλωματικής μου εργασίας ήταν τα δωδεκαφθογγικά έργα του Ιγκόρ Στραβίνσκι, έπρεπε να ασχοληθώ με το μουσικό σχηματισμό των καθέτων, την παραγωγή τους και την ανίχνευσή τους στα σχετικά έργα. Στο άρθρο αυτό θα γίνει λόγος μόνο για την παραγωγή των σχετικών πινάκων αφού πρώτα γίνει μια σύντομη αναφορά στο περιεχόμενό τους.

Οι κάθετες παράγονται με τον εξής τρόπο που περιγράφεται στα ακόλουθα βήματα:[5, σελ. 58–59]⁸

⁸ Στοιχεία για το σχηματισμό των καθέτων δίνει ο Γιερς.[7, σελ. 51–53]

— Η σειρά χωρίζεται σε δύο εξάχορδα, a, b (πίνακας 9).⁹



Πίνακας 9: Τα δύο εξάχορδα της σειράς

- Δημιουργείται ένας πίνακας για κάθε εξάχορδο, ο οποίος αποτελείται στις σειρές του από τα αντίστοιχα εξάχορδα (a ή b) της ίδιας κατηγορίας μορφών της σειράς με την αρχική (P, R, I ή RI). Τα εξάχορδα αυτά είναι περιστραμμένα έτσι, ώστε ο πρώτος φθόγγος τους (ο φθόγγος στην πρώτη στήλη) να είναι ίδιος με τον πρώτο φθόγγο του εκάστοτε εξάχορδου της πρώτης σειράς (βλ. πίνακα 10).
- Οι συγχορδίες (στήλες) που σχηματίζονται αποτελούν τις λεγόμενες κάθετες (στον πίνακα 10 σημειωμένες με τα σύμβολα V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 για κάθε εξάχορδο)¹⁰. Οι συγχορδίες αυτές παρατίθενται σε μελωδική μορφή στον πίνακα 11 για να γίνει κατανοητό το τονικό περιεχόμενό τους.

Όπως φαίνεται, υπάρχουν φθόγγοι που επαναλαμβάνονται στις περισσότερες συγχορδίες. Όταν οι κάθετες χρησιμοποιούνται στο μουσικό κείμενο, τότε στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων οι συγχορδίες εμφανίζονται ως έχουν, δηλαδή με τους επαναλαμβανόμενους φθόγγους τους (βλ. *The Flood*, μέτρα 233–234: P_4 -α: V_{1-5})[4].

Όπως φαίνεται από την παραπάνω διαδικασία, ο μηχανισμός παραγωγής των καθέτων είναι αρκετά σύνθετος και μηχανικός. Συνεπώς ενδύκνεται η κατασκευή προγράμματος το οποίο θα αναλαμβάνει την παραγωγή των αντιστοιχών πινάκων με στόχο την αποφυγή λαθών, τη δαπάνη ελαχίστου χρόνου καθώς και την ποιότητα που εγγυάται ένα πρόγραμμα ψηφιακής στοιχειοθεσίας όπως το $\text{T}_{\text{E}}\text{X}/\text{M}_{\text{u}}\text{s}_{\text{i}}\text{X}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$.

Ο χρήστης χρειάζεται μόνο να καθορίσει τη δωδεκαφθογγική σειρά και, στην κάρτα με τίτλο «Export», την κατηγορία της μορφής της σειράς και την τονική

⁹ Στα επόμενα τρία παραδείγματα χρησιμοποιείται η σειρά από το έργο *The Flood* (Ο Κατακλυσμός, 1961/62) του Ιγκόρ Στραβίνσκι (1882–1971).

¹⁰ Η πρώτη στήλη από τα δύο μέρη του πίνακα 10 (εξάχορδα a και b) αποτελείται από έξι επαναλήψεις του ίδιου φθόγγου, στην προκειμένη περίπτωση του μι και του ντο δίεση (πρώτο και δεύτερο εξάχορδο αντίστοιχα). Η αναφορά σ' αυτήν τη στήλη γίνεται συμβολικά ως V_0 και περιγραφικά με τον όρο «πρώτη κάθετη». Η στήλη αυτή χρησιμοποιείται ελάχιστες φορές στο μουσικό κείμενο και, όταν χρησιμοποιείται, αυτό γίνεται συνήθως με έναν μόνο φθόγγο (και όχι και με τους έξι).

	P_4-a						P_4-b					
	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
Prime												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
	2	3	4	5	6	1	8	9	10	11	12	7
2												
	3	4	5	6	1	2	9	10	11	12	7	8
3												
	4	5	6	1	2	3	10	11	12	7	8	9
4												
	5	6	1	2	3	4	11	12	7	8	9	10
5												
	6	1	2	3	4	5	12	7	8	9	10	11

Πίνακας 10: Ο πίνακας των καθέτων για την P_4


τάξη της από την οποία θα εκκινήσει η εξαγωγή των καθέτων. Το αποτέλεσμα είναι ένα αρχείο TEX, το οποίο όταν εκτελεσθεί δίνει μία σελίδα όπου στο πάνω μέρος εμφανίζεται ο πίνακας 10 και στο κάτω, ο πίνακας 11. Τα πακέτα μακροεντολών που χρειάζονται περιλαμβάνονται σε μια συνηθισμένη διανομή του MusiXTEX, και είναι το musixtex.tex και το musixbar.tex, το οποίο αναλαμβάνει τη δημιουργία μη συνεχόμενων διαστολών ανάμεσα στα μέτρα.

Ο πίνακας των καθέτων που εξάγεται από το πρόγραμμα, και ειδικότερα το κάτω τμήμα του, αποτελεί εξαιρετικό βοήθημα στον εντοπισμό των καθέτων σε ένα δωδεκαφθογγικό έργο του Στραβίνσκι. Αν μάλιστα ο αναλυτής ταυτίσει κάθε

a



b



Πίνακας 11: Οι κάθετες της P_4 σε οριζόντια μορφή

συγχορδία με το ειδικό της όνομα όπως αυτό δίδεται στους πίνακες της ανάλυσης κατά Φόουρτ,[6, σελ. 179–181] τότε ο εντοπισμός τους γίνεται ακόμα πιο εύκολος, καθώς αρκεί μια σύγκριση τις ακολουθίας των ονομάτων των συγχορδιών που εντοπίζονται στο έργο, με αυτών του πίνακα.

Τέλος, σε δωδεκαφθογγικά έργα του Στραβίνσκι γίνεται —σπανίως— χρήση ενός μεγαλύτερου σχηματισμού καθέτων που περιλαμβάνει τη σειρά ως μία οντότητα για το σχηματισμό των καθέτων.[8, σελ. 450–451] Εκεί η σειρά δε διασπάται σε δύο εξάχορδα. Οι σχετικοί πίνακες θα ενσωματωθούν σε μία μεταγενέστερη έκδοση του προγράμματος.

Η μηχανή αναζήτησης

Οι πίνακες αποτελούν βασικό εργαλείο του εξοπλισμού ενός αναλυτή δωδεκαφθογγικών έργων. Όμως η καθαυτό δωδεκαφθογγική ανάλυση προϋποθέτει μία εξίσου επίπονη, χρονοβόρα και μηχανιστική εργασία, αυτήν της ταύτισης κάθε φθογγικού σχηματισμού του έργου με τμήματα των δωδεκαφθογγικών σειρών από τις σαράντα οκτώ μορφές. Στην περίπτωση αυτήν, ισχυρό εργαλείο στα χέρια του αναλυτή είναι μια μηχανή αναζήτησης η οποία θα εξαντλεί όλες τις δυνατότητες ταύτισης.

Το `trim` διαθέτει μηχανή αναζήτησης στην κάρτα με τίτλο «Search & Find» της γραφικής επιφάνειάς του. Πρόκειται για ενσωμάτωση ενός παλαιότερου προγράμματός μου ονόματι `ser` (εκ του αγγλικού `series`, σειρά). Πριν την έναρξη της αναζήτησης πρέπει να δοθεί μία σειρά στο πεδίο κειμένου της σειράς, όπως και κατά την παραγωγή των πινάκων. Έπειτα, καθώς ο χρήστης εισάγει ονόματα φθόγγων στο πεδίο της κάρτας με τίτλο «Set», η αναζήτηση λαμβάνει χώρα ταυτόχρονα με την εισαγωγή των φθόγγων.

Στο κάτω μέρος της κάρτας υπάρχει ένας πίνακας όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αναζήτησης. Ο πίνακας είναι χωρισμένος σε δύο μέρη. Στο πάνω μέρος εμφανίζονται τα ονόματα των μορφών της σειράς όπου βρίσκεται το σύνολο φθόγγων που αναζητείται, και δεξιά αυτών ο φθόγγος της εκάστοτε μορφής, από τον οποίο ξεκινά το εν λόγω σύνολο. Π.χ. αν τα αποτελέσματα είναι αυτά του πίνακα 12,¹¹ αυτό σημαίνει ότι το σύνολο που αναζητείται αρχίζει από τον πρώτο φθόγγο της P_0 , από τον έβδομο φθόγγο της I_8 και από τον ένατο φθόγγο της RI_{10} .

P_0	1
I_8	7
RI_{10}	9

Πίνακας 12

Η αναζήτηση περιλαμβάνει και την περίπτωση της περιστροφής, καθώς αυτή απαντάται σε δωδεκαφθογγικά έργα αρκετών συνθετών. Δηλαδή, αν το σύνολο αποτελείται από πέντε φθόγγους και στα αποτελέσματα εμφανιστεί μία περίπτωση όπως π.χ. $I_7: 10$, τότε αυτό σημαίνει ότι το σύνολο βρίσκεται στους φθόγγους 10, 11, 12, 1, 2 της μορφής I_7 .

Στο κάτω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αναζήτησης σε επίπεδο εξαχόρδων κι όχι σειρών. Η χρήση εξαχόρδων της σειράς ως ανεξάρτητες οντότητες είναι σύνηθες φαινόμενο στη δωδεκαφθογγική μουσική του Στραβίνσκι. Εδώ όμως η αναζήτηση αφορά μονάχα τις περιπτώσεις περιστροφής των εξαχόρδων, καθώς μία παράταξη των φθόγγων 7–12 μιας δωδεκαφθογγικής σειράς θα εντοπιστεί αρχικώς στην αναζήτηση στον πίνακα των μορφών. Έτσι, αν το σύνολο αποτελείται από πέντε φθόγγους και τα αποτελέσματα είναι αυτά που εμφανίζονται στον πίνακα 13, αυτό θα σημαίνει ότι το σύνολο εντοπίζεται

¹¹ Στους παρακάτω πίνακες αποτελεσμάτων της μηχανής αναζήτησης, τα σύμβολα των μορφών της σειράς ακολουθούν τον ίδιο κανόνα όπως και προηγουμένως στο άρθρο, δηλ. κεφαλαία λατινικά γράμματα για την κατηγορία της μορφής και κάτω δείκτη για τη μεταφορά. Όμως το `trim` δε χρησιμοποιεί μορφοποιημένα στοιχεία, κι έτσι αντί για κάτω δείκτη, θέτει τον αριθμό της μεταφοράς σε παρένθεση, π.χ. $RI(10)$. Η διατήρηση της αρχικής σημειογραφίας στο άρθρο αυτό γίνεται για λόγους ομοιομορφίας.

στους φθόγγους 6,1,2,3,4 της P_2 (περιστροφή του πρώτου εξαχόρδου) και στους φθόγγους 11,12,7,8,9 της I_3 (περιστροφή του δευτέρου εξαχόρδου).

P_2 -a	6
I_3 -b	11

Πίνακας 13

Ακριβώς κάτω από το πεδίο εισαγωγής του συνόλου φθόγγων βρίσκεται μία ομάδα κουμπιών με δύο ραδιο-κουμπιά: ordered (διατεταγμένο) και not ordered (μη διατεταγμένο). Αυτά επιλέγονται ανάλογα με το αν το σύνολο που αναζητείται είναι διατεταγμένο ή όχι. Δηλαδή, αν σε ένα σειραϊκό έργο εντοπιστεί μία συγχορδία, τότε δεν είναι σαφής η σειρά των φθόγγων. Πρόκειται λοιπόν για μη διατεταγμένο σύνολο, και ως τέτοιο πρέπει να αναζητηθεί. Αν πρόκειται όμως για τμήμα μελωδίας, τότε είναι διατεταγμένο, διότι η σειρά με την οποία εμφανίζονται οι φθόγγοι είναι καθορισμένη. Ωστόσο χρειάζεται πολλές φορές κατά περίπτωση να ελέγχεται και η περίπτωση της αναδιάταξης φθόγγων σε μελωδικές γραμμές, οπότε είναι χρήσιμο να εφαρμόζεται (κατά την κρίση του αναλυτή) αναζήτηση μη διατεταγμένου συνόλου για τον έλεγχο αυτών των περιπτώσεων.

Δύο παραδείγματα

Εδώ θα γίνει χρήση ενός τμήματος του έργου *Ca ira?* (2001) για τετράφωνη μικτή χορωδία του Δανού συνθέτη Κρίστιαν Μόντροπ (Christian Møndrup, *1947), για να καταδειχθούν οι δυνατότητες του ttrm.

Η σειρά εμφανίζεται στα τέσσερα πρώτα μέτρα του έργου και είναι η εξής:



Πίνακας 14: Η σειρά για το έργο *Ca ira?* του Κ. Μόντροπ

Με την εισαγωγή της σειράς (h e1 cis1 fis1 gis1 a1 g1 b1 f1 d1 es1 c1) στο πεδίο «Row» του ttrm, έχουμε στη διάθεσή μας όλες τις πιθανές μορφές του έργου (πίνακας 15).

	P	R	I	RI
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

Πίνακας 15: Πίνακας των μορφών της σειράς για το έργο *Ça ira* του Κ. Μόντροπ

The image shows a musical score for four voices: Soprano, Alto, Tenor, and Bass. The score is in 4/4 time and covers measures 13 and 14. The Soprano part is the most prominent, with a melodic line that is difficult to transcribe accurately due to its complexity. The other parts (Alto, Tenor, Bass) provide harmonic support with various rhythmic patterns and intervals.

Παράδειγμα 2: Μέτρα 13–14 από το *Ca ira?*

Ας δοκιμάσουμε να αναλύσουμε δωδεκαφθογγικώς τα μέτρα 13–14 (παράδειγμα 2). Εισάγοντας τη μελωδική γραμμή της σοπράνο στη μηχανή αναζήτησης του *ttm* δεν παίρνουμε κανένα αποτέλεσμα από τον τρίτο φθόγγο (*h gis c*), άρα είναι αδύνατο να υπάρξει ταύτιση με του επόμενους φθόγγους. Το ίδιο συμβαίνει και με τη φωνή της άλτο. Όμως μια προσεκτική παρατήρηση δείχνει ότι οι φωνές είναι χωρισμένες σε δύο ζευγάρια, μέσα στα οποία οι φωνές τραγουδούν με τις ίδιες ρυθμικές αξίες. Είναι λοιπόν πολύ πιθανό να υπάρχει συσχετισμός ανάμεσα στο σειραϊκό υλικό των φωνών των εκάστοτε ζευγαριών. Δοκιμάζοντας έτσι μια μη διατεταγμένη αναζήτηση για τους δύο πρώτους φθόγγους και των δύο γυναικείων φωνών (*h fis cis gis*), παίρνουμε τα αποτελέσματα του πίνακα 16.

P_6	1
R_6	9
I_1	1
RI_1	9

Πίνακας 16

Δεδομένου ότι από το μέτρο 13 αρχίζει μία καινούρια ενότητα στο έργο, είναι πιο πιθανό να θεωρήσουμε ότι και εκεί ξεκινά και μία καινούρια μορφή της σειράς, συνεπώς οι υποψήφιες μορφές είναι οι P_6 και I_1 , διότι το σύνολο εκεί ξεκινά από τον πρώτο φθόγγο. Μια ματιά στον πίνακα με τις σειρές (πίνακας 15) αρκεί για να καταδειχθεί ότι η σειρά που χρησιμοποιείται στο σημείο εκείνο είναι η P_6 , καθώς οι τέσσερις πρώτοι φθόγγοι της εμφανίζονται στο μέτρο 13 με τη σειρά που εμφανίζονται και στην ίδια, γεγονός που δεν ισχύει και για την I_1 . Ας

ελέγξουμε τώρα και τις άλλες δύο μορφές. Η R_6 απορρίπτεται για τους ίδιους λόγους που απορρίπτεται και η I_1 (ανακολουθία), όμως η RI_1 παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον: οι φθόγγοι φα δίεση, σι, σολ δίεση, ντο δίεση βρίσκονται στην ίδια διάταξη στους φθόγγους 9–12 της RI_1 . Αν οι επόμενοι φθόγγοι στο έργο ταυτιστούν με τους 1–8 της RI_1 , θα πρόκειται σαφώς περί περιστροφής. Οι φθόγγοι 1–4 ταυτίζονται με αυτούς της σοπράνο, όμως οι 5–8 δεν αντιστοιχούν πλήρως με αυτούς της άλτο. Αντιθέτως, η μορφή P_6 δίνει μια αντιστοιχία 100% (5–8: άλτο, 9–12 σοπράνο), οπότε είναι και η μορφή που καταχωρείται στους εξεταζομένους φθόγγους.

The image shows a musical score for four voices: Soprano, Alto, Tenor, and Bass. The score is in 4/4 time and consists of two measures, 13 and 14. The Soprano staff has notes for measures 13, 14, and 12. The Alto staff has notes for measures 1, 4, 5, 6, 7, and 8. The Tenor staff has notes for measures 2, 4, 5, 6, 7, and 8. The Bass staff has notes for measures 1, 3, 9, 10, 11, and 12. The Soprano staff is labeled P_6 , the Alto staff is labeled P_6 , and the Bass staff is labeled R_7 .

Παράδειγμα 3: Τα μέτρα 13–14 από το *Ca ira?* με δωδ/κή ανάλυση

Η μη διατεταγμένη αναζήτηση έδωσε όμως και μερικά εξάχορδα. Αυτά όμως δε θα εξεταστούν, καθώς στο έργο αυτό δεν παρατηρείται καμία διάσπαση της σειράς σε εξάχορδα.

Ομοίως αναλύονται και οι δύο άλλες φωνές: η εισαγωγή στη μηχανή αναζήτησης των φθόγγων σολ δίεση, σι, ντο δίεση, λα δίεση (gis h cis ais), δίνει τέσσερις μορφές από τις οποίες οι τρεις απορρίπτονται και μόνο η μία (R_7) ταυτίζεται με τους φθόγγους του έργου.

Στην προκειμένη περίπτωση, μπορέσαμε να ελέγξουμε συστηματικά όλες τις περιπτώσεις για τους συνδυασμούς που επιλέξαμε, γεγονός δύσκολο αν ο έλεγχος γίνεται με το μυαλό, χωρίς τυπωμένους πίνακες και μηχανή αναζήτησης. Η απόδειξη της χρησιμότητας μιας τέτοιας μεθόδου γίνεται καλύτερα αντιληπτή σε

ακολουθίες συγχορδιών καθώς και σε περιπτώσεις αμφισημιών, όπου οι φθόγγοι στο μουσικό έργο μπορούν να ερμηνευθούν με δύο τρόπους (μερικές φορές και περισσότερους των δύο). Αν η εξέταση εκεί γίνει χωρίς εργαλεία που εξαντλούν όλες τις περιπτώσεις, είναι πολύ πιθανό ο αναλυτής να παραμείνει σε μία από τις δυνατές εξηγήσεις, παραμερίζοντας έτσι ένα από τα σημαντικότερα φαινόμενα στη δωδεκαφθογγική μουσική (αμφι- και πολυσημίες). Ας δούμε ένα σχετικό παράδειγμα από το έργο του Σπύρου Σούφη (*1975) *Δύο τραγούδια*.

Το πρώτο μέτρο έχει ως εξής:



Παράδειγμα 4: Σ. Σούφης, *Δύο τραγούδια*, μέτρο 1












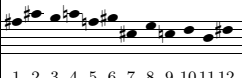
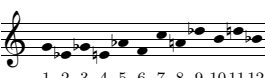


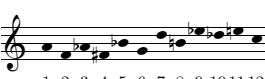

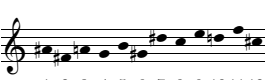

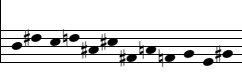
Η σειρά στο έργο αυτό είναι ασαφής, λόγω των πολυάριθμων μεταθέσεων των φθόγγων της. Έτσι το έργο αυτό μπορεί να ερμηνευτεί με διαφορετικές σειρές. Μία από αυτές είναι η παρακάτω:



Πίνακας 17: Σειρά για το έργο *Δύο τραγούδια* του Σ. Σούφη

Πρόκειται για μία συμμετρική σειρά: η αρχική μορφή και η αναστροφή ισοδυναμούν με την αναδρομή της αναστροφής και την αναδρομή αντίστοιχα. Έτσι, οι σαράντα οκτώ μορφές της σειράς περιορίζονται σε είκοσι τέσσερις. Μέσω των σχετικών επιλογών της ομάδας κουμπιών «Columns» της καρτέλας «Export», καθίσταται δυνατό να παραγάγουμε τον πίνακα των μορφών της σειράς του έργου που φαίνεται στον πίνακα 18.

Εισάγοντας τους πρώτους τρεις φθόγγους του πιάνου στη μηχανή αναζήτησης, λαμβάνουμε τα αποτελέσματα του πίνακα 19.

	P	I
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

Πίνακας 18: Πίνακας των μορφών της σειράς για το πρώτο από τα Δύο τραγούδια του Σ. Σούφη

P_{11}	1
R_5	4
I_8	4
RI_2	1

Πίνακας 19

Οι μορφές R_5 και RI_2 δεν αξίζει να εξεταστούν, εφόσον ταυτίζονται πλήρως με τις μορφές I_8 και P_{11} αντίστοιχα, διότι η σειρά είναι συμμετρική όπως προαναφέρθηκε. Ας εξετάσουμε χωριστά τις P_{11} και I_8 . Η εκδοχή της μορφής P_{11} δίνει ένα εξόχως συμμετρικό και αποδεκτό σχήμα (παράδειγμα 5). Τα δύο εξάχορδα της μορφής της σειράς αλληλοκαλύπτονται χιαστί (1–6 και 7–12 σε περιστροφή).

Παράδειγμα 5: Εξήγηση του πρώτου μέτρου με την P_{11}

Αλλά και η μορφή I_8 δίνει ένα εξίσου αποδεκτό σχήμα (παράδειγμα 6). Η σειρά βρίσκεται σε περιστροφή 4–12, 1–3.

The image shows a musical score for piano, consisting of two staves (treble and bass clef) in 4/4 time. The key signature has one sharp (F#). The score includes a sequence of notes and chords with fingerings indicated by numbers 1-5. A bracket groups notes 4, 5, and 6. Above the first measure, there is a symbol I_8 . Above the second measure, there are numbers 10, 11, and 12. Below the bass staff, there are numbers 9, 8, and 7. The word 'Πιάνο' is written to the left of the staves.

Παράδειγμα 6: Εξήγηση με την I_8

Άδεια χρήσης και τοποθεσία απόκτησης του κώδικα

Το πρόγραμμα ttrm διανέμεται υπό τους όρους της GNU General Public Licence, έκδοση 2. Ο κώδικας διατίθεται στον κόμβο του Μουσικού Αρχείου Werner Icking (<http://icking-music-archive.sunsite.dk>) στο τμήμα λογισμικού και χρήσιμες πληροφορίες βρίσκονται στη σχετική σελίδα του Ιδρύματος Δωρεάν Λογισμικού (Free Software Foundation, <http://www.fsf.org/directory/hobbies/music/ttrm.html>).

Βιβλιογραφία

Πηγές

- [1] Σιέμπης Κώστας, Κομμάτι για πιάνο – έργο 10, αδημοσίευτο.
- [2] Σούφης Σπύρος, Δύο Τραγούδια, αδημοσίευτο.
- [3] Mondrup Christian, *Ca ira?* – Werner Icking in memoriam, <http://icking-music-archive.sunsite.dk/scores/mondrup/caira.pdf>, 2001.
- [4] Stravinsky Igor, *The Flood – A Musical Play*, Λονδίνο / Παρίσι / Βόννη / Γιοχάνεσμπουργκ / Σίδνεϊ / Τορόντο / Νέα Υόρκη, Boosey & Hawkes Music Publishers Limited, s.d.

Βοηθήματα*Ελληνικά*

- [5] Δροσέλης Αλέξανδρος, Τα δωδεκαφθογγικά έργα του Ιγκόρ Στραβίνσκι, Θεσσαλονίκη, 2001, αδημοσίευτο (διπλωματική εργασία στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Σχολή Καλών Τεχνών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

Ξενογλώσσα

- [6] Forte Allen, The Structure of Atonal Music, Νιου Χέιβεν και Λονδίνο, Yale University Press, s.d.
- [7] Jers Norbert, Igor Strawinskys späte Zwölftonwerke (1958–1966), Πέγκενσμπουργκ, Gustav Bosse Verlag, 1976 (Hüschel Heinrich επιμ., Kölner Beiträge zur Musikforschung, τόμος 89).
- [8] Van den Toorn Pieter C., The music of Igor Stravinsky, Νιου Χέιβεν και Λονδίνο, Yale University Press, s.d. (Forte Allen επιμ., Composers of the Twentieth Century).