



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε. ΛΑΡΙΣΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΜΟΥΣΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
MIDI INTERFACE»**

ΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΒΕΝΤΖΑΣ

ΛΑΡΙΣΑ 2024

THESIS TITLE:

"APPLICATIONS IN MUSIC TECHNOLOGY USING MIDI
INTERFACE"

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ απαραίτητο να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στη λατρεμένη μου οικογένεια που στάθηκαν αρωγοί και συμπαραστάτες σε όλα τα χρόνια της φοίτησής μου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (πρώην Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας), οι οποίοι ανέκαθεν ήταν, είναι και θα είναι πάντα στο πλευρό μου ενθαρρύνοντας πάντα τις προσπάθειές μου για την κατάκτηση και την επίτευξη των στόχων μου.

Στην οικογένειά μου

Περίληψη

Στην πτυχιακή δόθηκε σημασία στην ανάπτυξη του κειμένου θέματος «Εφαρμογές στην Μουσική Τεχνολογία με τη χρήση Midi Interface».

Σε ένα πρώτο επίπεδο στο Κεφάλαιο 1, επιτεύχθηκε η εισαγωγική προσέγγιση του θέματος, προσπαθώντας να φανούν τι ακριβώς θα ακολουθηθεί στο εν συνεχείᾳ κείμενο της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 2, αναπτύχθηκε η συγκεκριμένη μεθοδολογία της εφαρμοζόμενης κατ' ακολουθία μεθοδολογίας έρευνας.

Στο Κεφάλαιο 3, πραγματοποιήθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω στο κύριο θέμα της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 4, συντάχθηκαν τα συμπεράσματα άμεσα σχετιζόμενα με το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Δέξεις – Κλειδιά: Μουσική Τεχνολογία, Πρωτόκολλο MIDI

Abstract

In the thesis importance was given to the development of the text topic "Applications in Music Technology using Midi Interface".

At a first level in Chapter 1, the introductory approach to the topic was achieved, trying to show what exactly will be followed in the subsequent thesis text.

In Chapter 2, the specific methodology of the applied sequential research methodology was developed.

In Chapter 3, the literature review on the main topic of the thesis was conducted.

In Chapter 4, the conclusions directly related to the topic of this thesis were drawn.

Keywords: Music Technology, MIDI Protocol

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
Περιεχόμενα	8
Κατάλογος Σχημάτων	10
Κατάλογος Πινάκων	11
Κατάλογος Εικόνων	12
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	13
Κεφάλαια 2: Μεθοδολογία Έρευνας	18
Κεφάλαιο 3: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	19
3.1 Μουσική Πληροφορική	19
3.1.1 Εξέλιξη Μουσικής Τεχνολογίας	19
3.1.2 Κατηγορίες Λογισμικών Μουσικής	23
3.2 Βασικά στοιχεία - πρωτόκολλο MIDI	25
3.2.1 Ιστορικά Δεδομένα	25
3.2.2 Βασική μορφή μηνυμάτων	25
3.2.3 Καλώδια & Βύσματα	28
3.2.4 Τυπική συνδεσμολογία – Χειρισμός & Παραγωγή Ήχου	29
3.2.5 Δυνατότητες - Περιορισμοί πρωτοκόλλου MIDI	30
3.3 Το Πρότυπο Λειτουργίας MIDI	33
3.4 MIDI Συσκευές/Μέθοδοι Διασύνδεσης	33
3.3.1 MIDI Controller	34
3.3.2 Interface	35
3.3.3 Καλώδια MIDI	36
3.3.4 Θύρες Διασύνδεσης	37
3.3.5 Ρόλοι Ανάληψης Συσκευών	37
3.3.6 Συνδέσεις	38
3.5 MIDI Επικοινωνίας – Βασικά Δεδομένα	39
3.5.1 Μηνύματα MIDI	39
3.5.2 Channels, Tracks, Parts, Events	39
3.5.3 MIDI Programs, MIDI Banks	39
3.5.4 MIDI Modes	40
3.5.6 Παράμετροι Ελέγχου	41
3.5.7 MIDI Αρχεία – Αποθήκευση Πληροφορίας	42
3.5.8 Λειτουργίες Λογισμικών (SEQUENCERS)	43

3.5.9 Γενικό MIDI	45
3.6 MIDI Επικοινωνίας – Βασικά Δεδομένα	46
3.6.1 MIDI Μήνυμα - Δομή	46
3.6.2 Σειριακή Μετάδοση Μηνυμάτων	47
3.6.3 Κατηγορίες Μηνυμάτων MIDI	48
3.6.4 MIDI Γλώσσα/Κώδικες Χρονισμού	52
3.7 Digital Audio Workstations	53
3.8 Σύγκριση Τύπων MIDI	56
3.9 Εφαρμογή MIDI	61
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα	64
Βιβλιογραφία	67

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Εφαρμογή συστημάτων μουσικής τεχνολογίας. Πηγή: Πλέσσας, 1998	14
Σχήμα 2: Κατηγορίες Λογισμικού Μουσικής. Πηγή: Δημητριάδης et al., 2004	15
Σχήμα 3: Δημοφιλή Λογισμικά Μουσικής. Πηγή: Πλέσσας, 2002	16
Σχήμα 4: Εφαρμογή μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	16
Σχήμα 5: Τρόποι Διαχείρισης μουσικής πληροφορίας μέσω μουσικών λογισμικών. Πηγή: Πλέσσας, 2002	17
Σχήμα 6: Επίπεδα Μελετητικής Μεθοδολογίας. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	18
Σχήμα 7: Κύρια Χαρακτηριστικά Σύγχρονης Μουσικής. Πηγή: Ακουμιανάκης, 2006	20
Σχήμα 8: Βασικά Στοιχεία Ηλεκτρονικής Μουσικής. Πηγή: Πολίτης et al., 2013	21
Σχήμα 9: Κατηγορίες Λογισμικών Μουσικής. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	24
Σχήμα 10: Κατηγορίες Λογισμικών Μουσικής, βάσει ειδικευμένων λειτουργιών. Πηγή: www.midi.org	24
Σχήμα 11: Μηνύματα MIDI. Πηγή: Roads, 1996	26
Σχήμα 12: Αντιστοίχιση Νοτών με τα πλήκτρα ενός πιάνου. Πηγή: Rumsey, 1994	27
Σχήμα 13: Σχέση έντασης νότας με μουσική σημειογραφία. Πηγή: https://www.researchgate.net/	27
Σχήμα 14: Δυνατότητες MIDI. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	31
Σχήμα 15: Περιορισμοί Πρωτοκόλλου MIDI. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	32
Σχήμα 16: Πρότυπο MIDI – αλληλένδετα μέρη. Πηγή: Αδάμ, 2002	33
Σχήμα 17: Τυπική μετάδοση MIDI πληροφορίας. Πηγή: Chadabe, 1997	37
Σχήμα 18: Ρόλοι Ανάληψης Συσκευών. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	38
Σχήμα 19: Σύνδεση Αστέρος (Star Network). Πηγή: Αδάμ, 2002	38
Σχήμα 20: Παράμετροι Ελέγχου. Πηγή: Δημητριάδης et al., 2004	41
Σχήμα 21: Standard Midi File – Στοιχεία Αποθήκευσης. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία.	43
Σχήμα 22: Standard Midi File – Είδη. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	43
Σχήμα 23: Λειτουργίες Λογισμικών (SEQUENCERS). Πηγή: Chadabe, 1997	44
Σχήμα 24: Γενικές Προδιαγραφές MIDI. Πηγή: Chadabe, 1997	45
Σχήμα 25: Δομή ενός τυπικού MIDI μηνύματος. Πηγή: Chadabe, 1997	47
Σχήμα 26: Bits/Bytes MIDI κώδικα. Πηγή: Chadabe, 1997	47
Σχήμα 27: Σειριακή μετάδοση MIDI δεδομένων. Πηγή: Chadabe, 1997	48
Σχήμα 28: Κατηγορίες Μηνυμάτων MIDI. Πηγή: Chadabe, 1997	48
Σχήμα 29: Τρόποι Λειτουργίας MIDI. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	51
Σχήμα 30: Καθορισμός Μηνυμάτων. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία	52

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Συσχέτιση Νοτών με MIDI για διαφορετικές οκτάβες. Πηγή: Rumsey, 1994

27

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Συναυλία Pink Floyd του '70. Πηγή: Yudkin, 1989	23
Εικόνα 2: Ο Ιωάννης Ξενάκης. Πηγή: Yudkin, 1989	23
Εικόνα 3: Η δειγματοληψία και η δόμηση του σήματος από τα δείγματα. Πηγή: Yudkin, 1989	23
Εικόνα 4: Καλώδια που συνδέουν συσκευές MIDI. Πηγή: Winkler, 2001	29
Εικόνα 5: Συνδεσμολογία keyboard – sound module. Πηγή: Zicarelli et al., 2004	29
Εικόνα 6: 'Daisy chaining'. Πηγή: Zicarelli et al., 2004	30
Εικόνα 7: Συνδεσμολογία keyboard – pc. Πηγή: Winkler, 2001	30
Εικόνα 8: Συνδεσμολογία keyboard – pc – sound module. Πηγή: Winkler, 2001	30
Εικόνα 9: Πομπός και δέκτης MIDI πληροφορίας. Πηγή: Αδάμ, 2002	34
Εικόνα 10: MIDI Controller. Πηγή: Αδάμ, 2002	35
Εικόνα 11: MIDI Interface. Πηγή: Chadabe, 1997	35
Εικόνα 12: MIDI Interface. Πηγή: Chadabe, 1997	36
Εικόνα 13: Καλώδιο με πέντε πόλους. Πηγή: Αδάμ, 2002	36
Εικόνα 14: MIDI Banks / MIDI Programs. Πηγή: Chadabe, 1997	40
Εικόνα 15: Μεταφορά μουσικής πληροφορίας. Πηγή: Δημητριάδης et al., 2004	42
Εικόνα 16: Προγράμματα MIDI. Πηγή: Chadabe, 1997	46
Εικόνα 17: Λειτουργίες μηντμάτων Control Change. Πηγή: Chadabe, 1997	50
Εικόνα 18: Συστήματα εγγραφής ήχου/βίντεο πολλαπλών συσκευών. Πηγή: Chadabe, 1997	53
Εικόνα 19: Cubase audio - Atari Falcon 030	54
Εικόνα 20: Στιγμιότυπο οθόνης της κύριας οθόνης του προγράμματος Sequencer	63

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

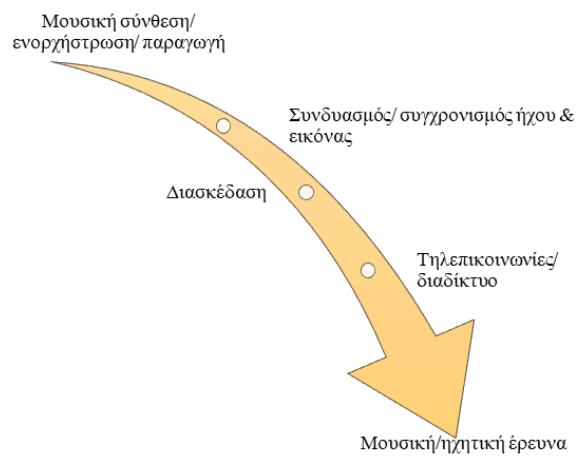
Η τεχνολογία είναι πανταχού παρούσα. Επομένως, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι είχε μια βαθιά επιρροή στη μουσική τέχνη του εικοστού αιώνα. Έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο η μουσική μεταδίδεται, διατηρείται, ακούγεται, εκτελείται και συντίθεται. Όλο και λιγότερο συχνά ακούμε μουσικό ήχο που δεν έχει διαμορφωθεί σε κάποιο επίπεδο από την τεχνολογία: η τεχνολογία εμπλέκεται στην ενίσχυση των αιθουσών συναυλιών, στην ηχογράφηση και μετάδοση μουσικής και στη σχεδίαση και κατασκευή μουσικών οργάνων (Πλέσσας, 1998).

Πολλά εκκλησιαστικά όργανα, για παράδειγμα, χρησιμοποιούν τώρα συνθετικούς ή δειγματοληπτικούς ήχους αντί για πραγματικούς σωλήνες. Τώρα είναι διαθέσιμα όργανα που μοιάζουν με πλήκτρα πιάνου και ακούγονται σαν ηχόχρωμα πιάνου, αλλά στην πραγματικότητα είναι αποκλειστικά ψηφιακοί συνθεσάζερ. βιρτουόζοι ερμηνευτές των οποίων το όργανο είναι το πικάπ είναι πλέον μέρος όχι μόνο του κόσμου της ντίσκο αλλά και του κόσμου της μουσικής συναυλιών (ο John Zorn, για παράδειγμα, έχει γράψει ένα κομμάτι για φωνή, κουαρτέτο εγχόρδων και πικάπ). Η τεχνολογία αλλάζει το ουσία της μουσικής, αν και πολλοί μουσικοί εξακολουθούν να μην εκτιμούν την έκταση της επιρροής της (Πλέσσας, 1998).

Η τεχνολογία ήρθε στη μουσική με την έλευση των ηχογραφήσεων. Ο Thomas Edison εφηύρε έναν ακατέργαστο κυλινδρικό φωνογράφο το 1877. Μέχρι το τέλος του δέκατου ένατου αιώνα, εταιρείες στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Αγγλία κατασκεύαζαν ηχογραφήσεις μουσικής με δίσκους. Πριν από τις ηχογραφήσεις, η οικιακή κατανάλωση όλης της μουσικής -είτε είχε συντεθεί για πληκτρολόγιο είτε όχι- γινόταν μέσω ιδιωτικής παράστασης πιάνου. Η δυνατότητα διατήρησης των μουσικών παραστάσεων μέσω ηχογράφησης άλλαζε τελείως τις κοινωνικές και καλλιτεχνικές έννοιες της μουσικής (Πλέσσας, 1998).

Η εφεύρεση του μαγνητοφόνου μισό αιώνα αργότερα έκανε τους ήχους όχι μόνο αναπαραγώγμους αλλά και μεταβλητούς. Οι τεχνικές που προέκυψαν επέτρεψαν στους ηχογραφημένους ήχους να κατακερματιστούν, να συνδυαστούν, να παραμορφωθούν κ.λπ. Τέτοιοι χειρισμοί θα μπορούσαν να επηρεάσουν όχι μόνο τις ηχητικές ιδιότητες αλλά και τα χρονικά διαστήματα. Άλλαζοντας τις ταχύτητες εγγραφής, για παράδειγμα, ένας συνθέτης μουσικής concr?te θα μπορούσε να συμπιέσει μια συμφωνία του Μπετόβεν σε ένα μόνο δευτερόλεπτο ή να κάνει μια λέξη να διαρκεί μια ώρα (Πλέσσας, 1998).

Η ανάπτυξη των πολυμέσων έχει συμβάλει σημαντικά στην ικανότητα των υπολογιστών να διαχειρίζονται αυτόνομα αυτές τις εργασίες. Οι τομείς στους οποίους βρίσκει εφαρμογή η μουσική τεχνολογία είναι οι ακόλουθοι (Πλέσσας, 1998):



Σχήμα 1: Εφαρμογή συστημάτων μουσικής τεχνολογίας. Πηγή:
Πλέσσας, 1998

Το λογισμικό μουσικής μπορεί να χωριστεί στις ακόλουθες κατηγορίες ανάλογα με τις εξειδικευμένες λειτουργίες τους (Δημητριάδης et al., 2004):



Σχήμα 2: Κατηγορίες Λογισμικού Μουσικής. Πηγή: Δημητριάδης et al., 2004

Μερικά από τα πιο δημοφιλή λογισμικά μουσικής σε συστήματα Windows/MacOs και οι λειτουργίες που εκτελούν περιλαμβάνουν (Πλέσσας, 2002):

Cubase (VST/SX)	}	Πολυκάναλη εγγραφή/ αναπαραγωγή MIDI-audio Επεξεργασία ψηφιακής κυματομορφής / πληροφοριών MIDI Ανάλυση ηχητικού σήματος
Digital Performer (mac)		
Audition		
Reason		
Logic Audio		
Pro Tools		
Nuendo		
Sonar		
Cakewalk		
Sound Forge	}	Ηχογράφηση (καταγραφή ψηφιακής κυματομορφής) Επεξεργασία ψηφιακής κυματομορφής Ανάλυση ηχητικού σήματος
WaveLab		
Peak (mac)		
Metasynth (mac)		
Finale	}	Δημιουργία/επεξεργασία παρτιτούρας Εγγραφή-αναπαραγωγή μέσω MIDI
Sibelius		
Allegro		

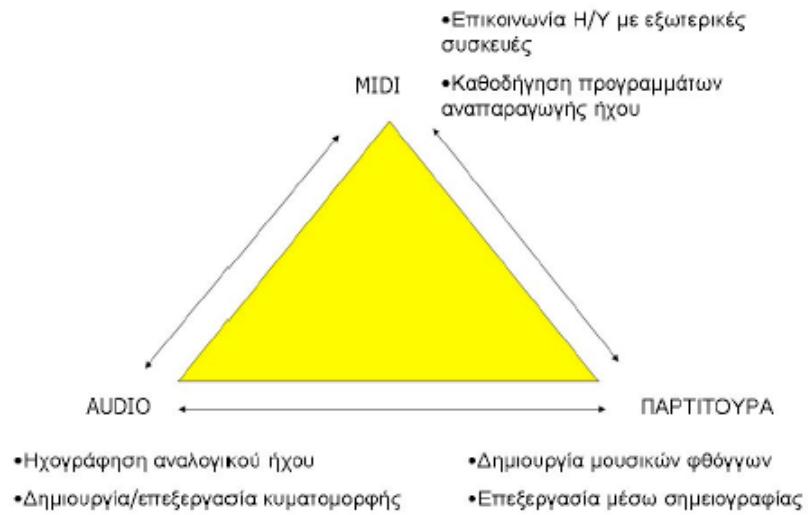
Σχήμα 3: Δημοφιλή Λογισμικά Μουσικής. Πηγή: Πλέσσας, 2002

Η διαχείριση της μουσικής πληροφορίας στο μουσικό λογισμικό περιλαμβάνει την παραγωγή, την αποθήκευση και τη μετάδοση και η εφαρμογή είναι ως εξής (Δημητριάδης et al., 2004):



Σχήμα 4: Εφαρμογή μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Αντίστροφα, ένα αναλογικό σήμα μπορεί να μετατραπεί σε πληροφορίες MIDI προς καταγραφή ψηφιακή με την μορφή παρτιτούρας. Οι διεργασίες αυτές μπορούν να υλοποιούνται συγχρόνως εντός ενός μουσικού προγράμματος ή διαδοχικά μέσω διαφορετικών προγραμμάτων (με πληροφορίες που αποθηκεύονται διαδοχικά σε αρχεία δεδομένων) (Πλέσσας, 2002).



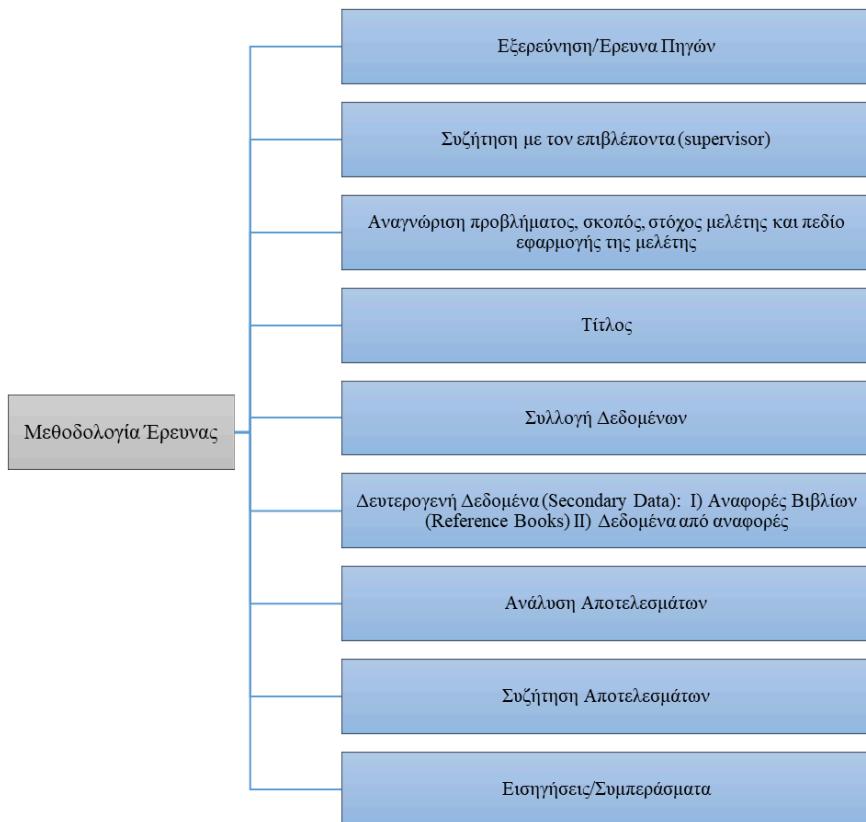
Σχήμα 5: Τρόποι Διαχείρισης μουσικής πληροφορίας μέσω μουσικών λογισμικών. Πηγή: Πλέσσας, 2002

Κεφάλαια 2: Μεθοδολογία Έρευνας

Η μελετητική μεθοδολογία βασίζεται στην αναλυτική στοχοθέτηση της μελέτης. Πρόκειται για μια εκτενή περιγραφή και έκθεση του κύριου θέματος "Εφαρμογές στην Μουσική Τεχνολογία με τη χρήση MIDI Interface" ως γενικό τίτλο. Η μελέτη σχετίζεται με ανασκόπηση βιβλιογραφίας.

Επιπλέον, παρέχεται μια πιο εξειδικευμένη ανάλυση των δεδομένων από τις μελέτες που αναπτύχθηκαν και ακολουθεί ένα τμήμα συμπερασμάτων, συζήτησης και τρόπων βελτίωσης.

Η αναζήτηση διενεργήθηκε μέσω της χρήσης του διαδικτύου, συγγραμμάτων που σχετίζονται με το ληφθέν θέμα επεξεργασία.



Σχήμα 6: Επίπεδα Μελετητικής Μεθοδολογίας. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Κεφάλαιο 3: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

3.1 Μουσική Πληροφορική

Η μουσική υπολογιστών, η μουσική που χρησιμοποιεί ψηφιακούς υπολογιστές και άλλα ηλεκτρονικά μηχανήματα επεξεργασίας δεδομένων αναπτύχθηκαν περίπου το 1948 σε εφαρμογή στη μουσική σύνθεση και στη μουσική έρευνα. Οι τεχνικές της τεχνολογίας υπολογιστών επιτρέπουν την ευρετηρίαση συγκεκριμένων ειδών ή τύπων μουσικής (όπως η ιταλική μουσική του 16ου αιώνα ή τα έργα ενός δεδομένου συνθέτη) και έχουν αποδειχθεί χρήσιμες στην ανάλυση του στυλ, της τονικής και αρμονικής δομής και διαδικασία σύνθεσης (Ακουμιανάκης, 2006).

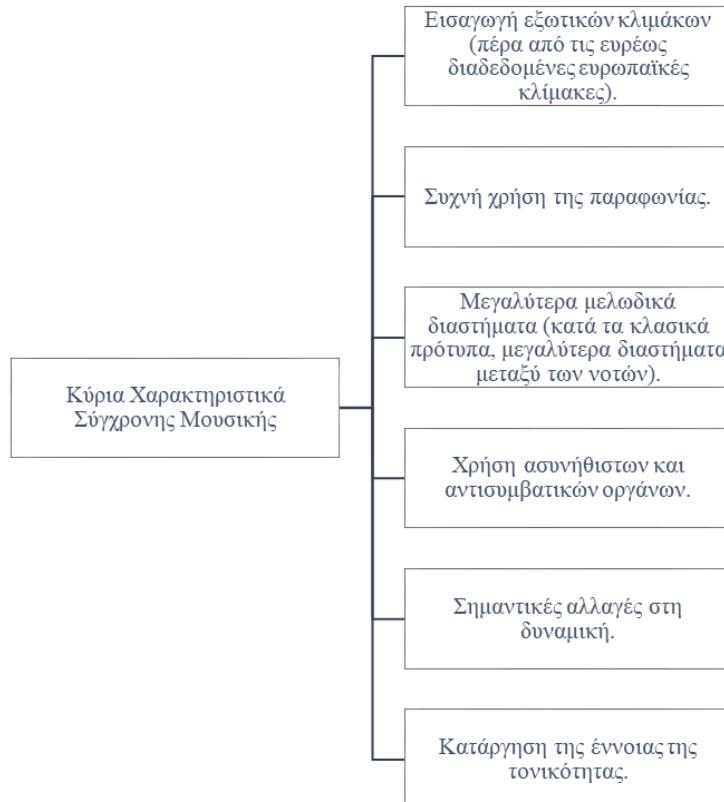
Χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή ως εργαλείο στη σύνθεση, ο συνθέτης προγραμματίζει τον υπολογιστή για να παράγει τόνους, ρυθμούς, χρώματα τόνου και άλλα μουσικά στοιχεία και να εξετάσει αυτά τα στοιχεία μέσω κριτηρίων που επιλέγει επίσης ο συνθέτης. Η έξοδος μπορεί να μεταγραφεί για απόδοση από συμβατικά όργανα ή να τροφοδοτηθεί σε άλλη συσκευή για μετατροπή σε ήχο. Το 1963, στα Bell Telephone Laboratories, ο Max Vernon Mathews και οι συνάδελφοί του επινόησαν έναν υπολογιστή ικανό να συνθέτει απευθείας ήχο. Η είσοδος του συνθέτη, με τη μορφή μαθηματικών συναρτήσεων, μεταφράζεται από τον υπολογιστή σε συνθετικούς μουσικούς ήχους που αποθηκεύονται σε ψηφιακή μορφή και μπορούν να αναπαραχθούν κατά βούληση. Επειδή το μηχάνημα είναι ευέλικτο και ακριβές, μπορεί να προσφέρει μεγάλη ποικιλία μουσικών εφαρμογών. Παρόλο που ένας υπολογιστής μπορεί να προγραμματιστεί για να παράγει μουσική σε παραδοσιακά στυλ και χρώματα οργάνων, η κύρια έλξη του για τους συνθέτες ήταν η ικανότητά του να επεκτείνει την προηγουμένως διαθέσιμη γκάμα μουσικών στοιχείων, όπως χρώματα τόνου και τόνους, και οι νέες προσεγγίσεις στη μουσική μορφή του. καθιστά δυνατή (Ακουμιανάκης, 2006).

3.1.1 Εξέλιξη Μουσικής Τεχνολογίας

Με την πάροδο των χρόνων αναπτύχθηκε στον τομέα της μουσικής μια νέα γενιά ηλεκτρονικών μηχανών, η χρήση των οποίων προσέφερε τεράστιες δυνατότητες που δεν υπήρχαν πριν και οδήγησε στη δημιουργία της ποπ μουσικής, της ηλεκτρονικής μουσικής και πολλών άλλων νέων μουσικών ιδιωμάτων (Ακουμιανάκης, 2006).

Χαρακτηριστικό σημείο αναφοράς για τη μουσική κατεύθυνση που πήραν οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι η εξέλιξη από το πιάνο στο ηλεκτρονικό πιάνο και τα πλήκτρα (synths) (Πολίτης et al., 2013).

Η νεότερη μουσική, όπως διαμορφώνεται, χαρακτηρίζεται από κάποια χαρακτηριστικά (Ακουμιανάκης, 2006):



Σχήμα 7: Κύρια Χαρακτηριστικά Σύγχρονης Μουσικής. Πηγή: Ακουμιανάκης, 2006

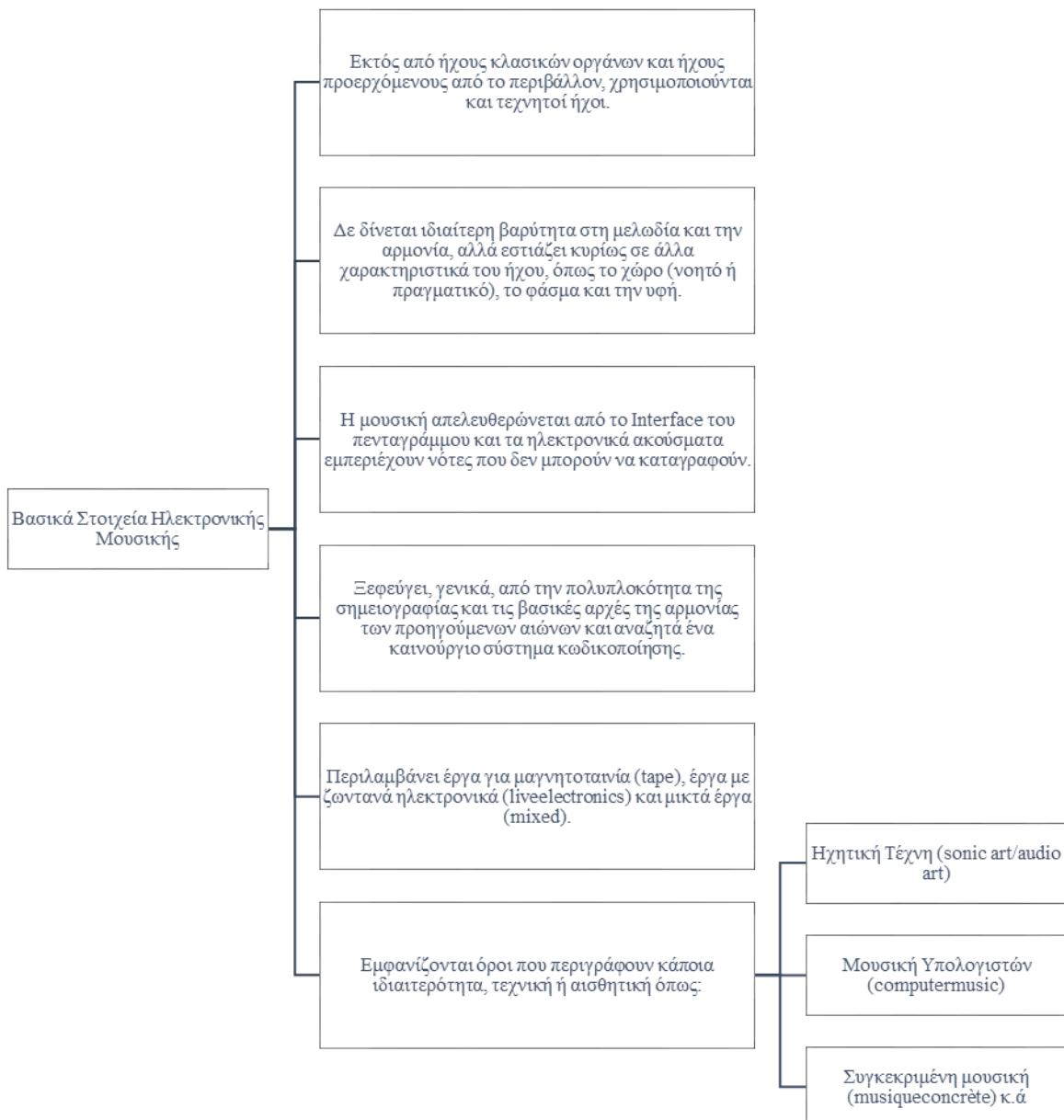
Για παράδειγμα, στη σύγχρονη μουσική, στην οποία η ηλεκτρική κιθάρα, το μπάσο και τα ντραμς χρησιμοποιούνται συχνά ως βασικά όργανα, τα ίδια μοτίβα ρυθμού και μελωδίας, η ένταση του ήχου και το ηχόχρωμα παράγονται τελικά από το συνδυασμό πολλών ήχων, δημιουργώντας διαφορετικά συναισθήματα στο χώρο και στο άτομο (π.χ. κυκλική φύση του ήχου) δίνεται μεγαλύτερη έμφαση (Πολίτης et al., 2013).

Είναι προφανές ότι η σημερινή μουσική περιέχει ελάχιστους κλασικούς ήχους. Η νέα εποχή από την οποία διέρχεται ο μουσικός χώρος χαρακτηρίζεται έντονα από ηλεκτρονικούς ήχους. Για παράδειγμα, το πιάνο έχει αντικατασταθεί από τα συνθεσάιζερ, η κλασική κιθάρα έχει αντικατασταθεί από την ηλεκτρική κιθάρα και το ηλεκτρικό μπάσο (Γουίτελ, 1997).

Ο Ξενάκης, συνθέτης που δημιούργησε ήχο βασισμένο σε μαθηματικά μοντέλα, έκανε χρήση συστημάτων υπολογιστών τις δεκαετίες του 1960 και 1970 για να διευκολύνει τους υπολογισμούς του λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων που είχε να επεξεργαστεί. γύρω στο 1975-76, ανέπτυξε ένα σύστημα υπολογιστή για την παραγωγή ήχου, το οποίο το 1957 ήταν το πρώτο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα παραγωγής ήχου το 1957, βασισμένο σε έργο του Max Matthews, ο οποίος δόμησε το MUSIC, διερευνώντας τις δυνατότητες των υπολογιστών σε συνθετικά προγράμματα και δημιουργίας ήχου. Ο Ιωάννης Ξενάκης ήταν ένας από τους πρωτοπόρους στον συνθετικό τομέα καθαρά ηλεκτρονικής μουσικής (Γουίτελ, 1997).

Με την έναρξη της χρήσης υπολογιστών και ηλεκτρονικών συστημάτων που σχετίζονται με τη μουσική, που εισήχθησαν από ανθρώπους όπως ο Ξενάκης, αναδύθηκε ο τομέας της μουσικής πληροφορικής, κύριο μέλημα του οποίου ήταν η χρήση των νέων τεχνολογιών και δυνατοτήτων που προσφέρονταν για την ανάπτυξη νέων συστημάτων και διεπαφών που σχετίζονται με τη μουσική (μια ιδιαίτερα σημαντική έννοια για τον τομέα και θα συζητηθεί λεπτομερέστερα παρακάτω) με τη χρήση των νέων τεχνολογιών και δυνατοτήτων που προσφέρονται (Πολίτης et al., 2013).

Ορισμένα από τα βασικά στοιχεία της ηλεκτρονικής μουσικής σήμερα περιλαμβάνουν (Πολίτης et al., 2013):



Σχήμα 8: Βασικά Στοιχεία Ηλεκτρονικής Μουσικής. Πηγή: Πολίτης et al., 2013

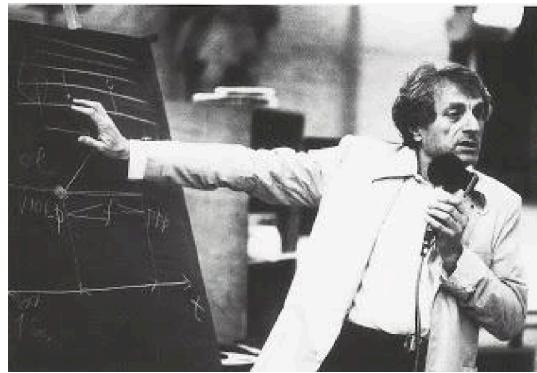
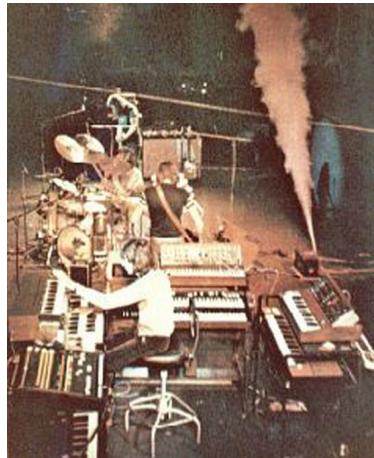
Ο Edgard Varèse (1883 - 1965) πρότεινε το ακόλουθο επιχείρημα τριών σταδίων που χαρακτηρίζει το πνεύμα της εποχής του: "Ονειρεύομαι ένα όργανο υπάκουο στις σκέψεις μου. Θα με οδηγήσει σε έναν νέο κόσμο αδιαμφισβήτητου ήχου που θα αφουγκράζεται τις εσωτερικές ρυθμικές μου απαιτήσεις" (McKinnon et al., 1990).

Η αναλογική εγγραφή απαιτεί αναλογικό μέσο εγγραφής, όπως μαγνητική ταινία ή κύλινδροι κεριού ή βινυλίου. Μέχρι την εμφάνιση του ψηφιακού ήχου, όλες οι ηχογραφήσεις ήταν αναλογικές. Όταν εισήχθη ο δίσκος compact, ξεκίνησε επίσημα η εποχή της ψηφιακής εγγραφής. Σήμερα, σχεδόν όλες οι ηχογραφήσεις είναι ψηφιακές, και ακόμη και εκείνοι οι καλλιτέχνες που προτιμούν να κάνουν αναλογικές ηχογραφήσεις για καλλιτεχνικούς λόγους σχεδόν πάντα τελικά πρέπει να μετατρέψουν τη μουσική τους σε ψηφιακό ήχο για διανομή.

Οι δίσκοι βινυλίου είναι ένα κλασικό παράδειγμα αναλογικής ηχογράφησης. Σε αυτή τη διαδικασία, ο ήχος μετατρέπεται σε μικρά αυλάκια στην επιφάνεια του δίσκου. Όταν η βελόνα του πικάπ αγγίζει αυτές τις αυλακώσεις, παράγει ήχο με ζεστά και φυσικά χαρακτηριστικά, ιδιαίτερα αγαπητό στη μουσική κοινότητα.

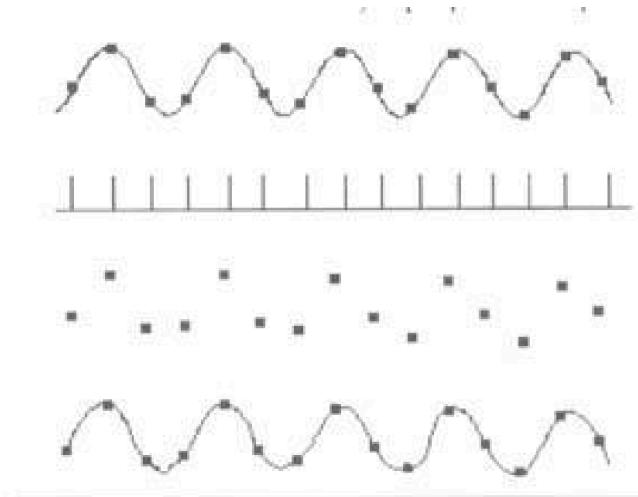
Η ταχεία εξάπλωση αυτών των οργάνων οφειλόταν στην ικανοποιητική τους απόδοση και στο σχετικά χαμηλό τους κόστος. Αν και αυτή η εξέλιξη στη μουσική τεχνολογία σηματοδότησε την αρχή της ουσιαστικότερης χρήσης των υπολογιστών στο πλαίσιο της μουσικής, η πραγματική επανάσταση στον τομέα αυτό σημειώθηκε λίγο αργότερα. Για τα επόμενα τρία χρόνια, η ενδοεπικοινωνία και η διασύνδεση αυτών των ηλεκτρονικών συσκευών παρέμενε ατελής και υπήρχαν αρκετά προβλήματα (Yudkin, 1989).

Η κύρια προβληματική αιτία ήταν ότι τα όργανα ηλεκτρονικής φύσεως και ήδη σε χρήση συσκευές αναπτύχθηκαν από πολλαπλούς εταιρικούς οργανισμούς και η χρήση τους παρεμποδίζονταν από την απουσία ενός κοινού πρωτοκόλλου που να καλύπτει τις λειτουργίες τους. Η τροχοπέδη αυτή λύθηκε το 1983, όταν αρκετά μεγάλοι δημιουργοί τέτοιων οργάνων που κυκλοφορούσαν στην αγορά συμφώνησαν να διασυνδέσουν τα προϊόντα τους με ένα καλώδιο. Έτσι, διαμορφώθηκε το MIDI (Musical Instrument Digital Interface) (McKinnon et al., 1990).



Εικόνα 2: Ο Ιωάννης Ξενάκης. Πηγή: Yudkin, 1989

Εικόνα 1: Συναυλία Pink Floyd του '70. Πηγή: Yudkin, 1989



Εικόνα 3: Η δειγματοληψία και η δόμηση του σήματος από τα δείγματα. Πηγή: Yudkin, 1989

3.1.2 Κατηγορίες Λογισμικών Μουσικής

Τα μουσικά λογισμικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει λειτουργιών στις οποίες ειδικεύονται, ως εξής¹:

¹ www.midi.org

Ολοκληρωμένα προγράμματα πολυκάναλης εγγραφής (sequencers/workstations): τα προγράμματα αυτά είναι συνήθως πλήρεις σταθμοί εργασίας, αλλά υποστηρίζουν κυρίως λειτουργίες πολυκάναλης εγγραφής ήχου (ψηφιακές κυματομορφές) και MIDI. Επίσης, συνήθως συνεργάζονται με plug-ins, τα οποία φορτώνονται παράλληλα στη μνήμη και χρησιμοποιούνται για περαιτέρω επεξεργασία του ήχου.

Προγράμματα μουσικής σημειογραφίας: τα προγράμματα αυτά ειδικεύονται στη δημιουργία μουσικής σημειογραφίας μέσω της εισαγωγής και επεξεργασίας κωδικοποιημένων μουσικών συμβόλων. Ορισμένα μπορούν να αναπαράγουν παρτιτούρες στο πρότυπο MIDI.

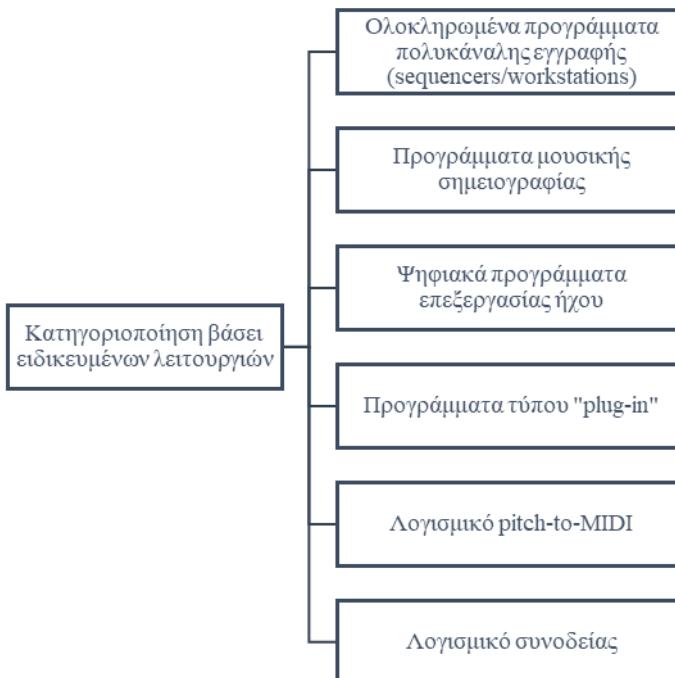
Ψηφιακά προγράμματα επεξεργασίας ήχου: πρόκειται για εξειδικευμένο λογισμικό για την εγγραφή, επεξεργασία και αναπαραγωγή ψηφιακών κυματομορφών. Συχνά ενσωματώνονται ή λειτουργούν σε συνδυασμό (εκτελούνται παράλληλα) με ολοκληρωμένο λογισμικό πολυκάναλης εγγραφής.

Προγράμματα τύπου "plug-in": όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα plug-in είναι υποπρογράμματα που δεν λειτουργούν μόνα τους αλλά "φορτώνονται" σε άλλα προγράμματα. Τα plug-ins είναι συνήθως μονάδες επεξεργασίας ήχου, όπως εικονικές μονάδες ερέ (reverbs, echoes), ισοσταθμιστές, αποθορυβοποιητές μετατροπές pitch/duration κ.λπ., που περιλαμβάνουν επίσης εικονικούς συνθέτες.

Λογισμικό pitch-to-MIDI: τα προγράμματα αυτά μετατρέπουν, για παράδειγμα, τα ηχητικά σήματα φυσικών οργάνων σε πληροφορίες MIDI.

Λογισμικό συνοδείας: λογισμικό που ενορχητρώνει αυτόματα τις ακολουθίες συγχορδιών που παρέχει ο χρήστης και δημιουργεί χρήσιμα μέρη συνοδείας για "ζωντανή" εξάσκηση οργάνων.

Σχήμα 9: Κατηγορίες Λογισμικών Μουσικής. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία



Σχήμα 10: Κατηγορίες Λογισμικών Μουσικής, βάσει ειδικευμένων λειτουργιών. Πηγή: www.midi.org

3.2 Βασικά στοιχεία - πρωτόκολλο MIDI

3.2.1 Ιστορικά Δεδομένα

Το MIDI με άλλα λόγια, ορίζει την κοινή γλώσσα που απαιτείται για την επικοινωνία δύο συσκευών και το υλικό (καλώδια, θύρες κ.λπ.) για την υποστήριξή της (Cycling, 2004).

Οι πληροφορίες που πρέπει να επικοινωνούνται δεν αντιπροσωπεύουν ουσιαστικά ήχο, αλλά μάλλον μηνύματα ελέγχου/εντολές που δίνονται από ένα όργανο σε ένα άλλο με απότερο σκοπό την παραγωγή ήχου. Ως εκ τούτου, δεν αναφέρεται απαραίτητα στον ήχο, αν και εξελίχθηκε από την ανάγκη ευέλικτου ελέγχου των ηλεκτρονικών οργάνων σε πραγματικό χρόνο (performance). Αυτό που ορίζει ο συνθέτης είναι οι κανόνες για την κωδικοποίηση των πληροφοριών απόδοσης (Cycling, 2004).

Την εποχή των αναλογικών συνθετητών, οι συσκευές ελέγχου (κυρίως τα πλήκτρα) και οι συσκευές παραγωγής ήχου συνεργάζονταν. Με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συσκευών ελέγχου, άρχισε ο διαχωρισμός της συσκευής ελέγχου και της συσκευής παραγωγής ήχου (το ίδιο το συνθεσάζερ), δημιουργώντας μια κατηγορία υβριδικών συστημάτων: για να κάνουν τις δύο συσκευές να επικοινωνούν, οι εταιρείες της εποχής ανέπτυξαν τα δικά τους πρωτόκολλα επικοινωνίας (εντολές ελέγχου) και το δικό τους υλικό (καλώδια, είσοδοι κ.λπ.). Το πρώτο από αυτά ήταν το "υβριδικό σύστημα" (Roads, 1996).

Οι σημαντικές ασυμβατότητες που προέκυψαν στα τέλη της δεκαετίας του 1970, οι οποίες απαγόρευαν το συνδυασμό συσκευών διαφορετικών εταιρειών, οδήγησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980 στην απόφαση των μεγάλων αμερικανικών και ιαπωνικών εταιρειών για ένα κοινό πρωτόκολλο επικοινωνίας, την προδιαγραφή MIDI 1.0 (Cycling, 2004).

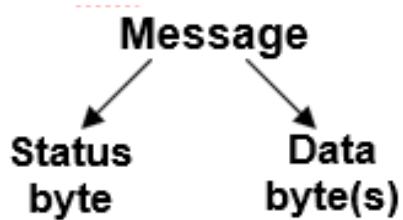
Η ανάπτυξη του MIDI είχε δύο βασικά κριτήρια (Roads, 1996):

- (1) Χαμηλό κόστος για τους καταναλωτές.
- (2) Να χρησιμοποιείται κυρίως στην ποπ μουσική (δυτικά τονισμένα).

Οι πρώτες συσκευές που χρησιμοποιούσαν αυτό το κοινό πρωτόκολλο εμφανίστηκαν στις αρχές του 1983. Έκτοτε, η προδιαγραφή αυτή έχει αλλάξει αρκετές φορές (Moog, 1993).

3.2.2 Βασική μορφή μηνυμάτων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα μηνύματα MIDI δεν μεταφέρουν εγγενώς ήχο, αλλά απλώς μηνύματα ελέγχου (κείμενο). Η μορφή αυτών των μηνυμάτων απεικονίζεται στο παρακάτω απλό διάγραμμα (Roads, 1996):



Σχήμα 11: Μηνύματα MIDI. Πηγή: Roads, 1996

To byte κατάστασης αρχίζει πάντα με το πρώτο bit '1' και το byte δεδομένων αρχίζει πάντα με το πρώτο bit '0'.

- Από τα υπόλοιπα επτά bits του status byte, το πρώτο μισό (τρία bits) προσδιορίζει μια συγκεκριμένη λειτουργία (τι συνέβη στη συσκευή ελέγχου). Για παράδειγμα, το πάτημα ενός πλήκτρου/μιας νότας (note on), η παύση της (note off) ή μια αλλαγή στο τονικό ύψος (pitch bend), ενώ το δεύτερο μισό προσδιορίζει το κανάλι.
- Τα bytes δεδομένων/δευτερόλεπτο υποδεικνύουν την τιμή της παραμέτρου που αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη λειτουργία. Σε κάθε byte δεδομένων απομένουν 7 bits (το πρώτο bit είναι πάντα 0). Αυτά τα 7 bit δίνουν $2^7 = 128$ πιθανές τιμές: ξεκινώντας από το 0, το εύρος τιμών για κάθε παράμετρο που αντιπροσωπεύεται από ένα τέτοιο byte δεδομένων είναι 0-127.

Σε αυτό το εργαστήριο, ασχολούμαστε μόνο με μηνύματα, δηλαδή μηνύματα που μεταφέρουν πληροφορίες σχετικά με το πάτημα και το άφημα των πλήκτρων: "note on" και "note off" (Roads, 1996).

3.2.2.1 Note-on/Note-off

To Note On είναι ένα μήνυμα που υποδεικνύει ένα πάτημα του πληκτρολογίου, δηλαδή την έναρξη μιας νότας. Αυτά τα μηνύματα αποτελούνται από τρεις παραμέτρους: αριθμός νότας, ταχύτητα και κανάλι (Moog, 1993).

To byte κατάστασης προσδιορίζει δύο πράγματα (Rumsey, 1994):

- Τον τύπο του μηνύματος (note on ή note off) και
- Το κανάλι.

Τα κανάλια MIDI είναι τα ίδια με τα κανάλια της τηλεόρασης. Δηλαδή, είναι σαν μια τηλεόραση με έναν αριθμό διαφορετικών καναλιών, καθένα από τα οποία είναι συντονισμένο σε διαφορετική συχνότητα, έτσι ώστε να μπορείτε να βλέπετε μόνο ένα κάθε φορά. Έτσι και με το MIDI, κάθε συσκευή "ακούει" σε διαφορετικό κανάλι κάθε φορά. Διαφορετικοί σταθμοί μπορεί να εκπέμπουν την ίδια στιγμή, αλλά κάθε συσκευή είναι συντονισμένη σε ένα κανάλι κάθε φορά, οπότε ανταποκρίνεται μόνο όταν οι πληροφορίες έρχονται σε αυτό το κανάλι. Βασικά, το MIDI έχει 16 κανάλια. Σε κάθε

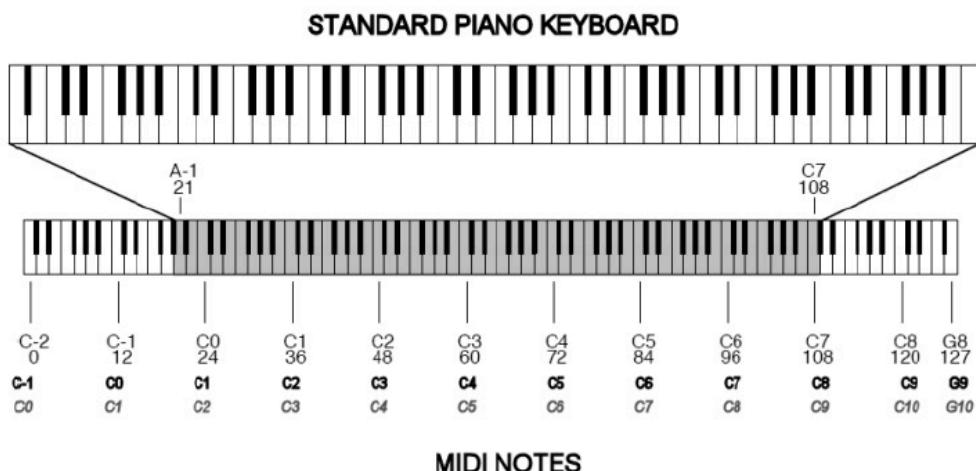
ένα μπορεί να ανατεθεί ένας διαφορετικός τόνος/όργανο (από τα 128 στο GM-General MIDI) (Winkler, 2001).

Για το Note On και το Note Off, υπάρχουν δύο διαφορετικά bytes δεδομένων, τα οποία καθορίζουν τις τιμές δύο παραμέτρων που χαρακτηρίζουν το Note On και το Note Off (Rumsey, 1994):

- "Note Number"

Πίνακας 1: Συσχέτιση Νοτών με MIDI για διαφορετικές οκτάβες. Πηγή: Rumsey, 1994

Νούμερο οκτάβας	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
2	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
3	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
4	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
5	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
7	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
8	120	121	122	123	124	125	126	127	-	-	-	-



Σχήμα 12: Αντιστοίχιση Νοτών με τα πλήκτρα ενός πιάνου. Πηγή: Rumsey, 1994

- "Velocity".

$\text{ppp} = 8$ $\text{pp} = 20$ $\text{p} = 31$ $\text{f} = 42$ $\text{mf} = 53$ $\text{mf} = 64$ $\text{f} = 80$ $\text{ff} = 96$ $\text{fff} = 112$ $\text{fff} = 127$

Σχήμα 13: Σχέση έντασης νότας με μουσική σημειογραφία. Πηγή: <https://www.researchgate.net/>

Ο "αριθμός νότας" αντιπροσωπεύει τη νότα: μια νότα στο MIDI παίρνει 128 διαφορετικές τιμές, δηλαδή από το 0 έως το 127, οι οποίες αντιστοιχούν σε ένα από τα πλήκτρα του πληκτρολογίου. Αυτό σημαίνει ότι μια διαφορά 1 μεταξύ δύο διαφορετικών νοτών αντιπροσωπεύει έναν ημιτόνιο. Το μεσαίο Do σε ένα κανονικό πληκτρολόγιο πληκτρολογίου αντιστοιχεί στο 60 (Zycarelli et al., 2004).

Η "ταχύτητα" περιγράφει τη δύναμη με την οποία πιέζονται τα πλήκτρα του πληκτρολογίου και την ένταση του παραγόμενου ήχου. Η ταχύτητα παίρνει το ίδιο εύρος τιμών με μια νότα (128), δηλαδή 0-127 (Rumsey, 1994).

3.2.3 Καλώδια & Βύσματα

Η προδιαγραφή του πρωτοκόλλου MIDI (προδιαγραφή MIDI 1.0), όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ορίζει όχι μόνο τη "γλώσσα" της επικοινωνίας, αλλά και το υλικό που απαιτείται γι' αυτήν. Οι περισσότερες συσκευές που υποστηρίζουν το πρωτόκολλο διαθέτουν τρεις υποδοχές διασύνδεσης - OUT, IN και THRU. Το χειριστήριο στέλνει πληροφορίες από την OUT που αντιπροσωπεύουν μια ενέργεια που εκτελείται από τη συσκευή, όπως το πάτημα ενός κουμπιού στη λαβή (Zycarelli et al., 2004).

Οι επόμενες συσκευές λαμβάνουν αυτές τις πληροφορίες στην IN. Εάν προορίζεται για τη συγκεκριμένη συσκευή (κανάλι) και η συσκευή είναι ικανή να ανταποκριθεί, θα αντιδράσει σύμφωνα με το περιεχόμενο των πληροφοριών που έλαβε (Winkler, 2001).

Το THRU χρησιμοποιείται επειδή το ίδιο σήμα δεν μπορεί να σταλεί σε δύο συνδέσεις (-Y), όπως συμβαίνει με τα σήματα ήχου: στις συσκευές με έξοδο THRU, η πληροφορία που λαμβάνεται στην είσοδο IN μεταφέρεται απευθείας στην έξοδο (THRU) της ίδιας συσκευής, αμετάβλητη (ως ακριβής ως ακριβές αντίγραφο) στην έξοδο (THRU) της ίδιας συσκευής. Με αυτόν τον τρόπο, πολλές συσκευές MIDI μπορούν να συνδεθούν με αλυσίδα daisy-chain.²

Σε μια τέτοια διασύνδεση, όλες οι συσκευές λαμβάνουν ακριβώς τις ίδιες πληροφορίες από την πρώτη συσκευή. Τα μηνύματα που ανταλλάσσονται περιέχουν ένα είδος διεύθυνσης και κάθε συσκευή ανταποκρίνεται μόνο στο αντίστοιχο μήνυμα. Θεωρητικά δεν υπάρχει καμία απώλεια στο MIDI THRU, αλλά στην πράξη υπάρχει εμφανής απώλεια μετάδοσης, ειδικά αν υπάρχει μεγάλος αριθμός συσκευών (Zycarelli et al., 2004).

Τα καλώδια που συνδέουν συσκευές MIDI έχουν πέντε ακίδες, αλλά χρησιμοποιούνται μόνο τρεις (καλώδιο DIN 5 ακίδων, από την "Deutsche Industrie Norm"). Τα καλώδια μεταδίδουν πάντα πληροφορίες προς μία κατεύθυνση (Winkler, 2001).

² <http://www.fruity-loops.com/store/>



Εικόνα 4: Καλώδια που συνδέουν συσκευές MIDI. Πηγή: Winkler, 2001

3.2.4 Τυπική συνδεσμολογία – Χειρισμός & Παραγωγή Ήχου

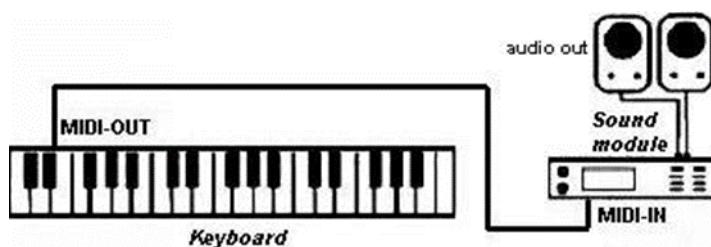
Οι συσκευές ελέγχου MIDI (τα πιο κλασικά πληκτρολόγια/πληκτρολόγια) είτε διαθέτουν ενσωματωμένη γεννήτρια ήχου (synthesiser) είτε πωλούνται χωριστά, η οποία ελέγχει μόνο μια άλλη συσκευή με γεννήτρια ήχου (sound module), αλλά δεν παράγει ήχο Υπάρχουν δύο τύποι (Zycarelli et al., 2004).

Στην τελευταία περίπτωση, ο ελεγκτής MIDI διαθέτει μόνο μια έξοδο, ή MIDI-OUT, καθώς εξάγει μόνο πληροφορίες ελέγχου. Για να παραχθεί ήχος με βάση αυτές τις πληροφορίες, πρέπει να αποσταλούν σε μια συσκευή που λειτουργεί ως συνθέτης, δηλαδή στο MIDI-IN της. Αυτός ο ρόλος μπορεί επίσης να εκπληρωθεί από έναν υπολογιστή συνοδευόμενο από λογισμικό (π.χ. MAX) που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο MIDI (Dodge et al., 1997).

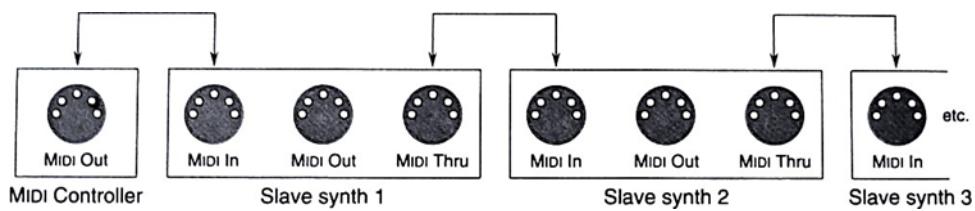
Ωστόσο, συνδέουμε πάντα δύο συσκευές και παίρνουμε πληροφορίες από το MIDI-OUT της συσκευής παραγωγής και τις περνάμε στο MIDI-IN της συσκευής λήψης. Αν θέλουμε να στείλουμε την ίδια πληροφορία σε μια άλλη συσκευή, μπορούμε να πάρουμε την ίδια (αρχική) πληροφορία από το MIDI-THRU της δεύτερης συσκευής (Dodge et al., 1997).

Με αυτόν τον τρόπο, μπορείτε να δημιουργήσετε μια αλυσίδα daisy chain από συσκευές συνδεδεμένες σε σειρά μεταξύ τους. Παρόλο που το πρωτόκολλο MIDI σχεδιάστηκε με το πληκτρολόγιο ως ελεγκτή MIDI, κάθε συσκευή που υποστηρίζει το πρωτόκολλο χρησιμοποιεί τα ίδια μηνύματα και πληροφορίες (Winkler, 2001).

Τα παραπάνω επιτρέπουν μια ποικιλία διατάξεων/συνδέσεων (Zycarelli et al., 2004):



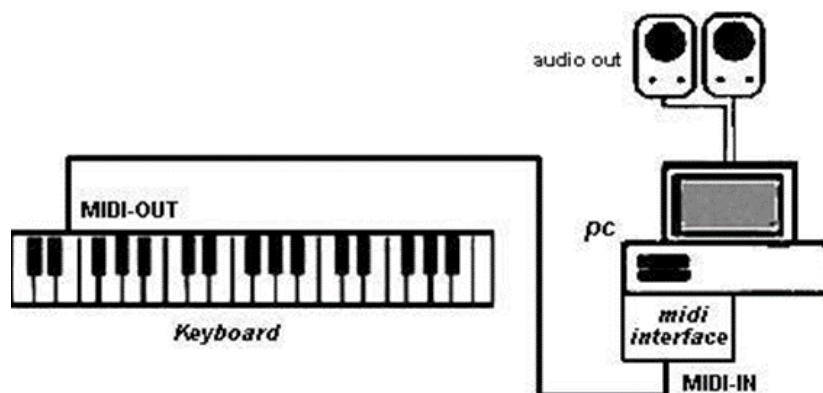
Εικόνα 5: Συνδεσμολογία keyboard – sound module. Πηγή: Zycarelli et al., 2004



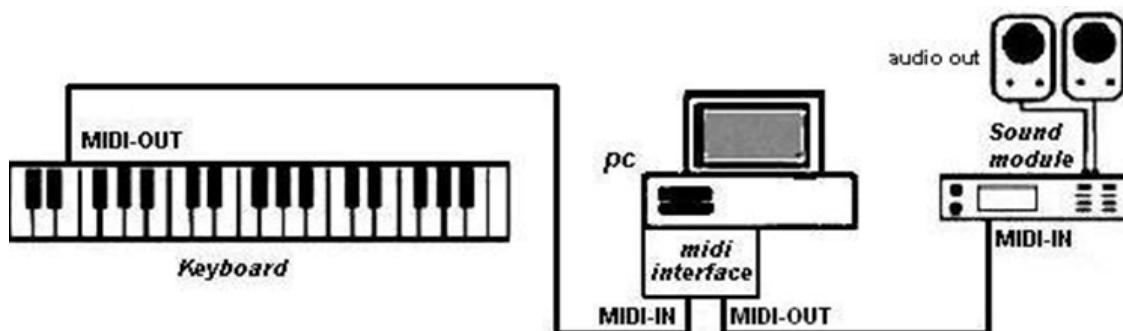
Εικόνα 6: ‘Daisy chaining’. Πηγή: Zycarelli et al., 2004

Πολλοί υπολογιστές δεν διαθέτουν ενσωματωμένη θύρα MIDI. Σε αυτή την περίπτωση, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια διεπαφή MIDI για τη διασύνδεση με μια συσκευή MIDI. Αυτή η διασύνδεση στέλνει μηνύματα MIDI από τον υπολογιστή σε μια εξωτερική συσκευή μέσω της θύρας MIDI-OUT, λαμβάνει τέτοια μηνύματα από τη θύρα MIDI-IN και, ανάλογα με τον τύπο της διασύνδεσης (σειριακή, παράλληλη ή πολυγραμμική), τα μετατρέπει σε ένα (Rumsey, 1994).

Μετατρέπει το μήνυμα σε πρωτόκολλο. Το πιο αργό από αυτά είναι το σειριακό. Σε κάθε περίπτωση, ωστόσο, πρέπει να θυμόμαστε ότι το πρωτόκολλο MIDI έχει ορισμένους περιορισμούς στην γοργότητα με την οποία θα μπορέσει να ολοκληρωθεί η μεταφορά των πληροφοριών, ανεξάρτητα από τον τρόπο διασύνδεσης με τον υπολογιστή (Winkler, 2001).



Εικόνα 7: Συνδεσμολογία keyboard – pc. Πηγή: Winkler, 2001



Εικόνα 8: Συνδεσμολογία keyboard – pc – sound module. Πηγή: Winkler, 2001

3.2.5 Δυνατότητες - Περιορισμοί πρωτοκόλλου MIDI

Μερικά από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του πρωτοκόλλου παρατίθενται εδώ. Παρόλο που το πρωτόκολλο MIDI είναι ένα φθηνό και δημοφιλές πρωτόκολλο (το οποίο αποτέλεσε το κύριο κριτήριο για την ανάπτυξή του), έχουν δημιουργηθεί πολλές απλουστεύσεις και συμβάσεις χωρίς να έχουν δοθεί λύσεις σε πολλαπλά από τα ποικίλα εμπόδια άμεσα σχετιζόμενα με τη διασύνδεση και την αναπαράσταση της μουσικής πληροφορίας (Zycarelli et al., 2004).

3.2.5.1 Δυνατότητες

Με το MIDI, είναι δυνατό να διαχωριστεί η συσκευή ελέγχου από τη συσκευή παραγωγής ήχου. Επομένως, η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από τον υπολογιστή (Winkler, 2001).

(1) Δεν υπάρχει η ανάγκη κάθε keyboard να διαθέτει και ένα synthesizer. Μπορούμε μάλιστα με ένα MIDI Controller να χειρίζομαστε πάνω από ένα synthesizer.

(2) Ο διαχωρισμός MIDI controller – synthesizer δίνει τη δυνατότητα για χρήση οποιουδήποτε MIDI controller για τον έλεγχο ενός synthesizer.

(3) Ένας υπολογιστής με κάποιο software για μουσική εκτέλεση μπορεί να μεσολαβήσει ανάμεσα στον MIDI controller και στο synthesizer.

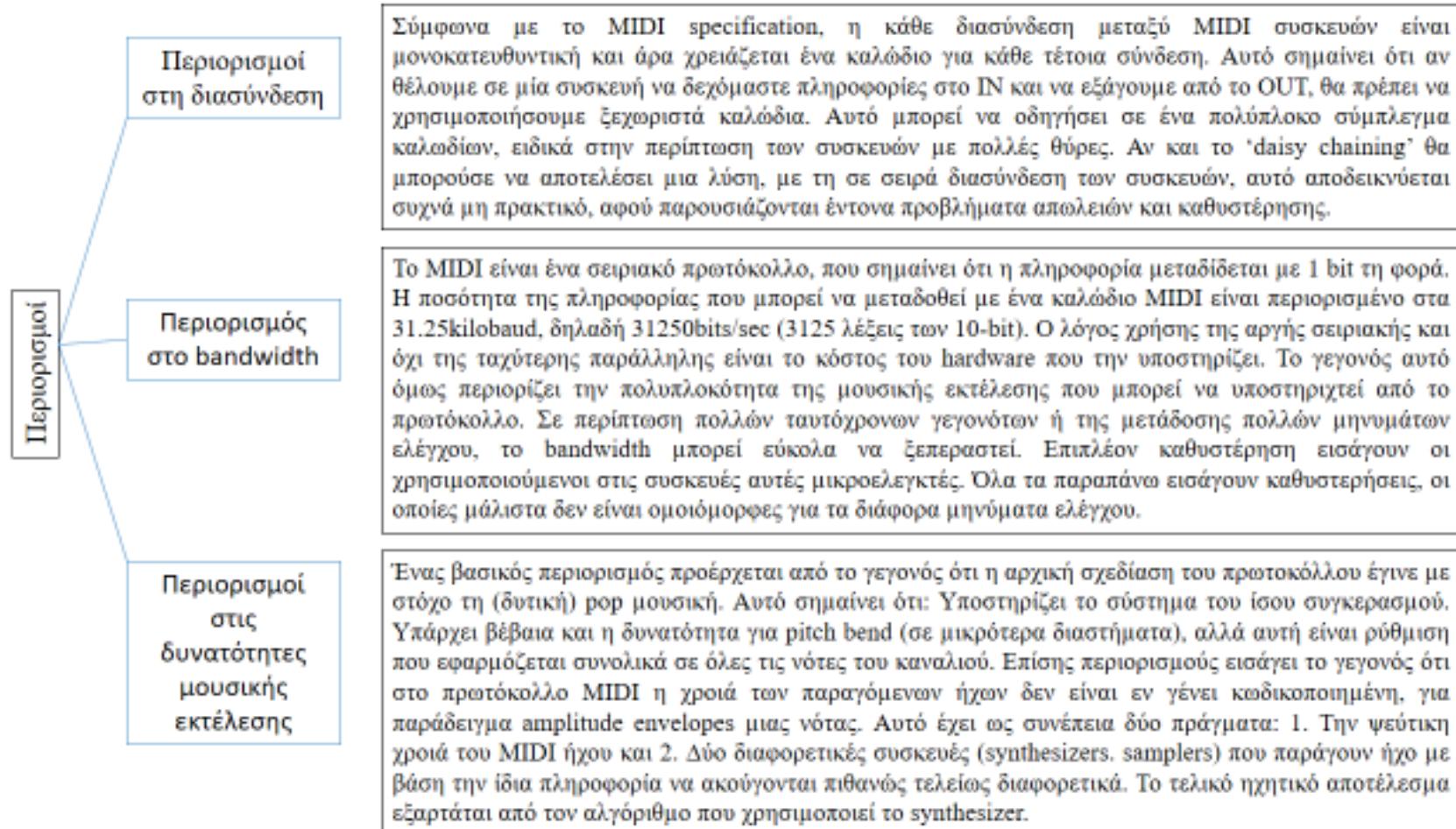
(4) Υπάρχει η δυνατότητα επακριβούς επαναληψιμότητας στις ενέργειες ελέγχου

(5) Εφόσον το MIDI δε μεταφέρει βαριά αρχεία ήχου, αλλά απλές εντολές (text), μπορούν αυτές οι πληροφορίες να διακινηθούν με ευκολία μέσω δικτύου.

Σχήμα 14: Δυνατότητες MIDI. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.2.5.2 Περιορισμοί

Οι περιορισμοί του πρωτοκόλλου MIDI μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες (Winkler, 2001):



Σχήμα 15: Περιορισμοί Πρωτοκόλλου MIDI. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.3 Το Πρότυπο Λειτουργίας MIDI

Είναι ένα πρότυπο για τη μετάδοση και αποθήκευση μουσικής, αρχικά σχεδιασμένο για ψηφιακά συνθεσάιτερ μουσικής. Το MIDI δεν μεταδίδει ηχογραφημένους ήχους. Αντίθετα, περιλαμβάνει μουσικές νότες, χρονισμούς και πληροφορίες τόνου, τις οποίες χρησιμοποιεί η συσκευή λήψης για την αναπαραγωγή μουσικής από τη δική της βιβλιοθήκη ήχου.

Οι περισσότερες από τις μορφές ήχου που γνωρίζουμε έχουν σχεδιαστεί για να αναπαράγουν τον ήχο ακριβώς, όπως ένα αρχείο MPEG-1 Audio Layer-3 (MP3) ή Waveform Audio File Format (WAV). Συχνά, ένα μικρόφωνο καταγράφει τον ήχο και στη συνέχεια ο ήχος μεταδίδεται ως αναλογικό ή ψηφιακό σήμα σε ένα ηχείο, το οποίο αναπαράγει και αναπαράγει τον ήχο. Δεδομένου ότι το MIDI δημιουργήθηκε αποκλειστικά για ηλεκτρονικά όργανα, χρησιμοποιεί έναν εντελώς διαφορετικό τρόπο αποστολής και αποθήκευσης μουσικής.

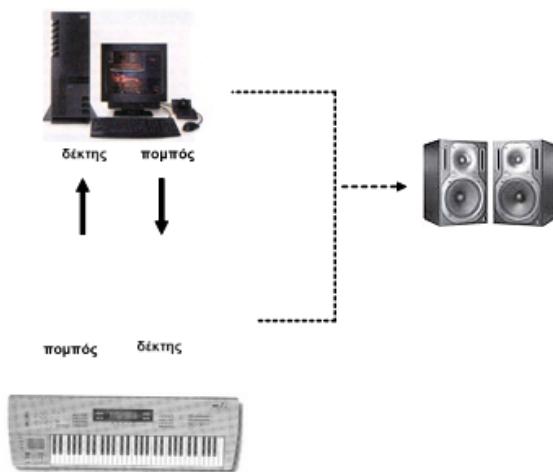
Το MIDI δεν στέλνει το ηχητικό κύμα που δημιουργείται από ένα όργανο. Αντίθετα, στέλνει πληροφορίες για τις μουσικές νότες και η συσκευή λήψης χρησιμοποιεί τους δικούς της εσωτερικούς μηχανισμούς για να παράγει τους ήχους.



Σχήμα 16: Πρότυπο MIDI – αλληλένδετα μέρη. Πηγή: Αδάμ, 2002

3.4 MIDI Συσκευές/Μέθοδοι Διασύνδεσης

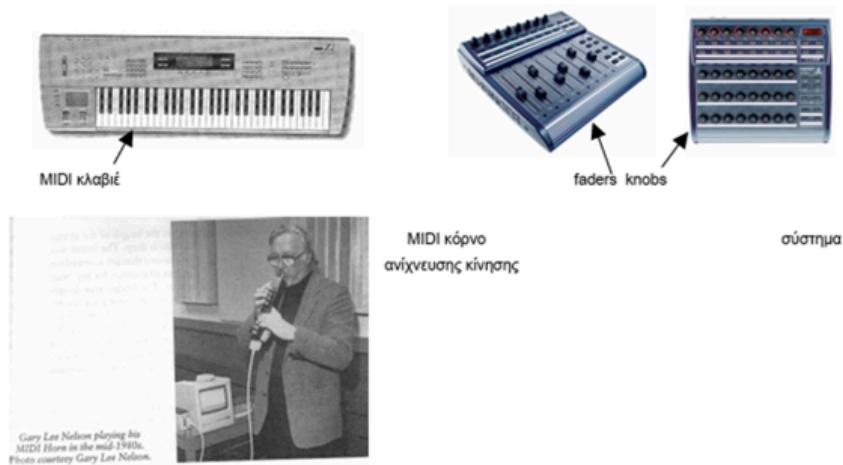
Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης και χρήσης του εξοπλισμού MIDI, μπορεί να διαδραματίζει διαφορετικό ρόλο σε κάθε περίπτωση. Επί παραδείγματι, ένα συνθεσάιζερ δύναται να υλοποιηθεί η σύνδεση μέσω ενός υπολογιστή προς αποστολή κωδικοποιημένων μουσικών πληροφοριών (π.χ. νότες) σε μουσικό λογισμικό ή μπορεί να λάβει εντολές για την αναπαραγωγή ήχων. Οι παραπάνω ισχυρισμοί μπορούν να διαδραματίζονται διαδοχικά ή ταυτόχρονα στη διαδικασία της μουσικής δημιουργίας, αρκεί να υπάρχει η κατάλληλη σύζευξη (Αδάμ, 2002).



Εικόνα 9: Πομπός και δέκτης MIDI πληροφορίας. Πηγή: Αδάμ, 2002

3.3.1 MIDI Controller

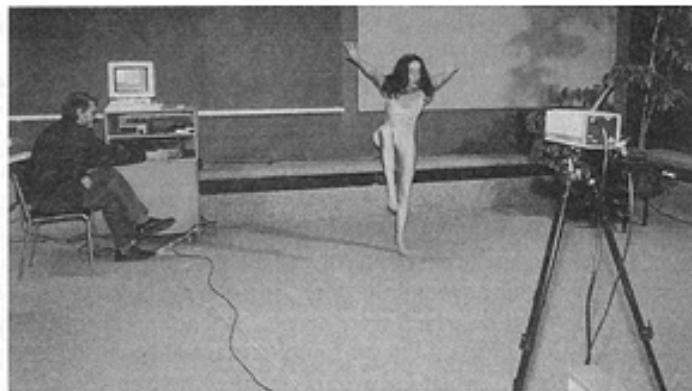
Ένας ελεγκτής MIDI μπορεί να είναι ένα ηλεκτρονικό όργανο (π.χ. συνθεσάιζερ/πληκτρολόγιο clavichord, κιθάρα MIDI, ακορντέον MIDI, πνευστό όργανο MIDI) ή οποιοδήποτε άλλο όργανο στο οποίο μπορεί να ανατεθεί η αλλαγή συγκεκριμένων παραμέτρων, όπως μια συσκευή με ρυθμιστές ή κουμπιά. Το χειριστήριο MIDI μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως ελεγκτής MIDI. Τέλος, οι ελεγκτές MIDI περιλαμβάνουν επίσης συστήματα που ανιχνεύουν και μετατρέπουν την κίνηση και τον ήχο σε πληροφορίες MIDI, καθώς και εικονικές συσκευές εντός της γραφικής διεπαφής ενός μουσικού προγράμματος (π.χ. εικονικές χειρολαβές) που μπορούν να χειριστούν με τη χρήση ποντικιού υπολογιστή (Αδάμ, 2002).



Εικόνα 10: MIDI Controller. Πηγή: Αδάμ, 2002

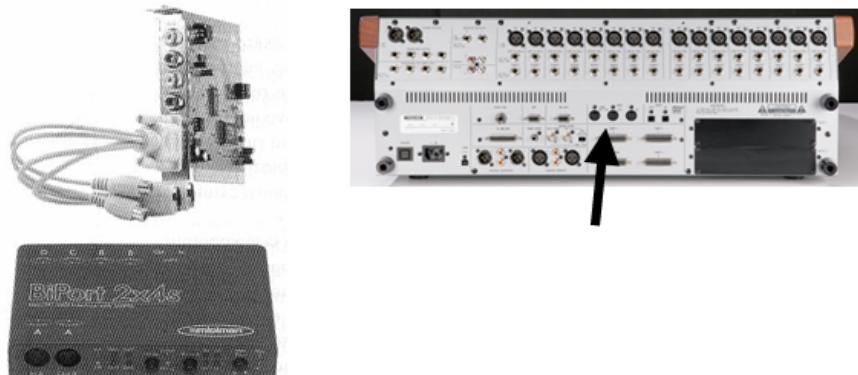
3.3.2 Interface

Η διεπαφή MIDI είναι μια συσκευή που παρέχει MIDI In/Out προς και από υπολογιστή ή υλικό εξοπλισμένο με MIDI μέσω τυπικών υποδοχών MIDI 5 ακίδων. Υπάρχουν αυτόνομες διεπαφές MIDI, οι οποίες σχεδόν όλες συνδέονται με έναν υπολογιστή μέσω USB. Οι διεπαφές MIDI μπορούν επίσης να ενσωματωθούν σε πληκτρολόγια, ελεγκτές pad, επιφάνειες ελέγχου και διεπαφές ήχου. Αυτό παρέχει ένα ευρύ φάσμα επιλογών για τη διαμόρφωση του στούντιο ή της ζωντανής εξέδρας.



Bruno Spoerri (seated) with a dancer controlling a MIDI system through David Rockeby's Very Nervous System in 1991. Photo courtesy Bruno Spoerri.

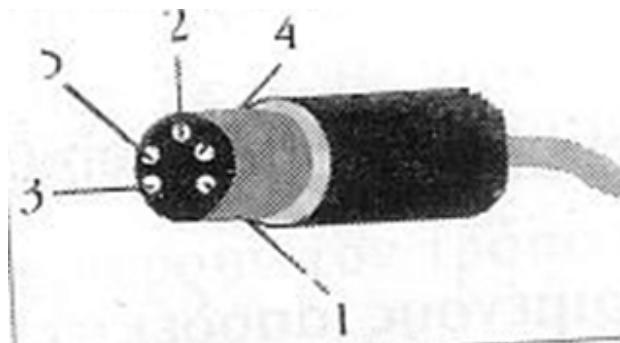
Εικόνα 11: MIDI Interface. Πηγή: Chadabe, 1997



Εικόνα 12: MIDI Interface. Πηγή: Chadabe, 1997

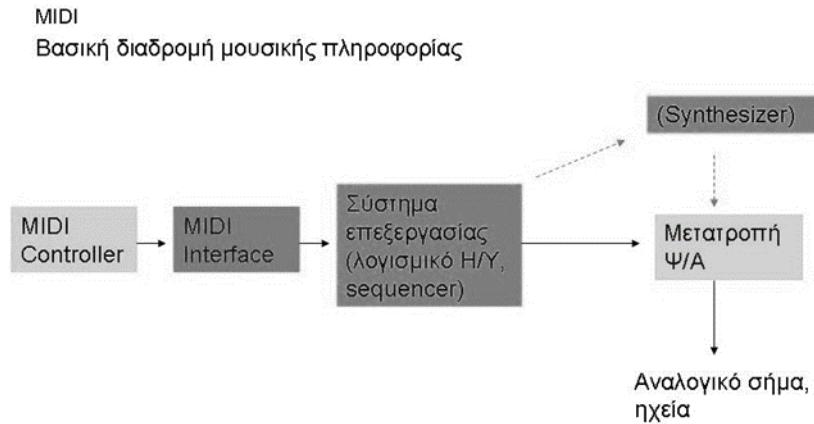
3.3.3 Καλώδια MIDI

Το καλώδιο MIDI είναι ένα ισορροπημένο καλώδιο και χρησιμοποιεί έναν 5πολικό σύνδεσμο DIN. Από τους 5 πόλους του συνδετήρα, μόνο 3 πόλοι χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση πληροφοριών MIDI, δηλαδή οι εσωτερικοί 3 πόλοι (5, 2 και 4) (Αδάμ, 2002).



Εικόνα 13: Καλώδιο με πέντε πόλους. Πηγή: Αδάμ, 2002

Μια συνηθισμένη χρήση μετάδοσης πληροφοριών παρουσιάζεται στο Σχήμα παρακάτω: Ένα χειριστήριο MIDI χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μηνυμάτων, τα οποία αποστέλλονται σε έναν δέκτη (π.χ. ένα πρόγραμμα αλληλουχίας υπολογιστή) μέσω ενός καλωδίου και μιας διεπαφής MIDI. Το μήνυμα αποστέλλεται στη συνέχεια σε ένα συνθετητή, περιφερειακό ή τύπου λογισμικού (εικονική συσκευή λογισμικού), όπου οι πληροφορίες MIDI αποκωδικοποιούνται προς παραγωγή ενός ήχου (Chadabe, 1997).



Σχήμα 17: Τυπική μετάδοση MIDI πληροφορίας. Πηγή: Chadabe, 1997

3.3.4 Θύρες Διασύνδεσης

Υπάρχουν έως και τρεις θύρες που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με συσκευές, οι οποίες ονομάζονται MIDI IN, MIDI OUT και MIDI THRU. Όλες τις συσκευές που θεωρούνται γενικά συμβατές με το πρότυπο MIDI. Η υποδοχή MIDI είναι συμβατή με 5πολικό βύσμα και χρησιμοποιείται για την αποστολή και τη λήψη μηνυμάτων που αποστέλλονται μέσω του καλωδίου MIDI (Αδάμ, 2002).

- MIDI IN: Αυτή η θύρα λαμβάνει πληροφορίες MIDI που αποστέλλονται από άλλα όργανα ή μέσα.
- MIDI OUT: Αυτή η θύρα χρησιμοποιείται για την αποστολή πληροφοριών MIDI σε άλλα όργανα/μέσα MIDI.
- MIDI THRU: Αυτή η θύρα στέλνει τις πληροφορίες που λαμβάνονται σε αυτή τη θύρα ως έχουν.
- MIDI OUT: Αυτή η θύρα στέλνει πληροφορίες MIDI σε άλλα μέσα MIDI.

3.3.5 Ρόλοι Ανάληψης Συσκευών

Κατά την επικοινωνία MIDI, υπάρχουν δύο τρόποι που μπορεί να παίξει μια συσκευή (Chadabe, 1997):

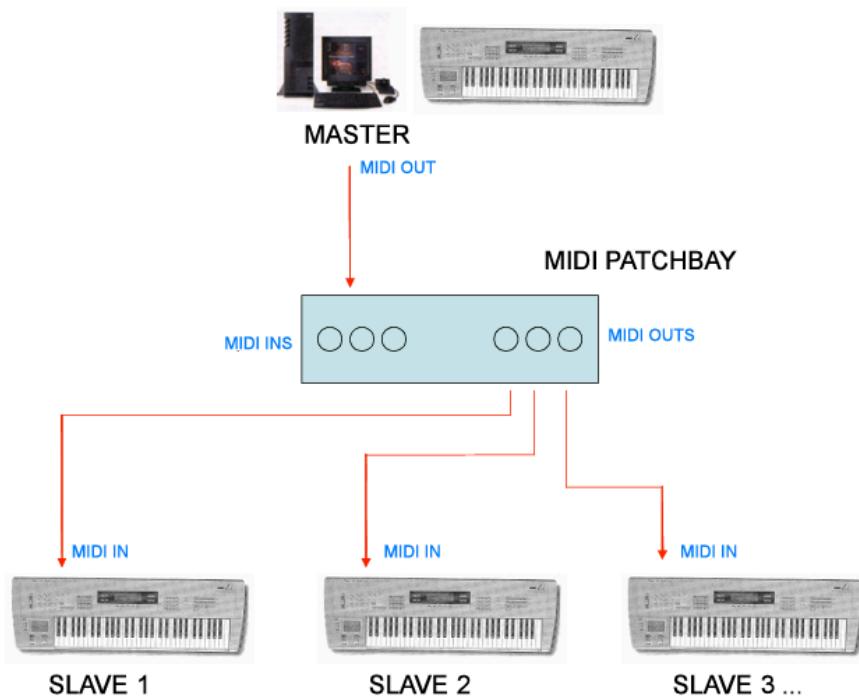


Σχήμα 18: Ρόλοι Ανάληψης Συσκευών. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.3.6 Συνδέσεις

Υπάρχουν δύο τρόποι για την ταυτόχρονη σύνδεση πολλών συσκευών: σύνδεση με αλυσίδα και σύνδεση δικτύου αστέρα (Αδάμ, 2002).

Σε μια σύνδεση daisy-chain, ο πομπός αποστέλλει πληροφορίες στο MIDI IN του δέκτη, ο δέκτης/slave επεξεργάζεται αυτές τις πληροφορίες και τις στέλνει ταυτόχρονα σε μια άλλη συσκευή slave μέσω μιας υποδοχής MIDI THRU (Chadabe, 1997).



Σχήμα 19: Σύνδεση Αστέρος (Star Network). Πηγή: Αδάμ, 2002

3.5 MIDI Επικοινωνίας – Βασικά Δεδομένα

3.5.1 Μηνύματα MIDI

Μηνύματα MIDI = ψηφιακές εντολές πληροφοριών που καθορίζουν τη συμπεριφορά οργάνων που επικοινωνούν μέσω MIDI.

3.5.2 Channels, Tracks, Parts, Events

3.5.2.1 MIDI Channels

Η μετάδοση και η λήψη μηνυμάτων MIDI μεταξύ δύο οργάνων (π.χ. συνθεσάιζερ και λογισμικό PC sequencer) πραγματοποιείται μέσω ενός καναλιού MIDI. Ένα κανάλι MIDI μπορεί να περιγραφεί ως ένα κανάλι επικοινωνίας μεταξύ δύο οργάνων MIDI, μέσω του οποίου μεταφέρονται πληροφορίες (Δημητριάδης et al., 2004).

3.5.2.2 MIDI Tracks

Πρόκειται για διαφορετικές περιοχές εισαγωγής πληροφοριών σε μουσικό λογισμικό (sequencers) και περιφερειακά. Σε πολλές περιπτώσεις, τα κομμάτια αντιστοιχούν σε κανάλια επικοινωνίας, αλλά σε ποικίλες εκδοχές τα δεδομένα από πολλά κομμάτια μεταδίδονται από το ίδιο κανάλι (Chadabe, 1997).

3.5.2.3 MIDI Parts

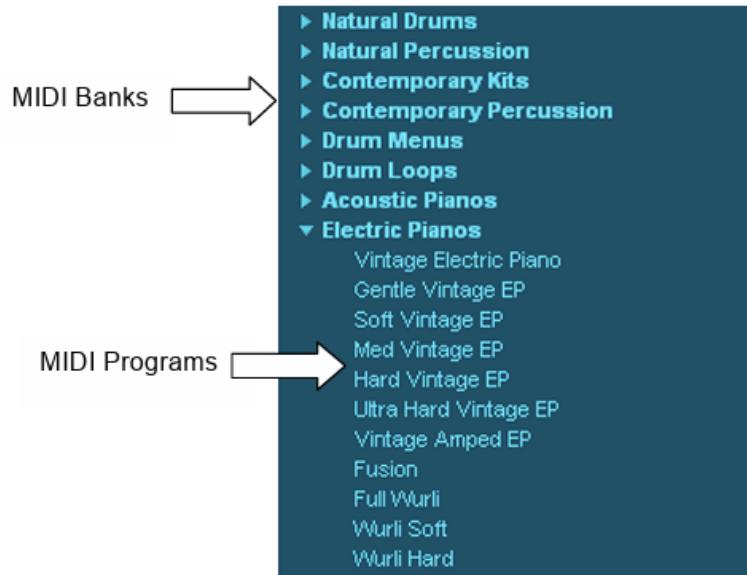
Τα μέρη είναι ακολουθίες πληροφοριών, οι οποίες εγγράφονται σε κομμάτια του sequencer (Chadabe, 1997).

3.5.2.4 MIDI Events

Τα γεγονότα MIDI είναι η ελάχιστη ποσότητα μουσικών πληροφοριών (Chadabe, 1997).

3.5.3 MIDI Programs, MIDI Banks

Ένα πρόγραμμα MIDI είναι μια προκαθορισμένη ρύθμιση (ή patch) σε ένα συνθεσάιζερ, που συνήθως αντιστοιχεί στον ήχο ενός μουσικού οργάνου (Δημητριάδης et al., 2004). Μια τράπεζα MIDI είναι μια ψηφιακή μονάδα πληροφοριών (ή "τράπεζα") στην οποία αποθηκεύονται αποθηκευμένα προγράμματα MIDI. Οι τράπεζες προκαθορισμένων προγραμμάτων έγιναν προοδευτικά όλο και πιο αναγκαίες, καθώς τα συνθεσάιζερ ήταν σε θέση να αποθηκεύουν πολλές διαφορετικές προκαθορισμένες ρυθμίσεις, στις οποίες ο χρήστης του οργάνου μπορούσε να έχει γρήγορη και εύκολη πρόσβαση. Κάθε τράπεζα MIDI περιέχει 128 προγράμματα, καθιστώντας συνολικά 16.384 τράπεζες (ή 2.097.152 προγράμματα) προσβάσιμες μέσω του πρωτοκόλλου MIDI (Chadabe, 1997).



Εικόνα 14: MIDI Banks / MIDI Programs. Πηγή: Chadabe, 1997

3.5.4 MIDI Modes

Κάθε συσκευή MIDI έχει τέσσερις τρόπους λειτουργίας, ανάλογα με την πολυφωνία και την πολυχρωμία της, οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνεται στις εισερχόμενες πληροφορίες (Αδάμ, 2002):

<p>Omni on: ο δέκτης ανταποκρίνεται στις λαμβανόμενες πληροφορίες, ανεξάρτητα από το κανάλι στο οποίο ελήφθησαν οι πληροφορίες.</p>	<p>Omni off: ο δέκτης ανταποκρίνεται μόνο στις πληροφορίες που λαμβάνονται σε ένα προκαθορισμένο κανάλι.</p>
<p>Poly on: ο δέκτης ανταποκρίνεται σε πληροφορίες σε πολυφωνία (ανάλογα με τη διαθέσιμη πολυφωνία).</p>	<p>Mono on: ο δέκτης ανταποκρίνεται σε πληροφορίες σε μονοφωνία (ένας ήχος κάθε φορά).</p>

Από τους πιθανούς συνδυασμούς των παραπάνω τρόπων λειτουργίας προκύπτουν τέσσερις τρόποι λειτουργίας MIDI που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο το όργανο/όργανο ανταποκρίνεται στις λαμβανόμενες πληροφορίες (Chadabe, 1997):

Τρόπος λειτουργίας 1:
Omni on/poly.

Τρόπος λειτουργίας 2:
Omni on/mono

Τρόπος λειτουργίας 3:
Omni Off/Poly

Τρόπος λειτουργίας 4:
Omni off/mono

3.5.6 Παράμετροι Ελέγχου

Τα μηνύματα MIDI μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αλλαγή και τον έλεγχο ορισμένων παραμέτρων που σχετίζονται με τη ρύθμιση του ήχου του οργάνου. Τα μηνύματα αυτά αποστέλλονται μέσω του ελεγκτή ροής. Οι ελεγκτές ροής είναι μεμονωμένα συστήματα που εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες και ενσωματώνονται σε πιο ολοκληρωμένες ελεγκτικές συσκευές MIDI (πληκτρολόγια MIDI, συνθέτες, μίκτες) (Δημητριάδης et al., 2004).

Οι παράμετροι που μπορούν να τροποποιηθούν από αυτούς τους ελεγκτές περιλαμβάνουν τα εξής:

Pitch bend: τονική ολίσθηση Volume: διαμόρφωση έντασης	Velocity: διαμόρφωση δυναμικής	Expression: εκφραστικότητα (διαμόρφωση έντασης με προσδιορίσμα όρια ελέγχου) Pan: μεταβολή της θέσης του ήχου στη στερεοφωνική εικόνα
Modulation: τονική διαμόρφωση (vibrato)	Portamento: ομαλή / συνεχόμενη τονική σύνδεση των φθόγγων	Effect control / depth: έλεγχος ενός εξωτερικού επεξεργαστή σήματος (reverb, delay κτλ). Sostenuto / soft pedal: μεταβολή ηχοχρώματος (μίμηση των πεντάλ του πιάνου)
Sustain: διατήρηση ήχου μετά το τέλος της νότας Balance: συνδυασμός δύο διαφορετικών ηχοχρωμάτων	Attack / Release Time: έλεγχος της χρονικής διάρκειας των σταδίων ανάκρουσης / απελευθέρωσης της περιβάλλουσας του ήχου.	Brightness: ‘λαμπερότητα’ (εξαρτάται από τη μέθοδο σύνθεσης-διαμόρφωσης του κάθε συνθετητή)
Timbre / Harmonic content: μεταβολή ηχοχρώματος		Προσδιορίσμες παράμετροι (...): ο χρήστης μπορεί μέσω MIDI να προσδιορίσει ένα σύνολο ειδικών παραμέτρων για να διαμορφώσει τον ήχο μέσω ελεγκτών.

Σχήμα 20: Παράμετροι Ελέγχου. Πηγή: Δημητριάδης et al., 2004

3.5.7 MIDI Αρχεία – Αποθήκευση Πληροφορίας

Τα αρχεία MIDI με την επέκταση ".MID". Βάσει του τρόπου εισαγωγής των πληροφοριών, τα αρχεία MIDI χωρίζονται σε κατηγορίες (μορφές):

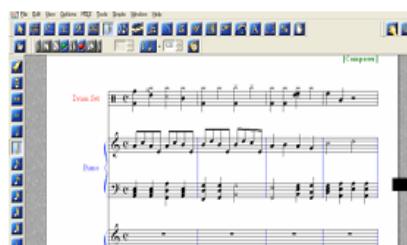
Κατηγορίες

Native Format: η μέθοδος αποθήκευσης καθορίζεται από τον κατασκευαστή του κάθε οργάνου/συσκευής.

Standard Midi File: οι πληροφορίες αποθηκεύονται σύμφωνα με κάποιες συγκεκριμένες προδιαγραφές και είναι κοινά αποδεκτές από όλα τα όργανα/μέσα MIDI. Το Standard Midi File αναφέρεται σε ένα ενοποιημένο σύνολο χαρακτηριστικών στα οποία κάθε μουσικό λογισμικό ή όργανο, ανεξάρτητα από τη δομή του, αναμένεται να ανταποκρίνεται με τον ίδιο τρόπο. Το πρότυπο αρχείο Midi αναφέρεται σε ένα ενοποιημένο σύνολο χαρακτηριστικών στα οποία κάθε μουσικό λογισμικό ή όργανο αναμένεται να ανταποκρίνεται με τον ίδιο τρόπο, ανεξάρτητα από τη δομή του.

Η επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών μουσικών προγραμμάτων επιτυγχάνεται επομένως μέσω της ανταλλαγής Standard Midi Files.

Finale

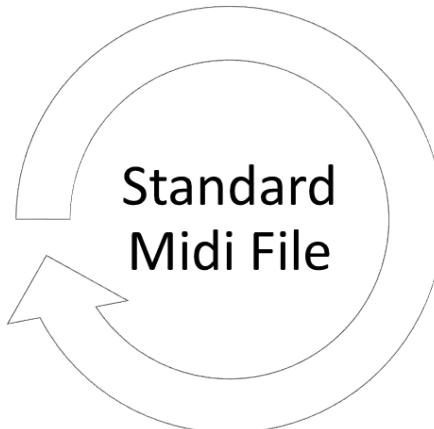


Cubase



Εικόνα 15: Μεταφορά μουσικής πληροφορίας. Πηγή: Δημητριάδης et al., 2004

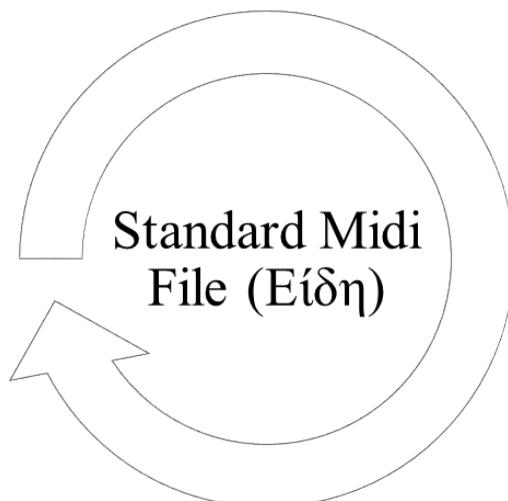
To Standard Midi File αποτελείται από αποθηκευμένα στοιχεία:



- Την MIDI πληροφορία (ακολουθίες νοτών, μηνύματα ελέγχου παραμέτρων, κανάλια επικοινωνίας, μηνύματα συγχρονισμού κτλ)
- Τα Meta Events (μουσικό μέτρο, οπλισμός, tempo, όνομα track, όνομα ακολουθίας, στίχοι, τίτλος κομματιού κτλ)

Σχήμα 21: Standard Midi File – Στοιχεία Αποθήκευσης. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία.

Τα αρχεία Standard Midi File δομούνται ως τρία είδη:

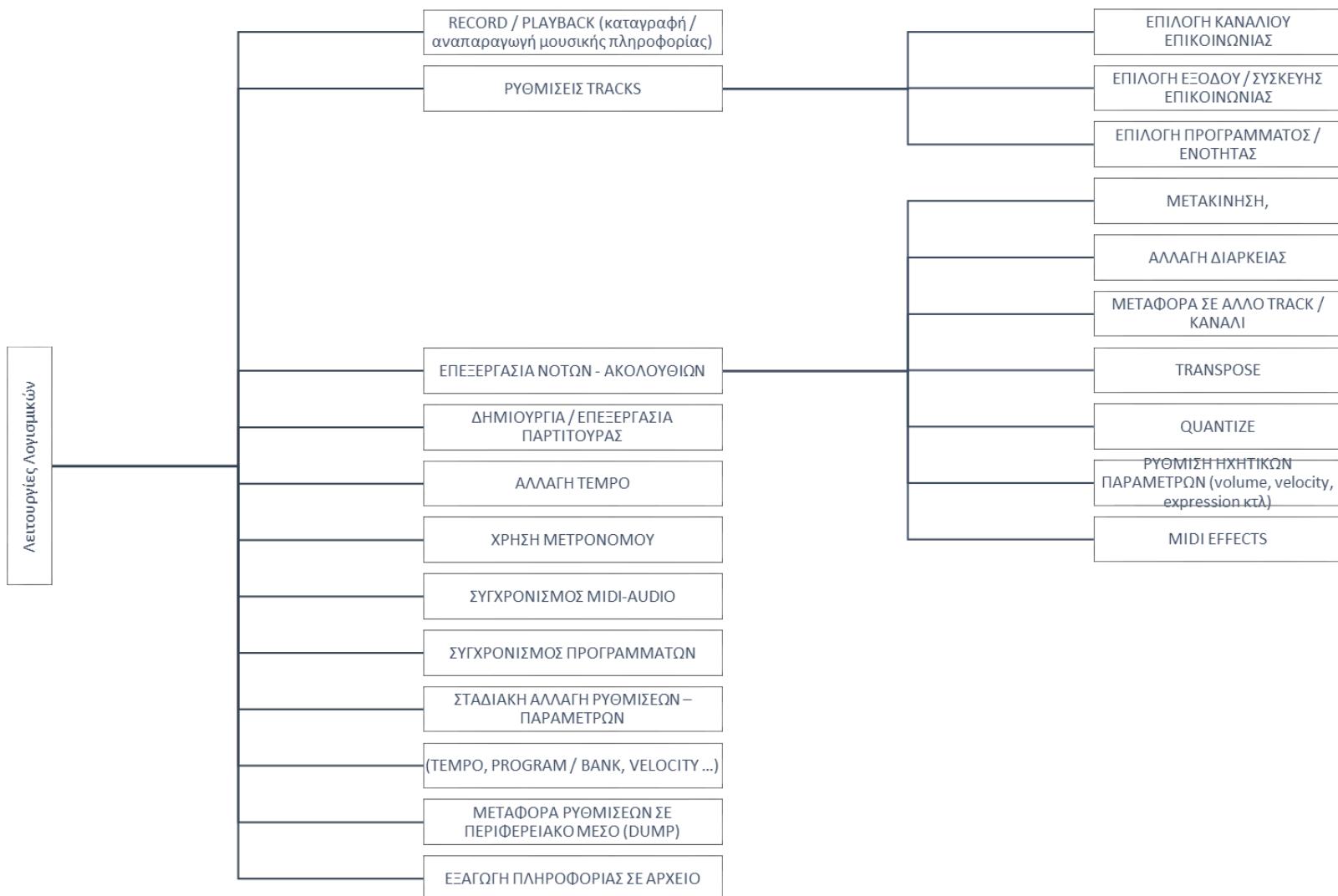


- MIDI File Type 0: τοποθετεί την MIDI πληροφορία σε ένα MIDI Track, ανεξάρτητα από των αριθμό των καναλιών που έχουν χρησιμοποιηθεί για την οργάνωση των ακολουθιών
- MIDI File Type 1: τοποθετεί την πληροφορία σε πολλαπλά tracks καθένα από τα οποία ενδέχεται να στέλνει την πληροφορία σε ένα ή περισσότερα κανάλια (συνηθέστερο είδος).
- MIDI File Type 2: Διαχειρίζεται την πληροφορία όπως το MIDI File Type 1, αλλά μπορεί το κάθε track να αντιπροσωπεύει ξεχωριστά κανάλια, υποακολουθίες, Tempo Maps κτλ.

Σχήμα 22: Standard Midi File – Είδη. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.5.8 Λειτουργίες Λογισμικών (SEQUENCERS)

Η λειτουργικότητα πολλών μουσικών προγραμμάτων σχετίζεται άμεσα με την επικοινωνία MIDI, καθώς τα μηνύματα MIDI μεταδίδονται βάσει του προγράμματος sequencer που χρησιμοποιείται προς μουσική εγγραφή και μουσική επεξεργασία και των συνδεδεμένων προγραμμάτων σε αυτά. Οι πιο βασικές λειτουργίες είναι οι εξής (Chadabe, 1997):



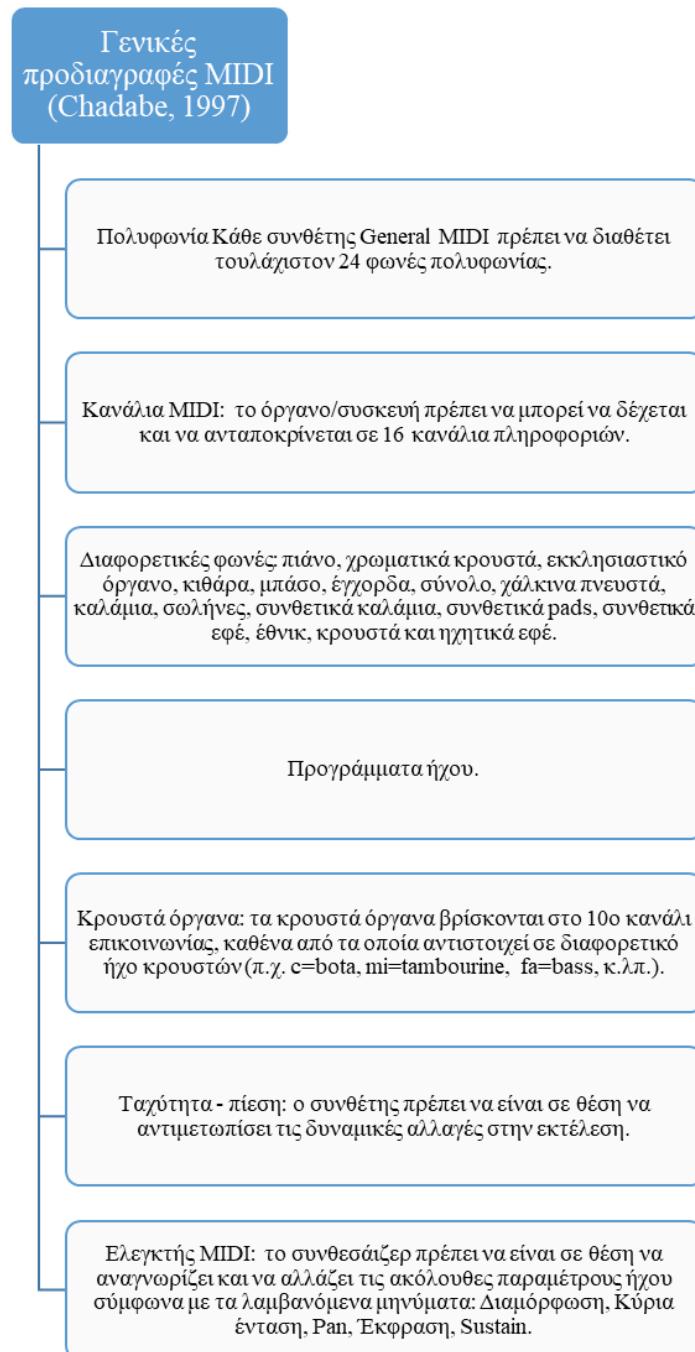
Σχήμα 23: Λειτουργίες Λογισμικών (SEQUENCERS). Πηγή: Chadabe, 1997

3.5.9 Γενικό MIDI

Generic MIDI = Κοινή πλατφόρμα προδιαγραφών για τις διεπαφές οργάνων/μηχανημάτων με πρότυπα.

Η πλατφόρμα Generic MIDI δομήθηκε προς βελτίωση της επικοινωνίας MIDI. Η χρήση αυτής της πλατφόρμας εξασφάλιζε την επικοινωνία σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια, όπως:

- Ηχητικά προγράμματα στη διάθεση του συνθέτη
- Μέθοδος ανταπόκρισης σε μηνύματα σχετικά με την οργάνωση των πληροφοριών.



Σχήμα 24: Γενικές Προδιαγραφές MIDI. Πηγή: Chadabe, 1997

(1-8 PIANO)	(33-40 BASS)	(65-72 REED)	(97-104 SYNTH LEAD)
1 Acoustic Grand	33 Acoustic Bass	65 Soprano Sax	97 FX 1 (rain)
2 Bright Acoustic	34 Electric Bass(finger)	66 Alto Sax	98 FX 2 (soundtrack)
3 Electric Grand	35 Electric Bass(pick)	67 Tenor Sax	99 FX 3 (crystal)
4 Honky-Tonk	36 Fretless Bass	68 Baritone Sax	100 FX 4 (atmosphere)
5 Electric Piano 1	37 Slap Bass 1	69 Oboe	101 FX 5 (brightness)
6 Electric Piano 2	38 Slap Bass 2	70 English Horn	102 FX 6 (goblins)
7 Harpsichord	39 Synth Bass 1	71 Bassoon	103 FX 7 (echoes)
8 Clav	40 Synth Bass 2	72 Clarinet	104 FX 8 (sci-fi)
(9-16 CHROM. PERCUSSION)	(41-48 STRINGS)	(73-80 PIPE)	(105-112 ETHNIC)
9 Celesta	41 Violin	73 Piccolo	105 Sitar
10 Glockenspiel	42 Viola	74 Flute	106 Banjo
11 Music Box	43 Cello	75 Recorder	107 Shamisen
12 Vibraphone	44 Contrabass	76 Pan Flute	108 Koto
13 Marimba	45 Tremolo Strings	77 Blown Bottle	109 Kalimba
14 Xylophone	46 Pizzicato Strings	78 Skakuhachi	110 Bagpipe
15 Tubular Bells	47 Orchestral Strings	79 Whistle	111 Fiddle
16 Dulcimer	48 Timpani	80 Ocarina	112 Shanai
(17-24 ORGAN)	(49-56 ENSEMBLE)	(81-88 SYNTH LEAD)	(113-120 PERCUSSIVE)
17 Drawbar Organ	49 String Ensemble 1	81 Lead 1 (square)	113 Tinkle Bell
18 Percussive Organ	50 String Ensemble 2	82 Lead 2 (sawtooth)	114 Agogo
19 Rock Organ	51 SynthStrings 1	83 Lead 3 (calliope)	115 Steel Drums
20 Church Organ	52 SynthStrings 2	84 Lead 4 (chiff)	116 Woodblock
21 Reed Organ	53 Choir Aahs	85 Lead 5 (charang)	117 Taiko
22 Accordan	54 Voice Oohs	86 Lead 6 (voice)	118 Melodic Tom
23 Harmonica	55 Synth Voice	87 Lead 7 (fifths)	119 Synth Drum
24 Tango Accordan	56 Orchestra Hit	88 Lead 8 (bass+lead)	120 Reverse Cymbal
(25-32 GUITAR)	(57-64 BRASS)	(89-96 SYNTH PAD)	(121-128 SOUND EFFECTS)
25 Acoustic Guitar(nylon)	57 Trumpet	89 Pad 1 (new age)	
26 Acoustic Guitar(steel)	58 Trombone	90 Pad 2 (warm)	
27 Electric Guitar(jazz)	59 Tuba	91 Pad 3 (polysynth)	
28 Electric Guitar(clean)	60 Muted Trumpet	92 Pad 4 (choir)	
29 Electric Guitar(muted)	61 French Horn	93 Pad 5 (bowed)	
30 Overdriven Guitar	62 Brass Section	94 Pad 6 (metallic)	
31 Distortion Guitar	63 SynthBrass 1	95 Pad 7 (halo)	
32 Guitar Harmonics	64 SynthBrass 2	96 Pad 8 (sweep)	

Εικόνα 16: Προγράμματα MIDI. Πηγή: Chadabe, 1997

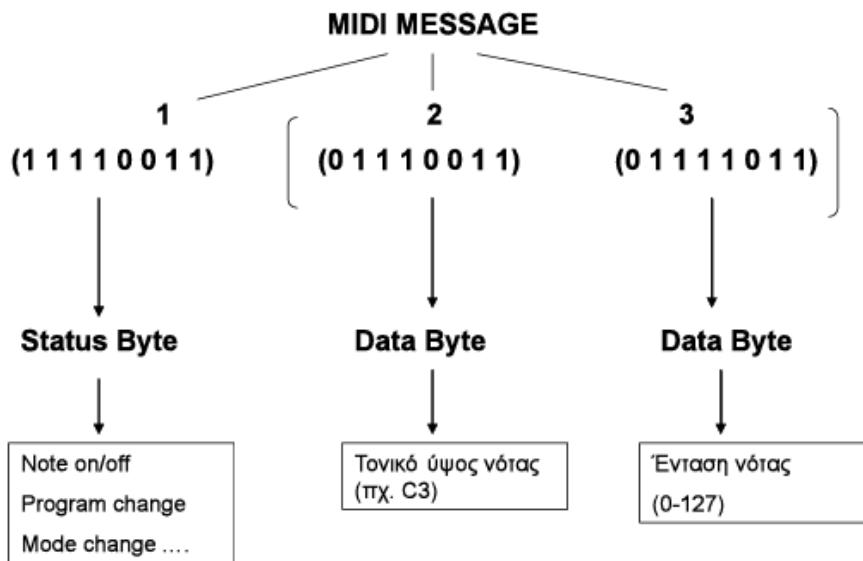
3.6 MIDI Επικοινωνίας – Βασικά Δεδομένα

Κάθε bit έχει δύο τιμές: 0 = χωρίς ρεύμα, 1 = ρεύμα. Τα κυκλώματα μικροεπεξεργαστών επικοινωνούν ουσιαστικά συνδυάζοντας την κατάσταση ανοικτού (1) - κλειστού (0) του κυκλώματος ρεύματος (Δημητριάδης et al., 2004).

Υπάρχουν έως και 256 πιθανοί συνδυασμοί 0 και 1 σε κάθε byte (2 τιμές 0, 1 → $2^8 = 256$ πιθανές τιμές σε 8 bits), οπότε κάθε byte μπορεί να έχει έως και 256 πιθανές τιμές (Chadabe, 1997).

3.6.1 MIDI Μήνυμα - Δομή

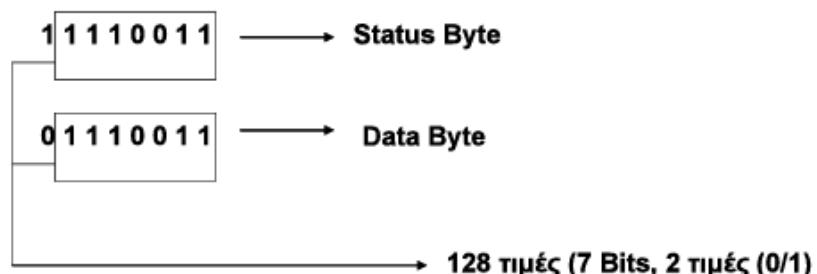
Κάθε μήνυμα MIDI αποτελείται από 1 έως 3 bytes, κάθε byte έχει μήκος 8 bit. Το πρώτο byte που αποστέλλεται ονομάζεται status byte και υποδεικνύει τον τύπο του μηνύματος και τον αριθμό του καναλιού στο οποίο αποστέλλεται το μήνυμα. Τα επόμενα δύο bytes ονομάζονται data bytes και καθορίζουν, μέσω ενός συνδυασμού δυαδικών αριθμών, τιμές (0-127) που αφορούν το ρυθμό αλλαγής του ήχου, το ύψος του ήχου, τη θέση του προγράμματος MIDI στη μνήμη του οργάνου κ.λπ. (, το δεύτερο byte δεδομένων πληροφορεί την ένταση της νότας, και πάλι με μια τιμή μεταξύ 0 και 127 (π.χ. 60 = μεσαία ένταση) (Chadabe, 1997).



Σχήμα 25: Δομή ενός τυπικού MIDI μηνύματος. Πηγή: Chadabe, 1997

Το πρώτο bit κάθε byte κατάστασης είναι 1. Αντίθετα, κάθε byte δεδομένων αρχίζει με 0. Αυτό καθορίζεται από τους προγραμματιστές της γλώσσας MIDI και διευκολύνει την επικοινωνία επιτρέποντας τη σαφή αναγνώριση κάθε byte.

Byte → 8 Bits, 2 τιμές (0/1) → 256 τιμές



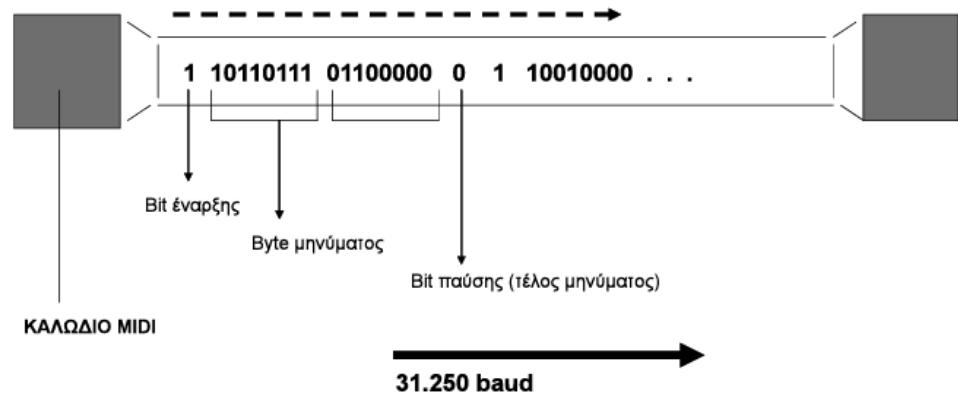
Σχήμα 26: Bits/Bytes MIDI κώδικα. Πηγή: Chadabe, 1997

3.6.2 Σειριακή Μετάδοση Μηνυμάτων

Τα bits που συνθέτουν ένα μήνυμα MIDI μεταδίδονται διαδοχικά, δηλαδή ένα κάθε φορά, από μια συσκευή σε μια άλλη μέσω ενός καλωδίου MIDI. Αυτός ο τύπος μετάδοσης ονομάζεται σειριακός και επιλέγεται ως πιο αξιόπιστος από την παράλληλη μετάδοση (μετάδοση οκτώ bits ταυτόχρονα), αν και η τελευταία είναι γοργότερη (Δημητριάδης et al., 2004).

Κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, το bit έναρξης (τιμή 1) και το bit παύσης (τιμή 0) μεταδίδονται μαζί με την ακολουθία bit/byte του μηνύματος και χρησιμεύουν για τη διάσπαση των bytes. Το bit

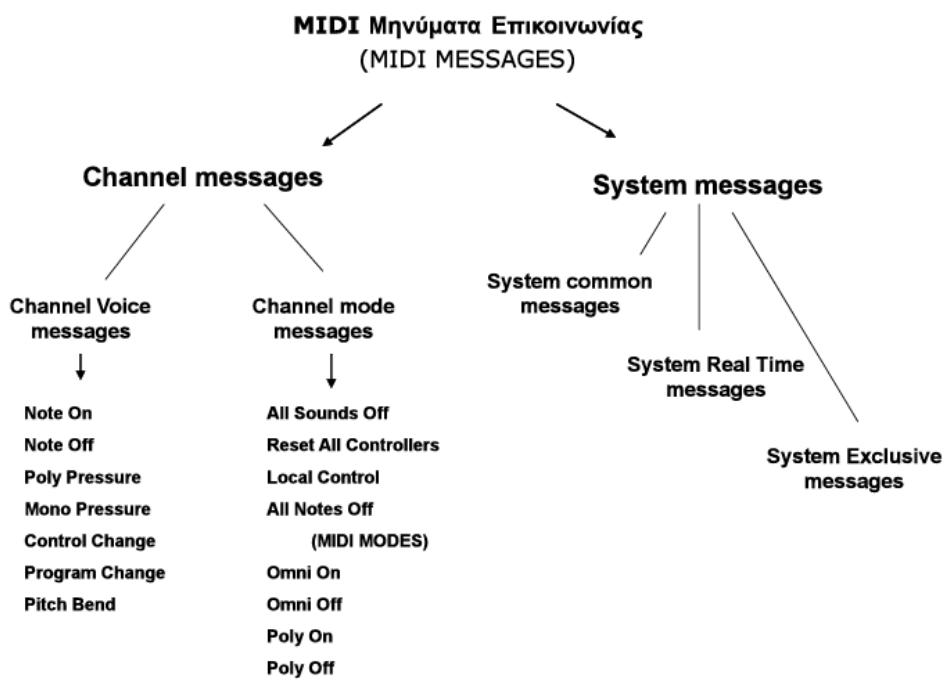
έναρξης/παύσης αναγνωρίζεται από τα ηλεκτρονικά ως σταθερός χρόνος και ουσιαστικά σηματοδοτεί την έναρξη και το τέλος κάθε μηνύματος στη συσκευή (Chadabe, 1997).



Σχήμα 27: Σειριακή μετάδοση MIDI δεδομένων. Πηγή: Chadabe, 1997

3.6.3 Κατηγορίες Μηνυμάτων MIDI

Τα MIDI messages δομούνται σε δύο κύριες κατηγορίες (μηνύματα καναλιού και μηνύματα συστήματος), οι οποίες χωρίζονται περαιτέρω σε υποκατηγορίες (Chadabe, 1997):



Σχήμα 28: Κατηγορίες Μηνυμάτων MIDI. Πηγή: Chadabe, 1997

Τα μηνύματα καναλιού αφορούν έναν συγκεκριμένο αποδέκτη πληροφοριών και μπορούν να διαχωριστούν σε φωνητικά μηνύματα καναλιού και σε μηνύματα λειτουργίας καναλιού. Τα μηνύματα

συστήματος αποστέλλονται σε όλα τα όργανα/περιφερειακά στο σύστημα MIDI και αφορούν γενικές ρυθμίσεις συστήματος ή απόδοσης.

3.6.3.1 Channel Messages

Κανάλι φωνητικών μηνυμάτων

'Note On':

Η ενεργοποίηση γίνεται από ένα πλήκτρο στο χειριστήριο MIDI. Λέει στο δέκτη να παίξει μια νότα-αποτελείται από 3 bytes.

- Byte κατάστασης: αριθμός καναλιού (π.χ. 08)
- Data byte 1: τόνος 0 έως 127 (π.χ. μεσαίο C = 060)
- Data byte 2: ένταση 0 έως 127 (χειριστήρια με ευαισθησία αφής)

Μήνυμα "Note OFF":

Ενεργοποιείται όταν απελευθερώνεται ένα πλήκτρο στο χειριστήριο MIDI. Δίνει εντολή για να σταματήσει να ακούγεται η νότα- αποτελείται από 3 bytes.

- Byte κατάστασης: αριθμός καναλιού (π.χ. 08)
- Byte δεδομένων 1: ύψος νότας από 0 έως 127 (π.χ. μεσαίο C = 060)
- Byte δεδομένων 2: ταχύτητα απελευθέρωσης του πληκτρολογίου

"Polymono pressure":

Αντά τα μηνύματα αφορούν τις αλλαγές στην πίεση του πληκτρολογίου από τη στιγμή που πατιέται ένα πλήκτρο μέχρι τη στιγμή που αφήνεται (aftertouch).

Συγκεκριμένα.

Poly Pressure: δηλώνει τη μεταβολή της πίεσης πολλών φωνών που παίζονται συγχρόνως

'Αλλαγή ελέγχου'.

Λειτουργεί σε ελεγκτές συνεχούς ροής. Δίνει εντολές για τον έλεγχο των παραμέτρων ήχου σύμφωνα με την προβλεπόμενη χρήση του ελεγκτή. - Byte κατάστασης: τύπος μηνύματος, αριθμός καναλιού (π.χ. 08)

- Byte δεδομένων 1: αριθμός ελεγκτή 0-127 (π.χ. 01 = διαμόρφωση)
- Byte δεδομένων 2: τρέχουσα τιμή διαμόρφωσης 0-127 (π.χ. διαμόρφωση = 64).

Συνοπτικός πίνακας των ελεγκτών της κατηγορίας μηνυμάτων Control Change

Controller 0: Bank Select	Controller 68: Legato Footswitch
Controller 1: Modulation Wheel or Lever	Controller 69: Hold 2
Controller 2: Breath Controller	Controller 70: Sound Controller 1 (Sound Variation)
Controller 3: Η λειτουργία του δεν έχει προσδιοριστεί	Controller 71: Sound Controller 2 (Timbre/Harmonic Content)
Controller 4: Foot Controller	Controller 72: Sound Controller 3 (Release time)
Controller 5: Portamento Time	Controller 73: Sound Controller 4 (Attack Time)
Controller 6: Data Entry MSB	Controller 74: Sound Controller 5 (Brightness)
Controller 7: Main Volume	Controllers 75 ως 79: Sound Controllers 6 ως 10. Η λειτουργία τους δεν έχει προσδιοριστεί
Controller 8: Balance	Controllers 80 έως 83: General Purpose Controllers
Controller 9: Η λειτουργία του δεν έχει προσδιοριστεί	Controller 84: Portamento Control
Controller 10: Pan	Controllers 85 ως 90: Η λειτουργία τους δεν έχει προσδιοριστεί
Controller 11: Expression Pedal	Controller 91: Effects 1 Depth
Controller 12: Effect Control 1	Controller 92: Effects 2 Depth
Controller 13: Effect Control 2	Controller 93: Effects 3 Depth
Controllers 14,15: Η λειτουργία τους δεν έχει προσδιοριστεί	Controller 94: Effects 4 Depth
Controllers 16 ως 19: Ελεγκτές γενικής χρήσεως 1 ως 4	Controller 95: Effects 5 Depth
Controllers 20 ως 31: Η λειτουργία τους δεν έχει προσδιοριστεί	Controller 96: Data Increment
Controllers 32 ως 37: Least Significant byte for values 0-5. Σε συνδυασμό με τους ελεγκτές 0 ως 5 παρέχουν τη δυνατότητα υψηλότερης ανάλυσης	Controller 97: Data Decrement
Controller 38: Data Entry Least Significant Byte.	Controller 98: Non Registered Parameter Least Significant Byte
Controllers 39 ως 63: Least Significant byte for values 39-63. Σε συνδυασμό με τους ελεγκτές 7 ως 31 παρέχουν τη δυνατότητα υψηλότερης ανάλυσης.	Controller 99: Non Registered Parameter Most Significant Byte
Controller 64: Damper pedal (Sustain)	Controller 100: Registered Parameter Least Significant Byte
Controller 65: Portamento On/Off	Controller 101: Registered Parameter Most Significant Byte
Controller 66: Sostenuto	Controllers 102 ως 119: Η λειτουργία τους δεν έχει προσδιοριστεί
Controller 67: Soft Pedal	Controllers 120-127: Φυλάσσονται για τα μηνύματα της κατηγορίας Channel Mode Messages

Εικόνα 17: Λειτουργίες μηνυμάτων Control Change. Πηγή: Chadabe, 1997

'Pitch Bend'.

Λαμβάνεται για το 'Pitch Bend' (σταδιακή αλλαγή του τόνου) και η ενεργοποίηση γίνεται διά της χρήσεως ενός pitch bender, όπως ένας μοχλός ή τροχός. Αποτελείται από τρία bytes: ένα byte κατάστασης και δύο bytes δεδομένων. Οι τιμές των bytes δεδομένων μπορούν να συνδυαστούν για να δώσουν 16.384 πιθανές τιμές (214 πιθανές τιμές).

- Status Byte: καθορισμός μηνύματος (program Change), αρ. Καναλιού
- Data Byte 1:  καθορισμός τιμής μεταβολής (16,384 τιμές)
- Data Byte 2:

Μηνύματα Λειτουργίας Καναλιού.

"Επαναφορά όλων των ελεγκτών".

Χρησιμοποιείται για την επαναφορά των τιμών των ελεγκτών παραμέτρων.

'Local Control'.

Αυτό το μήνυμα παρακάμπτει ή δεν παρακάμπτει το τμήμα παραγωγής ήχου του συνθέτη MIDI και χρησιμοποιείται μόνο ως πληκτρολόγιο MIDI προς αποστολή νοτών σε έναν συνθέτη. Αυτό το μήνυμα ισχύει μόνο για συσκευές με λειτουργικότητα παραγωγής ήχου. Οι δύο τιμές του μηνύματος έχουν ως εξής (Δημητριάδης et al., 2004):

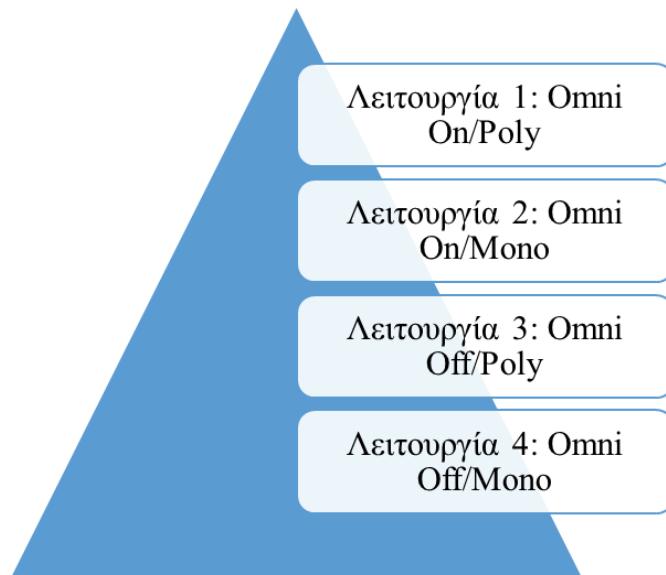
- Τοπικός έλεγχος ON: οι νότες που παίζονται από το Clavichord παίζονται από το συνθεσάιζερ.
- Local Control OFF: οι νότες δεν παίζονται από το ίδιο όργανο και αποστέλλονται ως πληροφορίες MIDI.

'All Notes off' (Ολες οι νότες απενεργοποιημένες).

Το μήνυμα χρησιμοποιείται για την εξάλειψη των "κολλημένων νοτών" (νότες που δεν θα έπρεπε να αναπαράγονται αλλά συνεχίζουν να παίζονται). Αυτό συμβαίνει επειδή ορισμένες συσκευές και συνθέτες συχνά δεν μπορούν να αντιδράσουν στη λήψη μεγάλου όγκου πληροφοριών MIDI.

"MIDI mode".

Αυτά τα μηνύματα καθορίζουν πώς θα αντιδράσει το συνθεσάιζερ με βάση τους τέσσερις τρόπους λειτουργίας MIDI που περιγράφηκαν στις προηγούμενες παραγράφους:

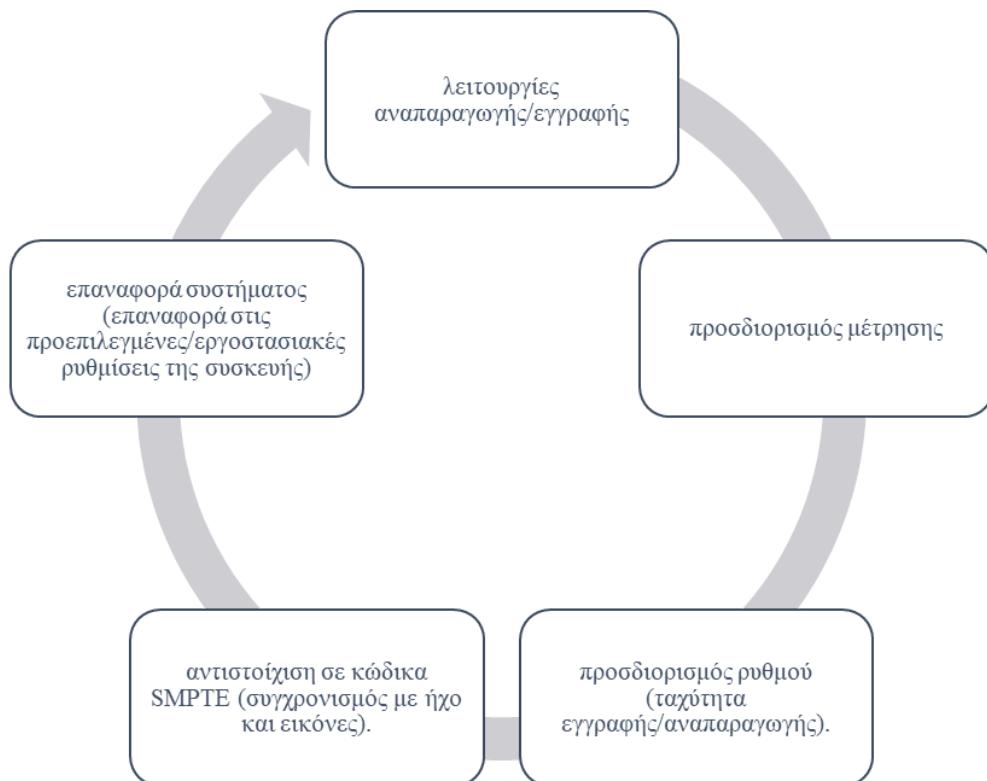


Σχήμα 29: Τρόποι Λειτουργίας MIDI. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.6.3.2 Μηνύματα Συστήματος

Κοινά Μηνύματα Συστήματος/Μηνύματα Συστήματος Πραγματικού Χρόνου.

Τα μηνύματα αυτά χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό παραμέτρων για τη γενική διάταξη των πληροφοριών στο κεντρικό σύστημα επεξεργασίας (π.χ. sequencer) και για το συγχρονισμό των συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο σύστημα αυτό. Ειδικότερα, τα ανωτέρω μηνύματα χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό (Δημητριάδης et al., 2004):

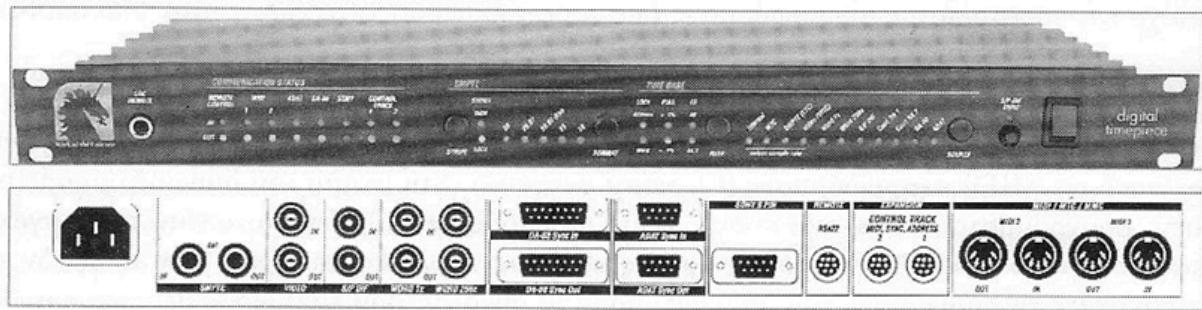


Σχήμα 30: Καθορισμός Μηνυμάτων. Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.6.4 MIDI Γλώσσα/Κώδικες Χρονισμού

Για το συγχρονισμό μιας συσκευής με μια άλλη, χρησιμοποιούνται κώδικες χρονισμού, δηλαδή σήματα παλμικού κώδικα που χρησιμοποιούνται ως "οδηγοί" για την αντιστοίχιση των λειτουργιών κάθε συσκευής σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ένας ευρέως γνωστός κώδικας συγχρονισμού που χρησιμοποιείται σε ταινίες καθώς και σε εφαρμογές ήχου είναι ο κώδικας SMPTE (Chadabe, 1997).

Η λειτουργία του μετατροπέα είναι επομένως η μετατροπή των χρονικών υποδιαιρέσεων ενός κώδικα σε υποδιαιρέσεις ενός άλλου κώδικα (Chadabe, 1997).



Digital Synchronizer. To Digital Time Piece της Mark of The Unicorn. Στο κάτω μέρος διακρίνονται οι αναγκαίες είσοδοι για την υλοπίνοπ του συγχρονισμού με κάθε είδους συσκευή.

Εικόνα 18: Συστήματα εγγραφής ήχου/βίντεο πολλαπλών συσκευών. Πηγή: Chadabe, 1997

Στα συστήματα εγγραφής ήχου/βίντεο πολλαπλών συσκευών, ο συγχρονισμός βασίζεται σε μηνύματα που αποστέλλονται από μια κεντρική συσκευή ή ένα πρόγραμμα ακολουθίας (Chadabe, 1997).

3.7 Digital Audio Workstations

Το 1978, η Soundstream παρουσίασε έναν από τους πρώτους πλήρεις σταθμούς εργασίας ψηφιακού ήχου, που ονομάστηκε Digital Editing System, χρησιμοποιώντας το πιο σύγχρονο υλικό της εποχής.

Με την έλευση τέτοιων υπολογιστών, οι οποίοι άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρέως από μουσικούς και τεχνικούς ήχου, αναπτύχθηκαν πολλά προγράμματα επεξεργασίας ήχου από διάφορες εταιρείες. Μερικά παραδείγματα από εκείνη την εποχή περιλαμβάνουν:





Εικόνα 19: Cubase audio - Atari Falcon 030

Και πάλι, αυτό απαιτούσε ειδικό υλικό (ψηφιακός επεξεργαστής σήματος) για την εκτέλεση του λογισμικού. Αργότερα, το 1996, η εταιρεία παρουσίασε το Cubase VST (Virtual Studio Technology) για το Macintosh, το οποίο δεν απαιτούσε επιπλέον ειδικό υλικό. Αυτή η έκδοση και η διεπαφή που εισήγαγε έφεραν επανάσταση στον τομέα και διαμόρφωσαν το DAW όπως το γνωρίζουμε σήμερα.

Οι είσοδοι μπορεί να είναι ελεγκτές MIDI, μίκτες ή άλλες συσκευές χαμηλής ή υψηλής πολυπλοκότητας που απαιτούνται για κάποια επεξεργασία. Ο υπολογιστής λειτουργεί ως βάση για όλα τα άλλα στοιχεία και παρέχει την απαραίτητη υπολογιστική ισχύ. Η κύρια λειτουργία της κάρτας ήχου είναι να υλοποιεί τη μετατροπή μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών σημάτων, αλλά μπορεί επίσης να παρέχει ορισμένες πρόσθετες λειτουργίες που σχετίζονται με την επεξεργασία ήχου. Το λογισμικό παρέχει όλες τις λειτουργίες του στούντιο και παρέχει τη διεπαφή για τον έλεγχο του σχετικού υλικού. Μέσω αυτού, παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα εγγραφής, επεξεργασίας και διαχείρισης του ήχου μέσω των παρεχόμενων επιλογών.

Από την άποψη του λογισμικού, οι δημιουργοί DAW μπορούν να δημιουργήσουν διαφορετικά πρότυπα διεπαφής για τον τρόπο με τον οποίο κάθε πρόγραμμα και οι λειτουργίες του "παρουσιάζονται" στον χρήστη. Αυτό συνέβη επειδή οι μουσικοί και οι τεχνικοί ήχου ήταν εξοικειωμένοι με τα πολυκάναλα μαγνητόφωνα. Έτσι, προέκυψε η τυπική, σε γενικές γραμμές, εικόνα ενός DAW σε έναν υπολογιστή, με κανάλια, επιλογές ελέγχου, μίκτες και γνωστά χαρακτηριστικά όπως η αναπαραγωγή, η επαναφορά και η εγγραφή. Ένα μονοκάναλο DAW με ένα μόνο κανάλι ήχου να εμφανίζεται (με μονοφωνικές και στερεοφωνικές λειτουργίες) και πολλούς διαφορετικούς ήχους, έναν σε κάθε κανάλι, με δυνατότητα ανάμειξής τους μέσω της κονσόλας του μίκτη, την ένταση και τον ήχο του ενεργού καναλιού. Υπάρχουν πολυκάναλα DAW, στα οποία δίνονται πολλές επιλογές για την ισορροπία.

Με το πέρασμα του χρόνου, τις συνεχείς βελτιώσεις και την αυξανόμενη επεξεργαστική ισχύ των υπολογιστών, τα DAWs έχουν υιοθετήσει και (τεχνικά) αντικαταστήσει σχεδόν πλήρως τα περισσότερα από τα κλασικά χαρακτηριστικά του στούντιο. Τα σύγχρονα επαγγελματικά στούντιο

μπορούν να έχουν εγκατεστημένη στους υπολογιστές τους μια ποικιλία από DAWs, κάτι που (λόγω κόστους, υλικού και τεχνολογικών ζητημάτων) δεν ήταν προηγουμένως δυνατό. Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές DAW που μπορούν να εγκατασταθούν σε φορητές συσκευές και συστήματα, όπως φορητοί υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα, προσφέροντας στους μουσικούς και τους τεχνικούς μεγάλη ευελιξία και ευκολία στη χρήση. Τα ψηφιακά συστήματα προσφέρουν επίσης μια πολύ σημαντική επιλογή που δεν είχαν τα αναλογικά συστήματα: την αναίρεση της διαδικασίας της τελευταίας στιγμής. Με αυτή τη δυνατότητα, μπορείτε να διορθώσετε ακριβώς το σημείο στο οποίο συνέβη το σφάλμα, χωρίς ιδιαίτερο κόστος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν χρειάζεται να διαγραφεί ή να ξαναγραφτεί ολόκληρος ο ήχος, το υπόλοιπο αρχείο παραμένει άθικτο και μόνο ορισμένα σημεία μπορούν να τροποποιηθούν για να επέμβετε.

3.8 Σύγκριση Τύπων MIDI

							
Minimum equipment requirements							
Entry date	1984	1987	1991	1991	1994	1997	1998
Organization	Roland	JMSC (AME)	Roland	Yamaha	MMA	Yamaha	
Sounds banks available							
Melodic instruments		128	128	226	480	1074	1149
Drum kits		1	1	8 + 1 SFX kit	9 + 2 SFX kits	34 + 2 SFX kits	9 12 kits
Drum sounds per kit		30	47	61	72	61	53

Μπορούμε να συγκρίνουμε δύο αρχεία MIDI με την μέθοδο της ομαδοποίησης χρησιμοποιώντας και την γλώσσα προγραμματισμού Python.³

```

import mido
import editdistance

def manhattan_distance(list1, list2):
    distance = 0
    for sub1, sub2 in zip(list1, list2):
        sub_distance = 0
        for x, y in zip(sub1, sub2):
            sub_distance += abs(x - y)
        distance += sub_distance
    return distance

def compare_midi_files2(file1, file2):
    # Load midi files
    mid1 = mido.MidiFile(file1)
    mid2 = mido.MidiFile(file2)

    # Extract notes from midi files and group adjacent pitches together
    notes1 = []
    for msg in mido.merge_tracks(mid1.tracks):
        if 'note_on' in msg.type:
            pitch = msg.note
            if notes1 and pitch == notes1[-1][-1] + 1:
                # Append pitch to last group
                notes1[-1].append(pitch)
            else:
                # Create new group for pitch
                notes1.append([pitch])

    notes2 = []
    for msg in mido.merge_tracks(mid2.tracks):
        if 'note_on' in msg.type:
            pitch = msg.note
            if notes2 and pitch == notes2[-1][-1] + 1:
                # Append pitch to last group
                notes2[-1].append(pitch)
            else:
                # Create new group for pitch
                notes2.append([pitch])

    # Calculate similarity for each group of pitches
    similarity_scores = []
    return manhattan_distance(notes1, notes2)

original_file_path = 'original.mid'
generated_file_path = 'generated.mid'

similarity = compare_midi_files2(original_file_path, generated_file_path)

print(similarity) # higher it is, the less similar files are

```

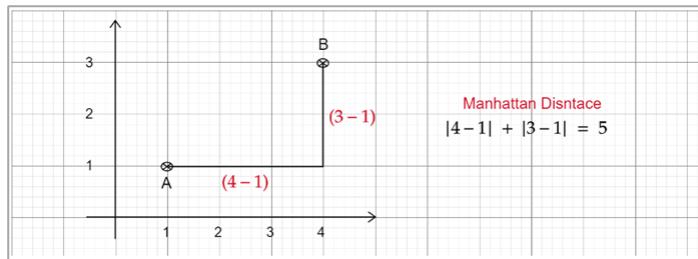
To Manhattan distance αντιπροσωπεύει το άθροισμα των απόλυτων διαφορών μεταξύ συντεταγμένων δύο σημείων. Ενώ η Ευκλείδεια απόσταση αντιπροσωπεύει τη μικρότερη απόσταση, η απόσταση του Μανχάταν αντιπροσωπεύει την απόσταση που θα έπρεπε να διανυθεί (που σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο ορθές γωνίες).

Σε ένα δισδιάστατο χώρο, η απόσταση του Μανχάταν μεταξύ δύο σημείων (x_1, y_1) και (x_2, y_2) θα υπολογιστεί ως: $\text{απόσταση} = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$.

³ <https://www.eecs.harvard.edu/%7Emichaelm/NEWWORK/postscripts/music.pdf>

Σε έναν πολυδιάστατο χώρο, αυτός ο τύπος μπορεί να γενικευτεί στον παρακάτω τύπο:

$$distance = \sum_1^n |p_i - q_i|$$



Μπορείτε να δείτε ότι υπολογίζουμε την απόσταση μεταξύ των δύο σημείων μετακινώντας από το σημείο A (1, 1) στο B (4, 3) (ή αντίστροφα) κατά μήκος των αξόνων σε ορθή γωνία.

Η απόσταση του Μανχάταν χρησιμοποιείται συχνά στη μηχανική μάθηση. Το να γνωρίζετε τι αντιπροσωπεύουν οι διαφορετικές μετρήσεις απόστασης και πότε κάθε μέτρηση μπορεί να είναι πιο κατάλληλη είναι μια σημαντική δεξιότητα.

Η απόσταση του Μανχάταν έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα:

- Έχει αποδειχθεί ότι λειτουργεί καλύτερα με δεδομένα υψηλών διαστάσεων, ειδικά σε σύγκριση με την Ευκλείδεια απόσταση
- Επηρεάζεται λιγότερο από ακραίες τιμές από την Ευκλείδεια απόσταση. Θυμηθείτε, η Ευκλείδεια απόσταση τετραγωνίζει τη συντομότερη διαδρομή, πράγμα που σημαίνει ότι τυχόν αποστάσεις που υπερβάλλονται με ακραίες τιμές θα μεγαλοποιηθούν περαιτέρω.

Μερικές φορές, ενώ εργαζόμαστε με τη λίστα Python, έχουμε ένα πρόβλημα στο οποίο πρέπει να βρούμε πόσο παρόμοια είναι μια λίστα με άλλες λίστες. Το πηλίκο ομοιότητας και των δύο της λίστας είναι αυτό που απαιτείται σε πολλά σενάρια που μπορεί να έχουμε. Ας συζητήσουμε έναν τρόπο με τον οποίο μπορεί να εκτελεστεί αυτή η εργασία.

Αυτό το συγκεκριμένο βοηθητικό πρόγραμμα είναι αρκετά περιζήτητο στις μέρες μας λόγω των απαιτήσεων υπολογισμού ομοιότητας σε πολλούς τομείς της Επιστήμης Υπολογιστών όπως η Μηχανική Μάθηση και οι τομείς ανάπτυξης ιστού, επομένως οι τεχνικές για τον υπολογισμό της ομοιότητας μεταξύ οποιωνδήποτε δοχείων μπορεί να είναι πολύ χρήσιμες. Ας συζητήσουμε ορισμένους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει αυτό.

Μέθοδος #1: Χρήση Naive Approach(sum() + zip()) Μπορούμε να εκτελέσουμε αυτή τη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιώντας την αφελή προσέγγιση, χρησιμοποιώντας συναρτήσεις sum και zip μπορούμε να διατυπώσουμε μια συνάρτηση βοηθητικού προγράμματος που μπορεί να υπολογίσει την ομοιότητα και των δύο συμβολοσειρών.

```

# Python3 code to demonstrate
# similarity between strings
# using naive method (sum() + zip())

# Utility function to compute similarity
def similar(str1, str2):
    str1 = str1 + ' ' * (len(str2) - len(str1))
    str2 = str2 + ' ' * (len(str1) - len(str2))
    return sum(1 if i == j else 0
               for i, j in zip(str1, str2)) / float(len(str1))

# Initializing strings
test_string1 = 'Geeksforgeeks'
test_string2 = 'Geeks4geeks'

# using naive method (sum() + zip())
# similarity between strings
res = similar(test_string1, test_string2)

# printing the result
print ("The similarity between 2 strings is : " + str(res))

```

Μέθοδος #2: Χρήση SequenceMatcher.ratio() Υπάρχει μια ενσωματωμένη μέθοδος, η οποία βοηθά στην εκτέλεση αυτής της συγκεκριμένης εργασίας και συνιστάται για την επίτευξη αυτής της συγκεκριμένης εργασίας, καθώς δεν απαιτεί προσαρμοσμένη προσέγγιση, αλλά χρησιμοποιεί ενσωματωμένες δομές για την αποτελεσματικότερη εκτέλεση της εργασίας.

```

# Python3 code to demonstrate
# similarity between strings
# using SequenceMatcher.ratio()
from difflib import SequenceMatcher

# Utility function to compute similarity
def similar(str1, str2):
    return SequenceMatcher(None, str1, str2).ratio()

# Initializing strings
test_string1 = 'Geeksforgeeks'
test_string2 = 'Geeks'

# using SequenceMatcher.ratio()
# similarity between strings
res = similar(test_string1, test_string2)

# printing the result
print ("The similarity between 2 strings is : " + str(res))

```

Μέθοδος #3: Αλγόριθμος απόστασης Levenshtein.

Αυτός ο αλγόριθμος υπολογίζει τον ελάχιστο αριθμό επεξεργασιών (εισαγωγές, διαγραφές ή αντικαταστάσεις) που απαιτούνται για τη μετατροπή της μιας συμβολοσειράς στην άλλη.

1. Ορίστε τη συνάρτηση levenshtein_distance() που παίρνει δύο συμβολοσειρές, s και t, ως είσοδο και επιστρέφει την απόστασή τους Levenshtein.

2. Λάβετε τα μήκη των δύο συμβολοσειρών εισόδου χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `len()` και αποθηκεύστε τα στις μεταβλητές `m` και `n`.
3. Ελέγξτε εάν το `m` είναι μικρότερο από `n`. Αν είναι, αλλάξτε τις συμβολοσειρές `s` και `t` και επίσης αλλάξτε `m` και `n`.
4. Δημιουργήστε μια δισδιάστατη λίστα `d` μεγέθους $(m+1) \times (n+1)$ για να αποθηκεύσετε τις αποστάσεις μεταξύ όλων των ζευγών προθεμάτων των δύο συμβολοσειρών εισόδου.
5. Αρχικοποιήστε την πρώτη σειρά του `d` με τιμές 0 έως `n`.
6. Αρχικοποιήστε την πρώτη στήλη του `d` με τιμές 0 έως `m`.
7. Χρησιμοποιήστε ένθετους βρόχους για να υπολογίσετε τις αποστάσεις μεταξύ όλων των ζευγών προθεμάτων των δύο συμβολοσειρών εισόδου.
8. Για κάθε ζεύγος προθεμάτων (i,j) των `s` και `t`, αν ο i -ος χαρακτήρας του `s` είναι ίσος με τον j -ο χαρακτήρα του `t`, τότε η απόσταση μεταξύ των προθεμάτων (i,j) και $(i-1,j-1)$ είναι ίδια με την απόσταση μεταξύ των προθεμάτων $(i-1,j-1)$ και $(i-2,j-2)$. Διαφορετικά, η απόσταση μεταξύ των προθεμάτων (i,j) και $(i-1,j-1)$ είναι η ελάχιστη των αποστάσεων μεταξύ των προθεμάτων $(i-1,j)$, $(i,j-1)$ και $(i-1,j-1)$, συν 1.
9. Η τελική τιμή στο `d` στη θέση (m,n) είναι η απόσταση Levenshtein μεταξύ των δύο συμβολοσειρών εισόδου, την οποία επιστρέφουμε από τη συνάρτηση.
10. Ορίστε τη συνάρτηση `compute_similarity()` που λαμβάνει δύο συμβολοσειρές, `input_string` και `reference_string`, ως είσοδο.
11. Καλέστε τη συνάρτηση `levenshtein_distance()` με ορίσματα `input_string` και `reference_string` και αποθηκεύστε την απόσταση σε μεταβλητή `apostasis`.
12. Λάβετε το μέγιστο μήκος των δύο συμβολοσειρών εισόδου χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `max()` και αποθηκεύστε το σε μια μεταβλητή `max_length`.
13. Υπολογίστε την ομοιότητα μεταξύ των δύο συμβολοσειρών εισόδου ως $1 - (\text{απόσταση} / \text{max_length})$.
14. Επιστρέψτε την ομοιότητα από τη συνάρτηση `compute_similarity()`.
15. Ορίστε τα `input_string` και `reference_string` να είναι οι δύο συμβολοσειρές που θα συγκριθούν.
16. Καλέστε τη συνάρτηση `compute_similarity()` με ορίσματα `input_string` και `reference_string` και αποθηκεύστε την ομοιότητα σε μια μεταβλητή ομοιότητα.
17. Εκτυπώστε την ομοιότητα χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `print()`.

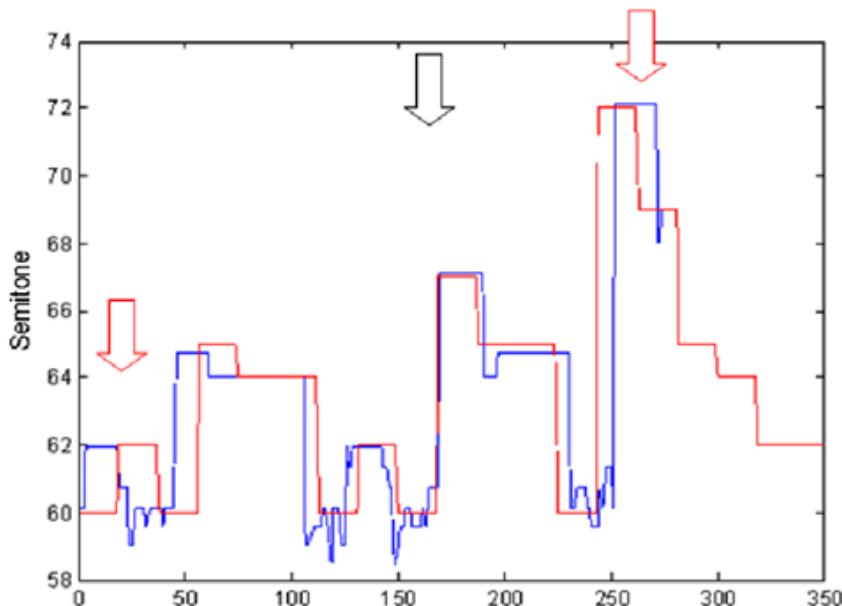
```

def levenshtein_distance(s, t):
    m, n = len(s), len(t)
    if m < n:
        s, t = t, s
        m, n = n, m
    d = [list(range(n + 1))] + [[0] * n for i in range(1, m + 1)]
    for j in range(1, n + 1):
        for i in range(1, m + 1):
            if s[i - 1] == t[j - 1]:
                d[i][j] = d[i - 1][j - 1]
            else:
                d[i][j] = min(d[i - 1][j], d[i][j - 1], d[i - 1][j - 1]) + 1
    return d[m][n]

def compute_similarity(input_string, reference_string):
    distance = levenshtein_distance(input_string, reference_string)
    max_length = max(len(input_string), len(reference_string))
    similarity = 1 - (distance / max_length)
    return similarity

input_string = "Geeksforgeeks"
reference_string = "Geeks4geeks"
similarity = compute_similarity(input_string, reference_string)
print(similarity)

```



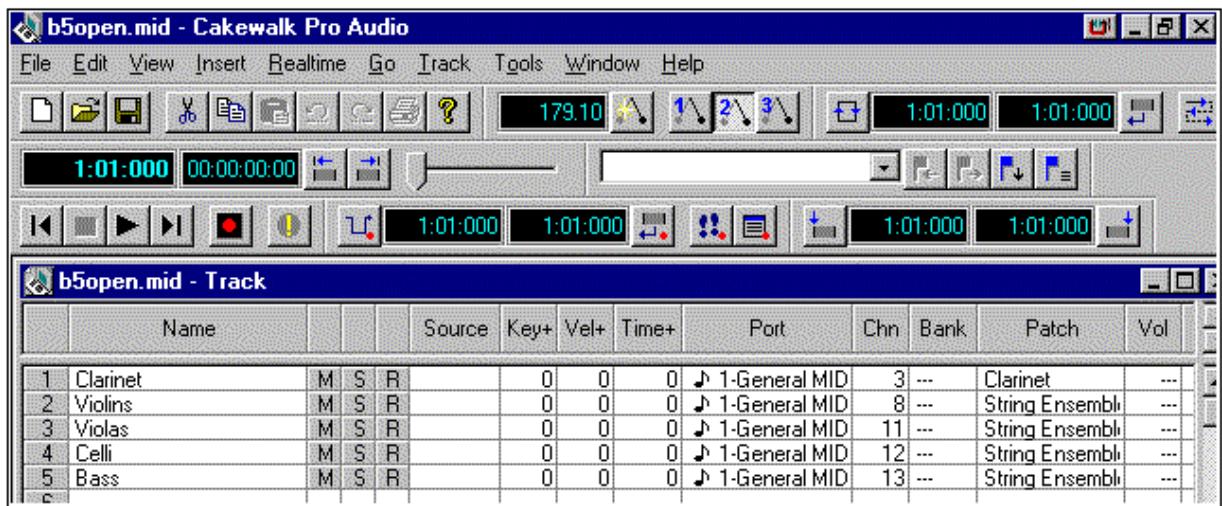
3.9 Εφαρμογή MIDI

Σύμφωνα με <https://myweb.liu.edu/jmeschi/audweb/midi.htm>, και σχετικά με τα «Εναρκτήρια μέτρα της Πέμπτης Συμφωνίας του Μπετόβεν», ο παρακάτω πίνακας περιέχει τα περιεχόμενα του παραδείγματος αρχείου MIDI. Το αρχείο χωρίζεται σε έξι ενότητες ή κομμάτια, καθένα από τα οποία αρχίζει με τα γράμματα "MTrk".

Το πρώτο κομμάτι περιέχει κυρίως την υπογραφή ώρας, την υπογραφή του κλειδιού και τις πληροφορίες ρυθμού χρόνου για το κομμάτι. Τα υπόλοιπα πέντε κομμάτια, τα μέρη κλαρινέτο, βιολί I, βιόλα, τσέλο και μπάσο, ξεκινούν το καθένα με πληροφορίες προγράμματος ή "patch" που ρυθμίζουν ένα από τα κανάλια του συνθεσάιζερ στον ήχο του οργάνου του κομματιού,

ακολουθούμενα από πληροφορίες με χρονική σήμανση on και off note για κάθε νότα που παίζεται από αυτό το όργανο.

MFile 1 15 480	MTrk
MTrk	0:0:0 Meta Text "Viola"
0:0:0 SMPTE 96 0 0 0 0	0:0:0 ProgCh ch=11 prog=48
0:0:0 TimeSig 2/4 24 8	0:0:240 On ch=11 note=g4 vol=90
0:0:0 KeySig -3 minor	0:1:0 Off ch=11 note=g4 vol=90
0:0:0 Tempo 335000	0:1:0 On ch=11 note=g4 vol=90
0:1:0 Tempo 347500	0:1:240 Off ch=11 note=g4 vol=90
1:0:0 Tempo 1415000	0:1:240 On ch=11 note=g4 vol=90
1:1:0 Tempo 307500	1:0:0 Off ch=11 note=g4 vol=90
2:0:0 Tempo 290000	1:0:0 On ch=11 note=eb4 vol=90
2:1:0 Tempo 335000	2:0:0 Off ch=11 note=eb4 vol=90
3:0:0 Tempo 1960000	2:0:240 On ch=11 note=f4 vol=90
3:1:0 Tempo 322500	2:1:0 Off ch=11 note=f4 vol=90
4:0:0 Tempo 295000	2:1:0 On ch=11 note=f4 vol=90
4:1:0 Tempo 267500	2:1:240 Off ch=11 note=f4 vol=90
TrkEnd	2:1:240 On ch=11 note=f4 vol=90
MTrk	3:0:0 Off ch=11 note=f4 vol=90
0:0:0 Meta Text "Clarinet"	3:0:0 On ch=11 note=d4 vol=90
0:0:0 ProgCh ch=3 prog=71	TrkEnd
0:0:240 On ch=3 note=g5 vol=55	MTrk
0:1:0 Off ch=3 note=g5 vol=90	0:0:0 Meta Text "Cello"
0:1:0 On ch=3 note=g5 vol=55	0:0:0 ProgCh ch=12 prog=48
0:1:240 Off ch=3 note=g5 vol=90	0:0:240 On ch=12 note=g3 vol=99
0:1:240 On ch=3 note=g5 vol=55	0:1:0 Off ch=12 note=g3 vol=90
1:0:0 Off ch=3 note=g5 vol=90	0:1:0 On ch=12 note=g3 vol=99
1:0:0 On ch=3 note=eb5 vol=55	0:1:240 Off ch=12 note=g3 vol=90
2:0:0 Off ch=3 note=eb5 vol=90	0:1:240 On ch=12 note=g3 vol=99
2:0:240 On ch=3 note=f5 vol=55	1:0:0 Off ch=12 note=g3 vol=90
2:1:0 Off ch=3 note=f5 vol=90	1:0:0 On ch=12 note=eb3 vol=99
2:1:0 On ch=3 note=f5 vol=55	2:0:0 Off ch=12 note=eb3 vol=90
2:1:240 Off ch=3 note=f5 vol=90	2:0:240 On ch=12 note=f3 vol=99
2:1:240 On ch=3 note=f5 vol=55	2:1:0 Off ch=12 note=f3 vol=90
3:0:0 Off ch=3 note=f5 vol=90	2:1:0 On ch=12 note=f3 vol=99
3:0:0 On ch=3 note=d5 vol=55	2:1:240 Off ch=12 note=f3 vol=90
5:0:0 Off ch=3 note=d5 vol=90	2:1:240 On ch=12 note=f3 vol=99
TrkEnd	3:0:0 Off ch=12 note=f3 vol=90
MTrk	3:0:0 On ch=12 note=d3 vol=99
0:0:0 Meta Text "Violin I"	TrkEnd
0:0:0 ProgCh ch=8 prog=48	MTrk
0:0:240 On ch=8 note=g5 vol=99	0:0:0 Meta Text "Bass"
0:1:0 Off ch=8 note=g5 vol=90	0:0:0 ProgCh ch=13 prog=48
0:1:0 On ch=8 note=g5 vol=99	0:0:240 On ch=13 note=g2 vol=99
0:1:240 Off ch=8 note=g5 vol=90	0:1:0 Off ch=13 note=g2 vol=90
0:1:240 On ch=8 note=g5 vol=99	0:1:0 On ch=13 note=g2 vol=99
1:0:0 Off ch=8 note=g5 vol=90	0:1:240 Off ch=13 note=g2 vol=90
1:0:0 On ch=8 note=eb5 vol=99	0:1:240 On ch=13 note=g2 vol=99
2:0:0 Off ch=8 note=eb5 vol=90	1:0:0 Off ch=13 note=g2 vol=90
2:0:240 On ch=8 note=f5 vol=99	1:0:0 On ch=13 note=eb2 vol=99
2:1:0 Off ch=8 note=f5 vol=90	2:0:0 Off ch=13 note=eb2 vol=90
2:1:0 On ch=8 note=f5 vol=99	2:0:240 On ch=13 note=f2 vol=99
2:1:240 Off ch=8 note=f5 vol=90	2:1:0 Off ch=13 note=f2 vol=90
2:1:240 On ch=8 note=f5 vol=99	2:1:0 On ch=13 note=f2 vol=99
3:0:0 Off ch=8 note=f5 vol=90	2:1:240 Off ch=13 note=f2 vol=90
3:0:0 On ch=8 note=d5 vol=99	2:1:240 On ch=13 note=f2 vol=99
TrkEnd	3:0:0 Off ch=13 note=f2 vol=90
	3:0:0 On ch=13 note=d2 vol=99
	TrkEnd



Εικόνα 20: Στιγμότυπο οθόνης της κύριας οθόνης του προγράμματος Sequencer

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα

Τα πρότυπα και οι ταξινομήσεις είναι απαραίτητα για τη βιομηχανία μουσικών οργάνων και τη βιομηχανία γενικότερα. Και καθώς οι ψηφιακές τεχνολογίες πολλαπλασιάζονται στην καθημερινή ζωή, η διαλειτουργικότητα έχει αναδειχθεί ως κεντρικό μέλημα για την τεχνολογική καινοτομία. Καθώς όλο και περισσότερες συσκευές δημιουργίας μουσικής εισέρχονται στην αγορά, προέκυψε η ανάγκη να λειτουργήσουν μαζί (Diduck, 2013).

Ιδιαίτερα, το εμπόριο μουσικών οργάνων ήταν ένα ιδιαίτερα κατάλληλο πρωτότυπο για όλα τα είδη των μεταγενέστερων βιομηχανικών προτύπων. Στην αυγή του 20ου αιώνα, Αμερικανοί κατασκευαστές πιάνων οργανώθηκαν για έναν κοινό σκοπό, να σταθεροποιήσουν και να επεκτείνουν τη δική τους επιχείρηση, ιδρύοντας μια συντεχνία για το εμπόριο τους και δημιουργώντας ορισμένα κατασκευαστικά πρότυπα, ταξινομήσεις και πρωτόκολλα λειτουργίας στη βιομηχανία (Yavelow, 1986)

Το σύγχρονο πιάνο είναι πραγματικά περισσότερο μια μουσική μηχανή παρά ένα όργανο και η τυποποίηση της κατασκευής του συνδυάζεται με μια στροφή προς τη μαζική παραγωγή διαρκών καταναλωτικών αγαθών και τη βιομηχανική πολιτιστική λογική της νεωτερικότητας. Και ο ίδιος ο κλαβιοκεντρισμός ήταν η πολιτιστική λογική που οδήγησε την τεχνολογία του μουσικού πληκτρολογίου προς τα αυτόματα πιάνα, τα οικιακά όργανα, τα συνθεσάιζερ και, τελικά, το MIDI (Diduck, 2013).

Ταυτόχρονα, η ιδέα της δημιουργίας και της αναπαραγωγής μουσικής βρισκόταν σε διαδικασία εξέλιξης. Το πιάνο σταδιακά μετατράπηκε από όργανο χρησιμότητας σε καταναλωτικό εμπόρευμα και τα συστήματα αγορών πιστώσεων συνέβαλαν στην τόνωση μαζικών πωλήσεων στις ΗΠΑ και στο εξωτερικό γενικά. Τα μαθήματα πιάνου συνδέθηκαν με υψηλότερη κοινωνική θέση και τάξη, και η μουσική εκπαίδευση συμπεριλήφθηκε σε ένα εθνικό έργο δημιουργίας μουσικών χαρακτήρων (Bing, 2001).

Στο άλλο άκρο του φάσματος, η μουσική γινόταν όλο και περισσότερο μια ατομική, ψυχαγωγική δραστηριότητα. Η ιδέα της απόκτησης μουσικών δεξιοτήτων μετατράπηκε σταδιακά από την επίπονη και κοινωνική πρακτική στην ανάπτυξη σόλο τεχνολογικής ικανότητας – από το ρόλο πιάνου έως τα όργανα με δυνατότητα MIDI (Ajero, 2007).

Παρόμοια με τη ρύθμιση του ρόλου του πιάνου, οι ίδιοι οι κατασκευαστές πληκτρολογίων κατασκεύασαν το MIDI μέσω της βασικής συμφωνίας και της επιθυμίας συνεργασίας να επεκτείνουν την επιχείρησή τους. Μόλις ανακοινώθηκε η προδιαγραφή, οιμάδες μεμονωμένων πρακτόρων συγκεντρώθηκαν γύρω από το πρωτόκολλο MIDI για να προσπαθήσουν να το διαμορφώσουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις τους (Yavelow, 1986).

Μόλις ξεκίνησαν να αποστέλλονται εκατομμύρια όργανα με δυνατότητα MIDI, το κλείδωμα της προδιαγραφής ήταν προς το συμφέρον του κλάδου. Άλλα το MIDI ήταν ένα αντικανονικό από πολλές απόψεις. Εγκρίθηκε και εφαρμόστηκε τόσο γρήγορα που η επίσημη τυποποίηση με το Αμερικανικό Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων θα σήμαινε ουσιαστικά την έναρξη ξανά από το μηδέν. Επίσης, μόλις καθιερώθηκε η προδιαγραφή, τόσο οι ιαπωνικές όσο και οι αμερικανικές ενώσεις MIDI έδωσαν ουσιαστικά την κωδικοποίηση δωρεάν σε όσους ήθελαν να την ενσωματώσουν στα όργανά τους (Mueth, 1993).

Η Ένωση Κατασκευαστών MIDI στις ΗΠΑ και η Ιαπωνική Επιτροπή Προτύπων MIDI, ανέλαβαν την ευθύνη για τη διανομή των πληροφοριών MIDI παντού. Και άλλες ενώσεις, όπως η Διεθνής Ένωση MIDI, διασπάστηκαν σε ομάδες χρηστών και ερασιτεχνικά φόρουμ για συζήτηση σχετικά με το MIDI. Η δωρεάν διανομή έγινε στη συνέχεια βασική επιχειρηματική πρακτική στα ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης και υπολογιστές, με την ομαδοποίηση και τις σουίτες λογισμικού να γίνονται όλο και πιο συνηθισμένες, με γρήγορη παρακολούθηση γενικής υιοθέτησης (Moore, 1988).

Η NAMM ανέθεσε αρκετές έρευνες, συγκεντρώνοντας αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τη στάση των λιανοπωλητών και τα δημογραφικά στοιχεία των πιθανών αγορών για τεχνολογίες ψηφιακής μουσικής. Οι έμποροι θεώρησαν ότι το MIDI ήταν καλό για επαγγελματίες μουσικούς που γνωρίζουν την τεχνολογία και γνώριζαν τον τρόπο τους γύρω από τις ψηφιακές συσκευές, αλλά οι ερασιτέχνες μουσικοί θεώρησαν ότι η γλώσσα γύρω από το MIDI ήταν πολύ μπερδεμένη (Ajero, 2007).

Άλλα το MIDI είχε γίνει μόνο ένας από τους πολλούς λειτουργικούς τρόπους δημιουργίας ψηφιακής μουσικής, αναμειγνύοντας το υπόβαθρο του οικοσυστήματος της μουσικής τεχνολογίας υπολογιστών. Όταν του ζητήθηκε να σχολιάσει την 30ή επέτειο του MIDI, ο Trevor Pinch σκέφτηκε: «Φυσικά, το MIDI έδωσε τη δυνατότητα να εμφανιστεί μια εντελώς νέα γενιά ψηφιακών μουσικών καλλιτεχνών. Έκανε τον εξοπλισμό φθηνότερο και πιο προσιτό» (Moore, 1988).

Μπορεί να προβλεφθεί ότι η μελλοντική μουσική θα συνεχίσει να μας εκπλήσσει και να δημιουργεί μια νέα ηχητική εμπειρία. Ο παραγωγός μουσικής πρέπει να περάσει μια ποικιλία εργαλείων υπολογιστή, όπως ευρυζωνική τεχνολογία πολυμέσων κατανεμημένων εφαρμογών και ήχο MIDI, και πολλές άλλες δημιουργικές υπηρεσίες για τη μουσική.

Επίσης, μέσω μιας ποικιλίας μέσων για την ολοκλήρωση υψηλότερου βαθμού δυσκολίας του προγραμματισμού μουσικής, επειδή τα συνηθισμένα μουσικά όργανα που προκύπτουν ο ήχος είναι εξαιρετικά περιορισμένη, δεν μπορεί να επιτευχθεί ειδικός προγραμματισμός μέσω της επεξεργασίας υπολογιστή που μπορεί να δημιουργήσει παραδοσιακά όργανα.

Το μέλλον των δημιουργών μουσικής που είναι αρκετά καλοί για εκείνους που θα γίνουν ο υπολογιστής, εξοπλισμένοι με ψηφιακό φορητό φορητό υπολογιστή ή πιο προηγμένο εξοπλισμό,

μπορεί να εμφανιστεί αμέσως ως έμπνευση για δημιουργία, όχι μόνο για να μπορούν να δημιουργούν πιο κομψή, όμορφη μουσική παρέχει βολικές συνθήκες, αλλά και βελτιώνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα των δημιουργών.

Μέχρι τότε στο μυαλό του συνθέτη, η παρτιτούρα, η ενορχήστρωση, ο νόμος των μουσικών οργάνων δεν είναι πλέον το μόνο μέσο δημιουργίας και η απόκριση συχνότητας, η ισορροπία, ο χώρος, το φιλτράρισμα συχνότητας, ο φάκελος, η αντίχηση, η καθυστέρηση, τα εφέ, ο μίξερ κ.λπ. ο όρος θα είναι επίσης τρισδιάστατες μουσικές ιδέες και αποτελούν έναν από τους σημαντικούς παράγοντες.

Επιπλέον, η τεχνολογία δικτύωσης σε όλο τον κόσμο, η οποία για τους μουσικούς ήταν σε θέση να συνεργαστούν μεταξύ τους συν-συγγραφική ευκολία. Αφού ολοκληρωθεί η δημιουργία του συνθέτη, μπορείτε να εργαστείτε σε διαδραστικά δίκτυα τυχαίας πρόσβασης πολλαπλών διαδρομών, δημιουργώντας νέους πόρους πληροφοριών μουσικής.

Εν ολίγοις, οι εμφανίσεις του λογισμικού παραγωγής μουσικής MIDI διεγέρει το ενδιαφέρον των μαθητών για τη μουσική και εμβαθύνει την κατανόηση της μουσικής από τους μαθητές και βελτιώνει τη μουσική παιδεία των μαθητών. Το λογισμικό παραγωγής μουσικής MIDI στη διδασκαλία της μουσικής, η τεχνολογική ανάπτυξη είναι αναπόφευκτη, συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της ολοκληρωμένης ανάπτυξης ποιοτικής εκπαίδευσης υπό την τάση της διδασκαλίας της μουσικής.

Οι μαθητές διδασκαλίας της παραδοσιακής μουσικής παραβίασαν τον νόμο της ανάπτυξης της μουσικής γνώσης, την ταχεία ανάπτυξη στην επιστήμη και την τεχνολογία σήμερα, όμως οι εργαζόμενοι στη μουσική εκπαίδευση πρέπει να αναμορφώσουμε το μοντέλο διδασκαλίας της μουσικής, με κατάλληλες προηγμένες μεθόδους διδασκαλίας, η εφαρμογή λογισμικού παραγωγής μουσικής MIDI σε όλες τις πτυχές της διδασκαλίας.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Ajero, Mario. "The Effects of Computer-Assisted Keyboard Technology and MIDI Accompaniments on Group Piano Students' Performance Accuracy and Attitudes." University of Oklahoma, 2007.
- Bing, Tang. "Music Making and Musical Instrument Digital Interface: An Investigation of MIDI and Its Musical Applications." University of Wisconsin, 2001.
- Chadabe, J., (1997). *Electric Sound. The Past and Promise of Electronic Music*. New Jersey, Prentice Hall.
- Cycling '74, (20004). "Max Getting Started".
- Diduck, Ryan Alexander. "The 30th Anniversary of MIDI: A Protocol Three Decades On." *The Quietus* January 22 2013.
- Dodge C., Jerse T., (1997). "Computer music – Synthesis, Composition and Performance".
- Fruity Loops dot Com. <http://www.fruity-loops.com/store/>
- McKinnon, James, ed. *Antiquity and the Middle Ages*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.
- Moog R., (1993). "MIDI for the professional".
- Moore, Richard F. "The Dysfunctions of MIDI." *Computer Music Journal* 12.1 (1988): 19-28.
- Mueth, Larry. "MIDI Technology for the Scared to Death." *Music Educators Journal* 79.8 (1993): 49-53.
- Roads C., (1996). "The computer music tutorial".
- Rumsey F., (1994). "MIDI systems & control".
- Shavano Music Online- "Making your own MIDI cables".
http://www.colormar.com/Shavano/midi_cable.html
- Yavelow, Chris. "MIDI and the Apple Macintosh." *Computer Music Journal* 10.3 (1986): 11-47.
- Yudkin, Jeremy. *Music in Medieval Europe*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1989
- Winkler T. (2001). "Composing Interactive Music – Techniques and Ideas using Max".

Zycarelli D., Taylor G., Bernstein J., Schabtach A., Dudas R., DuBois R. L., (20004). "Tutorials and Topics Manual", *Cycling '74*.

Zycarelli D., Taylor G., Clayton J. K., Dudas R., (20004). "Max Reference Manual", *Cycling '74*.

Ελληνόγλωσση

Αδάμ, Δ. (2002). Προγραμματίζοντας σε midi. Αθήνα, Εκδόσεις Σύγχρονη Μουσική.

Ακουμιανάκης, Δ. (2006). *Διεπαφή Χρήστη-Υπολογιστή, μια σύγχρονη προσέγγιση*. Κλειδάριθμος.

Γουίτελ Άρνολντ, *Ρομαντική μουσική, μτφρ. Μιρέλλα Σιμωτά-Φιδετζή, εκδ. Ζαχαρόπουλος, Αθήνα, 1997*

Δημητριάδης, Στ., *Πομπόρτσης, Α., Τριανταφύλλου, Ε., (2004). ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ, Θεωρία και Πράξη. Αθήνα, Εκδόσεις Τζιόλα.*

Πλέσσας, Α. (1998). *Μουσική και Τεχνολογία. Α' τόμος. Εκδ. Αθήνα, Εκδόσεις Σύγχρονη Μουσική.*

Πλέσσας, Α. (2002). *Μουσική και Τεχνολογία. Β' τόμος. Εκδ. Αθήνα, Εκδόσεις Σύγχρονη Μουσική.*

Πολίτης, Δ., Σταμέλος, Ι. *Usability of Computer Music Interfaces for Simulation of Alternate Musical Systems. Multimedia Lab, Programming Languages and Software Engineering Lab, Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτελείο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 2013.*