



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΟΥΣΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ
JAZZ ΜΟΥΣΙΚΗ & ΑΥΤΟΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Αλγορίθμου
Αυτόματης Αρμονικής Ανάλυσης
για Jazz Standards

Κωνσταντίνος Ι. Εγγλέζος

Επιβλέποντες: Χριστίνα Αναγνωστοπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Αντώνιος Λαδόπουλος, Διδάσκων του ΠΜΣ

ΑΘΗΝΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Αλγορίθμου Αυτόματης Αρμονικής Ανάλυσης
Για Jazz Standards

Κωνσταντίνος Ι. Εγγλέζος
A.M.: 18201

Τριμελής Επιτροπή: **Χριστίνα Αναγνωστοπούλου**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Αναστασία Γεωργάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Αρετή Ανδρεοπούλου, Επίκουρος Καθηγήτρια

Σημείωμα του συγγραφέα

Το δοκίμιο αυτό αποτελεί διπλωματική εργασία η οποία συντάχθηκε για το Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και υποβλήθηκε προς εξέταση το Μάρτιο του 2020. Ο συγγραφέας, Κωνσταντίνος Εγγλέζος, βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Οι απόψεις που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και όχι τους επιβλέποντες Καθηγητές.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	3
1. Εισαγωγή	4
2. Επισκόπηση της βιβλιογραφίας	9
2.1. Γενική επισκόπηση	9
2.2. State-of-the-art	11
2.2.1. Optimal Tonality Segmentation	11
2.2.2. HarmTrace	12
2.2.3. Combinatory Categorical Grammar System	14
3. Παρουσίαση του συστήματος	17
3.1. Αρχιτεκτονική του συστήματος	17
3.2. Input συστήματος	20
3.3. Output συστήματος	22
3.4. Σημαντικές διευκρινήσεις	24
4. Ανάλυση συστήματος	27
4.1. Αναγνώριση της φόρμας	27
4.2. Αναγνώριση της τονικότητας	29
4.3. Αναγνώριση των διατονικών συγχορδιών	37
4.4. Αναγνώριση συγχορδιών bII7	38
4.5. Αναγνώριση των πτωτικών σχημάτων	41
4.6. Αναγνώριση των παρενθετικών συγχορδιών	47
4.7. Αναγνώριση των λύσεων των συγχορδιών 7 και o7	52
4.8. Αναγνώριση των δανεικών συγχορδιών	56
4.9. Αναγνώριση ιδιαίτερων αρμονικών φαινομένων	58
4.10. Αναγνώριση των μετατροπιών	62
5. Εφαρμογές του αλγόριθμου - αναλύσεις jazz standards	66
5.1. There will never be another you	68
5.2. Blue bossa	75
5.3. How high the moon	83
5.4. Beautiful love	92
5.5. Watch what happens	99
6. Επίλογος	109
Βιβλιογραφία	115
Παράρτημα	119

Περίληψη

Σ' αυτή την εργασία περιγράφεται αναλυτικά η λειτουργία ενός αλγορίθμου για την αυτόματη αρμονική ανάλυση τονικών κομματιών του standard ρεπερτορίου της jazz με εκπαιδευτική χρησιμότητα. Ο πρωτότυπος χαρακτήρας της λειτουργίας του αλγορίθμου έγκειται στην αμεσότητα της χρήσης του ακόμα και μη-υπολογιστικά και στο γεγονός ότι βασίζεται αποκλειστικά στον αναλυτικό τρόπο σκέψης ενός μουσικού. Οι αναλύσεις των κομματιών που παρουσιάζονται, αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου σε ένα πολύ μεγάλο μέρος του standard ρεπερτορίου και ανοίγουν προοπτικές για την τελειοποίησή του και τη μελλοντική επέκτασή του για την κάλυψη περαιτέρω εκπαιδευτικών αναγκών.

1. Εισαγωγή

Ως Μουσική Ανάλυση ορίζουμε τη θεωρητική εργασία με σκοπό την ερμηνεία των δομών της μουσικής, την αντίληψη της ουσίας μιας σύνθεσης και τελικά, την προσέγγιση της ίδιας της σκέψης του συνθέτη. Κατά την ανάλυση, αποδομούνται τα συστατικά στοιχεία της μουσικής σύνθεσης, ανάγονται σε απλούστερες μορφές και διερευνώνται οι σχετικές λειτουργίες τους. Η μουσική ανάλυση θα μπορούσαμε να πούμε ότι αφορά τη μελέτη της μουσικής που παίρνει ως αφετηρία την ίδια τη μουσική και όχι άλλους εξωτερικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα το ιστορικό πλαίσιο της σύνθεσης ενός έργου. Βεβαίως, η ιστορία της μουσικής, οι θεμελιακές αρχές της αισθητικής και γενικά, όλοι οι επιμέρους κλάδοι της μουσικής επιστήμης - και πιο πρόσφατα, ο κλάδος της μουσικής τεχνολογίας- επικουρούν στο έργο της ανάλυσης.

Ο όρος "μουσική ανάλυση" στη γενική του σημασία περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών και πολλές φορές αλληλοαποκλειόμενων εργασιών, που μπορεί να διερευνούν ριζικά διαφορετικές όψεις της μουσικής. Μόνο μία πλευρά της ανάλυσης αποτελεί η εξειδικευμένη εργασία που ονομάζουμε "αρμονική ανάλυση" και μάλιστα, ακόμα κι αυτή δεν είναι μονοδιάστατη. Εκτός από το αρχικό επίπεδο της αναγνώρισης των συγχορδιών και των βαθμίδων της κλίμακας που αυτές αντιπροσωπεύουν, ένα υψηλότερο επίπεδο αρμονικής ανάλυσης αφορά την απόδοση του ευρύτερου λειτουργικού ρόλου βαθμίδων ή και ολόκληρων συγχορδιακών προόδων μέσα στην τονικότητα και σε ένα ανώτερο επίπεδο, η αρμονική ανάλυση φτάνει ως τη διάκριση τμημάτων της μουσικής που προκαλούν

προσδοκία και ένταση ή λύση και χαλάρωση¹. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την αρμονική ανάλυση εξειδικευμένα στο πλαίσιο της jazz μουσικής, περιγράφοντας αναλυτικά τη λειτουργία ενός αλγορίθμου για την συστηματοποίηση και τελικά την αυτοματοποίησή της.

Η jazz είναι ένα από τα πιο αξιοπρόσεκτα πολιτισμικά φαινόμενα του σύγχρονου κόσμου, καθώς αποτελεί το τέκνο της συνένωσης δυο διαφορετικών πολιτισμών, μέσα σε ένα πολυσύνθετο περιβάλλον κοινωνικών αντιθέσεων. Ως είδος έκανε την εμφάνισή του στις αρχές του 20ού αιώνα και συνδυάζει την αφρικανική μουσική και τελετουργική παράδοση με τα χαρακτηριστικά της λόγιας ευρωπαϊκής κλασικής μουσικής κουλτούρας. Έτσι, περιλαμβάνει στοιχεία όπως το ring shout, το call and response, το ρυθμικό 3-to-2, τα hollers, μαζί με την κλασική αρμονία και αντίστιξη και τα ευρωπαϊκά μουσικά όργανα, που παίζονται όμως με έναν ιδιαίτερο "κρουστό" τρόπο εκτέλεσης. Στην εποχή μας η jazz ως μουσικό ιδίωμα και ως τρόπος παιχνιδιού της μουσικής είναι πια στέρεα εδραιωμένη ως μορφή υψηλής τέχνης στη συνείδηση των μουσικών όλου του κόσμου.

Δε θα ήταν υπερβολή να πούμε ότι, για το μουσικό της jazz, ο αυτοσχεδιασμός είναι αυτοσκοπός. Στην ιστορία της jazz μουσικής ο ελεύθερος αυτοσχεδιασμός είναι υπαρκτό φαινόμενο, ωστόσο η παράδοση και η συνήθης πρακτική συνδέεται κατά βάση με την ύπαρξη συγκεκριμένης μουσικής φόρμας. Το αρμονικό περιεχόμενο της

¹ Bent, Ian D., and Anthony Pople. "Analysis." Grove Music Online. 2001; Accessed 2 Feb. 2020. <https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000041862>.

φόρμας δίνει το υπόβαθρο πάνω στο οποίο ο μουσικός αυτοσχεδιάζει, επαναπροσδιορίζοντας το κομμάτι με τις μελωδικές και ρυθμικές του ιδέες. Για τον έμπειρο μουσικό, η αρμονική ανάλυση της φόρμας αποτελεί μια σχεδόν αυτονόητη και τυπική διαδικασία, ως προϋπόθεση της κατανόησης των δομών που υπονοούνται πίσω από τις αρμονικές προόδους, όπως είναι η λειτουργικότητα των συγχορδιών και το voice-leading.²

Βασικό κίνητρο για τη δημιουργία της εφαρμογής είναι η αντιμετώπιση της θεωρητικής ανεπάρκειας των αρχάριων ή μέτριου επιπέδου σπουδαστών της jazz να αναλύσουν αρμονικά και μορφολογικά τη φόρμα ενός κομματιού του standard ρεπερτορίου. Σημειώνεται, ότι η ανάλυση και κατανόηση της αρμονικής και μορφολογικής δομής του κομματιού από την σκοπιά του αυτοσχεδιαστή είναι άκρως απαραίτητη για την ερμηνευτική προσέγγιση του κομματιού και πιο ειδικά, για την κατασκευή jazz μελωδικών γραμμών στο σόλο και την απομνημόνευση της φόρμας.

Ακόμη κι αν -σε κάποιο βαθμό- υπάρχει πρότερη γνώση κλασικής θεωρίας και αρμονίας, η αποκωδικοποίηση των αρμονικών φαινομένων της jazz δυσκολεύει το σπουδαστή γιατί προϋποθέτει την εξοικείωσή του με την ανάλυση σύγχρονων (20ού αιώνα) έργων συνθετών όπως οι B. Bartok, I. Stravinsky, N. Rimsky-Korsakov, κλπ, η οποία δε διδάσκεται στο ελληνικό ωδειακό σύστημα παρά μόνο στο επίπεδο του διπλώματος Σύνθεσης. Η αρμονία της jazz περιλαμβάνει φαινόμενα που συναντάμε

² Gridley, Mark C., and William E. Anderson. *Jazz Styles: History & Analysis: Sixth Edition*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1997.

στα έργα των προαναφερόμενων συνθετών, όπως συχνή χρήση της ελαττωμένης κλίμακας, δανεισμοί συγχορδιών ή και ολόκληρων συγχορδιακών ακολουθιών, χρωματική κίνηση πτωτικών σχημάτων, λειτουργικές αντικαταστάσεις συγχορδιών, εκτεταμένη χρήση παρενθετικών δεσποζουσών ή αντικαταστάσεών τους, μετατροπίες σε μακρινές κλίμακες και όλα αυτά συμπυκνωμένα πιθανά σε μια φόρμα μόλις 32 μέτρων.

Επιπρόσθετα, σύνθετο για το σπουδαστή της jazz μουσικής είναι το ζήτημα της κατάλληλης επιλογής κλιμάκων (τρόπων) πάνω στην αρμονική ακολουθία του κομματιού. Κατά γενική ομολογία και πρακτική, καλό σόλο είναι αυτό που περιγράφει με μελωδική σαφήνεια το αρμονικό υπόβαθρο. Φυσικά, εξαιρέσεις στον κανόνα υπάρχουν αρκετές, αλλά στο επίπεδο του αρχάριου ή μέτριου αυτοσχεδιαστή ο στόχος εξειδικεύεται στην απόκτηση της ικανότητας να παίζει σόλο πάνω και «μέσα» στην αρμονική αλληλουχία του κομματιού, κάτι που, άλλωστε, αποτελεί και βασική πρακτική των μουσικών κατά τις δεκαετίες 1940-50 στην ιστορία της jazz, την περίοδο, δηλαδή, που καθιερώθηκε το *hop* ιδίωμα. Επιπλέον, το μελωδικό πέρασμα από τη μια κλίμακα στην επόμενη, οι «καλές νότες» που πρέπει να στοχεύει ο αυτοσχεδιαστής, οι οποίες κάνουν τη διαφορά και περιγράφουν με τον καλύτερο τρόπο το ακόρντο και το blues χρώμα που διαπνέει όλη τη jazz μουσική είναι ορισμένα διαρκή ζητούμενα στην αντιμετώπιση κάθε κομματιού από το σπουδαστή.

Η εργασία έχει διαρθρωθεί με τρόπο τέτοιο, ώστε να θέτει τον αναγνώστη στο επίκεντρο του σύνθετου ζητήματος της υπολογιστικής αρμονικής ανάλυσης και να τον βοηθάει στην κατανόηση της λειτουργίας του αλγορίθμου που προτείνεται για

την αυτόματη αρμονική ανάλυση κομματιών ειδικά του standard ρεπερτορίου της jazz. Πιο συγκεκριμένα, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια γενική επισκόπηση της πρότερης έρευνας πάνω στο πεδίο της υπολογιστικής μουσικής ανάλυσης με έμφαση στην αρμονική ανάλυση. Αντιπροσωπευτικά παρουσιάζονται τρία συστήματα, τα οποία ξεχωρίζουν για την εφαρμογή τους σε περιβάλλον μουσικής jazz και το καθένα βασίζεται σε έναν ιδιαίτερο τρόπο λειτουργίας. Στο τρίτο κεφάλαιο τοποθετείται η παρούσα εργασία στο φάσμα της έρευνας και αναλύονται οι λόγοι που την καθιστούν πρωτότυπη. Ακόμα, δίνεται διαγραμματικά η λειτουργία του αλγόριθμου, καθώς, επίσης και ορισμένες απαραίτητες εξηγήσεις αναφορικά με συγκεκριμένα ζητήματα που αφορούν την ανάλυση. Στο τέταρτο και πιο κύριο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται αναλυτικά η λειτουργία του αλγόριθμου κατά βήματα. Χρησιμοποιούνται πίνακες που αναπαριστούν τη γνώση του συστήματος και διαγράμματα ροής που περιγράφουν το κάθε βήμα της λειτουργίας του. Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εφαρμογή του αλγόριθμου σε τρία πολύ γνωστά κομμάτια του standard ρεπερτορίου της jazz και αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του, εκθέτοντας παράλληλα ορισμένα κενά και δυσλειτουργίες που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν στο μέλλον. Τέλος, στον επίλογο της εργασίας παρουσιάζονται τα γενικά συμπεράσματα με βάση την εφαρμογή του αλγόριθμου και αναφέρεται ένα πλέγμα μελλοντικών επεκτάσεων, που θα αφορούν τις προτάσεις του συστήματος για τη μελωδική κατασκευή του solo.

2. Επισκόπηση της βιβλιογραφίας

2.1. Γενική επισκόπηση

Το ζήτημα της υπολογιστικής αρμονικής ανάλυσης απασχολεί την ερευνητική κοινότητα εδώ και τέσσερις δεκαετίες. Οι Lerdahl και Jackendoff (1981) στο έργο τους "Γενετική Θεωρία της Τονικής Μουσικής" αναλύουν το ζήτημα της ενστικτώδους ικανότητας των ανθρώπων για την κατανόηση της μουσικής, σε ευθύ παραλληλισμό με τη θεωρία της Γενετικής Γραμματικής του Chomsky (1950). Ο Steedman (1984) πρώτος παρουσίασε ένα σύνολο γραμματικών κανόνων ως μοντέλο παραλλαγών και αρμονικών υποκαταστάσεων για το αρμονικό υπόβαθρο ενός 12μετρου blues. Ο Pachet (1991) πρότεινε ένα υπολογιστικό σύστημα βασισμένο σε κανόνες για την αρμονική ανάλυση jazz συγχορδιακών ακολουθιών. Αργότερα, ο ίδιος διατυπώνει την άποψη ότι ένα σύστημα κανόνων μπορεί να ξεπεράσει τις αδυναμίες του εφαρμόζοντας επικουρικά μαθηματικά μοντέλα, αλλά χωρίς να προτείνει κάποιο συγκεκριμένο τρόπο για να γίνει αυτό εφικτό [Pachet, 2000]³. Οι Scholz, Dantas και Ramahlo (2005) επεκτείνουν τη μέθοδο του Pachet καταφέροντας να συμπληρώσουν ορισμένα από τα κενά στην αρμονική ανάλυση του δικού του συστήματος. Ο Rohrmeier παρουσιάζει ένα σύστημα προσέγγισης των αρμονικών δομών με βάση τη Γενετική Γραμματική Φραστικής Δομής (Generative Phrase-Structure Grammar) [Rohrmeier, 2007]⁴. Οι Illescas, Rizo και Inesta (2007) προτείνουν ένα σύστημα αξιολόγησης των πτώσεων και των διαφόρων τμημάτων της αρμονικής

³ Pachet, François. "Computer Analysis of Jazz Chord Sequence: Is Solar a Blues?" *Readings in Music and Artificial Intelligence* (2000).

⁴ Rohrmeier, Martin. "A generative grammar approach to diatonic harmonic structure." *Proceedings of the 4th Sound and Music Computing Conference* (2007).

ακολουθίας ενός κομματιού, ιεραρχώντας το ρόλο τους μέσα στη φόρμα⁵, ενώ οι Corman, Leiserson και Rivest (2009) συμβάλουν στο σύνθετο πρόβλημα των εντοπισμών των μετατροπών.

Πλέον, στη χαραυγή της τρίτης δεκαετίας του 21^{ου} αιώνα βρισκόμαστε μπροστά σε εξαιρετικά αποτελέσματα που μας δίνουν αλγόριθμοι βασισμένοι σε αρμονικούς κανόνες, σε κανόνες της γραμματικής ή σε machine learning. Η βελτιστοποίηση των αυτόματων συστημάτων όλα αυτά τα χρόνια είναι συνεχής, αλλά ακόμα όλες ανεξαιρέτως οι προσπάθειες αντιμετωπίζουν σοβαρές αδυναμίες και εμπόδια. Βασική αιτία και συνδεδετικό στοιχείο όλων των δυσκολιών που παρουσιάζει το εγχείρημα της αυτόματης αρμονικής ανάλυσης, είναι το γεγονός ότι, ενώ η αρμονική ανάλυση ανέκαθεν αποτελούσε ένα στοιχείο του πυρήνα της μουσικής θεωρίας της Δυτικής Μουσικής, παραμένει εν πολλοίς μια εργασία με υποκειμενικά χαρακτηριστικά. Η υποκειμενικότητά του έγκειται στις διαφωνίες ανάμεσα στους αναλυτές που μπορεί να επιφέρει η ερμηνεία των ξένων ως προς την τονικότητα στοιχείων σε ένα μουσικό έργο ή ακόμα και στο γεγονός ότι η αρμονία σχετίζεται με πιο αφηρημένα χαρακτηριστικά όπως η τονική λειτουργία και οι ψυχοακουστικές της επιδράσεις. Για το λόγο αυτό, κοινό έδαφος πάνω στο οποίο εργάζονται σχεδόν όλοι οι ερευνητές είναι αυτό της συστηματοποίησης, της "αντικειμενικοποίησης" της διαδικασίας της αρμονικής ανάλυσης, ώστε να καταστεί δυνατή ως υπολογιστική λειτουργία.

⁵ Illescas, Plácido R., David Rizo and José Manuel Iñesta Quereda. "Harmonic, Melodic, and Functional Automatic Analysis." *ICMC* (2007).

2.2. State-of-the-art

Στο σημείο αυτό επιλέγουμε να παρουσιάσουμε αντιπροσωπευτικά τρεις από τις πιο σημαντικές εργασίες δημιουργίας συστημάτων αυτόματης αρμονικής ανάλυσης. Η πρώτη χρησιμοποιεί ένα μαθηματικό υπολογισμό, η δεύτερη εφαρμόζει τη γενετική γραμματική και η τρίτη περιλαμβάνει στατιστική μοντελοποίηση.

2.2.1. Optimal Tonality Segmentation

Η εργασία του Andrew Choi (2011) αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσπάθεια που συνδυάζει την υπολογιστική αρμονική ανάλυση jazz κομματιών βασισμένη σε κανόνες, με τη μέθοδο Dynamic Programming για την αναγνώριση της τονικότητας και των μετατροπιών. Η μέθοδος Dynamic Programming αναφέρεται σε μια διαδικασία διαίρεσης ενός μεγάλου και σύνθετου υπολογιστικού προβλήματος σε μια σειρά μικρότερων και πιο εύκολα αντιμετωπίσιμων. Η επίλυση των επιμέρους μικρότερων προβλημάτων επιφέρει τη λύση του αρχικού σύνθετου προβλήματος.

Συγκεκριμένα, ο αλγόριθμος του Choi αντιμετωπίζει το ζήτημα της αρμονικής ανάλυσης διαιρώντας την εισηγμένη αρμονική ακολουθία με άξονα τα πτωτικά σχήματα και καθορίζοντας το τονικό κέντρο κάθε επιμέρους τμήματος. Τα βήματα του αλγορίθμου αφορούν α) την αναζήτηση των σχημάτων turnaround, τα οποία παίρνει έτοιμα το σύστημα από γνωστό βιβλίο του Coker (1987), β) τη συσχέτιση των επιτονικών με τις δεσπόζουσες του κομματιού εντοπίζοντας τις πτώσεις, γ) την αναγνώριση των παρενθετικών δεσποζουσών. Κατόπιν, χωρίζει τη φόρμα σε τμήματα ανάλογα με την πτώση και το τονικό κέντρο του τμήματος.

Στη συνέχεια, αναλαμβάνει ρόλο μια σύνθετη διαδικασία υπολογισμού και απόδοσης μιας «τιμής κόστους» στο κάθε τονικό κέντρο. Η περίπλοκη μαθηματική αυτή διαδικασία καθορίζει ποια από τα τονικά κέντρα των επιμέρους τμημάτων της φόρμας συνιστούν μετατροπία και ποια όχι. Τελικά, αφού το σύστημα ολοκληρώσει την εύρεση των μετατροπιών -και γνωρίζοντας μαζί και τα πτωτικά σχήματα- διενεργεί την εργασία της αναγνώρισης του λειτουργικού ρόλου όλων των συγχορδιών.

Ο δημιουργός του συστήματος ισχυρίζεται, ότι με αυτή τη «μαθηματικοποίηση» του προβλήματος της αναγνώρισης των μετατροπιών, ο αλγόριθμος καταφέρνει να ξεπεράσει τις αδυναμίες άλλων συστημάτων που βασίζονται μόνο σε κανόνες. Η αξιολόγηση του συστήματος δίνει εντυπωσιακά αποτελέσματα, αφού καταφέρνει να αναλύσει ένα μεγάλο αριθμό παραδειγμάτων jazz standards από το βιβλίο του Coker σε συμφωνία με τον ίδιο τον αναλυτή⁶.

2.2.2. HarmTrace

Οι De Haas, Magalhaes και Wiering (Utrecht University) παρουσιάζουν το HarmTrace (2011) ένα υπολογιστικό σύστημα αυτόματης αρμονικής ανάλυσης προγραμματισμένο σε γλώσσα Haskell και βασισμένο στην προαναφερόμενη εργασία του Rohrmeier⁷. Σύμφωνα με τους δημιουργούς του, το HarmTrace αντιμετωπίζει εύκολα τις αρμονικές ιδιαιτερότητες και επιπλέον, αξιολογεί και κατηγοριοποιεί τα αποτελέσματα των αναλύσεων. Στο επίκεντρο του συστήματος

⁶ Choi, Andrew. "Jazz Harmonic Analysis as Optimal Tonality Segmentation." *Computer Music Journal* 35 (2011): 49-66.

⁷ Haas, W. Bas de, Martin Rohrmeier, Remco C. Velthkamp and Frans Wiering. "Modeling Harmonic Similarity Using a Generative Grammar of Tonal Harmony." *ISMIR* (2009).

βρίσκεται η θεμελιώδης αντίληψη του Rohrmeier ότι η Δυτική Αρμονία είναι δομημένη με τρόπο ιεραρχικό, δηλαδή, δεν έχουν όλες οι συγχορδίες την ίδια βαρύτητα στην κατανόηση της μιας αρμονικής προόδου. Το HarmTrace είναι ικανό να ξεχωρίσει την κατάλληλη ανάλυση ανάμεσα σε διφορούμενες συγχορδίες, παίρνοντας υπόψη το γενικότερο περιβάλλον της αρμονικής ακολουθίας και, ακόμα και όταν το γενικότερο πλαίσιο δε διασαφηνίζει τη σωστή ανάλυση για μια συγχορδία, το σύστημα δίνει δύο ή περισσότερες πιθανές αναλύσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι το HarmTrace έχει διαμορφωθεί και δομηθεί παίρνοντας υπόψη το περιβάλλον της jazz αρμονίας.

Αναφορικά με τον τρόπο λειτουργίας του, το HarmTrace αποκωδικοποιεί τις σχέσεις ανάμεσα σε αλγεβρικούς τύπους δεδομένων που ονομάζει tokens (μετ. σύμβολα) και αντιστοιχίζει με κάθε συγχορδία, παίρνοντας υπόψη γενετικούς γραμματικούς κανόνες που υποδεικνύουν τη σωστή σειρά των tokens και αποδέχεται μόνο συνδυασμούς tokens που αποτελούν έγκυρες ακολουθίες της γλώσσας, απορρίπτοντας όλους τους υπόλοιπους. Η λεπτομέρεια που κάνει τη διαφορά είναι ότι οι γραμματικοί κανόνες και οι τύποι των δεδομένων είναι γραμμένοι στην προγραμματιστική γλώσσα Haskell, η οποία δίνει τα εργαλεία για τη σωστή ανάλυση και ιεράρχηση των δεδομένων με κριτήριο τη βαρύτητά τους. Παρακάτω, δίνεται μια σύντομη περιγραφή της δομής των γραμματικών κανόνων και της λειτουργίας του συστήματος.

Αρχικά, θεωρείται ότι μια έγκυρη αρμονική πρόοδος αποτελείται από μία ή περισσότερες πρωτεύουσες λειτουργικές κατηγορίες (τονική, υποδεσπόζουσα, δεσπόζουσα), οι οποίες δίνουν την συνολική λειτουργία της τονικότητας. Κάθε

λειτουργική κατηγορία περιλαμβάνει συγκεκριμένες βαθμίδες ή ακολουθίες βαθμίδων, οι οποίες όταν συσχετίζονται με την τονικότητα του κομματιού, δίνουν συγκεκριμένες συγχορδίες ή συγχορδιακές ακολουθίες. Το σύστημα προβλέπει, επίσης, παρενθετικές δεσπόζουσες, ιδιαιτερότητες της jazz αρμονίας, όπως αντικαταστάσεις τριτόνου, δανεικές συγχορδίες από παράλληλες τονικότητες, κλπ. Η λειτουργία της ανάλυσης έχει να κάνει με την εξαγωγή των tokens από το input των συγχορδιών του κομματιού, τα οποία αναπαρίστανται με τη μορφή δέντρου.

Το HarmTrace είναι ένα γρήγορο και αποτελεσματικό σύστημα αυτόματης αρμονικής ανάλυσης. Τα καταφέρνει καλά σε μεγάλες αρμονικές προόδους, ακόμα και με σύνθετα και πυκνά αρμονικά φαινόμενα και είναι προσαρμοσμένο για το περιβάλλον της jazz αρμονίας. Ωστόσο, οι δημιουργοί του έχουν αφήσει άλυτο ένα σημαντικό πρόβλημα, αυτό των μετατροπιών. Το σύστημα στη σημερινή του μορφή ανταποκρίνεται θετικά στην ανάλυση κομματιών με μοναδική περίπτωση μετατροπίας αυτή στη σχετική κλίμακα, παρά το γεγονός ότι ο Rohrmeier -πάνω στην εργασία του οποίου το HarmTrace βασίζεται- δίνει τα θεωρητικά εργαλεία για την αποτελεσματική ανάλυση του συγκεκριμένου αρμονικού φαινομένου⁸.

2.2.3. Combinatory Categorical Grammar System

Ίσως μια από τις πιο ενδιαφέρουσες προσεγγίσεις του ζητήματος έχει γίνει από τους ερευνητές Mark Granroth-Wilding (University of Cambridge) και Mark Steedman (University of Edinburgh) το 2014. Αναλυτικότερα, στο επίκεντρο της

⁸ Haas, W. Bas de, José Pedro Magalhães, Remco C. Veltkamp and Frans Wiering. "HarmTrace: Improving Harmonic Similarity Estimation Using Functional Harmony Analysis." *ISMIR*, 2011

εργασίας τους βρίσκεται η κοινή αντίληψη ότι οι συγχορδίες και οι αρμονικές αλληλουχίες που αποτελούν τη βάση της Δυτικής Μουσικής μπορούν να συσχετιστούν δομικά με την ορολογία και τη σύνταξη στη γλώσσα. Η ανάλυση αυτών των μουσικών δομών προσιδιάζει με τη φυσική διαδικασία κατανόησης της γλώσσας. Απαιτεί από το δέκτη την κατανόηση του υποκείμενου νοήματος μιας φράσης, δηλαδή μιας αλληλουχίας διφορούμενων στοιχείων, λέξεων ή στην περίπτωση της μουσικής φθόγγων και συνηχήσεων.

Οι δυο ερευνητές εστιάζουν στην ανάλυση της σχέσης των προσδοκιών και των λύσεων που δημιουργούν οι αρμονικές ακολουθίες. Βασισμένοι στην προηγούμενη εργασία του Steedman (1984), καθορίζουν μια θεωρία αρμονικών ακολουθιών της τονικής μουσικής. Η μέθοδός τους εφαρμόζει τεχνικές στατιστικής μοντελοποίησης, ευρέως χρησιμοποιούμενες στον τομέα της Επεξεργασίας της Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing - NLP) για την χαρτογράφηση της μουσικής με τη μορφή της αναπαράστασης των δομικών σχέσεων των συγχορδιών εντός των συγχορδιακών ακολουθιών. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της μηχανικής μάθησης (machine learning) για μικρές jazz συγχορδιακές ακολουθίες, αποδεικνύουν μάλιστα, ότι η μουσική ανάλυση με βάση τη γραμματική και ορισμένα απλά στατιστικά μοντέλα είναι ακριβέστερη σε σχέση με αντίστοιχες μεθόδους που χρησιμοποιούν Κρυφά Μαρκοβιανά Μοντέλα (Hidden Markovian Models - HMM)⁹.

Πιο συγκεκριμένα, βασικό εργαλείο των Granroth-Wilding και Steedman αποτελεί η Συνδυαστική Κατηγοριακή Γραμματική (Combinatory Categorical

⁹ Granroth-Wilding, Mark and Mark Steedman. "Statistical Parsing for harmonic Analysis of Jazz Chord Sequences." *ICMC* (2012).

Grammar - CCG), που στην ουσία αποτελεί ένα πρότυπο ανάλυσης προτάσεων της φυσικής γλώσσας. Η αναλυτική αυτή μέθοδος περιλαμβάνει στη βάση της ένα λεξικό στο οποίο κάθε λήμμα συσχετίζεται με μια ή περισσότερες κατηγορίες συντακτικών μορφών με τις οποίες μπορεί να εμφανιστεί. Οι κατηγορίες αυτές συσχετίζονται με ορισμένους γραμματικούς και συντακτικούς τύπους και κανόνες και το σύστημα διενεργεί τη γραμματική και συντακτική ανάλυση μιας πρότασης αναγνωρίζοντας το ρόλο της κάθε λέξης μέσα σ' αυτή. Ομοίως, μεταφέροντας τη λογική της CCG στον τομέα της αρμονίας, ορίζεται το "λεξικό" των jazz συγχορδιών και η κατηγοριοποίησή τους, θεσπίζονται αρμονικοί κανόνες σύνδεσης και αλληλουχίας των συγχορδιών για την αναγνώριση του ρόλου τους μέσα στο δοσμένο κομμάτι.

Επιπρόσθετα, στο σύστημα των Granroth-Wilding και Steedman χρησιμοποιούνται στατιστικά μοντέλα από βάσεις δεδομένων που περιλαμβάνουν αναλύσεις που έχουν παράξει άνθρωποι αναλυτές μουσικοί, πρακτική που εφαρμόζεται συχνά στα συστήματα NLP. Λόγω της μεγάλης πολυπλοκότητας και πολλαπλότητας των προς ανάλυση αρμονικών ακολουθιών, το σύστημα μπορεί να έρθει αντιμέτωπο με αρμονικά φαινόμενα που δεν περιλαμβάνονται στους κανόνες ή δεν έχει "ξαναδεί", αλλά και με διφορούμενες περιπτώσεις. Η ικανότητα του συστήματος να προσαρμοστεί σε ένα τέτοιο ενδεχόμενο και να αποφασίσει όπως θα αποφάσιζε ένας άνθρωπος αναλυτής, δίνοντας συνεπές αποτέλεσμα, εξασφαλίζεται με την πιθανοτική πρόβλεψη που βασίζεται σε ένα μεγάλο αριθμό αναλύσεων¹⁰.

¹⁰ Granroth-Wilding, Mark and Mark Steedman. "A Robust Parser-Interpreter for Jazz Chord Sequences." *Journal of New Music Research* (2014).

3. Παρουσίαση του συστήματος

3.1. Αρχιτεκτονική του συστήματος

Το σύστημα που προτείνεται στην παρούσα εργασία είναι ένα σύστημα αυτόματης αρμονικής ανάλυσης κομματιών του standard ρεπερτορίου της jazz. Η υλοποιημένη μορφή του συστήματος ιδανικά θα ήταν μια εφαρμογή για κινητές συσκευές ή ένα plug-in για μια εφαρμογή τύπου ireal pro. Η εργασία, βεβαίως, αφορά στην ανάπτυξη του αλγορίθμου και όχι στον προγραμματισμό ενός υπολογιστικού συστήματος. Δίνει όλες τις πληροφορίες και τα θεωρητικά και μεθοδολογικά εργαλεία που χρειάζεται ένας προγραμματιστής ο οποίος πρόκειται να γράψει τον κώδικα.

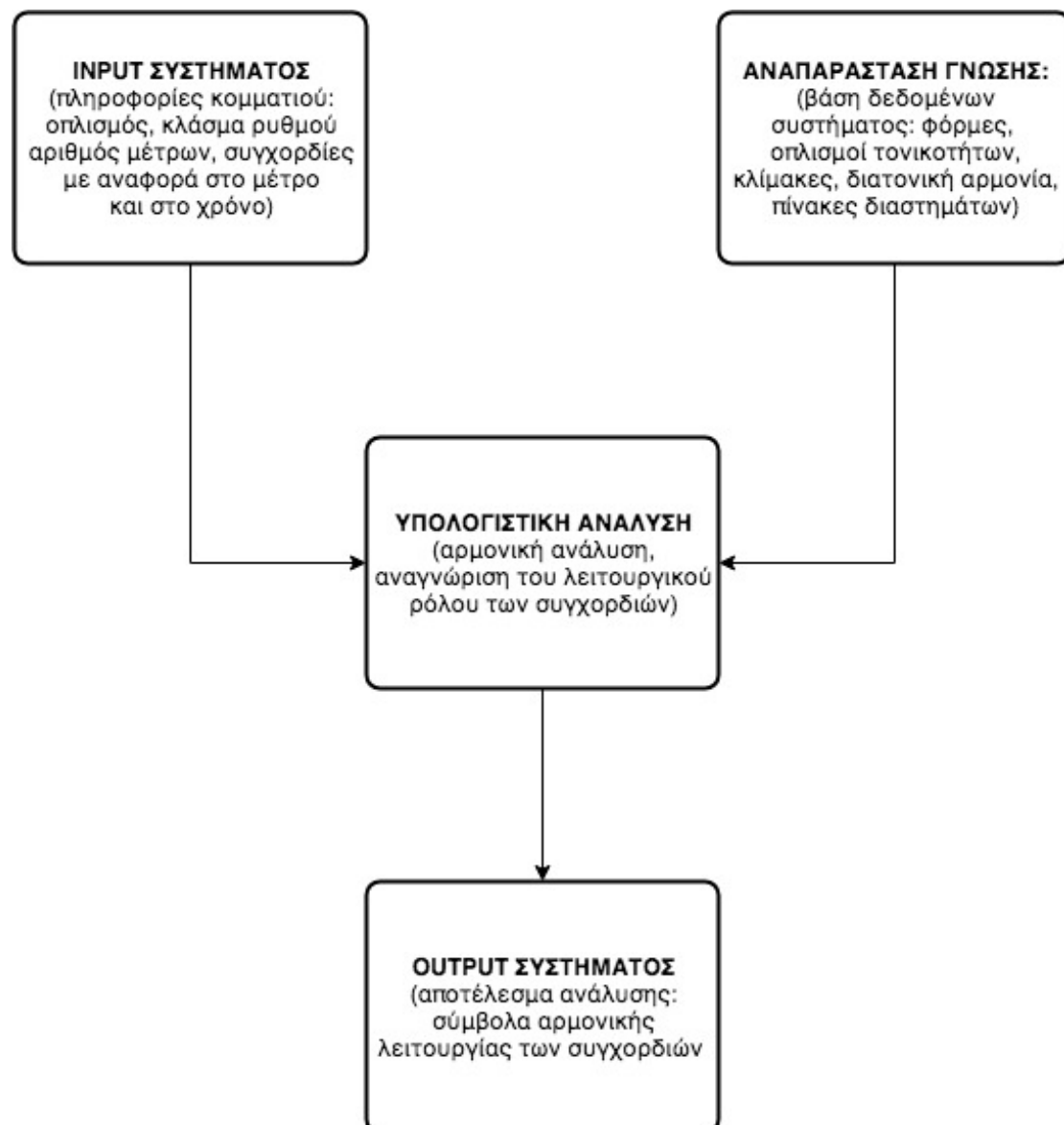
Ο πρωτότυπος χαρακτήρας του συστήματος που προτείνεται έχει να κάνει με την αμεσότητα και τη χρηστικότητα του από το σπουδαστή της jazz μουσικής. Ακόμα κι αν ο αλγόριθμος δεν υλοποιηθεί προγραμματιστικά, οποιοσδήποτε διαθέτει ένα ελάχιστο επίπεδο μουσικών γνώσεων μπορεί, εφαρμόζοντας προσεκτικά τα βήματα, να πάρει ένα έγκυρο αποτέλεσμα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην απλότητα στην ίδια τη δομή του συστήματος, που βασίζεται καθαρά σε αρμονικούς κανόνες.

Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα συστήματα τα οποία παρουσιάστηκαν παραπάνω, η λειτουργία του συγκεκριμένου αλγορίθμου δε βασίζεται σε κάποιο εξω-μουσικό στοιχείο (όπως για παράδειγμα τη γλώσσα, το συντακτικό, τη γραμματική, κλπ) που τυχάνει να προσιδιάζει στη λειτουργικότητα της τονικής μουσικής και δε χρησιμοποιεί πολύπλοκα μαθηματικά και στατιστικά μοντέλα πιθανοτικής πρόβλεψης των συγχορδιακών ακολουθιών -αν και κάτι τέτοιο θα

μπορούσε να αποτελεί μια πολύ βοηθητική προσθήκη και ίσως αφορά μελλοντική επέκταση. Το εν λόγω σύστημα δεν ασχολείται καν με την αναγνώριση του ρόλου μιας συγχορδίας, μιας συγχορδιακής ακολουθίας, ακόμα και μιας ολόκληρης μετατροπίας, ως έχουσα ευρύτερη λειτουργία υποδεσπόζουσας, δεσπόζουσας ή τονικής. Άλλωστε, οι μικρές σε έκταση φόρμες της jazz μουσικής δεν απαιτούν κατ' ανάγκη αυτό το βάθος ανάλυσης για την πράξη του αυτοσχεδιασμού.

Στο σύστημα που παρουσιάζεται εδώ, η αρμονική ανάλυση διενεργείται με βάση αυτό-καθαυτό το αρμονικό υπόβαθρο ενός κομματιού, αφορά τις ίδιες τις συγχορδίες μία προς μία. Οι ίδιες οι σχέσεις ανάμεσα στις συγχορδίες μιας διατονικής κλίμακας αποκωδικοποιούνται, απλώς και μόνο με τον τρόπο και τη διανοητική διεργασία που ένας έμπειρος αναλυτής μουσικός θα ακολουθούσε, προσαρμοσμένη, όπως είναι φυσικό, στη λειτουργικότητα ενός υπολογιστικού συστήματος, επομένως, δομημένη κατά βήματα.

Στο διάγραμμα 1 που ακολουθεί, δίνεται μια πρώτη γενική επισκόπηση του συστήματος, ενώ στις παρακάτω υποενότητες 3.1 και 3.2, περιγράφεται ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων από το χρήστη και το τελικό αποτέλεσμα που δίνει η εφαρμογή, καθώς, επίσης και ορισμένες σημαντικές διευκρινήσεις που αφορούν τη λειτουργία του υπολογιστικού συστήματος.



Διάγραμμα 1: overview συστήματος

3.2. Input συστήματος

Το input του συστήματος αποτελούν τα δεδομένα που εισάγονται από το χρήστη και είναι τα εξής:

- **Οπλισμός** με αριθμό υφέσεων ή διέσεων
- **Κλάσμα ρυθμού** και **αριθμός μέτρων**
- **Σύμβολα συγχορδιών** με αναφορά στο συγκεκριμένο μέτρο και χρόνο (πχ. 1-1-Eb7, 2-1-Bb7, 3-1-Eb7, 4-1-Bbm7, 4-3-Eb7b9, κλπ)

Δίνεται ως παράδειγμα το input για το γνωστό κομμάτι How high the moon του Morgan Lewis:

1#, 4/4, 32, 1-1-GΔ7, 3-1-Gm7, 4-1-C7, 5-1-FΔ7, 7-1-Fm7, 8-3-Bb7, 9-1-EbΔ7, 10-1-Am7b5, 10-3-D7, 11-1-Gm7, 12-1-Am7b5, 12-3-D7b9, 13-1-GΔ7, 14-1-Em7, 15-1-Am7, 16-1-D7, 17-1-GΔ7, 19-1-Gm7, 20-1-C7, 21-1-FΔ7, 23-1-Fm7, 24-3-Bb7, 25-1-EbΔ7, 26-1-Am7b5, 26-3-D7, 27-1-GΔ7, 28-1-Am7b5, 28-3-D7b9, 29-1-Bm7, 29-3-E7, 30-1-Am7, 30-3-D7, 31-1-G6, 32-1 Am7, 32-3-D7

Στο πλαίσιο της εργασίας, ως τρόπος εισαγωγής των δεδομένων επιλέγεται ο προαναφερόμενος και τα υπολογιστικά βήματα είναι βασισμένα σ' αυτόν. Είναι, όμως, δυνατό εφόσον υπάρξει πρόβλεψη προγραμματιστικά, να εισάγεται αυτόματα η φόρμα από διάφορα έτοιμα format, όπως αυτό της εφαρμογής ireal pro, η οποία χρησιμοποιεί HTML κώδικα και διαμοιράζει τα αρχεία μέσω url links. Το αρχείο συμπεριλαμβάνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την αρμονική ανάλυση,

ακόμα και τη φόρμα και την τονικότητα, δηλαδή δίνει στην εφαρμογή μας έτοιμα τα δυο πρώτα της βήματα¹¹.

Το interface της εφαρμογής ireal pro φαίνεται στον πίνακα 1:

How High The Moon Morgan Lewis

(Medium Swing)

A	4/4	G _{Δ7}		%		G ₋₇		C ₇
		F _{Δ7}		%		F ₋₇		B ₇ ^b
B		E _{Δ7} ^b		A _{ø7} D _{7b9}		G ₋₇		A _{ø7} D _{7b9}
		G _{Δ7}		E ₋₇		A ₋₇		D ₇
A		G _{Δ7}		%		G ₋₇		C ₇
		F _{Δ7}		%		F ₋₇		B ₇ ^b
C		E _{Δ7} ^b		A _{ø7} D _{7b9}		G _{Δ7}		A ₋₇ D ₇
		B ₋₇ E ₇		A ₋₇ D ₇		G ₆		A ₋₇ D ₇

Πίνακας 1: το interface της εφαρμογής ireal pro ως input στο σύστημα

¹¹ "Ireal pro File Format." Accessed February 2, 2020. <https://irealpro.com/ireal-pro-file-format/>.

3.3. Output συστήματος

Δίνεται ως παράδειγμα το output για το κομμάτι How high the moon, όπως προκύπτει από την ανάλυση που θα παρουσιάσουμε στο κεφάλαιο 5:

1#, 4/4, 32, 1-1-ΙΔ7, F: 3-1-ΙΙm7, 4-1-V7, 5-1-ΙΔ7, Eb: 7-1-ΙΙm7, 8-3-V7, 9-1-ΙΔ7, 10-1-ΙΙm7, 10-3-V7, 11-1-Ιm7int, 12-1-ΙΙ7b5int, 12-3-V7b9, 13-1-ΙΔ7, 14-1-ΙΙm7, 14-3-V7, (15-1-ΙΙm7, 15-3-V7sub)ΙΙ, 16-1-ΙΙm7, 16-3-V7, 17-1-ΙΔ7, F: 19-1-ΙΙm7, 20-1-V7, 21-1-ΙΔ7, Eb: 23-1-ΙΙm7, 24-1-V7, 25-1-ΙΔ7, 26-1-ΙΙm7, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, 28-1-ΙΙm7, 28-3-V7b9, (29-1-ΙΙm7, 29-3-V7sub)ΙΙ, 30-1-ΙΙm7, 30-3-V7, 31-1-Ι6, 32-1 ΙΙm7, 32-3-V7
--

Το interface της εφαρμογής για το τελικό αποτέλεσμα, εφόσον χρησιμοποιηθεί το format του ireal pro, ακολουθεί στον πίνακα 2. Με **μπλε χρώμα** σημειώνονται τα σύμβολα της αρμονικής ανάλυσης και με **πράσινο** οι τονικότητες.

How High The Moon
(Medium Swing) Morgan Lewis

A 4/4 G_{Δ7} (G) I_{Δ7}	⌘ (F) IIm7	G₋₇ C₇ V₇	C₇ V₇
F_{Δ7} I_{Δ7}	⌘ (Eb) IIm7	F₋₇ B₇^b V₇	B₇^b V₇
B E_{Δ7}^b I_{Δ7}	A_{∅7} D₇^{b9} G₋₇ (IIm7b5-V7) IIIm7	A_{∅7} D₇^{b9} (G) IIm7b5int-V7	A_{∅7} D₇^{b9} (G) IIm7b5int-V7
G_{Δ7} I_{Δ7}	E₋₇ VIm7	A₋₇ IIm7	D₇ V₇
A G_{Δ7} I_{Δ7}	⌘ (F) IIm7	G₋₇ C₇ V₇	C₇ V₇
F_{Δ7} I_{Δ7}	⌘ (Eb) IIm7	F₋₇ B₇^b V₇	B₇^b V₇
C E_{Δ7}^b I_{Δ7}	A_{∅7} D₇^{b9} G_{Δ7} (G) IIm7b5int-V7 I_{Δ7}	A₋₇ D₇ IIm7 V₇	A₋₇ D₇ IIm7 V₇
B₋₇ E₇ A₋₇ D₇ G₆ (IIm7-V7)II IIm7 V₇ I₆	A₋₇ D₇ G₆ IIm7 V₇ I₆	A₋₇ D₇ IIm7 V₇	A₋₇ D₇ IIm7 V₇

Πίνακας 2: το interface με το τελικό αποτέλεσμα

3.4. Σημαντικές διευκρινήσεις

- Η υπολογιστική ανάλυση βασίζεται αποκλειστικά στους κανόνες που θέτουμε και στο αρμονικό περιεχόμενο με τα σύμβολα της jazz και -όπως αναφέρθηκε νωρίτερα- διενεργείται κατά βήματα υπό τη μορφή αναζήτησης που διατρέχει τη φόρμα. Κάθε βήμα προς την ολοκλήρωση της αρμονικής ανάλυσης αποτελεί και μια ξεχωριστή αναζήτηση με διαφορετικά προς εύρεση ζητούμενα.
- Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας δε θα μας απασχολήσουν οι επεκτάσεις των συγχορδιών, αφού δεν είναι απαραίτητες για την αρμονική ανάλυση, διότι η λειτουργία της κάθε συγχορδίας καθορίζεται από τη βασική τετράφωνη ποιότητα. Ο χρήστης εισάγει τις συγχορδίες σύμφωνα με την κρίση του ή ακολουθώντας τις οδηγίες του lead sheet, αλλά το σύστημα στην πρώτη του φάση -της αρμονικής ανάλυσης- κρατάει μόνο την αρίθμηση της βασικής τετράφωνης ποιότητας. Στο μέλλον η εργασία θα συμπεριλάβει και τμήμα μελωδικών προτάσεων για το σόλο, επομένως σ' εκείνη τη φάση θα λάβουμε υπόψη και τις επεκτάσεις.
- Δε θα ασχοληθούμε με περιπτώσεις συγχορδιών με μπάσο διαφορετική νότα από τη ρίζα τους, διότι η νότα του μπάσου δεν είναι εντελώς απαραίτητη για τον καθορισμό της λειτουργίας της συγχορδίας. Η νότα του μπάσου, η οποία στα lead sheet σημειώνεται με κάθετο γραμμή, δεξιά από τη συγχορδία, συνήθως δίνει μια χαρακτηριστική κίνηση του μπάσου και δεν υπονοεί άλλη συγχορδία. Για παράδειγμα, στην αρμονική ακολουθία Cm - CmΔ7/B - Cm7/Bb - Cm6/A, εννοείται απλώς ότι το μπάσο παίζει χρωματικά ΝΤΟ - ΣΙ -

Σ1b - ΛΑ και όχι ότι η τελευταία της σειράς Cm6/A είναι η Am7b5, οι νότες των οποίων ταυτίζονται. Για την αρμονική ανάλυση, το σύστημα αγνοεί τη νότα του μπάσου.

- Για την απλούστευση του συστήματος, αποφεύγεται ο υπολογισμός διαστημάτων τόσο για τον καθορισμό των ποιοτήτων των συγχορδιών (δίνονται μόνο συμβολικά με αρίθμηση), όσο και για την απόσταση των συγχορδιών μεταξύ τους (δίνεται έτοιμη ως συμβολική σχέση γραμμάτων).
- Κάθε σύμβολο που αντιπροσωπεύει μια συγχορδία αποτελείται από δύο τμήματα, τη ρίζα (γράμμα) και την ποιότητα (αρίθμηση). Ο προγραμματισμός της βάσης δεδομένων του συστήματος οφείλει να προβλέψει δύο διαφορετικές μεταβλητές για τη ρίζα και την ποιότητα της συγχορδίας. Έτσι, πχ. όταν αναφέρεται ότι ελέγχεται η απόσταση δυο συγχορδιών, εννοείται ότι ελέγχεται η απόσταση των ριζών τους και στην πραγματικότητα, ελέγχεται αν το ζεύγος των γραμμάτων εντοπίζεται στον πίνακα της συγκεκριμένης απόστασης.
- Σε κάθε βήμα του υπολογισμού αναφέρονται και εξηγούνται τα σχετικά αρμονικά φαινόμενα, ως το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας. Επιπλέον, παρουσιάζεται σε πίνακες η αναπαράσταση γνώσης του συστήματος που εισάγεται από τον προγραμματιστή στη βάση δεδομένων του και την οποία χρησιμοποιεί για να διενεργήσει τους υπολογισμούς του.
- Για την περιγραφή του αλγορίθμου χρησιμοποιούνται διαγράμματα ροής, εξειδικευμένα για το κάθε βήμα. Το κάθε διάγραμμα περιγράφει ένα μόνο

κύκλο της λειτουργίας, δίνει τα αποτελέσματα με λατινικά σύμβολα των συγχορδιών που αναλύθηκαν και δείχνει την επανάληψη της διαδικασίας.

- Το σύστημα προβλέπει την πλειονότητα των περιπτώσεων, αλλά σε ειδικά ζητήματα, η πολλαπλότητα και συνθετότητα των αρμονικών φαινομένων είναι τέτοια, που δε μας επιτρέπει να εξαντλήσουμε την ανάλυση στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και αφορούν μελλοντικές επεκτάσεις της. Ενδεικτικά, πρόκειται για περιπτώσεις με ειδικές σπάνιες φόρμες, για εξαιρετικές λύσεις δεσποζουσών, ντιμινουϊτών ή πτώσεων και για μη λειτουργικά αρμονικά φαινόμενα.
- Τέλος, προς αποφυγήν κάθε παρεξήγησης, για μια ακόμα φορά διευκρινίζεται ότι η παρούσα εργασία πραγματεύεται αποκλειστικά την περιγραφή ενός συστήματος αρμονικής ανάλυσης. Τα αποτελέσματα που δίνονται από το σύστημα αντιπροσωπεύουν μόνο την αρμονική λειτουργία των συγχορδιών και ουδένα συμπέρασμα δεν πρέπει να βγαίνει ότι προτείνονται κλίμακες για τον αυτοσχεδιασμό. Οι μελωδικές προτάσεις για τον αυτοσχεδιασμό θα αποτελέσουν αντικείμενο που θα διέπεται από ειδικούς κανόνες σε μια ξεχωριστή μελλοντική εργασία, συμπληρωματική της παρούσας.

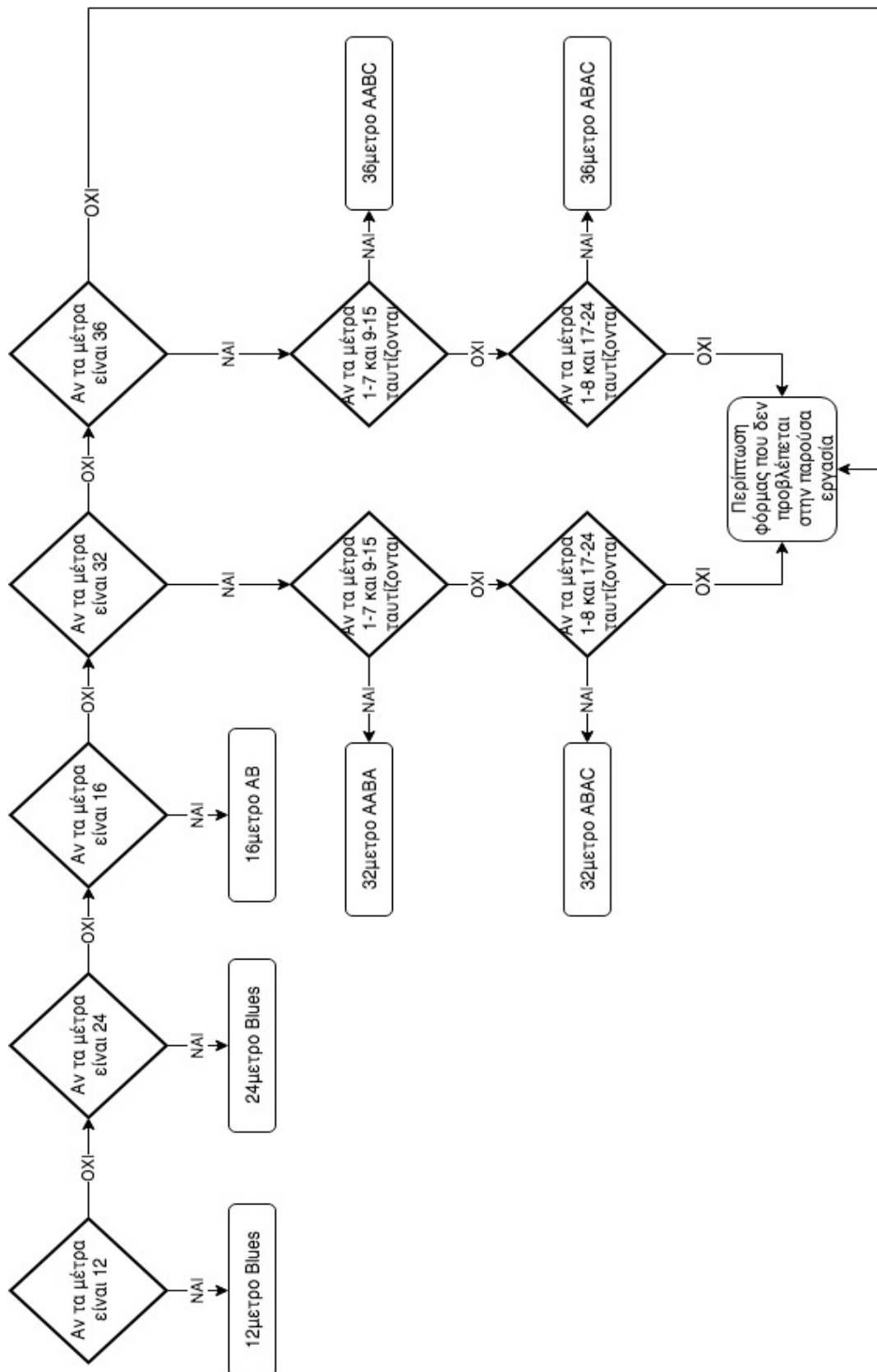
4. Ανάλυση συστήματος

4.1. Αναγνώριση της φόρμας

Ο χρήστης εισάγει τον αριθμό των μέτρων και το αρμονικό περιεχόμενο, όπως υποδείχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, συνεπώς το σύστημα γνωρίζει ακριβώς ποιες συγχορδίες εμφανίζονται στο κάθε σημείο της φόρμας.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα συμπεριλάβουμε στην αναζήτηση τις επτά πιο συνηθισμένες φόρμες του standard ρεπερτορίου της jazz, το 12μετρο blues, το 24μετρο blues, το 16μετρο AB, το 32μετρο AABA, το 32μετρο ABAC, το 36μετρο AABC και το 36μετρο ABAC.

Οι τρεις από τις επτά φόρμες διαφέρουν ως προς τον αριθμό των μέτρων, συνεπώς η αναγνώρισή τους από το σύστημα είναι απλή υπόθεση. Για την αναγνώριση των δύο 32μετρων και των δύο 36μετρων φορμών, το σύστημα ελέγχει την επανάληψη των συγχορδιακών τους ακολουθιών σε συγκεκριμένα μέτρα. Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι υπολογισμοί έχουν ως εξής:



Διάγραμμα 2: αλγόριθμος αναγνώρισης φόρμας

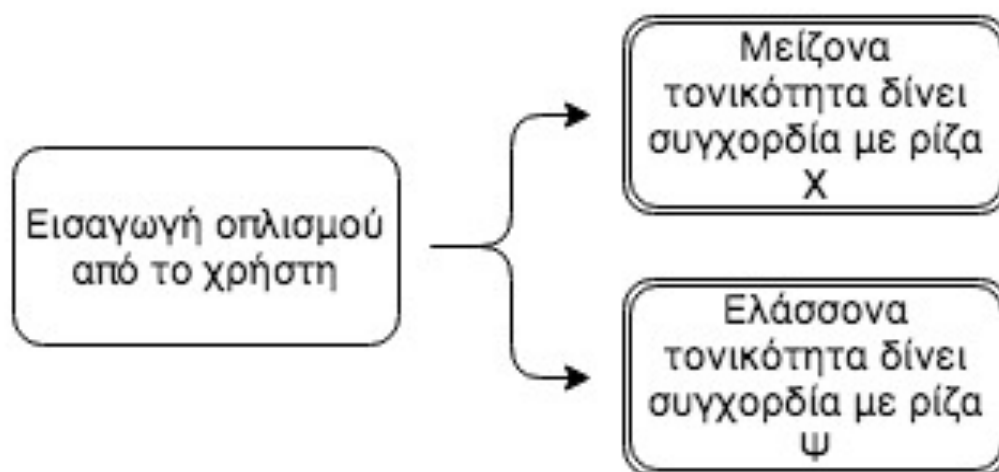
4.2. Αναγνώριση της τονικότητας

Η βάση δεδομένων του συστήματος περιλαμβάνει τον πίνακα 3 με τις τονικότητες που αντιστοιχούν στον κάθε οπλισμό.

Από τον οπλισμό που εισάγεται από το χρήστη προβλέπονται δυο πιθανές τονικότητες, μια μείζονα και μια ελάσσονα, οι οποίες δίνουν δυο διαφορετικές συγχορδίες ως τονική βαθμίδα, σύμφωνα με τον πίνακα 4.

0	1b	2b	3b	4b	5b	6b	7b	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#
C	F	Bb	Eb	Ab	Db	Gb	Cb	G	D	A	E	B	F#	C#
Am	Dm	Gm	Cm	Fm	Bbm	Ebm	Abm	Em	Bm	F#m	C#m	G#m	D#m	A#m

Πίνακας 3: αναπαράσταση γνώσης των οπλισμών



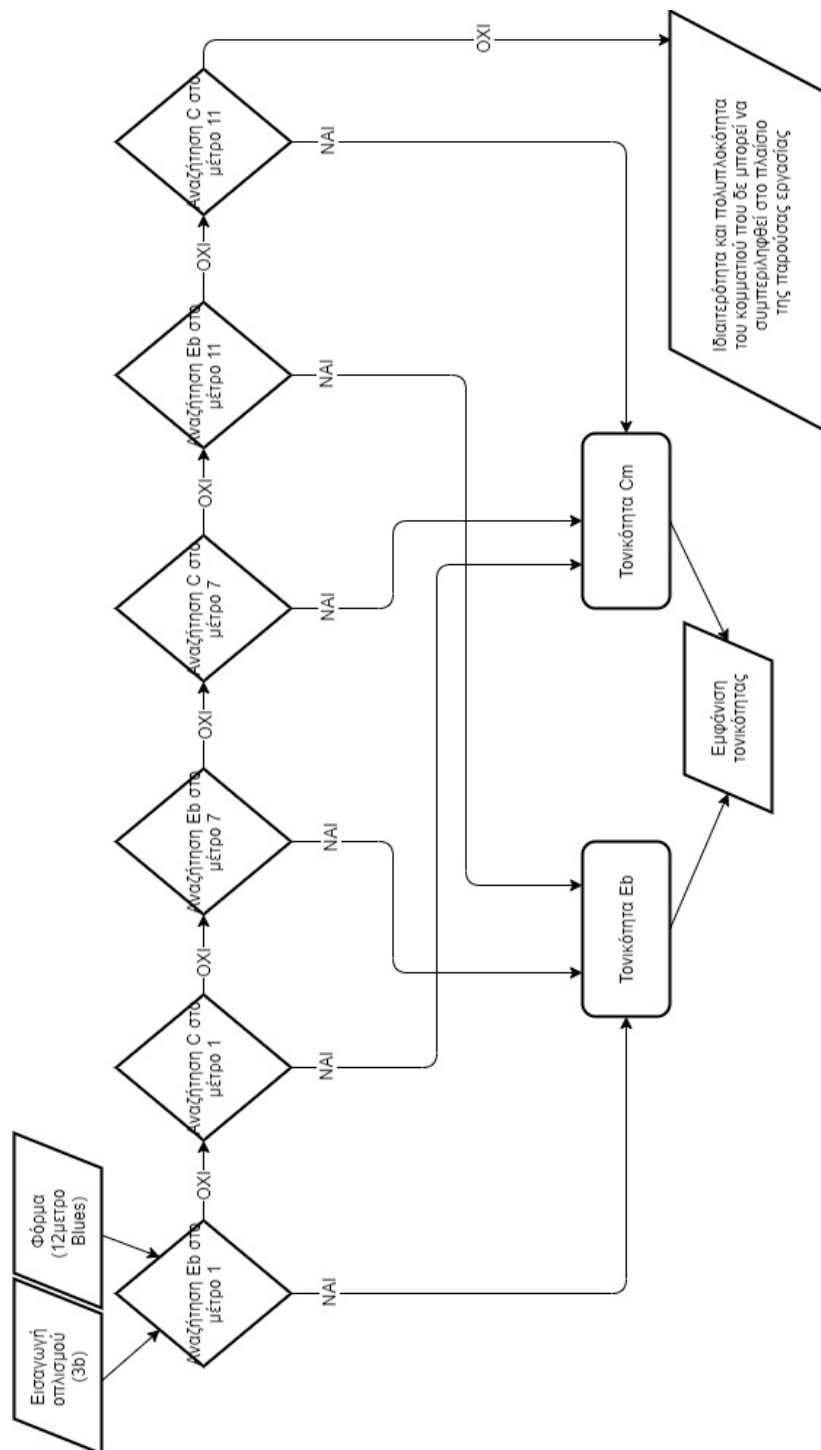
Πίνακας 4: πιθανές τονικές βαθμίδες με βάση τον οπλισμό

Το σύστημα διενεργεί αναζήτηση των δύο πιθανών τονικών συγχορδιών σε συγκεκριμένα μέτρα κατά προτεραιότητα σύμφωνα με τον πίνακα 5, ανάλογα με τη φόρμα που έχει καθοριστεί από το προηγούμενο βήμα:

ΦΟΡΜΑ	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 1	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 2	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 3
12μετρο blues	Στο μέτρο 1	Στο μέτρο 7	Στο μέτρο 11
24μετρο blues	Στο μέτρο 1	Στο μέτρο 13	Στο μέτρο 21
16μετρο AB	Στο μέτρο 15	Στο μέτρο 16	Στο μέτρο 1
32μετρο AABA	Στο μέτρο 31	Στο μέτρο 32	Στο μέτρο 15
32μετρο ABAC	Στο μέτρο 31	Στο μέτρο 32	Στο μέτρο 17
36μετρο AABC	Στο μέτρο 35	Στο μέτρο 36	Στο μέτρο 15
36μετρο ABAC	Στο μέτρο 35	Στο μέτρο 36	Στο μέτρο 15

Πίνακας 3: αναπαράσταση γνώσης των μέτρων εμφάνισης της τονικής βαθμίδας

Ας υποθέσουμε ότι η φόρμα είναι 12μετρο Blues και ο χρήστης έχει εισάγει οπλισμό 3 υφέσεων, που με βάση τον πίνακα 3 αντιστοιχεί σε συγχορδίες με ρίζες Eb και C. Η αναζήτηση περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα ροής:



Διάγραμμα 3: αλγόριθμος αναγνώρισης τονικότητας

Εφόσον δώσει αποτέλεσμα τονικότητας, το σύστημα τη συσχετίζει με την αντίστοιχη κλίμακα και τη διατονική αρμονία, σύμφωνα με τους παρακάτω πίνακες 4, 5, 6, 7 και 8, οι οποίοι συμπεριλαμβάνονται στη βάση δεδομένων¹².

C	D	E	F	G	A	B
G	A	B	C	D	E	F#
D	E	F#	G	A	B	C#
A	B	C#	D	E	F#	G#
E	F#	G#	A	B	C#	D#
B	C#	D#	E	F#	G#	A#
F#	G#	A#	B	C#	D#	E#
C#	D#	E#	F#	G#	A#	B#
F	G	A	Bb	C	D	E
Bb	C	D	Eb	F	G	A
Eb	F	G	Ab	Bb	C	D
Ab	Bb	C	Db	Eb	F	G
Db	Eb	F	Gb	Ab	Bb	C
Gb	Ab	Bb	Cb	Db	Eb	F
Cb	Db	Eb	Fb	Gb	Ab	Bb

Πίνακας 4: αναπαράσταση γνώσης μειζόνων κλιμάκων

¹² Schmidt-Jones, Catherine. *Understanding Basic Music Theory*. Rice, Texas: 12th Media Services, 2018.

A	B	C	D	E	F	G
E	F#	G	A	B	C	D
B	C#	D	E	F#	G	A
F#	G#	A	B	C#	D	E
C#	D#	E	F#	G#	A	B
G#	A#	B	C#	D#	E	F#
D#	E#	F#	G#	A#	B	C#
A#	B#	C#	D#	E#	F#	G#
D	E	F	G	A	Bb	C
G	A	Bb	C	D	Eb	F
C	D	Eb	F	G	Ab	Bb
F	G	Ab	Bb	C	Db	Eb
Bb	C	Db	Eb	F	Gb	Ab
Eb	F	Gb	Ab	Bb	Cb	Db
Ab	Bb	Cb	Db	Eb	Fb	Gb

Πίνακας 5: αναπαράσταση γνώσης αιολικών ελασσόνων κλιμάκων

A	B	C	D	E	F	G#
E	F#	G	A	B	C	D#
B	C#	D	E	F#	G	A#
F#	G#	A	B	C#	D	E#
C#	D#	E	F#	G#	A	B#
G#	A#	B	C#	D#	E	Fx
D#	E#	F#	G#	A#	B	Cx
A#	B#	C#	D#	E#	F#	Gx
D	E	F	G	A	Bb	C#
G	A	Bb	C	D	Eb	F#
C	D	Eb	F	G	Ab	B
F	G	Ab	Bb	C	Db	E
Bb	C	Db	Eb	F	Gb	A
Eb	F	Gb	Ab	Bb	Cb	D
Ab	Bb	Cb	Db	Eb	Fb	G

Πίνακας 6: αναπαράσταση γνώσης αρμονικών ελασσόνων κλιμάκων

A	B	C	D	E	F#	G#
E	F#	G	A	B	C#	D#
B	C#	D	E	F#	G#	A#
F#	G#	A	B	C#	D#	E#
C#	D#	E	F#	G#	A#	B#
G#	A#	B	C#	D#	E#	Fx
D#	E#	F#	G#	A#	B#	Cx
A#	B#	C#	D#	E#	Fx	Gx
D	E	F	G	A	B	C#
G	A	Bb	C	D	E	F#
C	D	Eb	F	G	A	B
F	G	Ab	Bb	C	D	E
Bb	C	Db	Eb	F	G	A
Eb	F	Gb	Ab	Bb	C	D
Ab	Bb	Cb	Db	Eb	F	G

Πίνακας 7: αναπαράσταση γνώσης μελωδικών ελασσόνων κλιμάκων

Ελάσσονας	-Δ7/-6/-7	-7b5	+Δ7/ Δ7	-7	7/-7	Δ7/-7b5	-b7b5/7
Μείζονας	Δ7/6/7 ¹³	-7	-7	Δ7/7 ²	7	-7	-7b5
	I	II	III	IV	V	VI	VII

Πίνακας 8: αναπαράσταση γνώσης διατονικής αρμονίας του μείζονα και ελάσσονα τρόπου¹⁴

Έστω, λοιπόν, ότι η τονικότητα είναι Eb. Η κλίμακα Eb και η διατονική αρμονία του μείζονα τρόπου δίνουν τη διατονική σειρά των συγχορδιών, τα οποία αντιστοιχίζονται με τα λειτουργικά αρμονικά σύμβολα των βαθμίδων σύμφωνα με τον πίνακα 9.

EbΔ7/6/7	F-7	G-7	AbΔ7/7	Bb7	C-7	D-7b5
IΔ7/6/7	II-7	III-7	IVΔ7/7	V7	VI-7	VII-7b5

Πίνακας 9: αναπαράσταση σχηματισμού διατονικής αρμονίας της τονικότητας που αναγνωρίστηκε

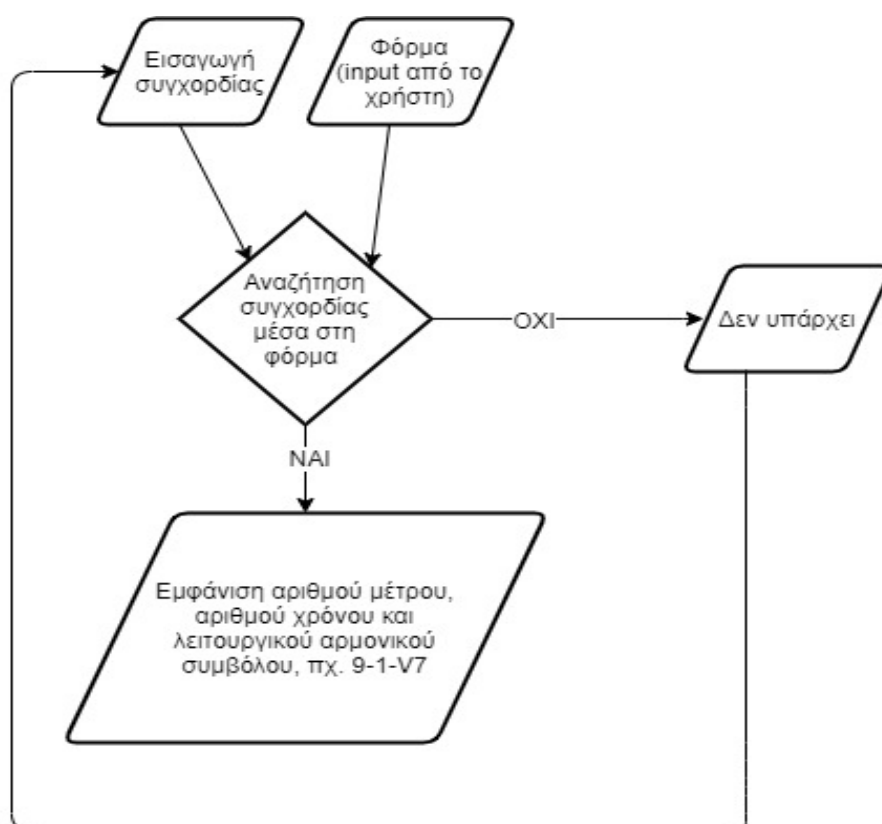
¹³ Η ποιότητα 7 στην I και IV του μείζονα τρόπου αφορά την περίπτωση του blues.

¹⁴ Απ' όλες τις συγχορδίες που σχηματίζονται στις τρεις μορφές του ελάσσονα, στον πίνακα επιλέγονται αυτές που έχουν διατονική λειτουργία σε μια ελάσσονα τονικότητα, ενώ δε συμπεριλαμβάνονται άλλες, οι οποίες απλώς εμφανίζονται ως δάνειες σε διαφορετικές περιπτώσεις, όπως πχ. η VII7 του μελωδικού ελάσσονα (η λεγόμενη altered).

4.3. Αναγνώριση των διατονικών συγχορδιών

Εφόσον έχει καθοριστεί η φόρμα (4.1), η τονικότητα και η διατονική αρμονία (4.2), το σύστημα είναι έτοιμο για την αρμονική ανάλυση των διατονικών συγχορδιών του κομματιού. Οι συγχορδίες του κομματιού που συμπίπτουν απόλυτα με τη διατονική αρμονία αναγνωρίζονται ως διατονικές.

Το σύστημα διεξάγει αναζήτηση για κάθε συγχορδία της κλίμακας ξεχωριστά μέσα στη φόρμα. Αν η συγχορδία βρεθεί, τότε το αποτέλεσμα εξάγεται με τον λειτουργικό αρμονικό συμβολισμό της συγχορδίας (ρωμαϊκό σύμβολο και αρίθμηση ποιότητας) και συμπεριλαμβάνει τον αριθμό μέτρου και το χρόνο του μέτρου. Η αναζήτηση διενεργείται σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 4: αλγόριθμος αναγνώρισης διατονικών συγχορδιών

4.4. Αναγνώριση συγχορδιών bII7

Εφόσον έχει καθοριστεί η φόρμα (4.1), η τονικότητα και η διατονική αρμονία (4.2), και οι διατονικές συγχορδίες της φόρμας (4.3), το σύστημα είναι έτοιμο για την εύρεση και ταυτοποίηση της συγχορδίας της αντικατάστασης τριτόνου. Πρόκειται για μια συγχορδία η οποία, ακριβώς λόγω της ιδιότητάς της να αντικαθιστά τη δεσπόζουσα, κρίνεται σκόπιμο να αναγνωριστεί από τα πρώτα κι όλες βήματα του αλγόριθμου, μαζί με τις διατονικές συγχορδίες.

Θεωρητικό υπόβαθρο¹⁵:

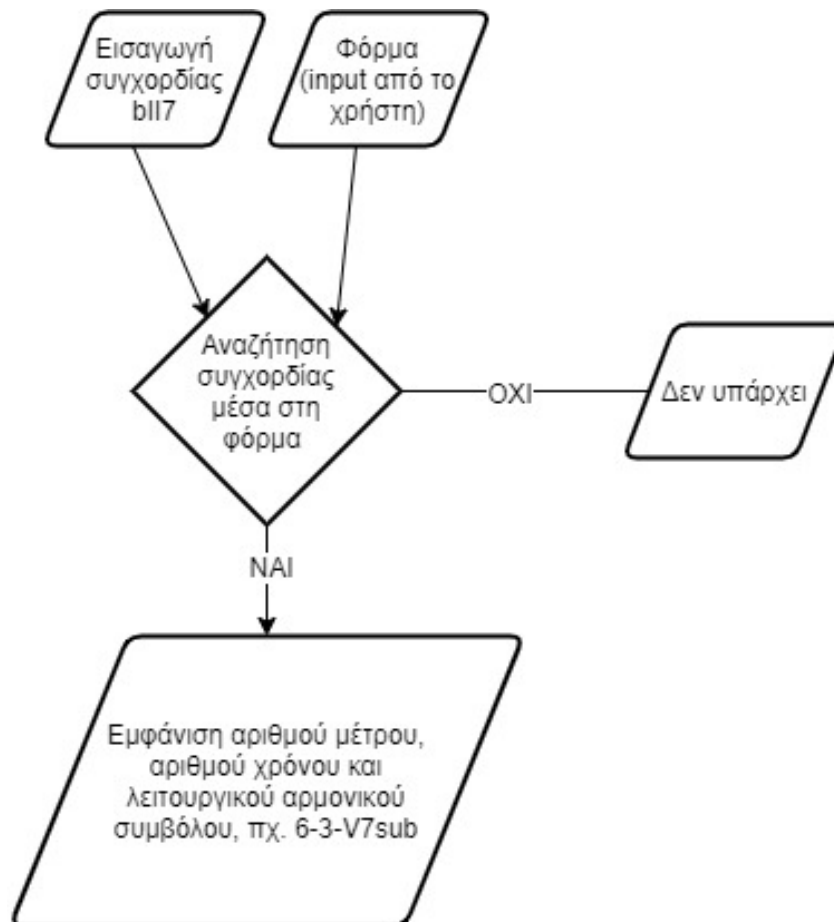
- Μια περίπτωση συγχορδίας με ρίζα την bII αποτελεί η συγχορδία bIIΔ7, δηλαδή η συγχορδία που από την κλασική αρμονία γνωρίζουμε ως Ναπολιτάνικη II και χρησιμοποιείται σε ορισμένα κομμάτια του standard ρεπερτορίου της jazz. Με την περίπτωση αυτή θα ασχοληθεί το σύστημα σε ειδικό παρακάτω βήμα που θα αφορά σπάνια αρμονικά φαινόμενα.
- Η βασική περίπτωση συγχορδίας με ρίζα την bII στην αρμονία της jazz αποτελεί η συγχορδία bII7, δηλαδή η αντικατάσταση τριτόνου της δεσπόζουσας της κλίμακας. Ο παρακάτω πίνακας 10 που συμπεριλαμβάνεται στη βάση δεδομένων μας δίνει τις ρίζες των συγχορδιών bII ανά τονικότητα:

¹⁵ Levine, Mark. *The Jazz Theory Book*. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995.

Μείζονες	bII	Ελάσσονες	bII
C	C#/Db	A	A#/Bb
F	F#/Gb	D	D#/Eb
Bb	B/Cb	G	G#/Ab
Eb	E/Fb	C	C#/Db
Ab	A	F	F#/Gb
Db	D	Bb	B/Cb
Gb	G	Eb	E/Fb
Cb	C	Ab	A
G	G#/Ab	E	E#/Fb
D	D#/Eb	B	B#/Cb
A	A#/Bb	F#	G
E	E#/Fb	C#	D
B	B#/Cb	G#	A
F#	G	D#	E
C#	D	A#	B

Πίνακας 10: αναπαράσταση γνώσης της bII νότας κάθε κλίμακας

Η αναζήτηση που διενεργεί το σύστημα για την bII7 είναι όμοια με την αναζήτηση που διενεργεί για τις διατονικές συγχορδίες και ο συμβολισμός που δίνεται είναι V7sub¹⁶.



Διάγραμμα 5: αλγόριθμος αναζήτησης συγχορδιών bII7

¹⁶ Tritone substitution

4.5. Αναγνώριση των πτωτικών σχημάτων

Ως αυτό το σημείο, το σύστημα έχει αναγνωρίσει τη φόρμα (4.1), την τονικότητα (4.2) και έχει ταυτοποιήσει όλες τις διατονικές συγχορδίες του κομματιού (4.3) και τη συγχορδία bII7 (4.4).

Θεωρητικό υπόβαθρο¹⁷:

- Ως II ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε την επιτονική της κλίμακας (περίπτωση η οποία έχει επιλυθεί από το βήμα 4.3).
- Ως II ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε την επιτονική δανεισμένη από ομώνυμη κλίμακα. Με το δανεισμό το σύστημα θα ασχοληθεί σε επόμενο βήμα, αλλά ο κανόνας που θα θέσουμε για την αναγνώριση των πτώσεων αρκεί για την ταυτοποίηση της δανεικής II ως τμήμα μιας πτώσης.
- Ως II ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε την αντικατάσταση της επιτονικής μιας μείζονας ή ελάσσονας κλίμακας από τη Ναπολιτάνικη II. Η περίπτωση αυτή θα εξεταστεί σε ειδικό επόμενο βήμα που θα αφορά σπάνια αρμονικά φαινόμενα.
- Ως II ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε οποιαδήποτε -εκτός της επιτονικής- διατονική συγχορδία με ποιότητα -7 ή -7b5, όπως πχ. η III ή η VI. Εδώ προτεραιότητα για το σύστημα παίρνει ο ρόλος της συγχορδίας ως II της πτώσης σε σχέση με το διατονικό της ρόλο. Σ' αυτή την περίπτωση το II-V είναι παρενθετικό.

¹⁷ Levine, Mark. *The Jazz Theory Book*. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995.

- Ως II ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε οποιαδήποτε συγχορδία με ποιότητα -7 ή -7b5 που έχει μόνο διατονική ρίζα, όπως πχ. μια συγχορδία ποιότητας -7 με ρίζα την V. Σ' αυτή την περίπτωση το II-V είναι, επίσης, παρενθετικό.
- Ως II ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε οποιαδήποτε συγχορδία -7 ή -7b5 εκτός διατονικής αρμονίας, όπως πχ. σε ένα παρενθετικό II-V της III του μείζονα τρόπου ή σε ένα χρωματικό II-V. Και σ' αυτή την περίπτωση το II-V είναι παρενθετικό.
- Ως V ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε τη δεσπόζουσα της κλίμακας (περίπτωση που έχει επιλυθεί από το B3).
- Ως V ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε την συγχορδία 7 με ρίζα την bII της κλίμακας, δηλαδή την αντικατάσταση τριτόνου της δεσπόζουσας (περίπτωση που έχει επιλυθεί από το B4).
- Ως V ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε οποιαδήποτε συγχορδία με ποιότητα 7 που έχει διατονική ρίζα, όπως πχ. μια συγχορδία ποιότητας 7 με ρίζα την I. Σ' αυτή την περίπτωση το II-V είναι παρενθετικό.
- Ως V ενός πτωτικού σχήματος μπορεί να έχουμε οποιαδήποτε συγχορδία 7 εκτός διατονικής αρμονίας, όπως πχ. σε ένα δανεικό bVII7 ή σε μια αντικατάσταση τριτόνου με bII7. Και σ' αυτή την περίπτωση το II-V είναι παρενθετικό.

Για την αναγνώριση των πτωτικών σχημάτων, το σύστημα κάνει συσχέτιση των συγχορδιών m7 ή m7b5 με διαδοχικές συγχορδίες 7 που απέχουν διατονικά μια 4κ ή μια 2μ (περίπτωση αντικατάστασης τριτόνου). Για το συμβολισμό των πτώσεων, το σύστημα κάνει συσχέτιση της δεσπόζουσας με την επόμενη συγχορδία (λύση). Αν απέχουν ανιόν 4κ, τότε πρόκειται για απλή παρενθετική δεσπόζουσα, αν απέχουν κατιόν 2μ, πρόκειται για αντικατάσταση τριτόνου, ενώ αν απέχουν ανιόν 2Μ, τότε παρενθετική δεσπόζουσα είναι η bVII7 δανεική από τον αιολικό ελάσσονα.

Οι παρακάτω πίνακες 11, 12, 13 και 14 που συμπεριλαμβάνονται στη βάση δεδομένων, δίνουν στο σύστημα έτοιμες τις διατονικές αποστάσεις¹⁸, χωρίς να χρειάζεται η διενέργεια υπολογισμού του διαστήματος ανάμεσα στα μέρη της πτώσης και τη λύση της¹⁹.

C-F	C#/Db-F#/Gb	D-G	D#/Eb-G#/Ab
E-A	F-Bb/A#	F#/Gb-B	G-C
G#/Ab-C#/Db	A-D	Bb/A#-Eb/D#	B-E

Πίνακας 11: αναπαράσταση γνώσης ανιόντος 4κ

¹⁸ Οι αλλοιωμένες νότες προβλέπεται να εξετάζονται και ως εναρμόνιες (μέχρι μονή ύφεση ή δέση), διότι στα real books οι συγχορδίες δίνονται απλοποιημένα για να διευκολύνεται το sight reading, έστω και σε βάρος της αρμονικής ορθογραφίας.

¹⁹ Οι συγκεκριμένοι πίνακες είναι απαραίτητοι και θα αναφερθούν και σε παρακάτω βήματα του αλγόριθμου.

C-C#/Db	C#/Db-D	D-D#/Eb	D#/Eb-E
E-F	F-F#/Gb	F#/Gb-G	G-G#/Ab
G#/Ab-A	A-A#/Bb	A#/Bb-B	B-C

Πίνακας 12: αναπαράσταση γνώσης ανιόντος 2μ

C-B	C#/Db-C	D-Db/C#	D#/Eb-D
E-Eb/D#	F-E	F#/Gb-F	G-F#/Gb
G#/Ab-G	A-G#/Ab	A#/Bb-A	B-A#/Bb

Πίνακας 13: αναπαράσταση γνώσης κατιόντος 2μ

C-D	C#/Db-D#/Eb	D-E	D#/Eb-F
E-F#/Gb	F-G	F#/Gb-G#/Ab	G-A
G#/Ab-A#/Bb	A-B	A#/Bb-C	B-C#/Db

Πίνακας 14: αναπαράσταση γνώσης ανιόντος 2M

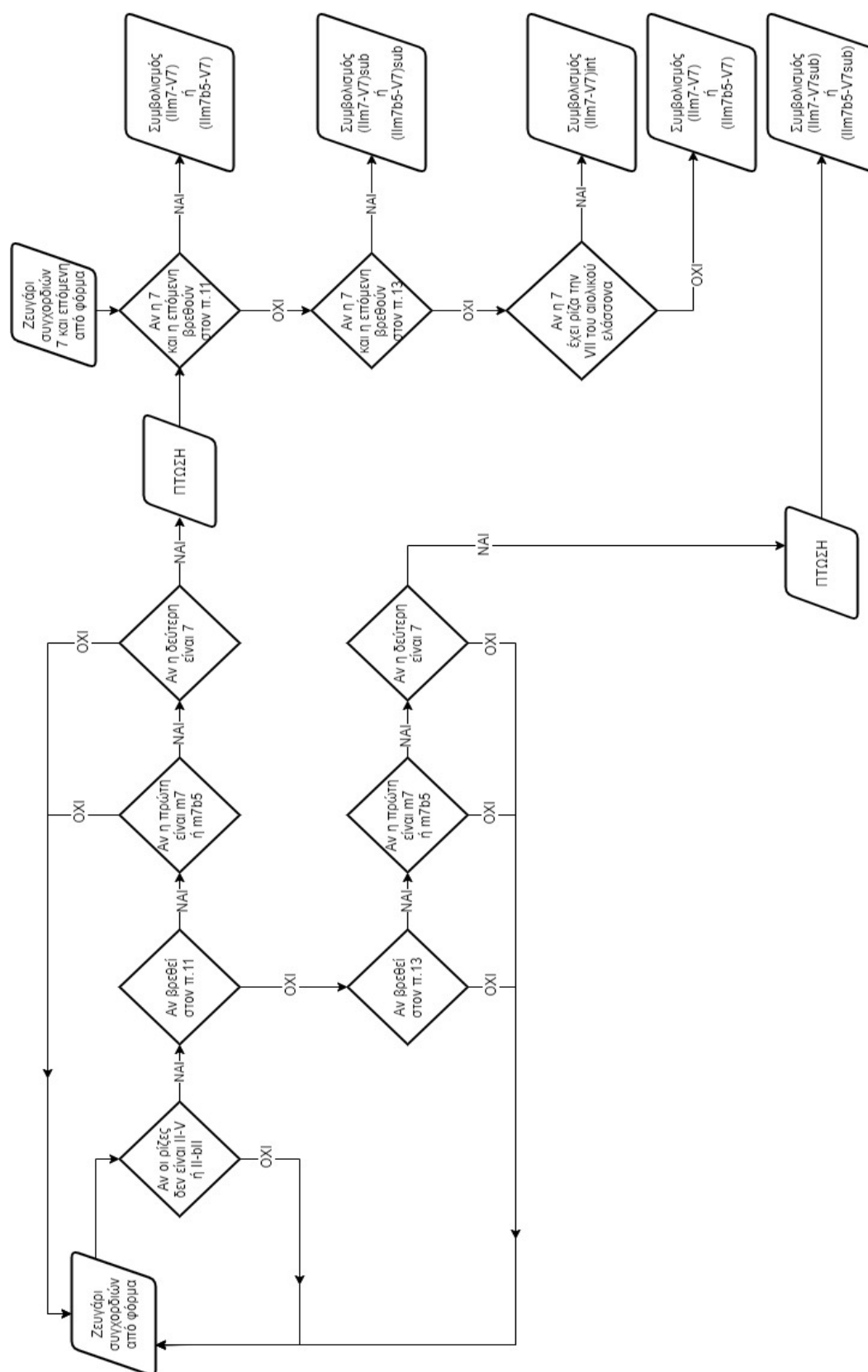
Η αρμονική ανάλυση των πτώσεων συμβολίζεται ως εξής:

- Η πτώση με τις διατονικές βαθμίδες II-V της κλίμακας συμβολίζεται απλά με τον τρόπο συμβολισμού όλων των διατονικών συγχορδιών, πχ. II^m7-V7 (αποτελεί ζήτημα που έχει επιλυθεί στο B3).
- Η πτώση που περιλαμβάνει τη διατονική II και την αντικατάσταση τριτόνου της δεσπόζουσας της κλίμακας bII7, συμβολίζεται με την υποσημείωση "sub" στη δεσπόζουσα, πχ. II^m7-V7sub (αποτελεί ζήτημα που έχει επιλυθεί στο B4).

- Η παρενθετική πτώση που λύνεται με ανιόν 4κ, συμβολίζεται μέσα σε παρένθεση, πχ. (IIIm7-V7)
- Η παρενθετική πτώση με αντικατάσταση τριτόνου της παρενθετικής δεσπόζουσας που λύνεται με κατιόν 2μ, συμβολίζεται μέσα σε παρένθεση και με την υποσημείωση "sub" στη δεσπόζουσα, πχ. (IIIm7-V7sub).
- Η παρενθετική πτώση με μια II που οδηγεί με ανιόν 4κ σε αντικατάσταση τριτόνου της παρενθετικής δεσπόζουσας και λύνεται με κατιόν 2μ, συμβολίζεται μέσα σε παρένθεση και με την υποσημείωση "sub" στην παρένθεση, πχ. (IIIm7-V7)sub.
- Η παρενθετική πτώση με δανεικές IVm7 και bVII7 που λύνεται με ανιόν 2Μ, συμβολίζεται μέσα σε παρένθεση και με την υποσημείωση "int"²⁰ στην παρένθεση, πχ. (IIIm7-V7)int.
- Η παρενθετική πτώση, η λύση της οποίας δε γίνεται με κάποιο από τα τρία εξεταζόμενα διαστήματα, συμβολίζεται με παρένθεση, πχ. (IIIm7-V7).

Σε ένα επόμενο βήμα θα εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα αποφασίζει σε ποια συγχορδία αναφέρεται η κάθε δεσπόζουσα και η κάθε πτώση, καθώς και τον τρόπο συμπλήρωσης του συμβολισμού των πτώσεων. Μέχρι το παρόν σημείο, το σύστημα θα εργαστεί όπως περιγράψαμε παραπάνω και φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα ροής:

²⁰ Modal interchange



Διάγραμμα 6: αλγόριθμος αναγνώρισης πτώσεων

4.6. Αναγνώριση των παρενθετικών συγχορδιών

Ως αυτό το σημείο, το σύστημα έχει αναγνωρίσει τη φόρμα (4.1), την τονικότητα (4.2), έχει ταυτοποιήσει όλες τις διατονικές συγχορδίες (4.3) και τη συγχορδία bII7 (4.4) και τέλος, έχει εντοπίσει όλες τις πτώσεις, χωρίς -ακόμα- να μας δίνει ακριβώς σε ποιες συγχορδίες αναφέρονται (4.5).

Η εμφάνιση παρενθετικών συγχορδιών χωρίς να προηγείται συγχορδία με λειτουργία υποδεσπόζουσας αποτελεί συχνό φαινόμενο στην αρμονία της jazz. Ο εντοπισμός τους είναι εύκολος, καθώς αποτελούν συγχορδίες 7 ή ο7, αλλά για τον καθορισμό του ρόλου τους από το σύστημα χρειάζεται να θέσουμε ορισμένους κανόνες.

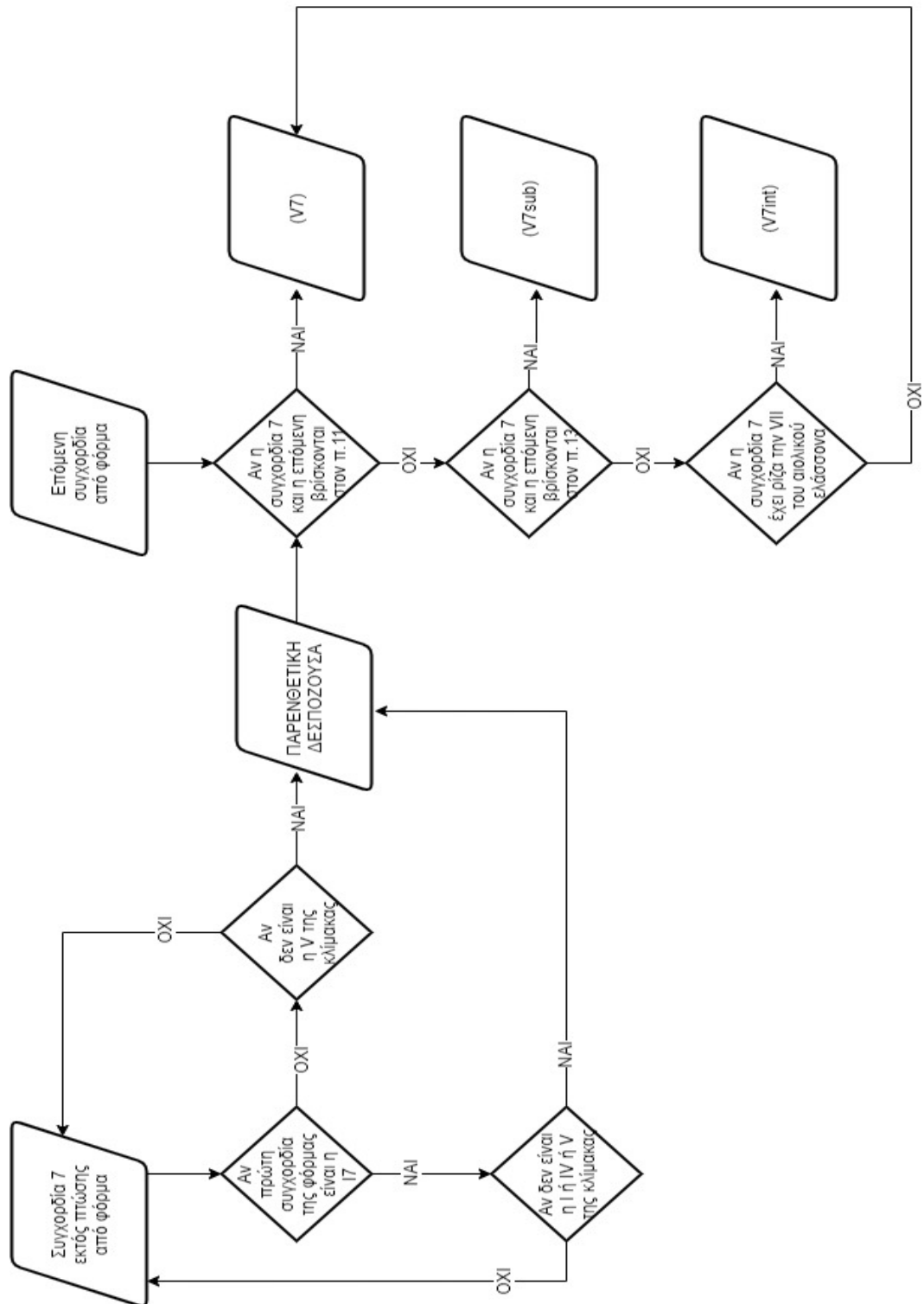
Θεωρητικό υπόβαθρο²¹:

- Όλες οι συγχορδίες 7 -εκτός από αυτή με ρίζα την V της τονικότητας- είναι παρενθετικές δεσπόζουσες.
- Από τον παραπάνω κανόνα εξαιρείται η περίπτωση της blues αρμονίας που περιλαμβάνει τις συγχορδίες I7 και IV7 και συχνά εμφανίζεται -όχι μόνο σε blues φόρμες- αλλά ακόμα και σε διατονικά κομμάτια, πχ. Willow weep for me, God bless the child, Driftin', κλπ.
- Οι παρενθετικές δεσπόζουσες μπορεί να είναι α) συγχορδίες 7 με διατονική ρίζα ή β) μη διατονικές συγχορδίες 7.

²¹ Levine, Mark. *The Jazz Theory Book*. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995.

- Μια παρενθετική δεσπόζουσα μπορεί α) να λύνεται με ανιόν 4κ, οπότε είναι παρενθετική V7 και συμβολίζεται (V7), β) να λύνεται με κατιόν 2μ, οπότε είναι παρενθετική bII7, δηλαδή αντικατάσταση τριτόνου και συμβολίζεται (V7sub) ή γ) να λύνεται με ανιόν 2M, οπότε είναι bVII7, δηλαδή δανεική VII7 από τον αιολικό ελάσσονα, ασχέτως με το αν η λύση της στο κομμάτι όντως πραγματοποιείται και συμβολίζεται (V7int), δ) να μη λύνεται άμεσα στην επόμενη συγχορδία, αλλά να αλλάζει στη συγχορδία της επιτονικής που οδηγεί σε πτώση και συμβολίζεται (V7), ε) να μη λύνεται άμεσα στην επόμενη συγχορδία, αλλά να αντικαθίσταται από τη δεσπόζουσα του εναρμόνιου τριτόνου (αντικατάσταση τριτόνου) και συμβολίζεται (V7).

Η λειτουργία της αναγνώρισης των παρενθετικών δεσποζουσών φαίνεται αναλυτικά στο διάγραμμα 7:



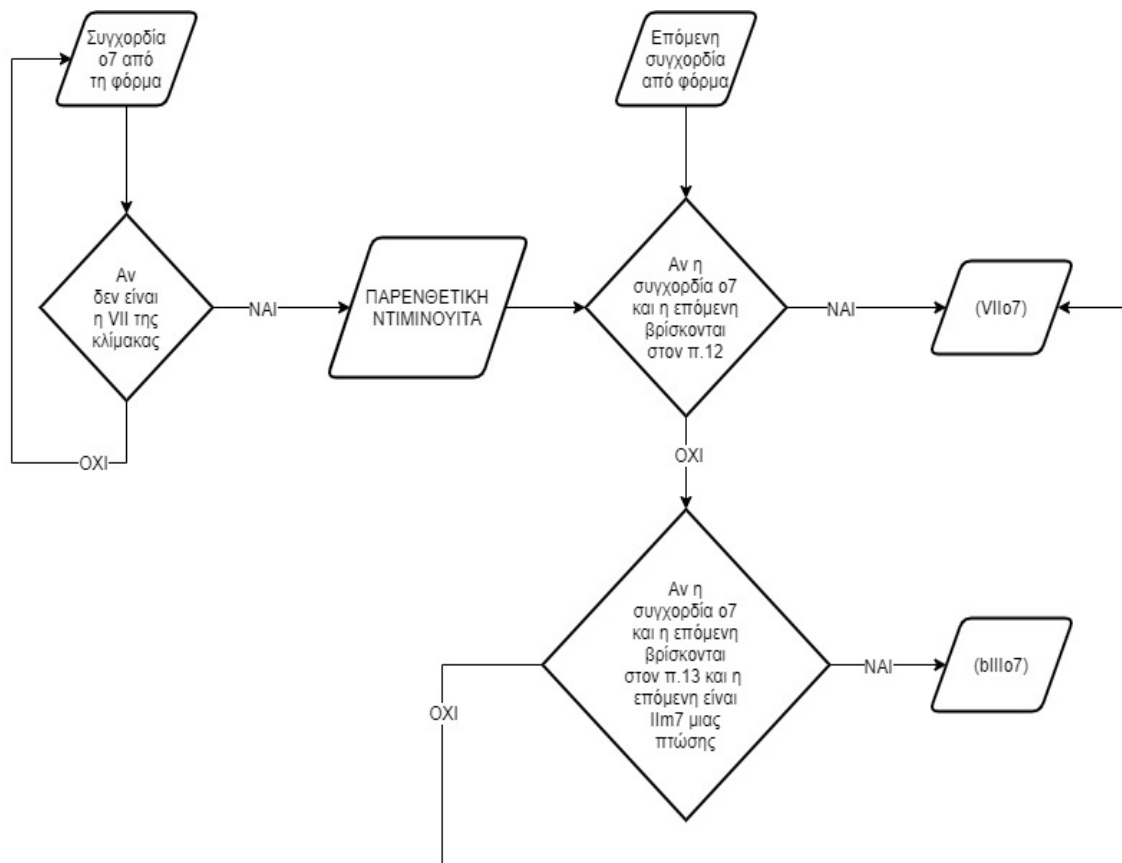
Διάγραμμα 7: αλγόριθμος αναγνώρισης παρενθετικών δεσποζουσών

Θεωρητικό υπόβαθρο²²:

- Όλες οι συγχορδίες ο7 εκτός από αυτή με ρίζα την VII μιας ελάσσονας τονικότητας έχουν παρενθετικό ρόλο.
- Οι παρενθετικές ντιμιனுΐτες μπορεί να είναι συγχορδίες ο7 με διατονική ή μη διατονική ρίζα.
- Μια παρενθετική ντιμινουΐτα α) μπορεί να λύνεται με ανιόν 2μ, οπότε είναι παρενθετική VIIο7, δηλαδή μια V7b9 χωρίς θεμέλιο και συμβολίζεται (VIIο7), β) μπορεί να λύνεται με κατιόν 2μ, οπότε είναι μια V7b9 χωρίς θεμέλιο συγκεκριμένα μιας V7, πριν την οποία παρεμβάλλεται η II στο πλαίσιο ενός πτωτικού σχήματος και συμβολίζεται (bIIο7).
- Τέλος, εξ αιτίας της συμμετρικότητας της συγχορδίας, οποιαδήποτε νότα της μπορεί ανά πάσα στιγμή να παίξει όλους τους ρόλους (να γίνει προσαγωγέας έβδομη, ένατη, κλπ), επομένως η λύση της ντιμινουΐτας μπορεί να έχει απρόβλεπτο χαρακτήρα. Η πολλαπλότητα του φαινομένου μας υποχρεώνει στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας να μείνουμε στις πιο πάνω περιπτώσεις, οι οποίες αποτελούν τις πιο συνήθεις στην αρμονία της jazz.

²² Levine, Mark. *The Jazz Theory Book*. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995.

Το παρακάτω διάγραμμα 8 περιγράφει τον τρόπο αναγνώρισης των παρενθετικών ντιμινοϋϊτών:



Διάγραμμα 8: αλγόριθμος αναγνώρισης παρενθετικών ντιμινοϋϊτών

4.7. Αναγνώριση των λύσεων των συγχορδιών 7 και ο7

Ως αυτό το σημείο, το σύστημα έχει αναγνωρίσει τη φόρμα (4.1), την τονικότητα (4.2), έχει ταυτοποιήσει όλες τις διατονικές συγχορδίες (4.3) και τη συγχορδία bII7 (4.4) και τέλος, έχει εντοπίσει όλες τις πτώσεις (4.5) και τις παρενθετικές δεσπόζουσες και ντιμινουΐτες (4.6).

Το βήμα αυτό θα μας δείξει σε ποιες ακριβώς συγχορδίες αναφέρονται οι πτώσεις και οι παρενθετικές δεσπόζουσες και ντιμινουΐτες και θα συμπληρώσει το συμβολισμό τους.

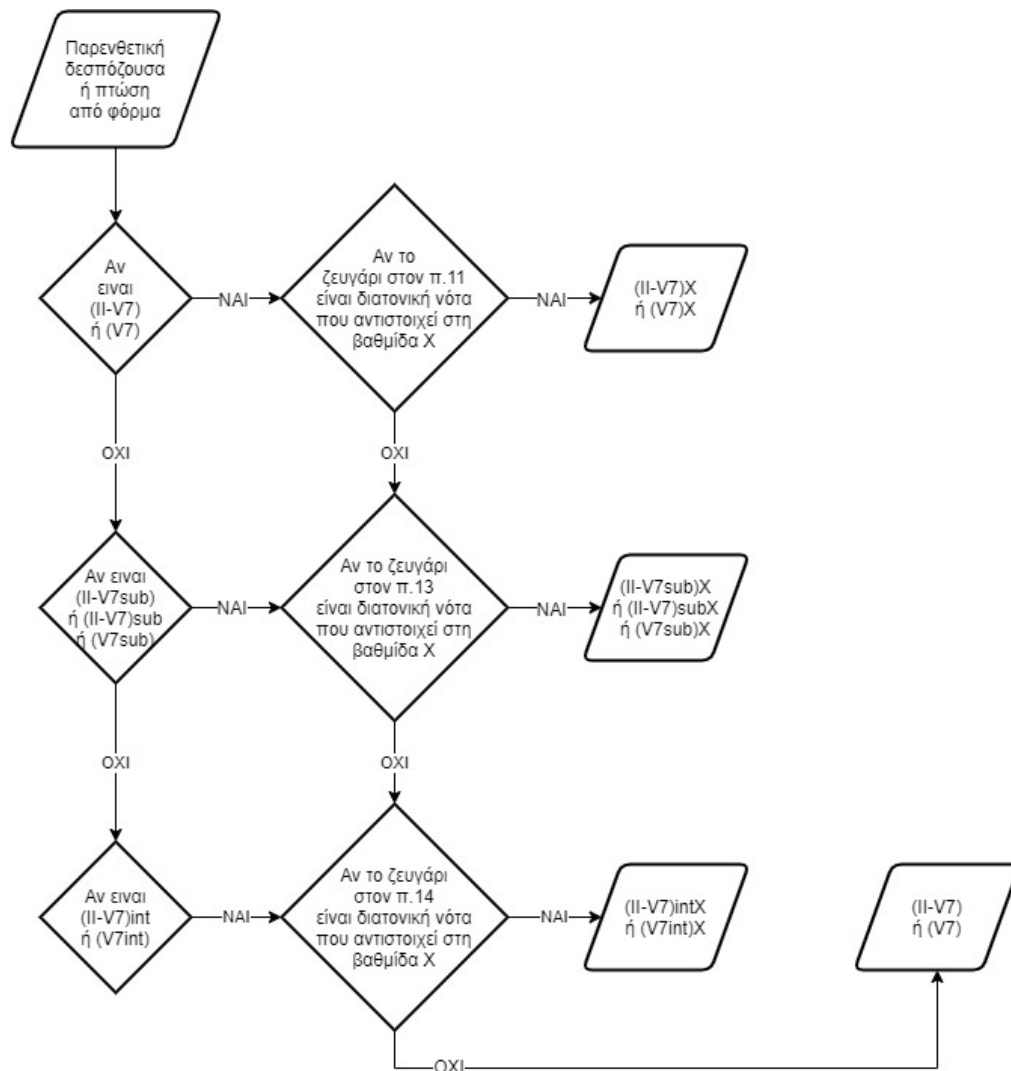
Θεωρητικό υπόβαθρο²³:

- Οι πιθανές περιπτώσεις παρενθετικών δεσποζουσών ή πτωτικών σχημάτων είναι (II-V7), (V7), (II-V7sub), (II-V7)sub, (V7sub), (II-V7)int και (V7int).
- Μια παρενθετική δεσπόζουσα ή παρενθετική πτώση μπορεί να αναφέρεται με ανιόν 4κ, με κατιόν 2μ ή με ανιόν 2M σε μια διατονική συγχορδία ή σε μια συγχορδία με διατονική ρίζα που αντιστοιχεί στη βαθμίδα X της κλίμακας, ασχέτως με το αν η λύση της στο κομμάτι όντως πραγματοποιείται. Σ' αυτή την περίπτωση συμβολίζεται (II-V7)X, (V7)X, (II-V7sub)X, (II-V7)subX, (V7sub)X, (II-V7)intX ή (V7int)X.
- Μια παρενθετική δεσπόζουσα ή παρενθετική πτώση μπορεί να οδηγεί σε άλλη παρενθετική δεσπόζουσα εντός του κύκλου των πεμπτών ή να αλλάζει σε αντικατάσταση τριτόνου. Μια παρενθετική πτώση μπορεί να οδηγεί σε

²³ Levine, Mark. *The Jazz Theory Book*. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995.

άλλη παρενθετική πτώση με ανιόν ή κατιόν 2μ. Το αρμονικό αυτό φαινόμενο της jazz ονομάζεται "χρωματικό II-V". Σ' αυτές τις περιπτώσεις παραμένει ο συμβολισμός του προηγούμενου βήματος, δηλαδή (II-V7), (V7), (II-V7sub), (II-V7)sub, (V7sub), (II-V7)int ή (V7int), αφενός διότι η λύση δεν είναι διατονική, αφετέρου διότι η λύση καθυστερείται.

Η διαδικασία αναγνώρισης των λύσεων των παρενθετικών δεσποζουσών περιγράφεται αναλυτικά στο παρακάτω διάγραμμα ροής με τον αριθμό 9:



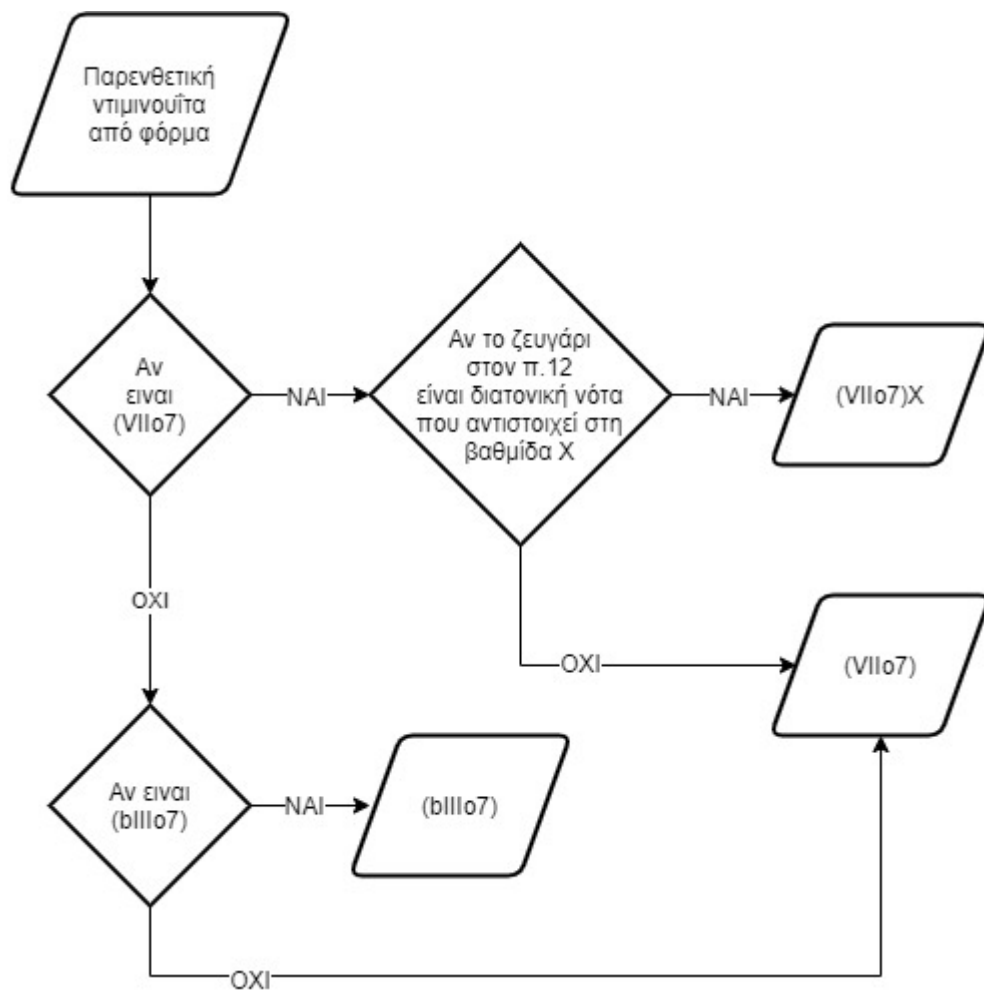
Διάγραμμα 9: αλγόριθμος αναγνώρισης των λύσεων των παρενθετικών δεσποζουσών

Θεωρητικό υπόβαθρο²⁴:

- Οι πιθανές περιπτώσεις παρενθετικών ντιμινουϊτών είναι (VIIo7) και (bIIIo7).
- Η παρενθετική ντιμινουϊτά (VIIo7) μπορεί να αναφέρεται με ανιόν 2μ σε μια διατονική συγχορδία ή σε μια συγχορδία με διατονική ρίζα που αντιστοιχεί στη βαθμίδα X της κλίμακας, ασχέτως με το αν η λύση της στο κομμάτι όντως πραγματοποιείται. Σ' αυτή την περίπτωση συμβολίζεται (VIIo7)X.
- Η παρενθετική ντιμινουϊτά (bIIIo7) αναφέρεται στη II της κλίμακας ή σε κάποια άλλη συγχορδία m7 ή m7b5 που παίζει ρόλο II εντός παρενθετικής πτώσης, επομένως δε χρειάζεται ειδική αναφορά στο συμβολισμό της.
- Επίσης, μια παρενθετική ντιμινουϊτά μπορεί να λύνεται σε άλλη ντιμινουϊτά εντός του κύκλου των ντιμινουϊτών ή να αλλάζει σε δεσπόζουσα καθυστερώντας τη λύση της. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, η πολλαπλότητα των οποίων δε μπορεί να προβλεφθεί στην παρούσα εργασία, ο συμβολισμός μπαίνει χωρίς ειδική αναφορά, δηλαδή, πχ. (VIIo7)

²⁴ Levine, Mark. *The Jazz Theory Book*. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995.

Το διάγραμμα που ακολουθεί περιγράφει τη διαδικασία αναγνώρισης των λύσεων των παρενθετικών ντιμινουϊτών:



Διάγραμμα 10: αλγόριθμος αναγνώρισης των λύσεων των παρενθετικών ντιμινουϊτών

4.8. Αναγνώριση των δανεικών συγχορδιών

Ως αυτό το σημείο, το σύστημα έχει αναγνωρίσει τη φόρμα (4.1), την τονικότητα (4.2), έχει ταυτοποιήσει όλες τις διατονικές συγχορδίες (4.3) και τη συγχορδία bII7 (4.4) και τέλος, έχει εντοπίσει όλες τις πτώσεις (4.5) και τις παρενθετικές δεσπόζουσες και ντιμινουΐτες (4.6) και μας έχει υποδείξει τις συγχορδίες στις οποίες αναφέρονται (4.7).

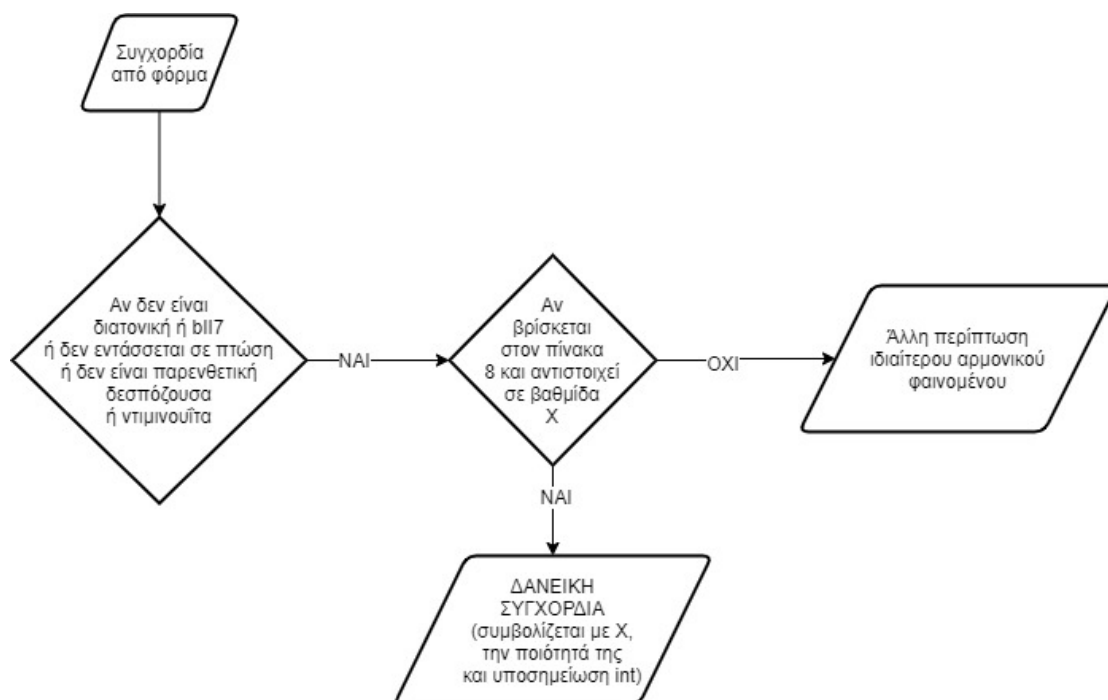
Θεωρητικό υπόβαθρο²⁵:

- Ο δανεισμός των συγχορδιών είναι αρμονικό φαινόμενο που εμφανίζεται ιστορικά πολύ πριν την εμφάνιση της jazz μουσικής, ωστόσο στη jazz χρησιμοποιείται με μεγάλη ελευθερία. Οι ομώνυμες τονικότητες θεωρούνται παράλληλες τονικότητες, συνεπώς μπορούν να δανείζονται μεταξύ τους διατονικές συγχορδίες σύμφωνα με τον πίνακα 8.
- Οι δανεισμένες συγχορδίες έχουν προσωρινό χαρακτήρα μέσα στη φόρμα, αλλά δε θεωρούνται ξένες ως προς την τονικότητα, συνεπώς ακόμα κι αν πριν τη δανεική συγχορδία υπάρχει πτώση, θεωρείται ότι δεν έχουμε κατοχύρωση μιας νέας τονικότητας. Η περίπτωση αυτή εξετάζεται σε επόμενο βήμα.
- Οι συγχορδίες που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις των προηγούμενων βημάτων (4.3-4.6), δηλαδή α) δεν είναι διατονικές, β) δεν αποτελούν αντικατάσταση τριτόνου της V, γ) δεν εντάσσονται σε πτωτικό σχήμα, δ) δεν είναι δεσπόζουσες ή ντιμινουΐτες με παρενθετικό ρόλο, ενώ ταυτόχρονα

²⁵ Levine, Mark. *The Jazz Theory Book*. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995.

ανήκουν στη διατονική αρμονία μιας παράλληλης τονικότητας, αναγνωρίζονται ως δανεικές και ονομάζονται με το σύμβολο της βαθμίδας και της ποιότητάς τους και την υποσημείωση "int", πχ. σε μείζονα τονικότητα IVm7int, αντί της διατονικής IVΔ7.

Η λειτουργία της αναγνώρισης των δανεικών συγχορδιών παρουσιάζεται παρακάτω στο διάγραμμα 11:



Διάγραμμα 11: αλγόριθμος αναγνώρισης δανεικών συγχορδιών

4.9. Αναγνώριση ιδιαίτερων αρμονικών φαινομένων

Ως εδώ, το σύστημα έχει αναγνωρίσει τη φόρμα (4.1), την τονικότητα (4.2), έχει ταυτοποιήσει όλες τις διατονικές συγχορδίες (4.3) και τη συγχορδία bII7 (4.4), έχει εντοπίσει όλες τις πτώσεις (4.5) και τις παρενθετικές δεσπόζουσες και ντιμινουΐτες (4.6) και μας έχει υποδείξει τις συγχορδίες στις οποίες αναφέρονται (4.7) και τέλος, έχει αναγνωρίσει τις όποιες δανεικές συγχορδίες τυχάνει να υπάρχουν στο κομμάτι (4.8).

Σ' αυτό το σημείο -και λίγο πριν ασχοληθούμε με τις μετατροπές- θα εξετάσουμε ορισμένα ιδιαίτερα αρμονικά φαινόμενα και τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα θα τα αντιμετωπίσει. Βεβαίως, η μουσική δημιουργικότητα είναι απεριόριστη, συνεπώς η πολλαπλότητα και η συνθετότητα των αρμονικών φαινομένων είναι τόσο μεγάλη και οι εξαιρέσεις από τους "κανόνες" είναι τόσες πολλές, ώστε το σύνολό τους δε μπορεί να κατηγοριοποιηθεί. Στην παρούσα εργασία, λοιπόν, θα συμπεριλάβουμε τα εξής τρία πιο συχνά τέτοια φαινόμενα που συναντάμε σε τονικά κομμάτια: τη Ναπολιτάνικη II, τη χρωματική και τη διατονική παραλληλία.

Θεωρητικό υπόβαθρο²⁶:

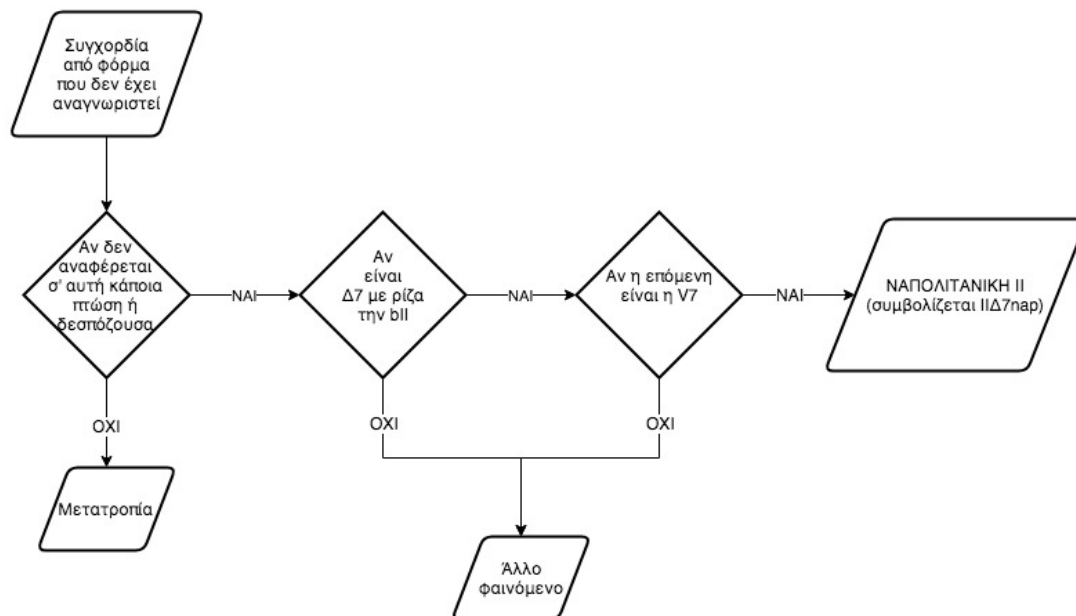
- Η Ναπολιτάνικη II: αποτελεί φαινόμενο που προέρχεται από την κλασική μουσική και στη jazz παρουσιάζεται με τη μορφή bIIΔ7 τόσο στο μείζονα όσο και στον ελάσσονα τρόπο. Για την αναγνώρισή της, το σύστημα την

²⁶ Nettles, Barrie, and Richard Graf. *Chord Scale Theory and Jazz Harmony*. S.I.: Advance Music, 1997.

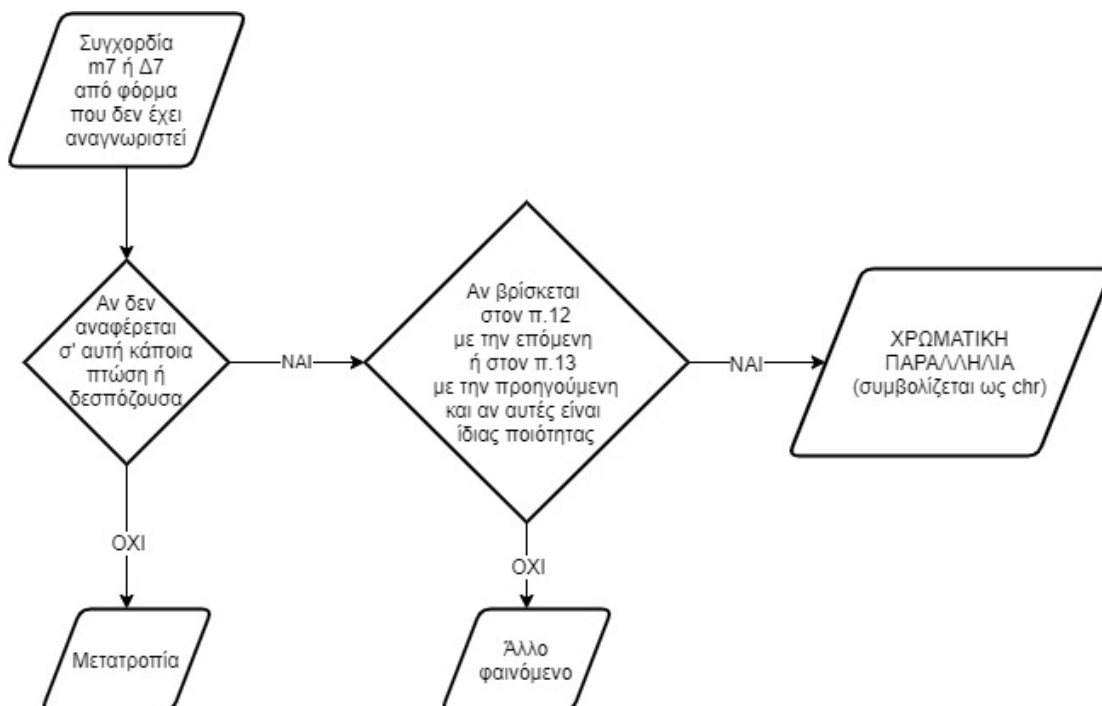
αντιλαμβάνεται ως συγχορδία με τη ρίζα της bII (που την έχει από τον πίνακα 18 στο B4) και την ποιότητα Δ7, ενώ τη συσχετίζει με την V7 στο πλαίσιο της πτώσης που αναφέρεται στην τονική της κλίμακας. Συμβολίζεται ως IIΔ7^{har}.

- Χρωματική παραλληλία: φαινόμενο κατά το οποίο συγχορδίες ίδιας ποιότητας m7 ή Δ7 κινούνται χρωματικά πάνω ή κάτω, χωρίς να σχετίζονται με καμία προηγούμενη κατηγορία συγχορδιών. Για την αναγνώρισή τους το σύστημα συσχετίζει τις ρίζες τους στους πίνακες των ανιόντων και κατιόντων 2μ. Η συγχορδίες της χρωματικής παραλληλίας που δεν έχουν άλλη αναγνωρισμένη λειτουργία μέσα στην κλίμακα συμβολίζονται ως "chr".
- Διατονική παραλληλία: ποικιλματική ή βηματική κίνηση συγχορδιών ίδιας ποιότητας m7 ή Δ7 σε νότες της κλίμακας, πρόκειται δηλαδή για φαινόμενο που συνδυάζει τη διατονικότητα με τη χρήση των ποιοτήτων ως ηχόχρωμα. Για την αναγνώρισή τους το σύστημα συσχετίζει τις ρίζες τους μέσα στην κλίμακα της τονικότητας. Η συγχορδίες της διατονικής παραλληλίας που δεν έχουν άλλη αναγνωρισμένη λειτουργία μέσα στην κλίμακα συμβολίζονται ως "dtn".

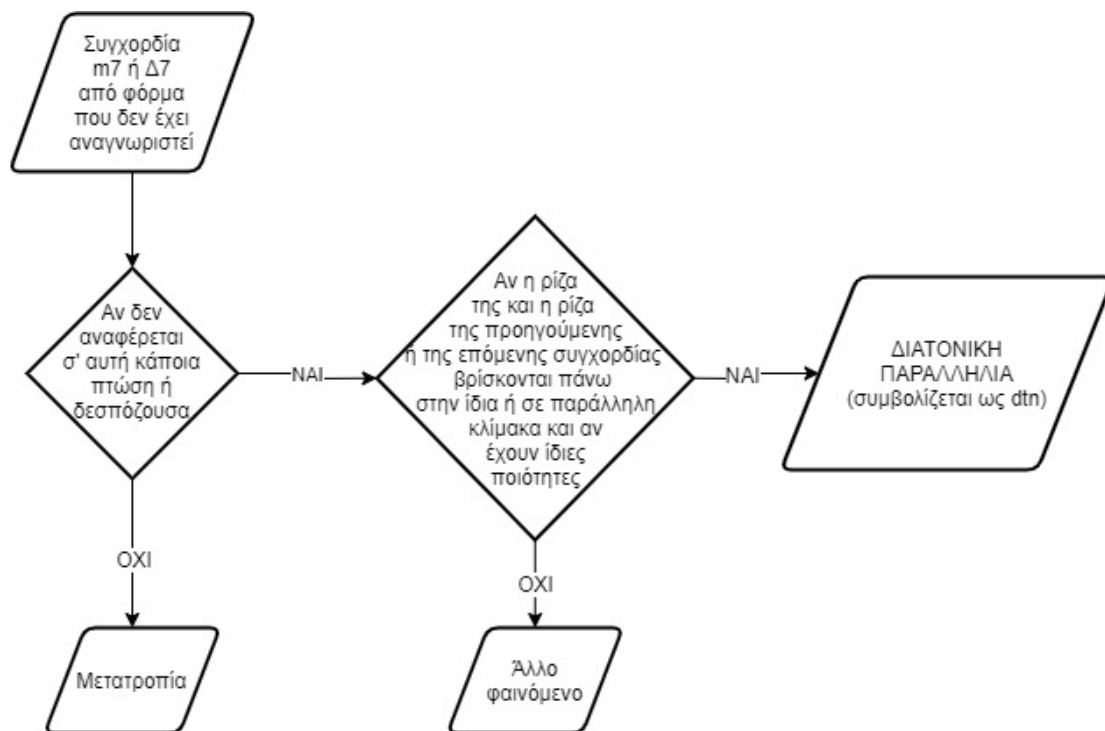
Τα διαγράμματα ροής 12, 13 και 14 που ακολουθούν, περιγράφουν την πορεία της αναζήτησης:



Διάγραμμα 12: αλγόριθμος αναγνώρισης Ναπολιτάνικης συγχορδίας



Διάγραμμα 13: αλγόριθμος αναγνώρισης χρωματικής παραλληλίας



Διάγραμμα 14: αλγόριθμος αναγνώρισης διατονικής παραλληλίας

4.10. Αναγνώριση των μετατροπιών

Μέχρι στιγμής, το σύστημα έχει αναγνωρίσει τη φόρμα (4.1), την τονικότητα (4.2), έχει ταυτοποιήσει όλες τις διατονικές συγχορδίες (4.3) και τη συγχορδία bII7 (4.4), έχει εντοπίσει όλες τις πτώσεις (4.5) και τις παρενθετικές δεσπόζουσες και ντιμινουΐτες (4.6) και μας έχει υποδείξει τις συγχορδίες στις οποίες αναφέρονται (4.7). Επιπλέον, έχει αναγνωρίσει τις όποιες δανεικές συγχορδίες τυχαίνει να συμπεριλαμβάνονται στο κομμάτι (4.8) και ορισμένα ιδιαίτερα αρμονικά φαινόμενα, όπως η Ναπολιτάνικη II και οι χρωματικές ή διατονικές παραλληλίες (4.9). Το επόμενο υπολογιστικό βήμα αφορά στις πιθανές μετατροπίες που υπάρχουν μέσα στη φόρμα.

Θεωρητικό υπόβαθρο²⁷:

- Οι περιπτώσεις συγχορδιών που αντιστοιχούν σε ποιότητα τονικής βαθμίδας ($\Delta 7$, 6, $-\Delta 7$, -6), ενώ ταυτόχρονα α) δεν πληρούν καμιά από τις προϋποθέσεις των προηγούμενων βημάτων και β) κατοχυρώνονται από πτωτικό σχήμα ή έστω από κάποια μεμονωμένη δεσπόζουσα, συνηγορούν στην αναγνώριση αλλαγής τονικού κέντρου.
- Για τον καθορισμό του σημείου έναρξης της νέας τονικότητας ελέγχονται οι συγχορδίες, οι οποίες προηγούνται της δεσπόζουσας που αναφέρεται στην νέα τονική βαθμίδα με φορά αντίθετη της ροής του κομματιού. Κριτήριο για καθεμιά απ' αυτές τις "ενδιάμεσες" συγχορδίες αποτελεί η βαρύτητα του

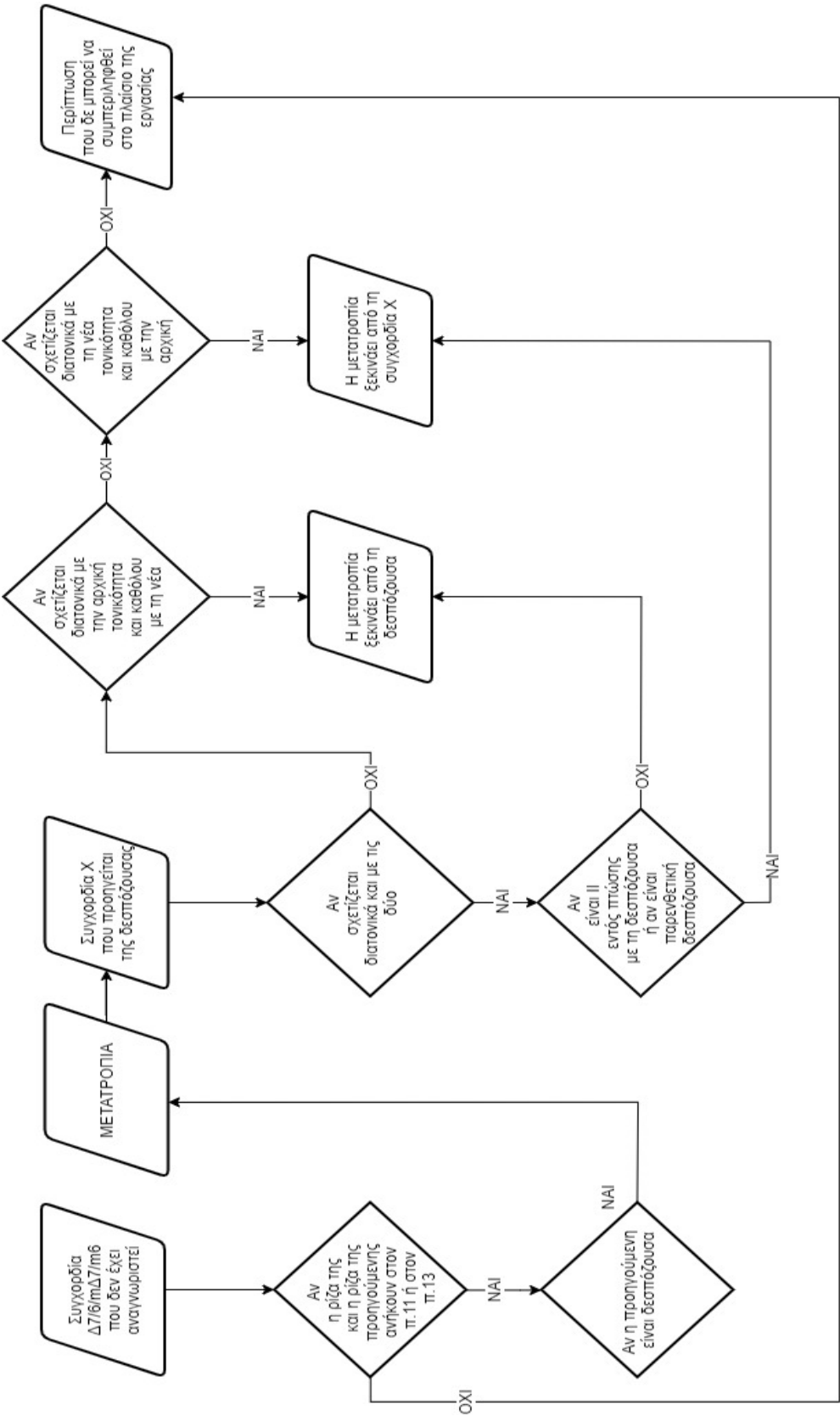
²⁷ Nettles, Barrie, and Richard Graf. *Chord Scale Theory and Jazz Harmony*. S.I.: Advance Music, 1997.

ρόλου τους ανάμεσα στις δυο τονικότητες, σύμφωνα με τους παρακάτω τρεις κανόνες:

1. Αν η πρώτη -αμέσως πριν τη δεσπόζουσα- συγχορδία σχετίζεται διατονικά με την αρχική τονικότητα και καθόλου με τη νέα, τότε ως σημείο έναρξης της μετατροπίας θεωρείται η δεσπόζουσα.
 2. Αν η πρώτη -αμέσως πριν τη δεσπόζουσα- συγχορδία σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα και καθόλου με την αρχική, τότε ως σημείο έναρξης της μετατροπίας θεωρείται η εν λόγω συγχορδία.
 3. Αν η πρώτη -αμέσως πριν τη δεσπόζουσα- συγχορδία σχετίζεται και με τις δυο τονικότητες, τότε αν έχει λειτουργία υποδεσπόζουσας ή κινείται με ανιόν 4κ ή έχει λειτουργία παρενθετικής δεσπόζουσας, θεωρείται ότι ανήκει στη νέα τονικότητα και εξετάζεται η δεύτερη -προς τα πίσω- συγχορδία με τα ίδια κριτήρια. Εξ αιτίας της πολυπλοκότητας του αρμονικού φαινομένου, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα αρκεστούμε σ' αυτές τις περιπτώσεις -οι οποίες, βεβαίως, αφορούν ένα μεγάλο πλήθος έργων που παρουσιάζουν μετατροπίες.
- Για τον καθορισμό του σημείου επαναφοράς στην αρχική τονικότητα, ασχέτως του αριθμού μετατροπιών που παρουσιάστηκαν, κριτήριο είναι ο εντοπισμός συγχορδίας που έχει αναγνωριστεί ως διατονική ή ως μέρος πτώσης που αναφέρεται σε διατονική ή ως δεσπόζουσα ή ντιμινουΐτα που αναφέρεται σε διατονική.
 - Σημαντικό είναι για να αναφερθεί, ότι από τη στιγμή που αντιλαμβάνεται μια μετατροπία, το σύστημα επανεξετάζει όλη τη φόρμα από το σημείο της

μετατροπίας και κάτω. Στο παρόν βήμα χαρτογραφούνται όλες οι μετατροπίες κι έπειτα επανυπολογίζεται η κάθε συγχορδία υπό το πρίσμα των διαφορετικών τονικοτήτων. Στην πράξη, δηλαδή, το σύστημα διενεργεί αρμονική ανάλυση στο τονικό περιβάλλον των μετατροπιών, επαναλαμβάνοντας τα βήματα των κεφαλαίων 4.3 - 4.9

Η λειτουργία της αναζήτησης των μετατροπιών και των ορίων τους, περιγράφεται αναλυτικά στο παρακάτω διάγραμμα 15:



Διάγραμμα 15: αλγόριθμος αναγνώρισης μετατροπιών

5. Εφαρμογές του αλγόριθμου - αναλύσεις jazz standards

Πέντε γνωστά κομμάτια του standard ρεπερτορίου της jazz επιλέγονται εδώ για την παρουσίαση της λειτουργίας του αλγόριθμου²⁸. Κριτήριο της επιλογής ήταν να βοηθούν στη βέλτιστη επίδειξη των δυνατοτήτων του συστήματος και των ικανοποιητικών και έγκυρων αποτελεσμάτων που δίνει, αλλά και των αδυναμιών που ανακύπτουν σε ορισμένα σημεία²⁹.

Τα προς ανάλυση κομμάτια:

- There will never be another you: επιλέγεται διότι περιλαμβάνει αρμονικά φαινόμενα παρενθετικών πτώσεων και δανεισμού συγχορδιών.
- Blue bossa: επιλέγεται διότι είναι γραμμένο σε ελάσσονα τονικότητα και έχει μετατροπία.
- How high the moon: επιλέγεται διότι περιλαμβάνει δύο μετατροπίες επιπλέον της αρχικής τονικότητας.
- Beautiful love: επιλέγεται ως δεύτερο παράδειγμα ελάσσονας τονικότητας με ορισμένες ενδιαφέρουσες παρενθετικές δεσπόζουσες.
- Watch what happens: επιλέγεται διότι περιλαμβάνει μετατροπία με ιδιαίτερο τρόπο μετάβασης και χρωματική παραλληλία.

Όπως έχει ήδη εξηγηθεί, η ανάλυση διενεργείται κατά βήματα υπό τη μορφή αναζήτησης που διατρέχει τη φόρμα. Κάθε βήμα προς την ολοκλήρωση της

²⁸ Στο παράρτημα της εργασίας υπάρχει ενδεικτικός πίνακας με εκατό (100) jazz standards και τα αρμονικά φαινόμενα που το καθένα περιλαμβάνει, στα οποία ο αλγόριθμος δίνει έγκυρο και ικανοποιητικό αποτέλεσμα

²⁹ Τα αποτελέσματα της ανάλυσης και ορισμένα συμπεράσματα που προκύπτουν απ' αυτή θα συζητηθούν στον επίλογο της εργασίας

αρμονικής ανάλυσης αποτελεί και μια ξεχωριστή αναζήτηση με διαφορετικά προς εύρεση ζητούμενα. Στο τέλος κάθε βήματος, τα νέα αποτελέσματα σημειώνονται με υπογραμμισμένη έντονη γραμματοσειρά κόκκινου χρώματος, ενώ τα αποτελέσματα των περασμένων βημάτων με **έντονη γραμματοσειρά μαύρου χρώματος**. Για τον περιορισμό της έκτασης της εργασίας, σε κάθε βήμα του αλγορίθμου αναλύεται μια ορισμένη περιοχή της φόρμας και -με αποσιωπητικά- εννοείται ότι συνεχίζεται ομοίως για την υπόλοιπη.

5.1. There will never be another you

Το τραγούδι "There will never be another you" γράφτηκε το 1942 σε μουσική του Harry Warren και στίχους του Mack Gordon για το μιούζικαλ "Iceland" της Twentieth Century Fox και ερμηνεύτηκε από την Joan Merrill με συνοδεία της ορχήστρας του Sammy Kaye. Αμέσως πέρασε στο ρεπερτόριο της jazz και ηχογραφήθηκε από δεκάδες γνωστούς καλλιτέχνες, όπως τους Woody Herman, Lionel Hampton, Lester Young, Oscar Peterson, Rosemary Clooney, Nat King Cole και άλλους³⁰.

Για την ανάλυση χρησιμοποιούμε το lead sheet του Real Book (5th edition), το οποίο μας δίνει οπλισμό τριών υφέσεων, φόρμα 32 μέτρων, ρυθμό 4/4 και τις συγχορδίες. Με βάση τα παραπάνω, το input διαμορφώνεται ως εξής:

3b, 4/4, 32, 1-1-EbΔ7, 3-1-Dm7b5, 4-1-G7b9, 5-1-Cm7, 7-1-Bbm7, 8-1-Eb7, 9-1-AbΔ7, 10-1-Fm7b5, 10-3-Bb7, 11-1-EbΔ7, 12-1-Cm7, 13-1-F7, 15-1-Fm7, 16-1-Bb7, 17-1-EbΔ7, 19-1-Dm7b5, 20-1-G7b9, 21-1-Cm7, 23-1-Bbm7, 24-1-Eb7, 25-1-AbΔ7, 26-1-Fm7b5, 26-3-Bb7, 27-1-EbΔ7, 28-1-Gm7, 28-3-C7, 29-1-EbΔ7, 29-3-D7, 30-1-G7, 30-3-C7, 31-1-Fm7, 31-3-Bb7, 32-1-EbΔ7, 32-3-Bb7.

Ακολουθούν ένα-ένα τα βήματα της ανάλυσης με βάση τον αλγόριθμο που αναπτύξαμε στο κεφάλαιο 4:

³⁰ Jazz Standards Songs and Instrumentals (There Will Never Be Another You). Accessed February 2, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-0/therewillneverbeanotheryou.htm>.

ΕΝΑΡΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΒΗΜΑ 1:

- Τα μέτρα της φόρμας είναι 32
- Τα μέτρα 1-8 ταυτίζονται με τα μέτρα 17-24

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η φόρμα είναι 32μετρη ABAC

ΒΗΜΑ 2:

- Ο οπλισμός έχει τρεις υφέσεις
- Στο μέτρο 32 εμφανίζεται συγχορδία EbΔ7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η τονικότητα είναι Eb

ΒΗΜΑ 3:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση των διατονικών συγχορδιών της φόρμας με βάση τη διατονική αρμονία της κλίμακας Eb.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ³¹:

- 3b, 4/4, 32, **1-1-ΙΔ7**, 3-1-Dm7b5, 4-1-G7b9, **5-1-VΙm7**, 7-1-Bbm7, 8-1-Eb7, **9-1-ΙVΔ7**, 10-1-Fm7b5, **10-3-V7**, **11-1-ΙΔ7**, **12-1-VΙm7**, 13-1-F7, **15-1-ΙΙm7**, **16-1-V7**, **17-1-ΙΔ7**, 19-1-Dm7b5, 20-1-G7b9, **21-1-VΙm7**, 23-1-Bbm7, 24-1-Eb7, **25-1-**

³¹ Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κάθε νέου βήματος σημειώνονται με κόκκινο

IVΔ7, 26-1-Fm7b5, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, 28-1-ΙΙΙm7, 28-3-C7, 29-1-ΙΔ7, 29-3-D7,
30-1-G7, 30-3-C7, 31-1-ΙΙm7, 31-3-V7, 32-1-ΙΔ7, 32-3-V7.

ΒΗΜΑ 4:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση συγχορδιών bII7.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Δεν υπάρχει τέτοια συγχορδία μέσα στη φόρμα

ΒΗΜΑ 5:

Διενεργείται αναζήτηση των πτωτικών σχημάτων. Το σύστημα εξετάζει ένα-ένα ζεύγος διαδοχικών συγχορδιών της φόρμας.

- Πρώτο ζεύγος EbΔ7 - Dm7b5
- Δεν έχουν ρίζα τις II και V της κλίμακας
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 11
- Ανήκουν στον πίνακα 13
- Η πρώτη δεν είναι m7 ή m7b5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι πτώση
- Δεύτερο ζεύγος Dm7b5 - G7
- Δεν αποτελούν τις II και V της κλίμακας
- Ανήκουν στον πίνακα 11
- Η πρώτη είναι m7b5
- Η δεύτερη είναι 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι πτώση, άρα έλεγχος συγχορδίας 7 και επόμενης (G7 - Cm7)
- Ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (IIm7b5 - V7)
- Τρίτο ζεύγος G7 - Cm7, κ.ο.κ.....

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 32, 1-1-ΙΔ7, (3-1-ΙΙm7b5, 4-1-V7b9), 5-1-VΙm7, (7-1-ΙΙm7, 8-1-V7), 9-1-ΙVΔ7, 10-1-Fm7b5, 10-3-V7, 11-1-ΙΔ7, (12-1-ΙΙm7, 13-1-V7), 15-1-ΙΙm7, 16-1-V7, 17-1-ΙΔ7, (19-1-ΙΙm7b5, 20-1-V7b9), 21-1-VΙm7, (23-1-ΙΙm7, 24-1-V7), 25-1-ΙVΔ7, 26-1-Fm7b5, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, (28-1-ΙΙm7, 28-3-V7), 29-1-ΙΔ7, 29-3-D7, 30-1-G7, 30-3-C7, 31-1-ΙΙm7, 31-3-V7, 32-1-ΙΔ7, 32-3-V7.

ΒΗΜΑ 6:

Διενεργείται αναζήτηση των παρενθετικών συγχορδιών. Το σύστημα εξετάζει μία-μία τις συγχορδίες 7 εκτός πτώσης και τις συγχορδίες ο7³² της φόρμας.

- Πρώτη συγχορδία 7 εκτός πτώσης D7³³
- Πρώτη συγχορδία της φόρμας δεν είναι η Ι7
- Δεν είναι η V της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι παρενθετική δεσπόζουσα, άρα έλεγχος με την επόμενη G7

³² Δεν υπάρχουν ντιμιனுΐτες στη φόρμα

³³ Του μέτρου 29

- Ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (V7)
- Δεύτερη συγχορδία 7 εκτός πτώσης G7, κ.ο.κ.....

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 32, **1-1-ΙΔ7, (3-1-ΙΙm7b5, 4-1-V7b9), 5-1-VΙm7, (7-1-ΙΙm7, 8-1-V7), 9-1-ΙVΔ7, 10-1-Fm7b5, 10-3-V7, 11-1-ΙΔ7, (12-1-ΙΙm7, 13-1-V7), 15-1-ΙΙm7, 16-1-V7, 17-1-ΙΔ7, (19-1-ΙΙm7b5, 20-1-V7b9), 21-1-VΙm7, (23-1-ΙΙm7, 24-1-V7), 25-1-ΙVΔ7, 26-1-Fm7b5, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, (28-1-ΙΙm7, 28-3-V7), 29-1-ΙΔ7, (29-3-V7), (30-1-V7), (30-3-V7), 31-1-ΙΙm7, 31-3-V7, 32-1-ΙΔ7, 32-3-V7.**

ΒΗΜΑ 7:

Διενεργείται αναζήτηση των λύσεων των παρενθετικών πτώσεων και δεσποζουσών. Ελέγχονται μία προς μία οι παρενθετικές δεσπόζουσες της φόρμας³⁴.

- Πρώτη παρενθετική δεσπόζουσα G7b9³⁵
- Η πτώση στην οποία ανήκει συμβολίζεται (ΙΙm7b5 - V7b9)
- Το ζεύγος της ρίζας G στον πίνακα 11 είναι η διατονική νότα C που αντιστοιχεί στην VI βαθμίδα της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (ΙΙm7b5 - V7b9)VI
- Δεύτερη παρενθετική δεσπόζουσα, κ.ο.κ.....

³⁴ Εντός παρενθετικών πτώσεων ή μεμονωμένες

³⁵ Του μέτρου 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 32, 1-1-ΙΔ7, (3-1-ΙΙm7b5, 4-1-V7b9)VI, 5-1-VΙm7, (7-1-ΙΙm7, 8-1-V7)IV, 9-1-ΙVΔ7, 10-1-Fm7b5, 10-3-V7, 11-1-ΙΔ7, (12-1-ΙΙm7, 13-1-V7)V, 15-1-ΙΙm7, 16-1-V7, 17-1-ΙΔ7, (19-1-ΙΙm7b5, 20-1-V7b9)VI, 21-1-VΙm7, (23-1-ΙΙm7, 24-1-V7)IV, 25-1-ΙVΔ7, 26-1-Fm7b5, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, (28-1-ΙΙm7, 28-3-V7)II, 29-1-ΙΔ7, (29-3-V7)III, (30-1-V7)VI, (30-3-V7)II, 31-1-ΙΙm7, 31-3-V7, 32-1-ΙΔ7, 32-3-V7.

ΒΗΜΑ 8:

Διενεργείται αναζήτηση των δανεικών συγχορδιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν ακόμα αναγνωριστεί.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί Fm7b5
- Δεν είναι διατονική, δεν έχει ρίζα bII, δεν εντάσσεται σε παρενθετική πτώση, δεν είναι παρενθετική συγχορδία
- Ανήκει στον πίνακα 8 των ομώνυμων κλιμάκων και αντιστοιχεί στη II βαθμίδα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι δανεική, συμβολισμός ΙΙm7b5int
- Δεύτερη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί, κ.ο.κ.....
- (...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 32, 1-1-ΙΔ7, (3-1-ΙΙm7b5, 4-1-V7b9)VI, 5-1-VΙm7, (7-1-ΙΙm7, 8-1-V7)IV, 9-1-ΙVΔ7, 10-1-ΙΙm7b5int, 10-3-V7, 11-1-ΙΔ7, (12-1-ΙΙm7, 13-1-V7)V, 15-1-ΙΙm7, 16-1-V7, 17-1-ΙΔ7, (19-1-ΙΙm7b5, 20-1-V7b9)VI, 21-1-VΙm7, (23-1-ΙΙm7,

24-1-V7)IV, 25-1-IVΔ7, 26-1-Ilm7b5int, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, (28-1-Ilm7, 28-3-V7)II, 29-1-ΙΔ7, (29-3-V7)III, (30-1-V7)VI, (30-3-V7)II, 31-1-Ilm7, 31-3-V7, 32-1-ΙΔ7, 32-3-V7.

ΒΗΜΑ 9:

Διενεργείται αναζήτηση ναπολιτάνικων συγχορδιών, διατονικών και χρωματικών παραλληλιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωριστεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Δεν υπάρχει συγχορδία της φόρμας που δεν έχει ήδη αναγνωριστεί.

ΒΗΜΑ 10:

Διενεργείται αναζήτηση μετατροπιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωριστεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Δεν υπάρχει συγχορδία της φόρμας που δεν έχει ήδη αναγνωριστεί.

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

OUTPUT: το αποτέλεσμα του βήματος 8

5.2. Blue bossa

Το κομμάτι blue bossa είναι ένα ορχηστρικό κομμάτι του Kenny Dorham. Ηχογραφήθηκε για πρώτη φορά το 1963 και συμπεριλήφθηκε στο άλμπουμ Page one του Joe Henderson. Αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή κομμάτια του standard ρεπερτορίου της jazz και έχει ηχογραφηθεί δεκάδες φορές από πάρα πολλούς καλλιτέχνες της παγκόσμιας jazz σκηνής³⁶.

Για την ανάλυση χρησιμοποιούμε το lead sheet του Real Book (5th edition), το οποίο μας δίνει οπλισμό τριών υφέσεων, φόρμα 16 μέτρων, ρυθμό 4/4 και τις συγχορδίες. Με βάση τα παραπάνω, το input διαμορφώνεται ως εξής:

3b, 4/4, 16, 1-1-Cm7, 3-1-Fm7, 5-1-Dm7b5, 6-1-G7, 7-1-Cm7, 9-1-Ebm7, 10-1-Ab7, 11-1-Dbmaj7, 13-1-Dm7b5, 14-1-G7, 15-1-Cm7, 16-1-Dm7b5, 16-3-G7

Ακολουθούν ένα-ένα τα βήματα της ανάλυσης με βάση τον αλγόριθμο που αναπτύξαμε στο κεφάλαιο 4:

ΕΝΑΡΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΒΗΜΑ 1:

- Τα μέτρα της φόρμας είναι 16

³⁶ “Stories of Standards: Blue Bossa.” KUVO, April 24, 2019. <https://www.kuvo.org/stories-of-standards-blue-bossa/>.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η φόρμα είναι 16μετρη ΑΒ

ΒΗΜΑ 2:

- Ο οπλισμός έχει τρεις υφέσεις
- Στο μέτρο 15 εμφανίζεται συγχορδία Cm7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η τονικότητα είναι Cm

ΒΗΜΑ 3:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση των διατονικών συγχορδιών της φόρμας με βάση τη διατονική αρμονία της κλίμακας Cm.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 16, **1-1-Im7**, **3-1-IVm7**, 5-1-Dm7b5, **6-1-V7**, **7-1-Im7**, 9-1-Ebm7, 10-1-Ab7, 11-1-Dbmaj7, 13-1-Dm7b5, **14-1-V7**, **15-1-Im7**, 16-1-Dm7b5, **16-3-V7**

ΒΗΜΑ 4:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση συγχορδιών bII7.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Δεν υπάρχει τέτοια συγχορδία μέσα στη φόρμα

ΒΗΜΑ 5:

Διενεργείται αναζήτηση των πτωτικών σχημάτων. Το σύστημα εξετάζει ένα-ένα ζεύγος διαδοχικών συγχορδιών της φόρμας.

- Πρώτο ζεύγος Cm7 - Fm7
- Δεν έχουν ρίζα τις II και V της κλίμακας
- Ανήκουν στον πίνακα 11
- Η πρώτη είναι m7
- Η δεύτερη δεν είναι m7 ή m7b5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι πτώση
- Δεύτερο ζεύγος Fm7 - Dm7b5
- Δεν αποτελούν τις II και V της κλίμακας
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 11
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι πτώση
- Τρίτο ζεύγος Dm7b5 – G7
- Αποτελούν τις II και V της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι πτώση, αλλά της τονικής βαθμίδας
- Τέταρτο ζεύγος, κ.ο.κ.....

(...)

- Έκτο ζεύγος Ebm7 – Ab7³⁷
- Δεν αποτελούν τις II και V της κλίμακας
- Ανήκουν στον πίνακα 11
- Η πρώτη είναι m7
- Η δεύτερη είναι 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι πτώση, άρα έλεγχος συγχορδίας 7 και επόμενης (Ab7 - Dbmaj7)
- Ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (IIm7 - V7)
 - Έβδομο ζεύγος, κ.ο.κ.....
- (...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 16, **1-1-Im7, 3-1-IVm7**, 5-1-Dm7b5, **6-1-V7, 7-1-Im7, (9-1-IIbm7, 10-1-V7)**, 11-1-Dbmaj7, 13-1-Dm7b5, **14-1-V7, 15-1-Im7**, 16-1-Dm7b5, **16-3-V7**

ΒΗΜΑ 6:

Διενεργείται αναζήτηση των παρενθετικών συγχορδιών. Το σύστημα εξετάζει μία-μία τις συγχορδίες 7 εκτός πτώσης και τις συγχορδίες ο7 της φόρμας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Δεν υπάρχει τέτοια συγχορδία μέσα στη φόρμα

³⁷ Στα μέτρα 17 και 18

ΒΗΜΑ 7:

Διενεργείται αναζήτηση των λύσεων των παρενθετικών πτώσεων και δεσποζουσών. Ελέγχονται μία προς μία οι παρενθετικές δεσποζουσες της φόρμας.

- Πρώτη παρενθετική δεσποζουσα Ab7
- Η πτώση στην οποία ανήκει συμβολίζεται (IIIm7 - V7)
- Το ζεύγος της ρίζας Ab στον πίνακα 11 είναι η νότα Db που δεν αντιστοιχεί σε διατονική βαθμίδα της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Συμβολισμός της πτώσης χωρίς συγκεκριμένη αναφορά: (IIIm7 - V7)

ΒΗΜΑ 8:

Διενεργείται αναζήτηση των δανεικών συγχορδιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν ακόμα αναγνωριστεί.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί Dm7b5
- Δεν είναι διατονική, δεν έχει ρίζα bII, δεν εντάσσεται σε παρενθετική πτώση, δεν είναι παρενθετική συγχορδία
- Έχει διατονική ρίζα τη II της κλίμακας
- Ανήκει στον πίνακα 8 των ομώνυμων κλιμάκων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι δανεική, άρα συμβολισμός IIIm7b5int
- Επόμενη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί Dbmaj7
- Έχει ρίζα bII, αλλά δεν είναι ποιότητας 7
- Δεν ανήκει στον πίνακα 8 των ομώνυμων κλιμάκων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι δανεική

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 16, 1-1-Im7, 3-1-IVm7, **5-1-IIIm7b5int**, 6-1-V7, 7-1-Im7, (9-1-IIbm7, **10-1-V7**), 11-1-Dbmaj7, **13-1-IIIm7b5int**, 14-1-V7, 15-1-Im7, **13-1-IIIm7b5int**, **16-3-V7**

ΒΗΜΑ 9:

Διενεργείται αναζήτηση ναπολιτάνικων συγχορδιών, διατονικών και χρωματικών παραλληλιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωριστεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί DbΔ7
- Έχει ρίζα την bII
- Είναι ποιότητας Δ7
- Η επόμενη δεν είναι η V της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι ναπολιτάνικη
- Δεν υπάρχουν άλλα αρμονικά φαινόμενα

ΒΗΜΑ 10Α:

Διενεργείται αναζήτηση μετατροπιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωριστεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί DbΔ7
- Αντιστοιχεί σε ποιότητα τονικής βαθμίδας
- Η προηγούμενη συγχορδία είναι 7
- Οι ρίζες τους ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι μετατροπία σε Db, άρα διενεργείται αναζήτηση του σημείου έναρξής της
- Η πρώτη συγχορδία Ebm7 πριν από τη δεσπόζουσα δε σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η πρώτη συγχορδία Ebm7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στη νέα τονικότητα
- Η δεύτερη συγχορδία Cm7 πριν από τη δεσπόζουσα σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και δε σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η δεύτερη συγχορδία Cm7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στην προηγούμενη τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 16, 1-1-Im7, 3-1-IVm7, 5-1-IIIm7b5int, 6-1-V7, 7-1-Im7, **Db: (9-1-IIbm7, 10-1-V7), 11-1-Imaj7**, 13-1-IIIm7b5int, 14-1-V7, 15-1-Im7, 13-1-IIIm7b5int, 16-3-V7

ΒΗΜΑ 10B:

Επαναλαμβάνονται τα βήματα 3 ως 9 στο περιβάλλον των μετατροπιών. Αναζητούνται για ταυτοποίηση διατονικές συγχορδίες, συγχορδίες bII7, πτωτικά σχήματα, παρενθετικές συγχορδίες και οι λύσεις τους, ναπολιτάνικη συγχορδία και διατονική ή χρωματική παραλληλία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 16, 1-1-Im7, 3-1-IVm7, 5-1-IIIm7b5int, 6-1-V7, 7-1-Im7, **Db: 9-1-
IIbm7, 10-1-V7, 11-1-Imaj7**, 13-1-IIIm7b5int, 14-1-V7, 15-1-Im7, 13-1-
IIIm7b5int, 16-3-V7

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

OUTPUT: το αποτέλεσμα του βήματος 10B

5.3. How high the moon

Το τραγούδι "How high the moon" γράφτηκε το 1940 σε μουσική του Morgan Lewis και στίχους της Nancy Hamilton για το μιούζικαλ του Broadway "Two for the show" και ερμηνεύτηκε από τον Alfred Drake και τη Frances Comstock. Αμέσως πέρασε στο ρεπερτόριο της jazz και ηχογραφήθηκε από δεκάδες γνωστούς καλλιτέχνες, ενώ πάνω στην αρμονική του πρόοδο ο Charlie Parker έγραψε το "Ornithology"³⁸.

Για την ανάλυση χρησιμοποιούμε το lead sheet του Real Book (5th edition), το οποίο μας δίνει οπλισμό μίας δίσσης, φόρμα 32 μέτρων, ρυθμό 4/4 και τις συγχορδίες. Με βάση τα παραπάνω, το input διαμορφώνεται ως εξής:

1#, 4/4, 32, 1-1-GΔ7, 3-1-Gm7, 4-1-C7, 5-1-FΔ7, 7-1-Fm7, 8-3-Bb7, 9-1-EbΔ7, 10-1-Am7, 10-3-D7, 11-1-Gm7, 12-1-Am7b5, 12-3-D7b9, 13-1-GΔ7, 14-1-Am7, 14-3-D7, 15-1-Bm7, 15-3-Bb7, 16-1-Am7, 16-3-D7, 17-1-GΔ7, 19-1-Gm7, 20-1-C7, 21-1-FΔ7, 23-1-Fm7, 24-3-Bb7, 25-1-EbΔ7, 26-1-Am7, 26-3-D7, 27-1-GΔ7, 28-1-Am7, 28-3-D7b9, 29-1-Bm7, 29-3-Bb7, 30-1-Am7, 30-3-D7, 31-1-G6, 32-1 Am7, 32-3-D7

Ακολουθούν ένα-ένα τα βήματα της ανάλυσης με βάση τον αλγόριθμο που αναπτύξαμε στο κεφάλαιο 4:

³⁸ Jazz Standards Songs and Instrumentals (How High the Moon). Accessed February 2, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-0/howhighthemoon.htm>.

ΕΝΑΡΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΒΗΜΑ 1:

- Τα μέτρα της φόρμας είναι 32
- Τα μέτρα 1-8 ταυτίζονται με τα μέτρα 17-24

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η φόρμα είναι 32μετρη ABAC

ΒΗΜΑ 2:

- Ο οπλισμός έχει μία δίσση
- Στο μέτρο 31 εμφανίζεται συγχορδία GΔ7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η τονικότητα είναι G

ΒΗΜΑ 3:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση των διατονικών συγχορδιών της φόρμας με βάση τη διατονική αρμονία της κλίμακας G.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1#, 4/4, 32, **1-1-ΙΔ7**, 3-1-Gm7, 4-1-C7, 5-1-FΔ7, 7-1-Fm7, 8-3-Bb7, 9-1-EbΔ7, **10-1-ΙΙm7**, **10-3-V7**, 11-1-Gm7, 12-1-Am7b5, **12-3-V7b9**, **13-1-ΙΔ7**, **14-1-ΙΙm7**, **14-3-V7**, **15-1-ΙΙΙm7**, 15-3-Bb7, **16-1-ΙΙm7**, **16-3-V7**, **17-1-ΙΔ7**, 19-1-Gm7, 20-1-C7, 21-1-FΔ7, 23-1-Fm7, 24-3-Bb7, 25-1-EbΔ7, **26-1-ΙΙm7**, **26-3-V7**, **27-1-ΙΔ7**, **28-1-ΙΙm7**, **28-3-V7b9**, **29-1-ΙΙΙm7**, 29-3-Bb7, **30-1-ΙΙm7**, **30-3-V7**, **31-1-Ι6**, **32-1-ΙΙm7**, **32-3-V7**

ΒΗΜΑ 4:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση συγχορδιών bII7.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Δεν υπάρχει τέτοια συγχορδία μέσα στη φόρμα

ΒΗΜΑ 5:

Διενεργείται αναζήτηση των πτωτικών σχημάτων. Το σύστημα εξετάζει ένα-ένα ζεύγος διαδοχικών συγχορδιών της φόρμας.

- Πρώτο ζεύγος GΔ7 – Gm7
- Δεν έχουν ρίζα τις II και V της κλίμακας
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 11
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι πτώση
- Δεύτερο ζεύγος Gm - C7
- Δεν αποτελούν τις II και V της κλίμακας
- Ανήκουν στον πίνακα 11
- Η πρώτη είναι m7
- Η δεύτερη είναι 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι πτώση, άρα έλεγχος συγχορδίας 7 και επόμενης (C7 - FΔ7)
- Ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (II_m7 - V7)
- Τρίτο ζεύγος C7 - FΔ7, κ.ο.κ.....
- (...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1#, 4/4, 32, 1-1-ΙΔ7, (3-1-II_m7, 4-1-V7), 5-1-FΔ7, (7-1-II_m7, 8-3-V7), 9-1-EbΔ7, 10-1-II_m7, 10-3-V7, 11-1-Gm7, 12-1-Am7b5, 12-3-V7b9, 13-1-ΙΔ7, 14-1-II_m7, 14-3-V7, (15-1-II_m7, 15-3-V7sub), 16-1-II_m7, 16-3-V7, 17-1-ΙΔ7, (19-1-II_m7, 20-1-V7), 21-1-FΔ7, (23-1-II_m7, 24-1-V7), 25-1-EbΔ7, 26-1-II_m7, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, 28-1-II_m7, 28-3-V7b9, (29-1-II_m7, 29-3-V7sub), 30-1-II_m7, 30-3-V7, 31-1-Ι6, 32-1 II_m7, 32-3-V7

ΒΗΜΑ 6:

Διενεργείται αναζήτηση των παρενθετικών συγχορδιών. Το σύστημα εξετάζει μία-μία τις συγχορδίες 7 εκτός πτώσης και τις συγχορδίες ο7 της φόρμας.

- Δεν υπάρχουν συγχορδίες 7 εκτός πτώσης και συγχορδίες ο7 στη φόρμα

ΒΗΜΑ 7:

Διενεργείται αναζήτηση των λύσεων των παρενθετικών πτώσεων και δεσποζουσών. Ελέγχονται μία προς μία οι παρενθετικές δεσπόζουσες της φόρμας³⁹.

- Πρώτη παρενθετική δεσπόζουσα C7⁴⁰
- Η πτώση στην οποία ανήκει συμβολίζεται (II_m7 - V7)

³⁹ Εντός παρενθετικών πτώσεων ή μεμονωμένες

⁴⁰ Του μέτρου 3

- Το ζεύγος της ρίζας C στον πίνακα 11 είναι η νότα F που δεν ανήκει στην κλίμακα G

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός χωρίς ειδική αναφορά (IIm7b5 - V7b9)
- Δεύτερη παρενθετική δεσπόζουσα, κ.ο.κ.....
(...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1#, 4/4, 32, **1-1-ΙΔ7, (3-1-ΙΙm7, 4-1-V7)**, 5-1-FΔ7, **(7-1-ΙΙm7, 8-3-V7)**, 9-1-EbΔ7, **10-1-ΙΙm7, 10-3-V7**, 11-1-Gm7, 12-1-Am7b5, **12-3-V7b9, 13-1-ΙΔ7, 14-1-ΙΙm7, 14-3-V7, (15-1-ΙΙm7, 15-3-V7sub)II**, 16-1-ΙΙm7, 16-3-V7, 17-1-ΙΔ7, (19-1-ΙΙm7, 20-1-V7), 21-1-FΔ7, **(23-1-ΙΙm7, 24-1-V7)**, 25-1-EbΔ7, 26-1-ΙΙm7, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, 28-1-ΙΙm7, 28-3-V7b9, **(29-1-ΙΙm7, 29-3-V7sub)III**, 30-1-ΙΙm7, 30-3-V7, 31-1-Ι6, 32-1 ΙΙm7, 32-3-V7

ΒΗΜΑ 8:

Διενεργείται αναζήτηση των δανεικών συγχορδιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν ακόμα αναγνωριστεί.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί FΔ7
- Δεν είναι διατονική, δεν έχει ρίζα bII, δεν εντάσσεται σε παρενθετική πτώση, δεν είναι παρενθετική συγχορδία
- Δεν ανήκει στον πίνακα 8 των ομώνυμων κλιμάκων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι δανεική
- Δεύτερη συγχορδία που δεν έχει αναγνωρισθεί EbΔ7, κ.ο.κ.....
- (...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1#, 4/4, 32, **1-1-ΙΔ7, (3-1-ΙΙm7, 4-1-V7)**, 5-1-FΔ7, **(7-1-ΙΙm7, 8-3-V7)**, 9-1-EbΔ7, **10-1-ΙΙm7, 10-3-V7, 11-1-Ιm7int, 12-1-ΙΙ7b5int**, 12-3-V7b9, 13-1-ΙΔ7, 14-1-ΙΙm7, 14-3-V7, **(15-1-ΙΙm7, 15-3-V7sub)ΙΙ**, 16-1-ΙΙm7, 16-3-V7, 17-1-ΙΔ7, **(19-1-ΙΙm7, 20-1-V7)**, 21-1-FΔ7, **(23-1-ΙΙm7, 24-1-V7)**, 25-1-EbΔ7, **26-1-ΙΙm7, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, 28-1-ΙΙm7, 28-3-V7b9, (29-1-ΙΙm7, 29-3-V7sub)ΙΙ**, 30-1-ΙΙm7, 30-3-V7, **31-1-Ι6, 32-1 ΙΙm7, 32-3-V7**

ΒΗΜΑ 9:

Διενεργείται αναζήτηση ναπολιτάνικων συγχορδιών, διατονικών και χρωματικών παραλληλιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωρισθεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωρισθεί FΔ7
- Δεν έχει ρίζα την bΙΙ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι ναπολιτάνικη
- Η ρίζα της ανήκει σε παράλληλη κλίμακα
- Η ρίζα της προηγούμενης δεν ανήκει στην ίδια παράλληλη κλίμακα
- Η ρίζα της επόμενης δεν ανήκει στην ίδια παράλληλη κλίμακα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι διατονική παραλληλία
- Δεν ανήκει στον πίνακα 12 με την προηγούμενη
- Δεν ανήκει στον πίνακα 13 με την επόμενη

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι χρωματική παραλληλία

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Δεν υπάρχει ναπολιτάνικη συγχορδία και διατονική ή χρωματική παραλληλία στη φόρμα

ΒΗΜΑ 10Α:

Διενεργείται αναζήτηση μετατροπιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωριστεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί FΔ7
- Αντιστοιχεί σε ποιότητα τονικής βαθμίδας
- Η προηγούμενη συγχορδία είναι 7
- Οι ρίζες τους ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι μετατροπία σε F, άρα διενεργείται αναζήτηση του σημείου έναρξής της
- Η πρώτη συγχορδία Gm7 πριν από τη δεσπόζουσα δε σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η πρώτη συγχορδία Gm7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στη νέα τονικότητα

- Η δεύτερη συγχορδία GΔ7 πριν από τη δεσπόζουσα σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και δε σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η δεύτερη συγχορδία GΔ7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στην προηγούμενη τονικότητα
- Δεύτερη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί EbΔ7
- Αντιστοιχεί σε ποιότητα τονικής βαθμίδας
- Η προηγούμενη συγχορδία είναι 7
- Οι ρίζες τους ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι μετατροπία σε Eb, άρα διενεργείται αναζήτηση του σημείου έναρξής της
- Η πρώτη συγχορδία Fm7 πριν από τη δεσπόζουσα δε σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η πρώτη συγχορδία Fm7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στη νέα τονικότητα
- Η δεύτερη συγχορδία FΔ7 πριν από τη δεσπόζουσα σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και δε σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η δεύτερη συγχορδία FΔ7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στην προηγούμενη τονικότητα
- Τρίτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί FΔ7⁴¹, κ.ο.κ.....
(...)

⁴¹ Του μέτρου 21

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1#, 4/4, 32, 1-1-ΙΔ7, **F: (3-1-ΙΙm7, 4-1-V7), 5-1-ΙΔ7, Eb: (7-1-ΙΙm7, 8-3-V7), 9-1-ΙΔ7**, G: 10-1-ΙΙm7, 10-3-V7, 11-1-Ιm7int, 12-1-ΙΙ7b5int, 12-3-V7b9, 13-1-ΙΔ7, 14-1-ΙΙm7, 14-3-V7, (15-1-ΙΙm7, 15-3-V7sub)II, 16-1-ΙΙm7, 16-3-V7, 17-1-ΙΔ7, **F: (19-1-ΙΙm7, 20-1-V7), 21-1-ΙΔ7, Eb: (23-1-ΙΙm7, 24-1-V7), 25-1-ΙΔ7**, G: 26-1-ΙΙm7, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, 28-1-ΙΙm7, 28-3-V7b9, (29-1-ΙΙm7, 29-3-V7sub)II, 30-1-ΙΙm7, 30-3-V7, 31-1-Ι6, 32-1 ΙΙm7, 32-3-V7

ΒΗΜΑ 10B:

Επαναλαμβάνονται τα βήματα 3 ως 9 στο περιβάλλον των μετατροπών. Αναζητούνται για ταυτοποίηση διατονικές συγχορδίες, συγχορδίες bII7, πτωτικά σχήματα, παρενθετικές συγχορδίες και οι λύσεις τους, ναπολιτάνικη συγχορδία και διατονική ή χρωματική παραλληλία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1#, 4/4, 32, 1-1-ΙΔ7, **F: 3-1-ΙΙm7, 4-1-V7, 5-1-ΙΔ7, Eb: 7-1-ΙΙm7, 8-3-V7, 9-1-ΙΔ7**, G: 10-1-ΙΙm7, 10-3-V7, 11-1-Ιm7int, 12-1-ΙΙ7b5int, 12-3-V7b9, 13-1-ΙΔ7, 14-1-ΙΙm7, 14-3-V7, (15-1-ΙΙm7, 15-3-V7sub)II, 16-1-ΙΙm7, 16-3-V7, 17-1-ΙΔ7, **F: 19-1-ΙΙm7, 20-1-V7, 21-1-ΙΔ7, Eb: 23-1-ΙΙm7, 24-1-V7, 25-1-ΙΔ7**, G: 26-1-ΙΙm7, 26-3-V7, 27-1-ΙΔ7, 28-1-ΙΙm7, 28-3-V7b9, (29-1-ΙΙm7, 29-3-V7sub)II, 30-1-ΙΙm7, 30-3-V7, 31-1-Ι6, 32-1 ΙΙm7, 32-3-V7

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

OUTPUT: το αποτέλεσμα του βήματος 10B

5.4. Beautiful love

Το κομμάτι Beautiful love είναι ένα πολύ δημοφιλές τραγούδι σε μουσική του Victor Young και στίχους του Haven Gillespie. Αποτελέσε ένα από τα πρώτα κομμάτια του ρεπερτορίου της μπάντας του Wayne King το 1931, ενώ το 1932 συμπεριλήφθηκε στις κινηματογραφικές ταινίες The mummy και Hotel Continental. Πέρασε άμεσα στο standard ρεπερτόριο της jazz και ηχογραφήθηκε από πολλούς τραγουδιστές και μουσικούς τις επόμενες δεκαετίες μέχρι και τις μέρες μας. Εμβληματικές είναι οι εκτελέσεις του Bill Evans στο δίσκο Explorations του 1961 και των Benny Golson και Mulgrew Miller στο δίσκο Benny Golson quartet⁴².

Για την ανάλυση χρησιμοποιούμε το lead sheet του Real Book (5th edition), το οποίο μας δίνει οπλισμό μίας ύφεσης, φόρμα 32 μέτρων, ρυθμό 4/4 και τις συγχορδίες. Με βάση τα παραπάνω, το input διαμορφώνεται ως εξής:

1b, 4/4, 32, 1-1-Em7b5, 2-1-V7b9, 3-1-Dm7, 4-1-D7#9, 5-1-Gm7, 6-1-C7, 7-1-FΔ7, 8-1-Em7b5, 8-3-A7b9, 9-1-Dm7, 10-1, Gm7, 11-1-Bb7, 12-1-A7b9, 13-1-Dm7, 14-1-G7#11, 15-1-Em7b5, 16-1-A7b9, 17-1-Em7b5, 18-1-V7b9, 19-1-Dm7, 20-1-D7#9, 21-1-Gm7, 22-1-C7, 23-1-FΔ7, 24-1-Em7b5, 24-3-A7b9, 25-1-Dm7, 26-1, Gm7, 27-1-Bb7, 28-1-A7b9, 29-1-Dm7, 29-3-B7, 30-1-Bb7#11, 30-3-A7b9, 31-1-Dm6

Ακολουθούν ένα-ένα τα βήματα της ανάλυσης με βάση τον αλγόριθμο που αναπτύξαμε στο κεφάλαιο 4:

⁴² Jazz Standards Songs and Instrumentals (Beautiful Love). Accessed March 12, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-5/beautifullove.htm>.

ΕΝΑΡΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΒΗΜΑ 1:

- Τα μέτρα της φόρμας είναι 32
- Τα μέτρα 1-8 ταυτίζονται με τα μέτρα 17-24

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η φόρμα είναι 32μετρη ABAC

ΒΗΜΑ 2:

- Ο σπλισμός έχει μία ύφεση
- Στο μέτρο 31 εμφανίζεται συγχορδία Dm6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η τονικότητα είναι Dm

ΒΗΜΑ 3:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση των διατονικών συγχορδιών της φόρμας με βάση τη διατονική αρμονία της κλίμακας Dm.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1b, 4/4, 32, 1-1-IIIm7b5, 2-1-V7b9, 3-1-Im7, 4-1-D7#9, 5-1-IVm7, 6-1-C7, 7-1-IIIΔ7, 8-1-IIIm7b5, 8-3-V7b9, 9-1-Im7, 10-1-IVm7, 11-1-Bb7, 12-1-V7b9, 13-1-Im7, 14-1-G7#11, 15-1-IIIm7b5, 16-1-V7b9, 17-1-IIIm7b5, 18-1-V7b9, 19-1-Im7, 20-1-D7#9, 21-1-IVm7, 22-1-C7, 23-1-IIIΔ7, 24-1-IIIm7b5, 24-3-V7b9, 25-1-Im7,

26-1-IVm7, 27-1-Bb7, 28-1-V7b9, 29-1-Im7, 29-3-B7, 30-1-Bb7#11, 30-3-V7b9,

31-1-Im6

ΒΗΜΑ 4:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση συγχορδιών bII7.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Δεν υπάρχει τέτοια συγχορδία μέσα στη φόρμα

ΒΗΜΑ 5:

Διενεργείται αναζήτηση των παρενθετικών πτωτικών σχημάτων. Το σύστημα εξετάζει ένα-ένα ζεύγος διαδοχικών συγχορδιών της φόρμας.

- Πρώτο ζεύγος Em7b5 - A7b9
- Έχουν ρίζα τις II και V της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι πτώση, αλλά στην τονική βαθμίδα
- Δεύτερο ζεύγος, κ.ο.κ.....

(...)

- 14^ο ζεύγος Dm7 – G7#11⁴³
- Δεν έχουν ρίζα τις II και V της κλίμακας
- Βρίσκονται στον πίνακα 11
- Η πρώτη είναι m7⁴⁴

⁴³ Στα μέτρα 13 και 14

⁴⁴ Εδώ το σύστημα συσχετίζει λανθασμένα την Dm7 -η οποία έχει αναγνωριστεί από το τρίτο βήμα ως I βαθμίδα της κλίμακας- με την G7#11 και την εκλαμβάνει ως II εντός πτωτικού σχήματος. Το ζήτημα αυτό, μεταξύ άλλων, πρόκειται να συζητηθεί στον επίλογο της εργασίας.

- Η δεύτερη είναι 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι πτώση, άρα έλεγχος συγχορδίας 7 και επόμενης (G7#11 – Em7b5)

- Δεν ανήκουν στον πίνακα 11

- Δεν ανήκουν στον πίνακα 13

- Δεν ανήκουν στον πίνακα 14

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (IIm7 - V7)⁴⁵

- Επόμενο ζεύγος κ.ο.κ.....

(...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1b, 4/4, 32, 1-1-IIm7b5, 2-1-V7b9, 3-1-Im7, 4-1-D7#9, **(5-1-IIm7, 6-1-V7)**, 7-1-IIIΔ7, 8-1-IIm7b5, 8-3-V7b9, 9-1-Im7, 10-1-IVm7, 11-1-Bb7, 12-1-V7b9, **(13-1-IIm7, 14-1-V7#11)**, 15-1-IIm7b5, 16-1-V7b9, 17-1-IIm7b5, 18-1-V7b9, 19-1-Im7, 20-1-D7#9, **(21-1-IIm7, 22-1-V7)**, 23-1-IIIΔ7, 24-1-IIm7b5, 24-3-V7b9, 25-1-Im7, 26-1-IVm7, 27-1-Bb7, 28-1-V7b9, 29-1-Im7, 29-3-B7, 30-1-Bb7#11, 30-3-V7b9, 31-1-Im6

ΒΗΜΑ 6:

Διενεργείται αναζήτηση των παρενθετικών συγχορδιών. Το σύστημα εξετάζει μία-μία τις συγχορδίες 7 εκτός πτώσης και τις συγχορδίες ο7 της φόρμας⁴⁶.

⁴⁵ Πρόκειται για περίπτωση καθυστέρησης της λύσης της δεσπόζουσας. Το σύστημα καταφέρνει να την αναγνωρίσει στο βήμα 7.

⁴⁶ Δεν υπάρχει συγχορδία ο7 μέσα στη φόρμα

- Πρώτη συγχορδία 7 εκτός πτώσης είναι η D7#9⁴⁷
- Πρώτη συγχορδία της φόρμας δεν είναι η I7
- Δεν είναι η V της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι παρενθετική δεσπόζουσα, άρα έλεγχος με την επόμενη Gm7
- Ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (V7#9)
- Επόμενη συγχορδία 7 εκτός πτώσης, κ.ο.κ.....

(...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1b, 4/4, 32, 1-1-IIIm7b5, 2-1-V7b9, 3-1-Im7, **(4-1-V7#9)**, (5-1-IIIm7, 6-1-V7), 7-1-IIIΔ7, 8-1-IIIm7b5, 8-3-V7b9, 9-1-Im7, 10-1-IVm7, **(11-1-V7sub)**, 12-1-V7b9, (13-1-IIIm7, 14-1-V7#11), 15-1-IIIm7b5, 16-1-V7b9, 17-1-IIIm7b5, 18-1-V7b9, 19-1-Im7, **(20-1-V7#9)**, (21-1-IIIm7, 22-1-V7), 23-1-IIIΔ7, 24-1-IIIm7b5, 24-3-V7b9, 25-1-Im7, 26-1-IVm7, **(27-1-V7sub)**, 28-1-V7b9, 29-1-Im7, **(29-3-V7sub)**, **(30-1-V7#11sub)**, 30-3-V7b9, 31-1-Im6

ΒΗΜΑ 7:

Διενεργείται αναζήτηση των λύσεων των παρενθετικών πτώσεων και δεσποζουσών. Ελέγχονται μία προς μία οι παρενθετικές δεσπόζουσες της φόρμας.

- Πρώτη παρενθετική δεσπόζουσα D7#9

⁴⁷ Στο τέταρτο μέτρο

- Συμβολίζεται (V7#9)
- Το ζεύγος της ρίζας D στον πίνακα 11 είναι η νότα G που αντιστοιχεί στην IV βαθμίδα της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός: (V7#9)IV
- Επόμενη παρενθετική δεσπόζουσα η C7
- Η πτώση στην οποία ανήκει συμβολίζεται (IIIm7 – V7)
- Το ζεύγος της ρίζας C στον πίνακα 11 είναι η νότα F που αντιστοιχεί στην III βαθμίδα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός: (IIIm7 – V7)III
- Τρίτη παρενθετική δεσπόζουσα κ.ο.κ.....
- (...)
- Τέταρτη παρενθετική δεσπόζουσα είναι η G7#11
- Η πτώση στην οποία ανήκει συμβολίζεται (IIIm7 – V7#11)
- Το ζεύγος της G στον πίνακα 11 δεν αποτελεί διατονική νότα
- Το ζεύγος της G στον πίνακα 13 δεν αποτελεί διατονική νότα
- Το ζεύγος της G στον πίνακα 14 είναι η νότα A που αντιστοιχεί στην V βαθμίδα της κλίμακας⁴⁸

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

⁴⁸ Εδώ το σύστημα αναγνωρίζει επιτυχώς τη G7#11 ως bVII7/V παρά την καθυστέρηση της λύσης από τη Em7b5

- Συμβολισμός (IIIm7 – V7#11)intV
- Επόμενη παρενθετική δεσπόζουσα κ.ο.κ.....

(...)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 1b, 4/4, 32, 1-1-IIIm7b5, 2-1-V7b9, 3-1-Im7, (4-1-V7#9)IV, (5-1-IIIm7, 6-1-V7)III,
7-1-IIID7, 8-1-IIIm7b5, 8-3-V7b9, 9-1-Im7, 10-1-IVm7, (11-1-V7sub)V, 12-1-
V7b9, (13-1-IIIm7, 14-1-V7#11)intV, 15-1-IIIm7b5, 16-1-V7b9, 17-1-IIIm7b5, 18-
1-V7b9, 19-1-Im7, (20-1-V7#9)IV, (21-1-IIIm7, 22-1-V7)III, 23-1-IIID7, 24-1-
IIIm7b5, 24-3-V7b9, 25-1-Im7, 26-1-IVm7, (27-1-V7sub)V, 28-1-V7b9, 29-1-
Im7, (29-3-V7sub)II, (30-1-V7#11sub)V, 30-3-V7b9, 31-1-Im6
- Δεν υπάρχουν άλλες συγχορδίες προς αναγνώριση
- Δεν διενεργούνται τα επόμενα βήματα

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

OUTPUT: το αποτέλεσμα του βήματος 7

5.5. Watch what happens

Το τραγούδι "Watch what happens" γράφτηκε το 1969 σε μουσική του Michel Legrand και στίχους της Norman Gimbel και ερμηνεύτηκε από τον Frank Sinatra, ο οποίος το συμπεριέλαβε στον πεντηκοστό έκτο δίσκο του με τίτλο "My Way" της δικής του δισκογραφικής εταιρίας Reprise. Ηχογραφήθηκε, επίσης, από πολλούς γνωστούς τραγουδιστές και μουσικούς, όπως τη Sarah Vauhgan, τη Natalie Cole, τον Tony Bennett και άλλους⁴⁹.

Για την ανάλυση χρησιμοποιούμε το lead sheet του New Real Book I, το οποίο μας δίνει οπλισμό τριών υφέσεων, φόρμα 36 μέτρων, ρυθμό 4/4 και τις συγχορδίες. Με βάση τα παραπάνω, το input διαμορφώνεται ως εξής:

3b, 4/4, 36, 1-1-EbΔ7, 3-1-F7, 5-1-Fm7, 6-1-Bb7, 7-1-EbΔ7, 7-3-EΔ7, 8-1-FΔ7, 8-3-EΔ7, 9-1-EbΔ7, 11-1-F7, 13-1-Fm7, 14-1-Bb7, 15-1-EbΔ7, 15-3-EΔ7, 16-1-FΔ7, 16-3-GbΔ7, 17-1-GΔ7, 19-1-Gm7, 20-1-C7, 21-1-FΔ7, 23-1-Fm7, 24-1-Bb7, 25-1-EbΔ7, 27-1-F7, 29-1-Fm7, 30-1-Bb7, 31-1-Eb6, 32-1-E6, 32-3-D6, 33-1-Eb6, 34-1-E6, 34-3-D6, 35-1-Eb6, 36-1-Fm7, 36-3-Bb7

Ακολουθούν ένα-ένα τα βήματα της ανάλυσης με βάση τον αλγόριθμο που αναπτύξαμε στο κεφάλαιο 4:

⁴⁹ Jazz Standards Songs and Instrumentals (Watch What Happens). Accessed February 2, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-3/watchwhathappens.htm>.

ΕΝΑΡΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΒΗΜΑ 1:

- Τα μέτρα της φόρμας είναι 36
- Τα μέτρα 1-7 ταυτίζονται με τα μέτρα 9-15

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η φόρμα είναι 36μετρη AABC

ΒΗΜΑ 2:

- Ο οπλισμός έχει τρεις υφέσεις
- Στο μέτρο 35 εμφανίζεται συγχορδία Eb6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Η τονικότητα είναι Eb

ΒΗΜΑ 3:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση των διατονικών συγχορδιών της φόρμας με βάση τη διατονική αρμονία της κλίμακας Eb.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ⁵⁰:

- 3b, 4/4, 36, **1-1-ΙΔ7**, 3-1-F7, **5-1-ΙΙm7**, **6-1-V7**, **7-1-ΙΔ7**, 7-3-ΕΔ7, 8-1-FΔ7, 8-3-ΕΔ7, **9-1-ΙΔ7**, 11-1-F7, **13-1-ΙΙm7**, **14-1-V7**, **15-1-ΙΔ7**, 15-3-ΕΔ7, 16-1-FΔ7, 16-3-GbΔ7, 17-1-GΔ7, **19-1-ΙΙΙm7**, 20-1-C7, 21-1-FΔ7, **23-1-ΙΙm7**, **24-1-V7**, **25-1-ΙΔ7**,

⁵⁰ Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κάθε νέου βήματος σημειώνονται με κόκκινο

27-1-F7, 29-1-IIIm7, 30-1-V7, 31-1-I6, 32-1-E6, 32-3-D6, 33-1-I6, 34-1-E6, 34-3-D6, 35-1-I6, 36-1-IIIm7, 36-3-V7

ΒΗΜΑ 4:

Διενεργείται αναζήτηση και ταυτοποίηση συγχορδιών bII7.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- Δεν υπάρχει τέτοια συγχορδία μέσα στη φόρμα

ΒΗΜΑ 5:

Διενεργείται αναζήτηση των πτωτικών σχημάτων. Το σύστημα εξετάζει ένα-ένα ζεύγος διαδοχικών συγχορδιών της φόρμας.

- Πρώτο ζεύγος EbΔ7 - F7
- Δεν έχουν ρίζα τις II και V της κλίμακας
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 11
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι πτώση
- Δεύτερο ζεύγος F7 - Fm7
- Δεν αποτελούν τις II και V της κλίμακας
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 11
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 13

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι πτώση
- Τρίτο ζεύγος Fm7 - Bb7
- Αποτελούν τις II και V της κλίμακας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι πτώση, αλλά στην τονική βαθμίδα
- Τέταρτο ζεύγος, κ.ο.κ.....

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 36, **1-1-ΙΔ7**, 3-1-F7, **5-1-ΙΙm7**, **6-1-V7**, **7-1-ΙΔ7**, 7-3-ΕΔ7, 8-1-ΦΔ7, 8-3-ΕΔ7, **9-1-ΙΔ7**, 11-1-F7, **13-1-ΙΙm7**, **14-1-V7**, **15-1-ΙΔ7**, 15-3-ΕΔ7, 16-1-ΦΔ7, 16-3-GbΔ7, 17-1-GΔ7, **(19-1-ΙΙm7, 20-1-V7)**, 21-1-ΦΔ7, **23-1-ΙΙm7**, **24-1-V7**, **25-1-ΙΔ7**, 27-1-F7, **29-1-ΙΙm7**, **30-1-V7**, **31-1-Ι6**, 32-1-Ε6, 32-3-D6, **33-1-Ι6**, 34-1-Ε6, 34-3-D6, **35-1-Ι6**, **36-1-ΙΙm7**, **36-3-V7**

ΒΗΜΑ 6:

Διενεργείται αναζήτηση των παρενθετικών συγχορδιών. Το σύστημα εξετάζει μία-μία τις συγχορδίες 7 εκτός πτώσης και τις συγχορδίες ο7⁵¹ της φόρμας.

- Πρώτη συγχορδία 7 εκτός πτώσης F7⁵²
- Πρώτη συγχορδία της φόρμας δεν είναι η Ι7
- Δεν είναι η V της κλίμακας

⁵¹ Δεν υπάρχουν ντιμιனுΐτες στη φόρμα

⁵² Του μέτρου 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι παρενθετική δεσπόζουσα, άρα έλεγχος με την επόμενη Fm7
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 11
- Δεν ανήκουν στον πίνακα 13
- Δεν έχει ρίζα την VII του αιολικού ελάσσονα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (V7)
- Δεύτερη συγχορδία 7 εκτός πτώσης, κ.ο.κ.....

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 36, 1-1-ΙΔ7, (3-1-V7), 5-1-ΙΙm7, 6-1-V7, 7-1-ΙΔ7, 7-3-ΕΔ7, 8-1-ΦΔ7, 8-3-ΕΔ7, 9-1-ΙΔ7, (11-1-V7), 13-1-ΙΙm7, 14-1-V7, 15-1-ΙΔ7, 15-3-ΕΔ7, 16-1-ΦΔ7, 16-3-ΓbΔ7, 17-1-ΓΔ7, (19-1-ΙΙm7, 20-1-V7), 21-1-ΦΔ7, 23-1-ΙΙm7, 24-1-V7, 25-1-ΙΔ7, (27-1-V7), 29-1-ΙΙm7, 30-1-V7, 31-1-Ι6, 32-1-Ε6, 32-3-Δ6, 33-1-Ι6, 34-1-Ε6, 34-3-Δ6, 35-1-Ι6, 36-1-ΙΙm7, 36-3-V7

ΒΗΜΑ 7:

Διενεργείται αναζήτηση των λύσεων των παρενθετικών πτώσεων και δεσποζουσών. Ελέγχονται μία προς μία οι παρενθετικές δεσπόζουσες της φόρμας⁵³.

- Πρώτη παρενθετική δεσπόζουσα F7⁵⁴
- Συμβολίζεται (V7)

⁵³ Εντός παρενθετικών πτώσεων ή μεμονωμένες

⁵⁴ Του μέτρου 3

- Το ζεύγος της ρίζας F στον πίνακα 11 είναι η νότα Bb που αντιστοιχεί στην V βαθμίδα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Συμβολισμός (V7)V
- Δεύτερη παρενθετική δεσπόζουσα, κ.ο.κ.....

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 36, 1-1-ΙΔ7, (3-1-V7)V, 5-1-ΙΙm7, 6-1-V7, 7-1-ΙΔ7, 7-3-ΕΔ7, 8-1-ΦΔ7, 8-3-ΕΔ7, 9-1-ΙΔ7, (11-1-V7)V, 13-1-ΙΙm7, 14-1-V7, 15-1-ΙΔ7, 15-3-ΕΔ7, 16-1-ΦΔ7, 16-3-GbΔ7, 17-1-GΔ7, (19-1-ΙΙm7, 20-1-V7), 21-1-ΦΔ7, 23-1-ΙΙm7, 24-1-V7, 25-1-ΙΔ7, (27-1-V7)V, 29-1-ΙΙm7, 30-1-V7, 31-1-Ι6, 32-1-Ε6, 32-3-D6, 33-1-Ι6, 34-1-Ε6, 34-3-D6, 35-1-Ι6, 36-1-ΙΙm7, 36-3-V7

ΒΗΜΑ 8:

Διενεργείται αναζήτηση των δανεικών συγχορδιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν ακόμα αναγνωρισθεί.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωρισθεί ΕΔ7
- Δεν είναι διατονική, δεν είναι bII7, δεν εντάσσεται σε παρενθετική πτώση, δεν είναι παρενθετική συγχορδία
- Δεν ανήκει στον πίνακα 8 των ομώνυμων κλιμάκων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι δανεική
- Δεύτερη συγχορδία που δεν έχει αναγνωρισθεί ΦΔ7, κ.ο.κ.....

(...)

- Έκτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί GbΔ7
- Δεν είναι διατονική, δεν είναι bII7, δεν εντάσσεται σε παρενθετική πτώση, δεν είναι παρενθετική συγχορδία
- Ανήκει στον πίνακα 8 των ομώνυμων κλιμάκων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι δανεική⁵⁵
- Επόμενη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί, κ.ο.κ.....

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 36, **1-1-ID7, (3-1-V7)V, 5-1-Ilm7, 6-1-V7, 7-1-ID7, 7-3-EΔ7, 8-1-FΔ7, 8-3-EΔ7, 9-1-ID7, (11-1-V7)V, 13-1-Ilm7, 14-1-V7, 15-1-ID7, 15-3-EΔ7, 16-1-FΔ7, 16-3-IIIΔ7int, 17-1-GΔ7, (19-1-Ilm7, 20-1-V7), 21-1-FΔ7, 23-1-Ilm7, 24-1-V7, 25-1-ID7, (27-1-V7)V, 29-1-Ilm7, 30-1-V7, 31-1-I6, 32-1-E6, 32-3-D6, 33-1-I6, 34-1-E6, 34-3-D6, 35-1-I6, 36-1-Ilm7, 36-3-V7**

ΒΗΜΑ 9:

Διενεργείται αναζήτηση ναπολιτάνικων συγχορδιών, διατονικών και χρωματικών παραλληλιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωριστεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί EΔ7
- Είναι Δ7 με ρίζα την bII
- Δεν οδηγεί στην V της κλίμακας

⁵⁵ Εδώ έχουμε λάθος αναγνώριση. Η εν λόγω συγχορδία όντως τυχαίνει να βρίσκεται στην III βαθμίδα της ομώνυμης αιολικής ελάσσονας, αλλά εδώ απλώς εντάσσεται σε χρωματική παραλληλία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι ναπολιτάνικη
- Η ρίζα της δεν ανήκει σε παράλληλη κλίμακα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Δεν είναι διατονική παραλληλία
- Ανήκει στον πίνακα 12 με την προηγούμενη
- Ανήκει στον πίνακα 13 με την επόμενη

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι χρωματική παραλληλία, συμβολίζεται EΔ7chr
 - Δεύτερη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί FΔ7, κ.ο.κ.....
- (...)

- Έκτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί GΔ7
- Ανήκει στον πίνακα 12 με την προηγούμενη

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι χρωματική παραλληλία, συμβολίζεται GΔ7chr⁵⁶
- Επόμενη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί, κ.ο.κ.....

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 36, 1-1-ΙΔ7, (3-1-V7)V, 5-1-ΙΙm7, 6-1-V7, 7-1-ΙΔ7, 7-3-EΔ7chr, 8-1-FΔ7chr, 8-3-EΔ7chr, 9-1-ΙΔ7, (11-1-V7)V, 13-1-ΙΙm7, 14-1-V7, 15-1-ΙΔ7, 15-3-EΔ7chr, 16-1-FΔ7chr, 16-3-ΙΙΙΔ7int, 17-1-GΔ7chr, (19-1-ΙΙm7, 20-1-V7), 21-1-FΔ7, 23-1-ΙΙm7, 24-1-V7, 25-1-ΙΔ7, (27-1-V7)V, 29-1-ΙΙm7, 30-1-V7, 31-1-Ι6, 32-

⁵⁶ Το ζήτημα είναι διφορούμενο, διότι, αφενός το Β του κομματιού ταυτίζεται με την αρχή του How high the moon, επομένως το GΔ7 υποδηλώνει τονική σε G, αφετέρου δεν υπάρχει - θεωρητικά- δεσπόζουσα που να κατοχυρώνει αυτή την τονικότητα. Άποψη του γράφοντος είναι ότι έχουμε μετατροπή σε G, οπότε εδώ έχουμε λάθος αναγνώριση.

1-E6chr, 32-3-D6chr, 33-1-I6, 34-1-E6chr, 34-3-D6chr, 35-1-I6, 36-1-IIIm7, 36-3-V7

ΒΗΜΑ 10Α:

Διενεργείται αναζήτηση μετατροπιών. Ελέγχονται μία προς μία οι συγχορδίες που δεν έχουν αναγνωριστεί από τα προηγούμενα βήματα.

- Πρώτη συγχορδία που δεν έχει αναγνωριστεί FΔ7
- Αντιστοιχεί σε ποιότητα τονικής βαθμίδας
- Η προηγούμενη συγχορδία είναι 7
- Οι ρίζες τους ανήκουν στον πίνακα 11

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Είναι μετατροπία σε F, άρα διενεργείται αναζήτηση του σημείου έναρξής της
- Η πρώτη συγχορδία Gm7 πριν από τη δεσπόζουσα δε σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η πρώτη συγχορδία Gm7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στη νέα τονικότητα
- Η δεύτερη συγχορδία GΔ7 πριν από τη δεσπόζουσα σχετίζεται διατονικά με την προηγούμενη τονικότητα και δε σχετίζεται διατονικά με τη νέα τονικότητα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ:

- Η δεύτερη συγχορδία GΔ7 πριν από τη δεσπόζουσα ανήκει στην προηγούμενη τονικότητα
- Δεν υπάρχει άλλη συγχορδία προς αναγνώριση

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 36, 1-1-ΙΔ7, (3-1-V7)V, 5-1-ΙΙm7, 6-1-V7, 7-1-ΙΔ7, 7-3-ΕΔ7chr, 8-1-
FΔ7chr, 8-3-ΕΔ7chr, 9-1-ΙΔ7, (11-1-V7)V, 13-1-ΙΙm7, 14-1-V7, 15-1-ΙΔ7, 15-3-
ΕΔ7chr, 16-1-FΔ7chr, 16-3-ΙΙΙΔ7int, 17-1-GΔ7chr, **F: (19-1-ΙΙm7, 20-1-V7), 21-
1-ΙΔ7**, Eb: 23-1-ΙΙm7, 24-1-V7, 25-1-ΙΔ7, (27-1-V7)V, 29-1-ΙΙm7, 30-1-V7, 31-1-
Ι6, 32-1-E6chr, 32-3-D6chr, 33-1-Ι6, 34-1-E6chr, 34-3-D6chr, 35-1-Ι6, 36-1-
ΙΙm7, 36-3-V7

ΒΗΜΑ 10B:

Επαναλαμβάνονται τα βήματα 3 ως 9 στο περιβάλλον των μετατροπών.
Αναζητούνται για ταυτοποίηση διατονικές συγχορδίες, συγχορδίες bII7, πτωτικά
σχήματα, παρενθετικές συγχορδίες και οι λύσεις τους, ναπολιτάνικη συγχορδία και
διατονική ή χρωματική παραλληλία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΒΗΜΑΤΟΣ:

- 3b, 4/4, 36, 1-1-ΙΔ7, (3-1-V7)V, 5-1-ΙΙm7, 6-1-V7, 7-1-ΙΔ7, 7-3-ΕΔ7chr, 8-1-
FΔ7chr, 8-3-ΕΔ7chr, 9-1-ΙΔ7, (11-1-V7)V, 13-1-ΙΙm7, 14-1-V7, 15-1-ΙΔ7, 15-3-
ΕΔ7chr, 16-1-FΔ7chr, 16-3-ΙΙΙΔ7int, 17-1-GΔ7chr, **F: 19-1-ΙΙm7, 20-1-V7, 21-1-
ΙΔ7**, Eb: 23-1-ΙΙm7, 24-1-V7, 25-1-ΙΔ7, (27-1-V7)V, 29-1-ΙΙm7, 30-1-V7, 31-1-Ι6,
32-1-E6chr, 32-3-D6chr, 33-1-Ι6, 34-1-E6chr, 34-3-D6chr, 35-1-Ι6, 36-1-ΙΙm7,
36-3-V7

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

OUTPUT: το αποτέλεσμα του βήματος 10B

6. Επίλογος

Στην παρούσα εργασία προτάθηκε ένα υπολογιστικό σύστημα για την αυτόματη αρμονική ανάλυση κομματιών του standard ρεπερτορίου της jazz με εκπαιδευτική χρησιμότητα από τους σπουδαστές της jazz. Η πρωτοτυπία του παρόντος συστήματος έγκειται στην άμεση χρηστικότητά του από το σπουδαστή. Ακόμα κι αν ο αλγόριθμος δεν υλοποιηθεί προγραμματιστικά, οποιοσδήποτε με ελάχιστες μουσικές γνώσεις, μπορεί, εφαρμόζοντας προσεκτικά τα βήματα να έχει ένα έγκυρο αναλυτικό αποτέλεσμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η λειτουργία του αλγορίθμου βασίζεται αποκλειστικά στον αναλυτικό τρόπο σκέψης ενός μουσικού. Θεωρητικά, λοιπόν, αν ένα σύστημα μπορούσε να φτάσει σε έναν υψηλό βαθμό εγκυρότητας απλώς και μόνο εφαρμόζοντας αρμονικούς κανόνες, τότε τα σπουδαία υπολογιστικά εργαλεία όπως η χρήση μαθηματικών υπολογισμών και στατιστικών-πιθανοτικών μοντέλων που αναφέρθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας και τα οποία η σύγχρονη έρευνα έχει δώσει, θα μπορούσαν να εκτινάξουν την απόδοσή του.

Η λειτουργία του συστήματος που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας είναι δομημένη κατά βήματα με τη μορφή αναζητήσεων που διατρέχουν το κομμάτι. Διενεργούνται ξεχωριστές και διαδοχικές εργασίες που αναζητούν τη φόρμα, την τονικότητα, τις διατονικές συγχορδίες και την αντικατάσταση τριτόνου της δεσπόζουσας, ταυτοποιούν τα παρενθετικά πτωτικά σχήματα και τις παρενθετικές δεσπόζουσες και ντιμινουϊτες και τις λύσεις τους, τις δανεικές συγχορδίες, τα διάφορα ιδιαίτερα αρμονικά φαινόμενα και τις μετατροπές.

Αναφέρουμε ξανά, ότι η αναγνώριση των συγχορδιών γίνεται αποκλειστικά με βάση την αρμονική τους λειτουργία και δεν υπονοεί κλίμακα. Για παράδειγμα, το γεγονός της αναγνώρισης μιας συγχορδίας m7 ως III βαθμίδα μιας κλίμακας, δε συνιστά ουδόλως ότι ο εκτελεστής πρέπει να παίξει φρύγια κλίμακα. Οι μελωδικές επιλογές ενός σολίστα δεν καθορίζουν την αρμονική λειτουργία των συγχορδιών ενός κομματιού. Αντιθέτως, η χρήση των τρόπων στην jazz δίνει ακριβώς τη δυνατότητα να αυτονομείται η κλίμακα που επιλέγει ο σολίστας από την αρμονική λειτουργία της συγχορδίας.

Η εφαρμογή του αλγόριθμου που παρουσιάστηκε στις αναλύσεις του πέμπτου κεφαλαίου, απέδειξε την αποτελεσματικότητά του σε ένα πολύ μεγάλο μέρος του standard ρεπερτορίου της jazz⁵⁷. Αυτό, άλλωστε, ήταν και το καθήκον στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Στο τέταρτο και πέμπτο κομμάτι (Beautiful love και Watch what happens) προέκυψαν τρεις αστοχίες, οι οποίες όμως δεν αλλάζουν τη συνολική εικόνα της καλής λειτουργίας του αλγορίθμου. Παρόμοιες αστοχίες μπορεί να προκύψουν και κατά την ανάλυση ορισμένων ακόμα από τα εκατό κομμάτια που παραθέτουμε στο παράρτημα. Αποτελούν ακριβώς εκείνες τις περιπτώσεις που πρέπει να μελετηθούν με σκοπό την τελειοποίηση του αλγορίθμου.

Ας δούμε, όμως, αναλυτικά τις τρεις περιπτώσεις των σφαλμάτων. Η πρώτη αστοχία του αποτελέσματος στο Beautiful love, αφορά μια συγχορδία με διφορούμενη ερμηνεία. Η συγχορδία Dm7 στο μέτρο 13, ενώ αναγνωρίζεται

⁵⁷ Εκτός των τριών κομματιών που αναλύονται στο κεφάλαιο 5, παραθέτουμε και ενδεικτική λίστα με εκατό (100) jazz standards στο παράρτημα, στα οποία ο αλγόριθμος δίνει ικανοποιητικό αποτέλεσμα

κανονικά στο τρίτο βήμα ως I βαθμίδα, παρακάτω, στο πέμπτο βήμα εκλαμβάνεται ως II εντός πτώσης, επειδή τυχαίνει να ακολουθεί μια G7. Όμοια περίπτωση σφάλματος είναι και η επόμενη, στο Watch what happens. Όπως σχολιάστηκε και στην αντίστοιχη υποσημείωση, η συγχορδία GbΔ7 αναγνωρίστηκε ως modal interchange και όχι ως στιγμιαίο πέρασμα εντός της χρωματικής παραλληλίας. Και τα δυο σφάλματα είναι επουσιώδη.

Ωστόσο, η μετατροπία σε G λίγο παρακάτω αποτελεί εντελώς διαφορετική περίπτωση σφάλματος. Ουσιαστικά, μια χρωματική παραλληλία μέσα σε ένα τονικό κομμάτι αποτελεί διαδοχή συγχορδιών με μη λειτουργικά χαρακτηριστικά, επομένως δε μπορεί να εξηγηθεί με τους συμβατικούς κανόνες της λειτουργικής αρμονίας. Δεν προηγείται της GΔ7 κάποια πτώση ή δεσπόζουσα ώστε να κατοχυρώσει την κίνηση προς την νέα τονικότητα, αλλά μια χρωματική πρόοδος ομοειδών συγχορδιών. Διαισθητικά και ψυχοακουστικά, οποιοσδήποτε έμπειρος μουσικός την αντιλαμβάνεται ως συσώρευση και κλιμάκωση μιας έντασης που λύνεται σε ποιότητα τονικής, επομένως ως μετατροπία. Ωστόσο, με τους υπάρχοντες όρους, το σύστημα δε μπορεί να κατανοήσει μια τέτοια ολότελα ανθρώπινη ερμηνεία.

Κοινός τόπος όλων των ερευνητών επιστημόνων γύρω από το ζήτημα της αυτοματοποίησης της εργασίας της μουσικής ανάλυσης είναι η συστηματοποίηση, η τυποποίηση της διανοητικής διεργασίας του μουσικού. Όμως, η αναγωγή της διαισθητικής ερμηνείας των σχέσεων και των δομικών συστατικών της μουσικής που γίνεται από έναν άνθρωπο-αναλυτή σε αντικειμενική θεωρητική αναλυτική μεθοδολογία δεν είναι καθόλου απλή υπόθεση. Η μουσική ανάλυση εν πολλοίς βασίζεται σε θεωρητικά «αξιώματα» που γίνονται αντιληπτά ψυχοακουστικά και

είναι γενικώς παραδεκτά, όπως για παράδειγμα αυτό της αναμφίβολης κατοχύρωσης μιας τονικότητας από τη διαδοχή των συγχορδιών της υποδεσπόζουσας, της δεσπόζουσας και της τονικής. Κι αν η εν λόγω αρμονική πρόοδος -εξαιτίας του μεγάλου πλήθους των εμφανίσεών της γενικά μέσα στη μουσική και ειδικότερα στη jazz- μας επιτρέπει να την ξεχωρίσουμε και να την μοντελοποιήσουμε ως «πτώση», μια άλλη, πιο σπάνια εμφανιζόμενη αρμονική ακολουθία, όπως η χρωματική παραλληλία συγχορδιών Δ7 του τρίτου κομματιού δε μπορεί το ίδιο εύκολα να προβλεφθεί. Ένας έμπειρος άνθρωπος-αναλυτής έχει την ικανότητα να αντιληφθεί διαισθητικά ένα μουσικό φαινόμενο που δεν έχει τύχει να ξαναδεί, αντιθέτως, ένα υπολογιστικό σύστημα δε διαθέτει ούτε καν τα αισθητήρια για να το προσλάβει. Μόνο η προγραμματιστική πρόβλεψη του μουσικού φαινομένου μπορεί να δώσει στο σύστημα τη δυνατότητα να το κατανοήσει.

Με άλλα λόγια, η ποιοτική αναβάθμιση του συστήματος θα έρθει ως αποτέλεσμα της ποσοτικής προσθήκης κανόνων, προβλέψεων και επιλογών. Χρειάζεται να συμπεριλάβει όλες τις συνηθισμένες φόρμες της jazz, να ενισχυθεί στα βήματα των αναζητήσεων των μακρινών ως προς την τονικότητα συγχορδιών και να αποκτήσει ικανότητα ιεράρχησης διφορούμενων περιπτώσεων. Ίσως, ακόμα, να είναι απαραίτητο, εφόσον το σύστημα υλοποιηθεί προγραμματιστικά, να δίνει την επιλογή της σωστής ερμηνείας στο χρήστη, όταν συναντάει κάποια διφορούμενη περίπτωση. Τέλος, φιλόδοξο, αλλά όχι άπιαστο είναι το εγχείρημα της διαχείρισης της τροπικότητας και της ατονικότητας, όπως μπορεί να εμφανίζονται ως δάνεια στοιχεία μέσα σε ένα τονικό κομμάτι.

Η αρχική ιδέα της δημιουργίας μιας εφαρμογής με εκπαιδευτικό σκοπό, γεννήθηκε από την ανάγκη να βοηθηθεί ο σπουδαστής στη διαχείριση ενός jazz κομματιού συγκεκριμένα στο ζήτημα του αυτοσχεδιασμού. Το πρακτικό πρόβλημα του κάθε επίδοξου τζαζίστα αυτοσχεδιαστή είναι το «τι να παίξει» και «πώς να ακουστεί jazz». Η βασική λειτουργία μιας τέτοιας εφαρμογής θα αφορούσε προτάσεις και επιλογές κλιμάκων και μοτίβων βασισμένων στις κλίμακες προς το σπουδαστή, όπως, επίσης και υποδείξεων των «καλών» νοτών στις οποίες πρέπει να στοχεύσει κατά την αλλαγή των συγχορδιών. Γίνεται έτσι αντιληπτό, ότι η αρμονική ανάλυση, την οποία πραγματεύεται η παρούσα εργασία, είναι απλά το πρώτο κατά σειρά βήμα που χρειάζεται να κάνει το σύστημα ως προϋπόθεση των επόμενων.

Συνεπώς, η μελλοντική επέκταση του συστήματος με εργαλεία μελωδικών προτάσεων θα ολοκλήρωνε την εκπαιδευτική του χρησιμότητα. Μια τέτοια επέκταση θα μπορούσε να έχει τρία βασικά χαρακτηριστικά. Πρώτο, οι προτάσεις για τις πιθανές κλίμακες που θα μπορούσε ο αυτοσχεδιαστής να χρησιμοποιήσει πάνω από κάθε συγχορδία και συγκεκριμένα μοτίβα ανά κλίμακα, κατασκευασμένα κατά τα πρότυπα των φράσεων της γλώσσας της jazz. Δεύτερο, η υπόδειξη των "καλών" νοτών στις οποίες πρέπει να στοχεύσει για να περιγράψει μελωδικά την αρμονία. Είναι οι λεγόμενες guide tones (μετ. νότες οδηγοί) που δίνουν ωραίο voice-leading ανάμεσα στις αλλαγές των συγχορδιών και οι νότες που διαφέρουν από το πέραςμα της μιας κλίμακας στην επόμενη. Τρίτο, η ολοκλήρωση του συστήματος θα πρέπει να περιλαμβάνει και ορισμένα ενδεικτικά παραδείγματα φράσεων, licks και μοτίβων της γλώσσας της jazz, παρμένα από transcriptions αυτοσχεδιασμών των μεγάλων δασκάλων του παρελθόντος.

Κλείνοντας την εργασία, δε θα μπορούσαμε να μην αναφερθούμε σε ένα ξεχωριστό ζήτημα. Η έρευνα και η ενασχόληση με την τυποποίηση της ανθρώπινης εργασίας της μουσικής ανάλυσης ως απαραίτητη προϋπόθεση της ανάπτυξης ενός αλγορίθμου και του προγραμματισμού ενός υπολογιστή αντικειμενικά δίνει στον ερευνητή ένα υψηλό επίπεδο θεωρητικής αρτιότητας στο αντικείμενο. Η θεωρητική επάρκεια που αποκτιέται αφορά, βεβαίως, την ικανότητα της ανάλυσης μουσικών έργων των διαφόρων ειδών της μουσικής, αλλά όχι μόνο. Ο ερευνητής αποκτά και τη δυνατότητα μετάδοσης της γνώσης με συστηματοποιημένο τρόπο. Η τυποποίηση του αντικειμένου βοηθάει στη διαμόρφωση τύπων και κανόνων κατανόησης των μουσικών φαινομένων και τελικά στην αποτελεσματικότερη διδασκαλία του.

Επομένως, θέτοντας το επιστημονικό καθήκον να διδάξουμε μια υπολογιστική μηχανή να εκτελέσει μια υψηλού επιπέδου σύνθετη ανθρώπινη θεωρητική εργασία, ουσιαστικά ανακαλύπτουμε τον τρόπο με τον οποίο τη σκεφτόμαστε εμείς οι ίδιοι. Σε τελική ανάλυση, η έρευνα στο ευρύ επιστημονικό πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης, θέτει τις βάσεις για την κατανόηση της λειτουργίας της ίδιας της ανθρώπινης νοημοσύνης.

Βιβλιογραφία

- ❖ Bent, Ian D., and Anthony Pople. "Analysis." Grove Music Online. 2001; Accessed 2 Feb. 2020.
<https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000041862>.
- ❖ Choi, Andrew. "Jazz Harmonic Analysis as Optimal Tonality Segmentation." Computer Music Journal 35, 2011
- ❖ Granroth-Wilding, Mark and Mark Steedman. "A Robust Parser-Interpreter for Jazz Chord Sequences." Journal of New Music Research, 2014
- ❖ Granroth-Wilding, Mark and Mark Steedman. "Statistical Parsing for harmonic Analysis of Jazz Chord Sequences." ICMC, 2012
- ❖ Gridley, Mark C., and William E. Anderson. Jazz Styles: History & Analysis: Sixth Edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1997
- ❖ Haas, W. Bas de, José Pedro Magalhães, Remco C. Veltkamp and Frans Wiering. "HarmTrace: Improving Harmonic Similarity Estimation Using Functional Harmony Analysis." ISMIR, 2011
- ❖ Haas, W. Bas de, Martin Rohrmeier, Remco C. Veltkamp and Frans Wiering. "Modeling Harmonic Similarity Using a Generative Grammar of Tonal Harmony." ISMIR, 2009
- ❖ Illescas, Plácido R., David Rizo and José Manuel Iñesta Quereda. "Harmonic, Melodic, and Functional Automatic Analysis." ICMC, 2007

- ❖ “Ireal pro File Format.” Accessed February 2, 2020. <https://irealpro.com/ireal-pro-file-format/>.
- ❖ Jazz Standards Songs and Instrumentals (Beautiful Love). Accessed March 12, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-5/beautifullove.htm>.
- ❖ Jazz Standards Songs and Instrumentals (Beautiful Love). Accessed March 12, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-5/beautifullove.htm>.
- ❖ Jazz Standards Songs and Instrumentals (How High the Moon). Accessed February 2, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-0/howhighthemoon.htm>.
- ❖ Jazz Standards Songs and Instrumentals (There Will Never Be Another You). Accessed February 2, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-0/therewillneverbeanotheryou.htm>.
- ❖ Jazz Standards Songs and Instrumentals (Watch What Happens). Accessed February 2, 2020. <http://www.jazzstandards.com/compositions-3/watchwhathappens.htm>.
- ❖ Levine, Mark. The Jazz Theory Book. Petaluma, CA (P.O. Box 445, Petaluma, 94953): Sher Music, 1995
- ❖ Nettles, Barrie, and Richard Graf. Chord Scale Theory and Jazz Harmony. S.l.: Advance Music, 1997
- ❖ Pachet, François. “Computer Analysis of Jazz Chord Sequence: Is Solar a Blues?” Readings in Music and Artificial Intelligence, 2000

- ❖ Rohrmeier, Martin. "A generative grammar approach to diatonic harmonic structure." Proceedings of the 4th Sound and Music Computing Conference, 2007
- ❖ Schmidt-Jones, Catherine. Understanding Basic Music Theory. Rice, Texas: 12th Media Services, 2018

Πρόσθετη βιβλιογραφία

- ❖ Condit-Schultz, Nathaniel, Yaolong Ju and Ichiro Fujinaga. "A Flexible Approach to Automated Harmonic Analysis: Multiple Annotations of Chorales by Bach and Prætorius." ISMIR, 2018
- ❖ Καλιακάτσος-Παπακώστας, Μάξιμος. 2020. "Μέθοδοι Υπολογιστικής Νοημοσύνης Για Αυτοματοποιημένη Μουσική Ανάλυση Και Σύνθεση". Hdl.Handle.Net. <http://hdl.handle.net/10442/hedi/37332>.
- ❖ Mouton, R. P. and François Pachet. "The Symbolic vs. Numeric Controversy in Automatic Analysis of Music." 2007
- ❖ Paiement, Jean-François, Douglas Eck and Samy Bengio. "A Probabilistic Model for Chord Progressions." ISMIR (2005).
- ❖ Raphael, Christopher, and Joshua Stoddard. "Functional Harmonic Analysis Using Probabilistic Models" Computer Music Journal 28, no. 3, 2004
- ❖ Sapp, Craig Stuart. "Computational Chord-Root Identification in Symbolic Musical Data: Rationale , Methods , and Applications." 2008
- ❖ Steedman, Mark. "A Generative Grammar for Jazz Chord Sequences." 1984

- ❖ Temperley, David. "An Algorithm for Harmonic Analysis." *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 15, no. 1, 1997
- ❖ Temperley, David and Daniel Dominic Sleator. "Modeling Meter and Harmony: A Preference-Rule Approach." *Computer Music Journal* 23, 1999
- ❖ Ulrich, John Wade, Computing and Information Science Department, "The Analysis and Synthesis of Jazz by Computer." | *Proceedings of the 5th international joint conference on Artificial intelligence - Volume 2*, 1977

Παράρτημα

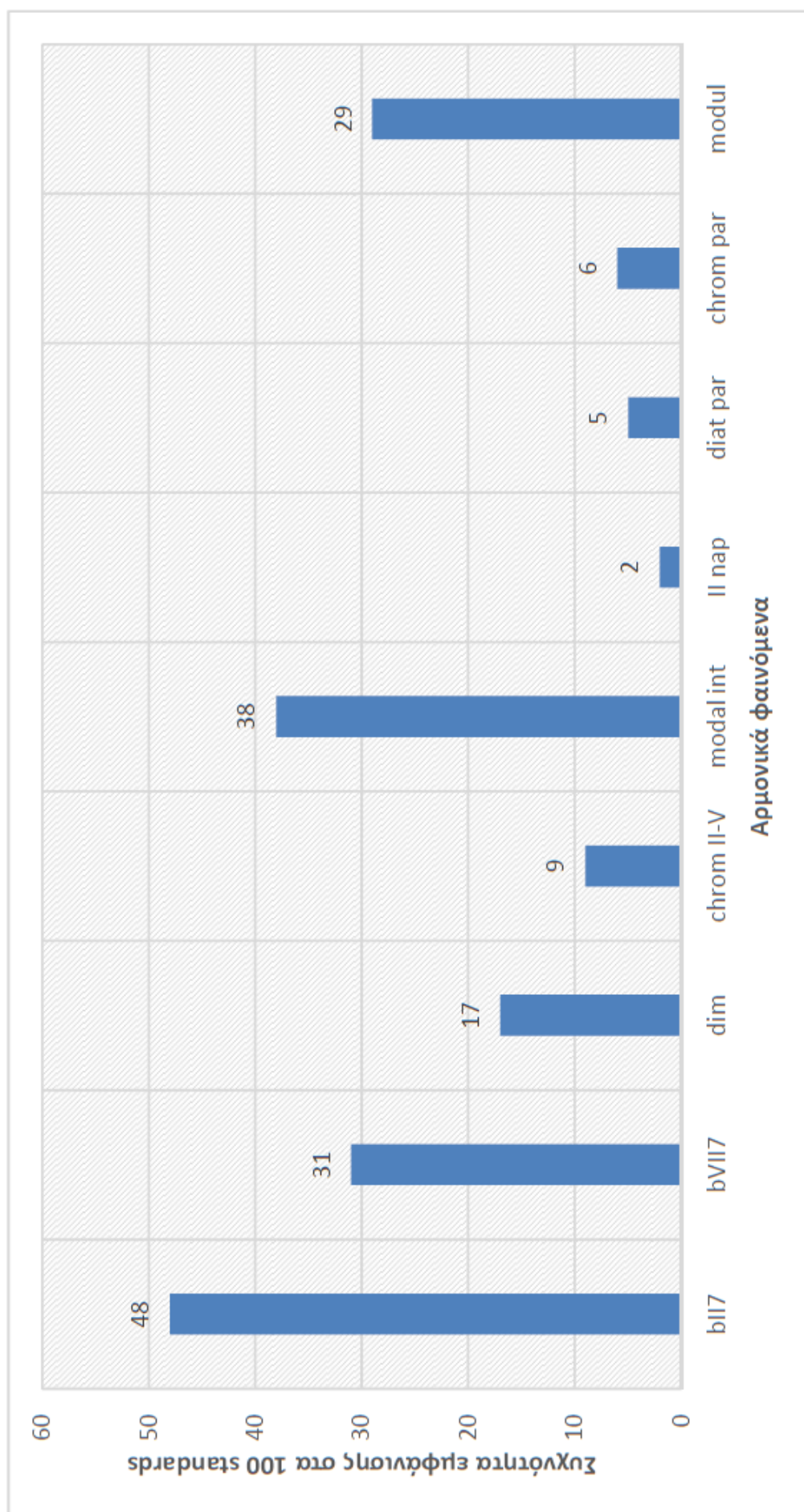
(Λίστα με jazz standards και τα αρμονικά τους χαρακτηριστικά που ο αλγόριθμος καταφέρνει να αναλύσει ικανοποιητικά)

	tune	bII7	bVII7	dim	chrom II-V	modal int	II nap	diat par	chrom par	modul
1	A foggy day		*	*		*				
2	Ain't misbehavin'					*				
3	All of me					*				*
4	All the things you are			*		*				
5	Almost like being in love			*		*				
6	Alone together	*				*				
7	Autumn leaves	*								
8	Baby, it's cold outside		*			*				
9	Beautiful love	*								
10	Black orfeus									
11	Blue bossa						*			*
12	Blue moon	*								*
13	Blues form									
14	But not for me	*	*							
15	Bye bye blackbird	*								
16	Cheek to cheek	*		*	*					
17	Chelsea bridge	*	*					*		*
18	Come rain or come shine	*				*				*
19	Confirmaton									*
20	Cry me a river	*				*				
21	Dancing on the ceiling			*						
22	Days of wine and roses	*								
23	Driftin'	*				*				
24	Ev'ry time we say goodbye	*	*						*	
25	Fallin' in lov with love	*		*						

	tune	bII7	bVII7	dim	chrom II-V	modal int	II nap	diat par	chrom par	modul
26	Fascinating Rhythm									
27	Fly me to the moon	*								
28	Four	*	*		*				*	
29	Giant steps					*				*
30	Have you met miss Jones?	*								*
31	How high the moon					*				*
32	How insensitive	*		*	*					*
33	I fall in love too easily				*	*				
34	I found a new baby									
35	I hear a rhapsody	*				*				*
36	I'll close my eyes		*							
37	I should care	*	*							
38	If I should lose you	*								
39	If I were a bell			*						*
40	It could happen to you	*	*							
41	It's only a paper moon			*		*				
42	Jordu	*								*
43	Joy srping	*	*							*
44	Just friends		*							
45	Lady bird		*			*			*	
46	Line for lyons		*							
47	Lullaby of birdland					*				
48	Mack the knife									
49	Minor blues form									
50	Misty		*							

	tune	bII7	bVII7	dim	chrom II-V	modal int	II nap	diat par	chrom par	modul
51	Moment's notice	*	*		*					*
52	Moondance							*		
53	My favourite things					*		*		
54	My foolish heart		*							
55	My funny valentine	*				*				
56	My little suede shoes									
57	Nature boy									
58	Nica's dream				*			*		
59	Old devil moon		*			*	*	*		
60	On green dolphin street	*				*			*	*
61	One by one	*				*				
62	Over the rainbow		*	*		*				
63	Peace	*								*
64	Peri's scope	*				*				
65	Portrait of Jennie		*							*
66	Prelude to a kiss	*		*					*	*
67	Rhythm changes form									
68	Satin doll	*			*					
69	September in the rain		*							
70	Serenade to a cuckoo									
71	Skylark	*	*			*				*
72	Smoke get in your eyes	*		*						*
73	Softly, as in a morning sunrise			*						
74	Solar					*				*
75	Someday my prince will come			*						

	tune	bII7	bVII7	dim	chrom II-V	modal int	II nap	diat par	chrom par	modul
76	Song for my father	*	*			*				
77	St. Thomas	*		*						
78	Stella by starlight	*	*			*				*
79	Summertime	*				*				
80	Sunny	*								
81	Take five					*				*
82	Take the A train									
83	Tenderly	*	*			*				
84	The nearness of you			*						
85	The shadow of your smile		*		*	*				
86	The song is you		*							*
87	There is no greater love	*	*							
88	There will never be another you	*	*							
89	This I dig of you	*	*		*					
90	Tune up					*				*
91	Watch what happens								*	*
92	We see	*	*							
93	Well you needn't	*								
94	What a difference a day made	*		*						
95	What is this thing called love	*				*				*
96	What's new					*				*
97	When I fall in love	*	*			*				
98	When the saints go marching in					*				
99	Work song					*				
100	Yesterdays					*				



Αναφορά για την επίδειξη της εκτέλεσης jazz

Το μουσικό μέρος της διπλωματικής εργασίας είναι προγραμματισμένο για τη Δευτέρα 09/03/2020 στο studio του Τμήματος Μουσικών Σπουδών του ΕΚΠΑ (Φιλοσοφική Σχολή, 3^{ος} όροφος, αίθουσα 310). Στην επίδειξη θα παρουσιαστούν τα κομμάτια Watch what happens και There will never be another star, τα οποία αναλύονται παρακάτω. Η επιλογή του προγράμματος, η ενορχήστρωση, η επιμέλεια και η ευθύνη της συγκρότησης του μουσικού σχήματος ανήκουν στον φοιτητή του ΠΜΣ Εγγλέζο Κωνσταντίνο (ΑΜ 18201). Το μουσικό σύνολο που θα συνοδεύσει το φοιτητή είναι ένα κουαρτέτο jazz, αποτελούμενο από drums (Λογαράς Πάυλος), άταστο ηλεκτρικό μπάσο (Γουρούνας Αθανάσιος), πιάνο (Εγγλέζος Κωνσταντίνος) και τενόρο σαξόφωνο (Μακρής Κωνσταντίνος).

Η επιλογή των κομματιών σχετίζεται με το θεωρητικό μέρος της διπλωματικής εργασίας και πιο συγκεκριμένα, τα κομμάτια που θα παρουσιαστούν αναλύονται στο πέμπτο κεφάλαιο ως παραδείγματα εφαρμογής του αλγόριθμου αυτόματης αρμονικής ανάλυσης. Η ενορχήστρωση έγινε με κριτήριο την ανάδειξη του πιάνου ως πρωταγωνιστικό όργανο λόγω της συγκυρίας της εξέτασης, παρά την ύπαρξη αμιγώς σολιστικού οργάνου μέσα στο σύνολο. Σημειώνεται, ότι τα δύο κομμάτια που πρόκειται να παιχτούν είναι γραμμένα στην ίδια τονικότητα Eb. Για το λόγο αυτό, δηλαδή για να διαφοροποιηθούν τονικά, επιλέχθηκε να γίνει transporto στο There will never be another star από την αρχική τονικότητα Eb στην κοντινή F.

Το πρώτο κομμάτι (Watch what happens) επιλέχθηκε διότι σ' αυτό εμφανίζεται το αρμονικό φαινόμενο της χρωματικής παραλληλίας. Στο τέλος του πρώτου και δεύτερου A περιλαμβάνεται μια σειρά ακόρντα maj7 που αλλάζουν

χρωματικά. Ειδικά κατά τη μετάβαση στο B, η χρωματική παραλληλία οδηγεί σε μετατροπία. Το εν λόγω αρμονικό φαινόμενο ευθύνεται για την σχετική αστοχία του αλγορίθμου στην αρμονική ανάλυση του κομματιού. Το ζήτημα αναλύεται διεξοδικά στον επίλογο της εργασίας και θα αναφερθεί, επίσης, κατά την υποστήριξη.

Το δεύτερο κομμάτι προσεγγίστηκε με ένα πιο δημιουργικό τρόπο. Πάνω στο αρμονικό περιεχόμενο του *There will never be another you* του Harry Warren γράφτηκε μια νέα, πρωτότυπη μελωδία, εμπνευσμένη από ένα θέμα του Stevie Wonder στο τραγούδι *Another star*. Το νέο κομμάτι ονομάζεται *There will never be another star*. Η αρμονική αλληλουχία του κομματιού είναι ακριβώς ίδια με αυτή που αναλύεται στην εργασία.

Watch what happens

Το τραγούδι *Watch what happens* γράφτηκε το 1969 σε μουσική του Michel Legrand και στίχους της Norman Gimbel και ερμηνεύτηκε από τον Frank Sinatra, ο οποίος το συμπεριέλαβε στον πεντηκοστό έκτο δίσκο του με τίτλο *"My Way"* της δικής του δισκογραφικής εταιρίας Reprise. Ηχογραφήθηκε, επίσης, από πολλούς γνωστούς τραγουδιστές και μουσικούς, όπως τη Sarah Vauhgan, τη Natalie Cole, τον Tony Bennett και άλλους. Παρά το γεγονός ότι στην εποχή μας συμπεριλαμβάνεται σχετικά σπάνια στα προγράμματα των συναυλιών και των δίσκων, το άκουσμά του είναι εξαιρετικά οικείο, αφού πρόκειται για ένα *contrafact*, δηλαδή για μια σύνθεση jazz μελωδίας πάνω σε μια γνωστή αρμονική αλληλουχία ενός παλιότερου κομματιού. Πράγματι, το αρμονικό περιεχόμενο του A της φόρμας του ταυτίζεται με

αυτό από το A του Take the A train του Billy Strayhorn, ενώ το αρμονικό περιεχόμενο του B, ταυτίζεται με αυτό από το A του How high the moon του Morgan Lewis.

Πιο αναλυτικά, το Watch what happens είναι ένα τραγούδι με ρυθμό bossa και φόρμα AABC 36 μέτρων, όπου τα A είναι 8μετρα, το B είναι επίσης 8μετρο και το C αποτελείται από το 8μετρο του A και μια 4μετρη coda. Η τονικότητα είναι Eb, στο B εμφανίζονται δύο μετατροπίες σε G και F και στο C επιστρέφει στην αρχική τονικότητα. Όπως αναφέρθηκε, η μετάβαση στο B γίνεται με μια χρωματική παραλληλία συγχορδιών maj7 που οδηγεί σε μετατροπία. Παρά το γεγονός ότι η νέα τονικότητα δεν κατοχυρώνεται με πτώση, η μετατροπία γίνεται αντιληπτή ψυχοακουστικά, αφού η ανιούσα χρωματική κίνηση των συγχορδιών maj7 συσσωρεύει ένταση που λύνεται σε ποιότητα τονικής.

Κατά τα λοιπά, τα χαρακτηριστικά στοιχεία που συνθέτουν την αρμονία του κομματιού, εκτός από το χρωματικό πέρασμα, είναι η εμφάνιση της V/V ήδη από το τρίτο μέτρο του, η μετατροπιακή αρμονική αλυσίδα του B που επαναφέρει την αρχική τονικότητα και η coda με τις συγχορδίες maj7 που περικλείουν χρωματικά την τονική. Στον τομέα της ενορχήστρωσης, το A του θέματος θα παιχτεί από το σαξόφωνο, το B από το πιάνο και το C πάλι από το σαξόφωνο.

There will never be another star

Το τραγούδι There will never be another you γράφτηκε το 1942 σε μουσική του Harry Warren και στίχους του Mack Gordon για το μιούζικαλ Iceland της Twentieth Century Fox και ερμηνεύτηκε από την Joan Merrill με συνοδεία της ορχήστρας του Sammy Kaye. Αμέσως πέρασε στο ρεπερτόριο της jazz και

ηχογραφήθηκε από δεκάδες γνωστούς καλλιτέχνες, όπως τους Woody Herman, Lionel Hampton, Lester Young, Oscar Peterson, Rosemary Clooney, Nat King Cole και άλλους. Διάφορα contrafacts έχουν γραφτεί πάνω στο αρμονικό περιεχόμενο του κομματιού, όπως το Split Kick του Horace Silver (1954), το Smog Eyes του Ted Brown (1962), το Futurity του Gigi Gryce (1989) και το Not you again του John Scofield (2001).

Στη διπλωματική εργασία το κομμάτι προσεγγίστηκε με δημιουργική διάθεση, αφού γράφτηκε μια πρωτότυπη μελωδία, η οποία δανείζεται μία μουσική φράση από το Another star του Stevie Wonder. Η ιδέα για το contrafact ήρθε, όχι από κάποιο μουσικό στοιχείο, αλλά από την κοινή λέξη στους τίτλους των δύο τραγουδιών.

Αναφορικά με τα ιδιαίτερα μορφολογικά του χαρακτηριστικά, το κομμάτι έχει 32μετρη φόρμα ABAC, ενώ η αρμονία του περιλαμβάνει παρενθετικές πτώσεις στην VI και την IV, τη συγχορδία bVII7, παρενθετική δεσπόζουσα δανεική από τον αιολικό ελάσσονα και την V/V που οδηγεί σε μισή πτώση στη μέση της φόρμας. Επιπλέον, στην ενορχήστρωση το θέμα μοιράζεται ανάμεσα στο σαξόφωνο και το πιάνο με 1-part density και unison. Τα δύο όργανα παίζουν με το σχήμα ερώτηση-απάντηση με μικρές φράσεις έκτασης δύο μέτρων. Το θέμα του Another star προσαρμόστηκε ρυθμικά στο στίλ του swing και μελωδικά στο μείζον αρμονικό περιβάλλον του There will never be another you.

Εγγλέζος Κωνσταντίνος

3 Μαρτίου 2020

Watch What Happens

(drums, bass & piano-sax duet)

M. Legrand

8

A E^bmaj7 F7

Tenor Sax

Piano

5

F-7 B^b7 E^bmaj7 Emaj7 Fmaj7 Emaj7

Tenor Sax

Piano

9

A E^bmaj7 F7

Tenor Sax

Piano

13

F-7 B^b7 E^bmaj7 Emaj7 Fmaj7 G^bmaj7

Tenor Sax

Piano

17 **B** *Gmaj7* *G-7* *C7*

21 *Fmaj7* *F-7* *Bb7*

25 **C** *Ebmaj7* *F7*

29 *F-7* *Bb7* *Ebmaj7* *Emaj7* *Dmaj7*

33 *Ebmaj7* *Emaj7* *Dmaj7* *Ebmaj7* *F-7* *Bb7*

There Will Never Be Another Star

(drums, bass & piano-sax duet)

H. Warren - K. Englezos

A $Fmaj7$ $E-7b5$ $A7b9$

Soprano Sax

Piano

5 $D-6$ $C-7$ $F7b13$

9 **B** $Bbmaj7$ $Eb7$ $Fmaj7$ $D-7$

13 $G7\#11$ $G-7$ $C7$

(stop time)

17 **A** Fmaj7 E-7b5 A7b9

21 D-6 C-7 F7b9

25 **C** Bbmaj7 Eb7 Fmaj7 B-7b5 E7

29 A-7 D7 G-7 C7 F6

(stop time)