

Αντιστοίχιση παραμέτρων ήχου σε midi:  
Αλλαγή διάταξης midi clavie (clavisound)

Μιχάλης Μιχαλούδης

25 Ιουνίου 2008

# Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>7</b>
1.1	Εκφραστικότητα . . . . .	7
1.2	Τί είναι το mapping . . . . .	9
1.3	Αξιολόγηση μουσικού οργάνου . . . . .	10
1.3.1	Αντιληπτή σχέση ερεθίσματος και αντίδρασης (mapping) . . . . .	11
1.3.2	Πολυδιάστατο όργανο . . . . .	11
1.3.3	Διακριτά και συνεχή δεδομένα . . . . .	11
1.3.4	Χρόνος / ρυθμός (timing) . . . . .	12
1.3.5	Ο ήχος των αισθητήρων . . . . .	13
1.3.6	Ακρίβεια . . . . .	13
1.3.7	Οικονομία . . . . .	13
1.3.8	Σαφήνεια στην αντιστοίχιση . . . . .	14
1.3.9	Αξιοπιστία και επαναληψιμότητα . . . . .	14
1.3.10	Γενικές παρατηρήσεις . . . . .	15
1.4	Τεχνικές σύνθεσης ήχου . . . . .	15
1.5	Στόχοι της εργασίας . . . . .	17
1.5.1	Υλοποίηση του Clavisound . . . . .	19
1.6	Σύνοψη . . . . .	19
<b>2</b>	<b>Ελεγκτές - Controllers</b>	<b>21</b>
2.1	Φυσικά όργανα vs Ψηφιακών μουσικών οργάνων . . . . .	21
2.2	Κατηγορίες ελεγκτών . . . . .	25
2.2.1	Ταξινόμηση αισθητήρων . . . . .	27
2.2.2	Διακόπτες . . . . .	31
2.2.3	Συσκευές κατάδειξης . . . . .	31
2.2.4	Εμπορικοί midi ελεγκτές . . . . .	33
2.2.5	Ιδιοκατασκευές . . . . .	35
2.2.6	Monome . . . . .	36
2.2.7	Ψηφιακή μπακέτα Digital Baton . . . . .	36

2.2.8	Wii Remote . . . . .	37
2.2.9	Continuum Fingerboard . . . . .	39
2.2.10	Marimba Lumina . . . . .	40
2.2.11	Accordiatron . . . . .	40
2.2.12	Η δύναμη της σκέψης . . . . .	41
2.2.13	Ελεγκτές αφηρημένης έννοιας . . . . .	42
2.3	Σύνοψη . . . . .	43
<b>3</b>	<b>Mapping</b>	<b>46</b>
3.1	Κατηγορίες mapping . . . . .	46
3.1.1	Αντιστοίχιση ένα προς ένα . . . . .	47
3.1.2	Αντιστοίχιση ένα προς πολλά, πολλά προς ένα . . . . .	47
3.2	Γραμμικότητα . . . . .	48
3.3	Ευαισθησία - Ανάλυση . . . . .	49
3.4	Οπτική ανάδραση . . . . .	49
3.5	Τεχνικές mapping . . . . .	50
3.6	Προηγούμενες προσπάθειες, διαφορετικές προσεγγίσεις . . . . .	52
<b>4</b>	<b>Clavisound</b>	<b>54</b>
4.1	Οι δυνατότητες και τα προβλήματα του midi . . . . .	55
4.2	Max/MSP, Pure Data . . . . .	57
4.2.1	Αρθρώματα (Plug-ins) . . . . .	58
4.3	Βάση δεδομένων MySQL . . . . .	58
4.4	Περιγραφή της εφαρμογής clavisound . . . . .	59
4.4.1	Ομογενοποιημένη πρόταση ελέγχου του ήχου . . . . .	60
4.4.2	Εκκίνηση . . . . .	60
4.4.3	Οπτική ανάδραση . . . . .	62
4.5	Ηχητικό παράδειγμα . . . . .	63
4.5.1	Σημειογραφία . . . . .	63
4.6	Η δομή της βάσης δεδομένων . . . . .	64
4.7	Αντίλογος . . . . .	65
4.8	Επίλογος . . . . .	66
	<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>71</b>
	<b>Παράρτημα</b>	<b>78</b>

# Κατάλογος Σχημάτων

1.1	Δομή ενός συστήματος για έλεγχο του ήχου βασισμένο σε αισθητήρες. [Wright 2002]	9
1.2	Αποτέλεσμα ίδιας περιβάλλουσας με διαφορετικά μηνύματα note-on / off. [Puckette 2006, σελ. 103]	18
2.1	Γενικά χαρακτηριστικά ανθρώπινων κινήσεων. [Verplaetse Christofer 1996]	27
2.2	Πληκτρολόγιο σε διάταξη Photoshop.	32
2.3	Η εφαρμογή music mouse.	32
2.4	Συνηθισμένοι Midi ελεγκτές	33
2.5	Το Monome με 256 φωτιζόμενους διακόπτες.	36
2.6	Η ψηφιακή μπακέτα του MIT media lab. [Marrin et al 1996]	37
2.7	α) Wii sensor bar β) Wii Remote	37
2.8	Οι τρεις αισθητήρες επιτάχυνσης εν δράση με κβαντοποίηση στην κλίμακα που αναγνωρίζει το midi.	38
2.9	Το Continuum Fingerboard.	39
2.10	Η Marimba Lumina του Buchla.	40
2.11	Το accordiatron.	41
2.12	Εκτελεστής με ελεγκτή EEG της Thought Technology.	41
2.13	Διαδραστικό σύστημα.	42
3.1	Απεικόνιση ενός εικονικού μουσικού οργάνου. [Rovan et al 1997]	46
3.2	Η καμπύλη ευαισθησίας των πλήκτρων από τον συνθετική KORG X3.	49
4.1	Εποπτική απεικόνιση του clavisound	54
4.2	Χρωματική απεικόνιση της διατάξης του clavisound.	59
4.3	Εκκίνηση του clavisound	60
4.4	Οι μπάρες ανάδρασης	62
4.5	Τα πρώτα μέτρα του ηχητικού παραδείγματος clavisound_demo	68
4.6	Ο πίνακας vst_i	69

4.7	Ο πίνακας <code>unified_names</code> . . . . .	69
4.8	Ο πίνακας <code>mapping</code> . . . . .	69
4.9	το patch <code>midi_keyboard_to_parameter</code> . . . . .	69
4.10	Οι καταχωρητές που μετατρέπουν τις νότες σε παραμέτρους <code>vst</code> . . . . .	70

# Κατάλογος Πινάκων

2.1	Εμπειρικά σχόλια για θετικές και αρνητικές ιδιότητες των φυσικών οργάνων. [Magnuson & Mendieta 2007]	22
2.2	Εμπειρικά σχόλια θετικών και αρνητικών ιδιοτήτων των ηλεκτρονικών οργάνων. [Magnuson & Mendieta 2007]	24
2.3	Ιδιότητες ελεγκτών για έναν εκτελεστή.	44
4.1	Χρονική διαφορά μεταξύ φθόγγων.	56
4.2	Η ομογενοποιημένη πρόταση ελέγχου του ήχου	61

# Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εμπνεύστηκε από προσωπική αναζήτηση που αφορά την αξιοποίηση του ηλεκτρονικού ήχου στην μουσική ως αυθύπαρκτη οντότητα και όχι ως απομίμηση των φυσικών οργάνων. Τα ψηφιακά μουσικά όργανα δεν έχουν ακόμη καθιερώσει την ύπαρξή τους. Ένα από τα θεμελιώδη προβλήματα τους είναι η έλλειψη ομογενοποιημένου ελέγχου ή πολλές φορές, η παντελής έλλειψη ελέγχου σε πραγματικό χρόνο. Το *mapping* αποτελεί μία βοήθεια στο πρόβλημα.

Η εφαρμογή *clavisound* αποτελεί ένα ελάχιστο παράδειγμα του τί είναι υλοποιήσιμο με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, την βοήθεια από την τεχνολογία του διαδικτύου, ένα περιβάλλον προγραμματισμού (Max/MSP), τα εικονικά ψηφιακά μουσικά όργανα (vst plugins), την τεχνική του *mapping*, μία βάση δεδομένων (MySQL) και το κλασικό πληκτροφόρο ελεγκτή: το midi clavier σε ασυνήθιστο ρόλο διαμορφωτή του ήχου και όχι σε αυστηρό μελωδικό ρόλο όπως το γνωρίζουμε.

Η εργασία αυτή έγινε πραγματικότητα χάρη στους καθηγητές Αιμίλιο Καμπουρόπουλο και Παναγιώτη Κόκορα. Τους ευχαριστώ για την βοήθειά τους, την υπομονή τους και προπάντων για αυτά που έμαθα στα μαθήματά τους.

*Αφιερώνεται στους ανθρώπους που αγαπώ και αγαπούν.*

Γραμμένο με T<sub>E</sub>X<sub>ν</sub>η σε GNU/Linux (Slackware)

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

*Why don't you make a synth that makes just six great sounds, has a couple of tone controls, but has lots of ways of articulating?*

– Brian Eno<sup>1</sup>.

### 1.1 Εκφραστικότητα

Ένας εκτελεστής, ανάλογα με το όργανο που χρησιμοποιεί, έχει διαφορετικές δυνατότητες έκφρασης. Για παράδειγμα ένας βιολονίστας αλλάζει το ηχόχρωμά του με ποικίλους τρόπους. Μεταξύ άλλων χρησιμοποιεί την πίεση του δοξαριού, την τοποθέτησή του στις χορδές και τεχνικές όπως το *pizzicato*, τους αρμονικούς και άλλες. Αν συγκρίνουμε δύο πιανίστες που εκτελούν το ίδιο κομμάτι, πιθανότατα να παρατηρήσουμε διαφορές στην «έκφρασή» τους. Η διαφορά στην έκφραση προέρχεται από τις αλλαγές στο *tempo*, τις χρονικές μικροαποκλίσεις και την δυναμική. Στην σπάνια - μάλλον αδύνατη - περίπτωση που είναι απόλυτα συγχρονισμένοι, αν διαφέρουν στη δυναμική πάλι προκύπτει διαφορετική έκφραση, διότι στο πιάνο (ίσως σ' όλα τα φυσικά όργανα) η διαφορετική δυναμική διαφοροποιεί τους αρμονικούς, βασική παράμετρος για το ηχόχρωμα και την εκφραστικότητα.

Η μουσική φέρει εκφραστικότητα με την οργάνωση (σύνθεση) του ήχου, η οποία ενδεχομένως ενισχύεται από την έκφραση του εκτελεστή.

[Dobrian & Koppelman, 2006]

Στο *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* [Baker et al, 2008] αναφέρεται πως «η εκφραστικότητα ενός εκτελεστή αφορά την προσωπική του δράση, η οποία διαφέρει από άλλους εκτελεστές». Οι εκτελεστές κωδικοποιούν τις εκφραστικές τους προθέσεις σε ταχύτητα, ένταση, χρονισμό (*timing*), άρθρω-

---

<sup>1</sup>Από συνέντευξη στο περιοδικό *Future Music*, Δεκέμβριος 1995, τεύχος 38, Phil Ward



ση, χροιά, vibrato και οι ακροατές δέχονται την έκφραση με αποκωδικοποίηση των παραπάνω στοιχείων. [Poepel 2005]

Δηλαδή, η παραγωγή του ήχου είναι πολυδιάστατο φαινόμενο. Τα ψηφιακά μουσικά όργανα έχουν διαχωρίσει το επίπεδο χειρονομίας (gesture) από την παραγωγή του ήχου. Ως αποτέλεσμα μπορούμε να αντιστοιχούμε χειρονομίες είτε σε τονικό ύψος είτε απ' ευθείας σε άλλες ιδιότητες του ήχου, είτε ταυτόχρονα σε πολλές παραμέτρους. Οι δυνατότητες είναι αναρίθμητες.

Η διαμόρφωση του ήχου με ψηφιακά μουσικά όργανα δεν είναι απλή, αφού απαιτεί νέες τεχνικές παιξίματος με νέα αντίληψη εκτέλεσης. Με την εφαρμογή *clavisound* επιχειρείται η διαμόρφωση του ήχου με παραδοσιακά μέσα (π.χ. ένα midi clavier) και συνηθισμένα ψηφιακά μουσικά όργανα VST.

Σ' ένα φυσικό όργανο, η διεπαφή του (interface) είναι άμεσα συσχετισμένη με την πηγή του ήχου. Η χορδή ενός βιολιού, είναι ταυτόχρονα ο ελεγκτής (controller) και η πηγή του ήχου. Αφού είναι αδιαχώριστα, οι σχέσεις τους είναι πολύπλοκες, εξειδικευμένες και καθορίζονται από νόμους της φύσης. [Hunt et al 2002]

Ο Sergi Jordà Puig παρατηρεί για την μεταβολή της χροιάς στα φυσικά όργανα: [Jordà 2005, σελ. 22]

- Έχουμε συνεχή έλεγχο της χροιάς σε ελάχιστα όργανα (π.χ. φωνή, didgeridoo)
- Η χροιά μπορεί να είναι συγκεκριμένη προερχόμενη είτε από συνδυασμό ηχοχρωμάτων (π.χ. συνδυασμός κρουστών) είτε επειδή ασκείται ειδική τεχνική (π.χ. βιολί) ή με διαφορετικά εργαλεία (π.χ. διάφορα είδη από μπακέτες)
- Κάποια όργανα διαθέτουν διαφορετικές ηχοχρωματικές περιοχές από την μορφολογία του οργάνου, ή επιτρέπουν διαφοροποίηση του ηχοχρώματος (π.χ. η «σουρντίνα» σε χάλκινα πνευστά).
- Στα υπόλοιπα όργανα η χροιά συνδέεται με τις άλλες δύο παραμέτρους του ήχου: Την ένταση και το τονικό ύψος.

Τα μουσικά έργα σχετίζονται με τα διαθέσιμα όργανα ή τεχνικές. Ένα συμφωνικό έργο, εκτός από τις ικανότητες σύνθεσης, απαιτεί γνώση των οργάνων, γνώση για την συνήχηση των οργάνων, της ακουστικής του χώρου, μέχρι τις τεχνικές της ενορχήστρωσης. Οι περισσότεροι συνθέτες γράφουν σύμφωνα με τις δυνατότητες των μουσικών οργάνων, ή ακόμη και των μουσικών εκτελεστών. Αν ο μάεστρος ή ο συνθέτης αντιμετωπίσει διαφορετικά μουσικά όργανα και εκτελεστές, χρειάζεται να μάθει εκ νέου τις ιδιότητες των οργάνων, ή ακόμη να μάθει

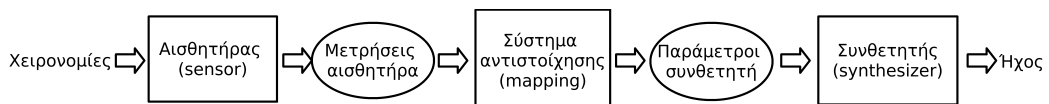
εκ' νέου τις δυνατότητες των εκτελεστών. Βέβαια υπάρχει και η αντίθετη προσέγγιση, όπου ο συνθέτης δημιουργεί το μουσικό όργανο που θα εξυπηρετήσει το έργο του (βλ. υποκεφάλαιο 1.5.1).

Μουσικοί επικεντρωμένοι στην σύνθεση έλκονται είτε από από την μακροδομή, είτε από την εκτέλεση στις μικροδομές του ήχου (ηχόχρωμα). Υπάρχει και ενδιαμέση ομάδα που προσπαθεί να ισορροπήσει στις δύο τάσεις. [Jordá 2005, σελ. 122]

Οι καλλιτέχνες προτάσσουν την πιθανότητα οποιαδήποτε συσκευή αναπαραγωγής ήχου (ακόμη και σιγής) να είναι «μουσικό όργανο». Έτσι, μουσικό όργανο μπορεί να είναι μία παραδοσιακή συσκευή ήχου, ένας ελεγκτής χωρίς συγκεκριμένο mapping, ένα πρόγραμμα στον Η/Υ που κατευθύνει γεγονότα σε ήχο ή μπορεί να είναι συνώνυμο μ' ένα μουσικό έργο το οποίο σχεδιάζει το μουσικό όργανο (*composed instrument*) σύμφωνα με τις εκφραστικές προθέσεις του συνθέτη. [Malloch et al 2006] [Schnell & Battier 2002]

## 1.2 Τί είναι το mapping

Στα ηλεκτρονικά και ψηφιακά μουσικά όργανα, η διεπαφή είναι ανεξάρτητη από την παραγωγή ήχου. Αυτό σημαίνει πως η σχέση τους περιμένει να προσδιοριστεί. Αυτή η σχέση - παραδοσιακά αχώριστη - είναι γνωστή ως αντιστοίχιση (mapping) και δεν είναι ασήμαντη. Εναλλακτικές αντιστοιχίσεις σε ίδια διεπαφή και ηχητική πηγή, αλλάζουν τον χαρακτήρα του οργάνου. [Hunt et al 2002]



Σχήμα 1.1: Δομή ενός συστήματος για έλεγχο του ήχου βασισμένο σε αισθητήρες. [Wright 2002]

Το *mapping*<sup>2</sup> υπάρχει γύρω μας χωρίς να το αντιληφθούμε. Γενικά μπορούμε να πούμε πως είναι η αντιστοίχιση δράσης σε αντίδραση, ή η δημιουργία σχέσης ερεθίσματος και αντίδρασης. Σε μια συμφωνική ορχήστρα ο μάεστρος με τις κινήσεις των χεριών ορίζει δυναμική, ρυθμό, ύψος κ.λ.π. Οι εκτελεστές παρακολουθούν τον μάεστρο, γνωρίζουν τί σημαίνουν συγκεκριμένες κινήσεις και ως αποτέλεσμα συσχετίζουν κινήσεις του μάεστρου σε συγκεκριμένες αντιδράσεις.

<sup>2</sup> Δεν έχει μεταφραστεί ο όρος mapping στα ελληνικά. Είναι λέξη που αλλάζει σύμφωνα με την χρήση. Μπορεί να έχει την έννοια της αντιστοίχισης, συσχέτισης, ανακατεύθυνσης και χαρτογράφησης.

Ακολουθούν μερικές αναφορές από την σχετική βιβλιογραφία:

Με την παρεμβολή του Η/Υ στην αμφίδρομη επικοινωνία της χειρονομίας και της μουσικής δράσης, επιτρέπεται οποιαδήποτε ηχητική απόκριση σε καθορισμένες ενέργειες· αυτό αποκαλείται *mapping*. (Paradiso 1998) όπως αναφέρεται στο [Jordà 2005, σελ. 141]

Ο Atau Tanaka δίνει έναν ορισμό για το *mapping* στα ψηφιακά μουσικά όργανα, επισημαίνοντας την έλλειψη ομογενοποιημένου ελέγχου.

«Ο διαχωρισμός της χειρονομίας από την παραγωγή ήχου σημαίνει πως δεν υπάρχει τυποποιημένος τρόπος<sup>3</sup> διαμόρφωσης του ήχου. Αυτή η σχέση [σ. σ. *mapping*] πραγματοποιείται με λογισμικό». [Tanaka 2000]

Σε φυσικά όργανα όπου ο εκτελεστής έχει αμεσότερη επαφή με τα μουσικά όργανα, όπως τα πνευστά, τα χείλη, η τεχνική αναπνοής, η τοποθέτηση των δαχτύλων, αλλάζουν το ηχόχρωμα του οργάνου. Ένα παράδειγμα είναι το όμποε, όπου ένας νέος μαθητής το κάνει να ακούγεται όπως ο ζουρνάς, θα περάσει καιρός μέχρι να βγάλει τον ήχο του όμποε που γνωρίζουμε από τις κλασικές συμφωνικές ορχήστρες.

Είναι αναγκαία η αναφορά σε ελεγχτές και σε προγράμματα παραγωγής ήχου διότι αποτελούν προϋπόθεση για την ύπαρξη του *mapping*.

### 1.3 Αξιολόγηση μουσικού οργάνου

Η κατασκευή νέων μουσικών οργάνων απαιτεί την μελέτη πολλών τεχνολογικών τομέων (αισθητήρες, σύνθεση ήχου, τεχνικές επεξεργασίας, προγραμματισμό ηλεκτρονικού υπολογιστή), ανθρωποκεντρικές επιστήμες (ψυχολογία, φυσιολογία, εργονομία και συστήματα διασύνδεσης ανθρώπου-υπολογιστή) και όλους τους πιθανούς συνδέσμους μεταξύ τους (τεχνικές αντιστοίχισης [*mapping*]) και το σημαντικότερο όλων, την μουσική σε όλες τις πιθανές μορφές της. [Jordà 2005, σελ. 6] Ο Sergi Jordà Puig αναφέρει γενικές οδηγίες για την αξιολόγηση νέων ψηφιακών μουσικών οργάνων:

1. Προσδιορίστε την πεμπουσία του νέου ψηφιακού μουσικού οργάνου· τί πρωτότυπο προσφέρει στην εκτέλεση· πώς την επαναπροσδιορίζει;

<sup>3</sup>Ο Tanaka χρησιμοποιεί τον όρο «λεξικό χειρονομιών»

2. Εντοπίστε τα μειονεκτήματα ή ελλείψεις των παραδοσιακών οργάνων· τί περιορισμοί ή προβλήματα μπορούν να εξαλειφθούν, βελτιωθούν ή να λυθούν.
3. Προσδιορίστε την ουσιαστική κληρονομιά των παραδοσιακών οργάνων· ποιες ποιότητες δεν πρέπει ποτέ να ξεχάσουμε ή να απορρίψουμε. [Jordá 2005, σελ. 9]

### 1.3.1 Αντιληπτή σχέση ερεθίσματος και αντίδρασης (mapping)

Το ζήτημα σ' ένα μουσικό όργανο δεν είναι τί ήχους παράγει, αλλά πως τους αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος. Για παράδειγμα συχνότητες μεταξύ 30Khz έως 40Khz δεν γίνονται αντιληπτές<sup>4</sup>. Καλύτερο παράδειγμα είναι ο έλεγχος έντασης του ήχου. Αν ελέγχεται γραμμικά αντί για λογαριθμικά, στις υψηλές τιμές η επίδρασή του θα είναι μη-αντιληπτή. Δηλαδή η αλληλεπίδραση πρέπει να είναι αντιληπτή. Μέρος της τέχνης σχεδιασμού ενός μουσικού οργάνου, είναι η αντιστοίχιση (mapping) του εύρους τιμών που λαμβάνουν οι αισθητήρες σε ηχητική αλλαγή αντιληπτή από τον εκτελεστή. [Wright 2002]

### 1.3.2 Πολυδιάστατο όργανο

Τα παραδοσιακά όργανα είναι ικανά να μεταβάλλουν αρκετές ιδιότητες του ήχου όπως τονικό ύψος, δυναμική, χροιά, άρθρωση κ.λ.π. οι οποίες μεταβάλλονται σε διάφορα ποσοστά και εφαρμόζονται για να ορίσουν το ηχητικό αποτέλεσμα σε πραγματικό χρόνο (real-time). Για να είναι χρήσιμο ένα ηλεκτρονικό μουσικό όργανο θα πρέπει να προσφέρει πολυδιάστατα δεδομένα (ροή αρχικών ξεχωριστών δεδομένων) ικανά για ταυτόχρονο έλεγχο πολλαπλών ηχητικών παραμέτρων. Για παράδειγμα αυτός ήταν ένας περιοριστικός παράγοντας του Theremin ως ελεγκτή, παρά ως οργάνου: ο εκτελεστής έχει έλεγχο μόνο σε δύο διαστάσεις / παραμέτρους. Το τονικό ύψος και την ένταση. [Gurevich & Muehlen 2001]

### 1.3.3 Διακριτά και συνεχή δεδομένα

Καλό είναι ο έλεγχος των παραμέτρων να γίνεται με δύο τρόπους. Με διακριτές τιμές και συνεχείς τιμές. Το theremin προσφέρει μόνο συνεχείς τιμές.

<sup>4</sup>Βέβαια σε σχετική έρευνα ακροατές δηλώνουν προτίμηση σε μουσική με πλουσιότερο φάσμα, [Oohash et al 2002] γενικότερα όμως θεωρείται πως συχνότητες πάνω από 20Khz δεν αφορούν την μουσική.

[Gurevich & Muehlen 2001] Για παράδειγμα η ηλεκτρική κιθάρα προσφέρει στο τονικό ύψος την δυνατότητα του *glissando* ή διακριτούς φθόγγους. Αντίθετα το πιάνο προσφέρει μόνο συγκεκριμένους φθόγγους δεν μπορούμε να κάνουμε *glissando* από φθόγγο σε φθόγγο, ούτε να ελέγξουμε την δυναμική του ήχου αφού πατήσουμε το πλήκτρο όπως μπορεί ένας βιολονίστας ή πνευστός.

### 1.3.4 Χρόνος / ρυθμός (timing)

Ο Herbert von Karajan έχει δηλώσει πως ενοχλείται περισσότερο από άρρυθμο μουσικό παρά από «φάλτσο». Δεν είναι παράλογο να θεωρήσουμε πως ο ρυθμός είναι η σημαντικότερη δεξιότητα ενός μουσικού.

Επιδέξιοι εκτελεστές αφιερώνονται στην ρυθμική εκτέλεση. Αντιλαμβανόμαστε μικρές αποκλίσεις στον χρόνο ως μουσική πληροφορία και ξεχωρίζουμε έναν δεξιότατο από έναν μέτριο εκτελεστή. Ως φυσικό επακόλουθο το μουσικό όργανο θα πρέπει να ακολουθεί τις ενέργειες του εκτελεστή χωρίς χρονική υστέρηση. Είναι πρωταρχικό να ασχοληθούμε με την απόκριση (*latency*) και το (*jitter*). [Wright 2002]

- Άμεση απόκριση (zero latency)

Μεγάλη σημασία για τον έλεγχο έχει η άμεση απόκριση του μουσικού οργάνου. Η καθυστέρηση προτείνεται να μην υπερβαίνει τα 10 χιλιοστά του δευτερολέπτου (10ms), το αντίστοιχο ενός ηχείου σε απόσταση 3 μέτρων. Για παράδειγμα συνηθίζουν οι εκτελεστές ηλεκτρικής κιθάρας να τοποθετούν τα ηχεία τους 3 μετρά μακριά αλλά σπάνια στα 6 μέτρα. Η ανεκτικότητα στην απόκριση σχετίζεται και με τον τύπο του ήχου. Οι «κρουστοί» ήχοι απαιτούν αμεσότερη απόκριση. [Wright 2002] Το ανθρώπινο νευρικό σύστημα επίσης έχει υστέρηση. Η καθυστέρηση των ποδιών ενός οργανίστα που ελέγχει τα πεντάλ υπολογίστηκε στα 2 χιλιοστά του δευτερολέπτου (2ms) εξ' αιτίας της διαδρομής που διανύουν τα νεύρα από τον εγκέφαλο έως τα πόδια. Για αυτό ο οργανίστας - παρόμοιες καταστάσεις ισχύουν και για άλλους εκτελεστές - αντισταθμίζει ασυνείδητα την καθυστέρηση από τους νευρώνες, δίνοντας νωρίτερα εντολή από τον εγκέφαλο. [Cook 1999, σελ. 13]

- Ασταθής απόκριση (Jitter).

Αν υπάρχει υστέρηση στην απόκριση, θα πρέπει να είναι σταθερή διότι ο μουσικός μπορεί να αντισταθμίσει τις αντιδράσεις του ώστε να είναι συγχρονισμένος. Αν η απόκριση είναι ασταθής (*jitter*), δεν μπορεί να αντισταθμίσει τις αντιδράσεις του. [Wright 2002]

### 1.3.5 Ο ήχος των αισθητήρων

Πολλοί αισθητήρες παράγουν ήχο με την χρήση τους. Προφανής στόχος μας είναι να μην παράγουν ήχο ή να τον ελαττώσουμε. Γι' αυτό οι πιανίστες κόβουν τα νύχια τους. Συχνά υπάρχει ο ισχυρισμός ότι αφού το μουσικό όργανο είναι ηλεκτρονικό, θα ανεβάσουμε την ένταση του ηχείου ώστε σύμφωνα με το ακουστικό φαινόμενο της απόκρυψης να εξαλειφθεί ο ήχος του αισθητήρα. Όμως σύμφωνα με τον νόμο της «πρώτης κυματομορφής» όταν υπάρχει καθυστέρηση ενός χιλιοστού του δευτερολέπτου (1ms) ο 1ος ήχος θεωρείται η πηγή του ήχου ακόμη και αν ο δεύτερος είναι δραματικά δυνατώτερος. Ο συνθετικός ήχος πρέπει να φτάσει στον ακροατή πριν τους ήχους των αισθητήρων. Εφ' όσον τα ψηφιακά μουσικά όργανα έχουν υστέρηση, η λύση είναι τοποθετηθούν τα ηχεία μεταξύ ακροατών και αισθητήρων. [Wright 2002]

### 1.3.6 Ακρίβεια

Τα μουσικά όργανα επωφελούνται από αισθητήρες ακριβείας. Θα πρέπει μικρές κινήσεις να έχουν μικρές επιδράσεις στον ήχο, χωρίς να αποκλείουν την δυνατότητα μεγάλων κινήσεων. [Wright 2002]

### 1.3.7 Οικονομία

Ο όρος «οικονομία» δεν αναφέρεται με την λογιστική έννοια, αλλά με την μηχανική αρχή του Ockham's<sup>5</sup> για «προτίμηση στο απλούστερο εργαλείο για την εργασία μας». Πρέπει πάντα να αναρωτιόμαστε αν η διεπαφή μας (interface) είναι η απλούστερη που διαλέξαμε για την εργασία μας. Ως σημείο αναφοράς μπορούμε να συγκρίνουμε την διεπαφή μας με ένα midi clavien και ποτενσιόμετρα (faders). [Wright 2002]

Όλα τα δεξιοτεχνικά φυσικά όργανα χαρακτηρίζονται από οικονομία χειρονομιών. Στα ηλεκτρονικά όργανα οι αισθητήρες έχουν την δυνατότητα να μετατρέψουν την μικρότερη χειρονομία<sup>6</sup> σε μουσικό ήχο ή έκφραση. Αντιθέτως πατώντας play σε ένα cd player δεν έχουμε πολλές επιλογές για έκφραση. Η εκτέλεση θα πρέπει να περιλαμβάνει διαρκείς αποφάσεις από τον εκτελεστή, ενσυνείδητες ή όχι και την άμεση δυνατότητά του να ελέγχει ή τουλάχιστον να επηρεάζει το αποτέλεσμα με κάποιο τρόπο. Θα πρέπει να αποφασιστεί ποιο εύρος κινήσεων θα απαιτεί το μουσικό όργανο. Έτσι η πρώτη ερώτηση είναι «ποια μουσικά στοιχεία θα επηρεάζει ο εκτελεστής» και από τεχνικής σκοπιάς θα πρέπει να

<sup>5</sup>Η αρχή Ockhams' razor αναφέρεται στον φιλόσοφο του 14ου αιώνα William of Ockham.

<sup>6</sup>Χειρονομία δεν νοείται μόνο οι κινήσεις των χεριών, αλλά οποιαδήποτε κίνηση.

συμβιβαστούμε μεταξύ ακρίβειας και οικονομίας χειρονομιών. Για παράδειγμα οι κονσόλες μίξης έχουν ποτενσιόμετρα (faders) που η χρήσιμη επιφάνειά τους βρίσκεται μεταξύ 80-120 χιλιοστών. Κάποιος θα μπορούσε να κάνει οικονομία στις κινήσεις και να χρησιμοποιήσει ποτενσιόμετρο 10 χιλιοστών, αλλά τα ανατομικά όρια των δαχτύλων και το απαιτούμενο εύρος απαιτούν ακρίβεια. Έτσι, «οικονομία» δεν σημαίνει να αποφεύγουμε τις κινήσεις όσο περισσότερο είναι δυνατόν, αλλά να αποφεύγουμε τις περιττές κινήσεις. [Wright 2002]

Η ελεύθερη κίνηση στον χώρο προσδίδει οπτική εκφραστικότητα, αλλά είναι δύσκολο να μεταφραστεί σε χρήσιμη μουσική πληροφορία. Η κίνηση με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια επιτρέπει έλεγχο και ακρίβεια για την μουσική. [Gurevich & Muehlen 2001]

Σύμφωνα με τον μουσικό σκοπό του οργάνου και την απαιτούμενη ακρίβεια, ο σχεδιασμός με οικονομία χειρονομιών, απαιτεί πρόνοια για την εργονομία των αισθητήρων και την σχεδίαση διεπαφής του χρήστη. [Wright 2002]

### 1.3.8 Σαφήνεια στην αντιστοίχιση

Η εκτέλεση μουσικής με φορητούς υπολογιστές δημιούργησε μία απόσταση ανάμεσα στον εκτελεστή και στον ακροατή. Ο εκτελεστής κοιτάζει τον υπολογιστή, μπορεί να πληκτρολογεί και ίσως να ταλαντεύει ρυθμικά το κεφάλι του με τον ρυθμό. Το κοινό, αν και τον βλέπει, δεν έχει ιδέα για την σχέση των χειρονομιών του με τον παραγόμενο ήχο. Αυτό το πρόβλημα δεν συναντάται μόνο στην χρήση του φορητού υπολογιστή στην μουσική. Είναι πολύ εύκολο να επινοηθούν τεχνικές αντιστοίχισης (mapping) που αποκρύπτουν το τί κάνει ο εκτελεστής για να διαμορφώσει τον ήχο. Συχνά πειραματικά όργανα παίζονται με δραματικό τρόπο, ακόμη και με περιττές κινήσεις που εξυπηρετούν την θεατρικότητα και όχι την παραγωγή του ήχου. Πρόκληση αποτελεί να σχεδιαστεί όργανο με σαφείς αντιστοιχίσεις (mappings) αφού υπάρχει ο κίνδυνος να είναι περιοριστικό ή με τραγικές αλλαγές. [Wright 2002]

### 1.3.9 Αξιοπιστία και επαναληψιμότητα

Για να μάθει κανείς ένα όργανο αυτό πρέπει να αντιδρά με τον ίδιο τρόπο σε ίδιες χειρονομίες. Δηλαδή πρέπει να έχει την ίδια συμπεριφορά στην διάρκεια του χρόνου. Είναι απογοητευτικά πολύς ο χρόνος που χάνεται από εκτελεστές σε πολύπλοκα όργανα με αισθητήρες. [Wright 2002] Η εφαρμογή clavisound δεν χρησιμοποιεί έναν πολύπλοκο ελεγκτή, αλλά το δημοφιλές midi clavien προσφέροντας ευκολότερη εκμάθηση και δυνατότητα επανάληψης της εκτέλεσης.

### 1.3.10 Γενικές παρατηρήσεις

Μερικές ακόμη γενικές παρατηρήσεις.

«Η επιτυχία ενός συστήματος που θα χρησιμοποιηθεί για μουσική έκφραση, εξαρτάται από την ταχύτητα εκμάθησης, την εξέλιξη, τον έλεγχο ιδιοτήτων και τον συγχρονισμό». [Roepel 2005]

Ο Atau Tanaka ερμηνεύει την σχέση χειρονομίας και ήχου στα φυσικά όργανα:

«Τα παραδοσιακά μουσικά όργανα δεν χρησιμοποιούνται ως ακριβή πρότυπα αλλά ως σύμβουλοι ώστε να κατανοήσουμε την σχέση συνθέτη / εκτελεστή με το όργανο. Μουσικά όργανα λογίζονται τα συστήματα που αντιδρούν μουσικά στις ενέργειες του εκτελεστή. Μετατρέπουν τις χειρονομίες του εκτελεστή σε μουσική. Αυτή η μετατροπή (mapping) είναι το χαρακτηριστικό ενός μουσικού οργάνου». [Tanaka 2000]

Για να ικανοποιηθεί το κοινό οπτικά και ηχητικά, ο ελεγκτής θα πρέπει να είναι ελκυστικός. Το όργανο θα πρέπει να είναι ενδιαφέρον τόσο στην όραση όσο και στην ακρόαση, αλλιώς μέρος της ζωντανής εκτέλεσης χάνεται. [Gurevich & Muehlen 2001]

Ο Perry Cook κατέγραψε κάποιες προτάσεις από την δεκαπενταετή του εμπειρία σε κατασκευή ελεγκτών. [Cook 2001]

«Νέοι αλγόριθμοι προτάσσουν νέους ελεγκτές, νέοι ελεγκτές προτάσσουν νέους αλγόριθμους, υπάρχοντα όργανα προτάσσουν νέους ελεγκτές, καθημερινά αντικείμενα γίνονται διασκεδαστικοί ελεγκτές.»

«Midi = Miracle, Industry Designed, (In)adequate (Ανεπαρκές βιομηχανικό θαύμα) »

«Να εξαφανιστούν οι μπαταρίες»

«Το ενσύρματο δεν είναι και τόσο άσχημο, συγκρινόμενο με το ασύρματο».

## 1.4 Τεχνικές σύνθεσης ήχου

Έχει εκτιμηθεί ότι οι συνθετικοί ήχοι προσφέρονται για πρωτοτυπία, λόγω της απουσίας ιστορικών αναφορών και παράδοσης. Χαρακτηριστικά ένας μουσικός δήλωσε: [Magnuson & Mendieta 2007]



«Το φυσικό όργανο συσχετίζεται με κλίμακες, ύψος, παραδοχές, παραδόσεις και cliché που η κουλτούρα του οργάνου επιβάλλει. Ο μουσικός μπορεί να παίζει δίχως σκέψη».

Σε τεχνικό επίπεδο, η κάθε νότα μπορεί να λογίζεται ως αλληλουχία «ατομικών» γεγονότων όπως το περιγράφει ο Babbitt:

«Στην απλούστερη ορολογία, κάθε «ατομικό» γεγονός είναι τοποθετημένο σε πέντε μουσικές διαστάσεις που ορίζονται από: τονικό ύψος, register, δυναμική, διάρκεια και χροιά». [Goudeseune, 2001]

Με τον Η/Υ αποκτούμε ελευθερία στην δημιουργία ηχοχρωμάτων. Αν και οι έμπειροι εκτελεστές - φυσικών οργάνων - παράγουν μεγάλη ποικιλία ηχοχρωμάτων, είναι περιορισμένοι από τον μηχανισμό παραγωγής ήχου. Σ' αντίθεση οι υπολογιστές είτε αναπαραγάγουν έτοιμους ήχους (samples / δείγματα) είτε τους συνθέτουν (synthesized). [Wessel & Wright 2001]

Οι πέντε μουσικές διαστάσεις που ανέλυσε ο Babbitt μπορούν να επηρεάζονται γρήγορα και άμεσα με τα ψηφιακά μουσικά όργανα με διάφορες τεχνικές σύνθεσης του ήχου. Θα γίνει απλή αναφορά κάθε τεχνικής και θα αναλυθεί ειδικά η αφαιρετική μέθοδος σύνθεσης ήχου.

Επικρατέστερες τεχνικές σύνθεσης ήχου είναι (i) η αφαιρετική, (ii) η FM, (iii) η φυσική μοντελοποίηση (*physical modelling*), (iv) η κοκκώδης (*granular*), (v), η προσθετική (*additive synthesis*), (vi) η παραμόρφωτική (*waveshaping* ή *non-linear distortion synthesis*). Κάθε μέθοδος δημιουργεί νέους ήχους με χρήση / έλεγχο διαφορετικών παραμέτρων. Ο ενδιαφερόμενος χρειάζεται να μάθει τις ιδιοτροπίες και τις δυνατότητες κάθε μεθόδου. Υπάρχουν κοινά χαρακτηριστικά όπως το τονικό ύψος, η περιβάλλουσα (ADSR), αλλά ακόμη και εκεί κάθε δημιουργός ψηφιακού μουσικού οργάνου μπορεί να εμπλουτίσει τις παραμέτρους.

Η αφαιρετική μέθοδος είναι η απλούστερη τεχνική σύνθεσης ήχου. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιεί τον ήχο από έναν ή περισσότερους σύνθετους ταλαντωτές (oscillators), ή και θόρυβο. Οι ταλαντωτές έγιναν γνωστοί από τους ηλεκτρονικούς (μη-ψηφιακούς, αλλά αναλογικούς) συνθετητές του Bob Moog. Στην ψηφιακή υλοποίηση ένας ταλαντωτής προσπαθεί να μιμηθεί τον αντίστοιχο αναλογικό (μοντελοποίηση), ή αναπαραγάγει επαναλαμβανόμενα (loop) ένα ψηφιοποιημένο δείγμα (sample). Η πρώτη ύλη συνηθίζεται, αλλά δεν είναι απαραίτητο, να είναι πλούσια σε αρμονικούς. Από εδώ και πέρα αναλαμβάνει η αφαιρετική μέθοδος, με φίλτρα συχνοτήτων: κατωδιαβατά low-pass, ανωδιαβατά (high-pass), ζωνοδιαβατά band-pass και την φίλτρα αποκοπής ζώνης band-elimination. Η συντριπτική πλειοψηφία των συνθετητών διαθέτει κατωδιαβατό φίλτρο, τα υπόλοιπα κάποιους ή όλους τους υπόλοιπους τύπους.

Το φίλτρο χαρακτηρίζεται από την συχνότητα αποκοπής, που είναι η συχνότητα της οποίας το πλάτος είναι κατά  $3dB$  μικρότερο από το μέγιστο πλάτος. Επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό των φίλτρων είναι το πόσο απότομα κόβει ένα φίλτρο τις συχνότητες, δηλαδή η κλίση του φίλτρου (slope of filter ή rolloff) η οποία μετράται σε  $dB$  ανά οκτάβα. Στην παραπάνω περίπτωση η κλίση του φίλτρου ήταν  $3dB$ . Για τα φίλτρα ζώνης (band-pass / band-reject) σημαντική είναι η κεντρική συχνότητα (center frequency) καθώς και το εύρος ζώνης (bandwidth) το οποίο ορίζεται ως η διαφορά στην άνω και στην κάτω συχνότητα αποκοπής.

Επιπρόσθετη επεξεργασία που συνηθίζεται σε όλες τις τεχνικές ηχητικής σύνθεσης είναι η εφαρμογή περιβάλλουσας στο τονικό ύψος, στο φίλτρο και στην ένταση.

Η περιβάλλουσα είναι ένα μη-περιοδικό σήμα ελέγχου το οποίο χρησιμοποιείται για την διαμόρφωση μιας παραμέτρου (π.χ. πλάτους) του ήχου μέσα στον χρόνο. Περιβάλλουσα ενός φυσικού ήχου είναι το περίγραμμα του πλάτους κατά την διάρκεια της εξέλιξής του μέσα στο χρόνο. Η γεννήτρια περιβάλλουσας χρησιμοποιείται για να προσδώσει δυναμική εξέλιξη σε στατικούς ηλεκτρονικά παραγόμενους ήχους και μπορεί να εφαρμοστεί σε οιαδήποτε ηχητική παράμετρο όπως (π.χ. ένταση, τονικό ύψος). Μία από τις πλέον διαδεμένες μορφές περιβάλλουσας είναι η περιβάλλουσα τεσσάρων σταδίων ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release). [Καμπουρόπουλος 2006]

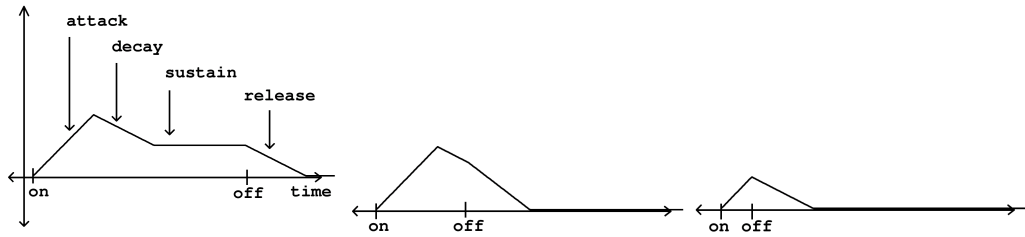
Το γράφημα 1.2 του Miller Puckette, αναδεικνύει περιβάλλουσες, αποτελέσματα της αρχικής περιβάλλουσας (ά) και της χρονικής στιγμής που επιλέγουμε να ξαναπατήσουμε ή να αφήσουμε ένα πλήκτρο όταν αυτό ορίζεται ως ενεργοποιητής / απενεργοποιητής (trigger). Αλλαγές παραμέτρων της περιβάλλουσας φίλτρου περιλαμβάνονται στο ηχητικό παράδειγμα `clavisound_demo`, διαθέσιμο από το `dvd`.

Για δημιουργία και επεξεργασία ηχοχρωμάτων με ψηφιακά μουσικά, υπάρχουν πληροφορίες στα συνέδρια του DAFx<sup>7</sup>. Προτείνονται και τα συγγράμματα των [Καμπουρόπουλος 2006], [Puckette 2006] και [Benson 2006].

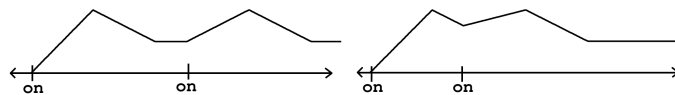
## 1.5 Στόχοι της εργασίας

Στην εργασία αυτή έχει γίνει η υλοποίηση μίας εφαρμογής με την ονομασία *clavisound* η οποία επιτρέπει τον έλεγχο παραμέτρων του ήχου μέσω ενός *midi clavier*.

<sup>7</sup><http://www.dafx.de>, Μάιος 2008



(α') Περιβάλλουσα με απομακρυσμένα γεγονότα note-on / off (β') Περιβάλλουσα με note-off κατά την διάρκεια του decay (γ') Περιβάλλουσα με note-off πριν την ολοκλήρωση του attack



(δ') Περιβάλλουσα με δεύτερο note-on κατά την διάρκεια του sustain (ε') Περιβάλλουσα με δεύτερο note-on κατά την διάρκεια του decay

Σχήμα 1.2: Αποτέλεσμα ίδιας περιβάλλουσας με διαφορετικά μηνύματα note-on / off. [Puckette 2006, σελ. 103]

Κεντρικοί στόχοι της εργασίας είναι:

- Να προτείνει μία νέα διάταξη clavier για παραμετροποίηση και έλεγχο του ήχου.

Τα πληκτροφόρα όργανα αποτελούνται από διακόπτες με τους οποίους ελέγχουμε συγκερασμένο τονικό ύψος και συνήθως την ένταση του ήχου. Η ψηφιακή εκδοχή των πληκτροφόρων είναι το midi keyboard (clavier), το οποίο στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται ως ελεγκτής του ήχου και όχι ως παραδοσιακό πληκτροφόρο.

- Να προτείνει ομογενοποιημένο έλεγχο mapping των  $vst(i)$  οργάνων.

Δημοφιλή ψηφιακά μουσικά όργανα είναι τα  $vst(i)$  τα οποία όμως στερούνται την δυνατότητα είτε ελέγχου σε πραγματικό χρόνο, είτε προκαθορισμένου ελέγχου των ιδιοτήτων τους από ελεγκτές. Επιχειρείται ταξινότηση των παραμέτρων ήχου συνθετητών (synthesizers vst) αφαιρετικής μεθόδου στο midi clavier.

- Να μην περιοριστεί στο midi clavier αλλά να χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε midi ελεγκτή.

Η υλοποίηση clavisound μπορεί να δεχτεί midi δεδομένα από οποιοδήποτε ελεγκτή, ο οποίος αποστέλλει δεδομένα είτε από «φθόγγους» (midi note-

on) όπως midi πνευστά, είτε από midi ελεγκτές που αποστέλλουν συνεχή δεδομένα όπως ποτενσιόμετρα (faders)

Η ηλεκτρονική μορφή της παρούσας εργασίας έχει ενεργούς υπερσυνδέσμους (hyperlinks), ώστε να είναι ευκολότερη η πλοήγηση σ' αυτή, αλλά και η ανακατεύθυνση σε εξωτερικές πηγές του διαδικτύου. Συνιστάται η ηλεκτρονική ανάγνωση. Συνοδεύεται από dvd όπου παραθέτονται πηγές με ελεύθερα πνευματικά δικαιώματα, οπτικοακουστικό υλικό (video), ό,τι χρειάζεται για την υλοποίηση clavisound (αντικείμενα Max/MSP) και το παρόν κείμενο. Περισσότερες λεπτομέρειες στο παράρτημα. (σελ. 80).

### 1.5.1 Υλοποίηση του Clavisound

Οι Schnell & Battier αναφέρονται στα composed instruments, αλλά οι παρατηρήσεις τους συμφωνούν με την εφαρμογή clavisound.

Η επιστήμη της πληροφορικής προσφέρει δομές δεδομένων, υπολογιστικά μοντέλα και οικογένειες γλωσσών προγραμματισμού. Οι πολυάριθμες δυνατότητες μας επιτρέπουν να δομήσουμε τους πόρους ενός Η/Υ με ποικίλους τρόπους, με διαφορετικά αποτελέσματα για την αποτελεσματικότητα και εκφραστικότητα. Ένα νέο μουσικό όργανο αποτελείται από δομές δεδομένων, αλγόριθμους / διαδικασίες, λειτουργίες / αντιστοιχίσεις (mappings). [Schnell & Battier 2002]

Οι πόροι που αξιοποιεί η εφαρμογή clavisound είναι το πρόγραμμα Max/MSP με την δυνατότητά του να φιλοξενήσει ψηφιακά μουσικά όργανα (vst) και την βάση δεδομένων MySQL όπου αποθηκεύονται οι διατάξεις (mappings). Προαιρετικά, χρησιμοποιείται το διαδίκτυο (internet), αφού η βάση δεδομένων μπορεί να φιλοξενηθεί σε διαδικτυακό υπολογιστή. Αυτό δίνει την δυνατότητα να συλλέγει οποιοδήποτε τις αντιστοιχίσεις του (mappings).

Η δομή της εφαρμογής clavisound είναι αρθρωτή (modular) οπότε οποιαδήποτε συσκευή που παράγει midi δεδομένα, είτε note-on, είτε lsb (από ποτενσιόμετρα / faders) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έλεγχο vst οργάνων. Ενδεικτικά έχει υλοποιηθεί και η ανακατεύθυνση (mapping) των ποτενσιόμετρων από την συσκευή KORG RE1 και του joystick από το KORG Wavestation.

## 1.6 Σύνοψη

Στην εισαγωγή εξετάσαμε σύντομα πως σχετίζεται η εκφραστικότητα με τον ήχο στα φυσικά μουσικά όργανα και επισημάνθηκε πως με τα ψηφιακά μουσικά

όργανα μπορούμε να έχουμε άμεσο έλεγχο παραμέτρων του ήχου με αλλαγή της αντιστοίχησης (mapping) των χειρονομιών σε διαφορετικές παραμέτρους του ήχου.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει μία σύντομη αναφορά στους ελεγκτές.

## Κεφάλαιο 2

# Ελεγκτές - Controllers

*We shape our buildings: thereafter they shape us.*

– Winston Churchill

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει αναφορά σε συνηθισμένους ελεγκτές, αλλά και ιστορική αναδρομή σε ελεγκτές ορόσημα όπως η ψηφιακή μπακέτα. Ένας ελεγκτής καταγράφει με αισθητήρες χειρονομίες (ή και οποιαδήποτε άλλη κίνηση, ακόμη και μή-ανθρώπινη) τις μετατρέπει σε ηλεκτρισμό και τέλος σε ψηφιακά δεδομένα. Οι περισσότεροι midi ελεγκτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν με την εφαρμογή *clavisound* χωρίς ιδιαίτερες αλλαγές.

Οι διαθέσιμοι ελεγκτές (*controllers*) είναι πολυάριθμοι. Πληθώρα ερευνητικών εργασιών μπορούμε να βρούμε στα συνέδρια του N.I.M.E. (*New Musical Interfaces for Musical Expression*, <http://www.nime.org>) όπου κάθε λογής ελεγκτές παρουσιάζονται ή κατασκευάζονται από το 2001. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν ενδεικτικά κάποιοι συνηθισμένοι έως ασυνήθιστοι ελεγκτές και απλοί ως πολύπλοκοι.

### 2.1 Φυσικά όργανα vs Ψηφιακών μουσικών οργάνων

Πρωτού εξετάσουμε κάποιους τύπους ελεγκτών, έχει ενδιαφέρον να δούμε πως βλέπουν οι μουσικοί τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και τί δυσκολίες αντιμετωπίζουν. Σε σχετική μελέτη οι Thor Magnuson & Enrike Hurtado Mendieta [Magnuson & Mendieta 2007] κατέγραψαν αντιδράσεις μουσικών που ασχολήθηκαν με ψηφιακά και φυσικά μουσικά όργανα. Προέκυψε ότι τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα καλύπτουν συγκεκριμένες ανάγκες σε αντίθεση με τον γενικότερο ρόλο ενός φυσικού οργάνου, έχουν πολύ μικρότερη αντοχή στον χρόνο αφού δεν

Θετικά Φυσικών Οργάνων	Αρνητικά Φυσικών Οργάνων
Ανάδραση	Περιορισμένη εμβέλεια
Περιορισμοί που εμπνέουν	Τα λάθη δεν διορθώνονται
Κληρονομιά και παράδοση	Απουσία μνήμης ή νοημοσύνης
Ο εκτελεστής εμβαθύνει	Επικίνδυνο για συνηθισμένη ερμηνεία
Το όργανο γίνεται 2η φύση	Πολύ παράδοση / ιστορία
Κάθε όργανο είναι μοναδικό	Συντηρητικός σχεδιασμός
Άμεση απόκριση (no-latency)	Περιοριστικό
Ευκολία στην περιγραφή ψυχικών καταστάσεων	Αδυναμία (μικρό)κουρδίσματος
Εξωστρεφή όργανα	Απουσία μη-αρμονικού φάσματος

Πίνακας 2.1: Εμπειρικά σχόλια για θετικές και αρνητικές ιδιότητες των φυσικών οργάνων. [Magnuson & Mendieta 2007]

τα υποστηρίζουν οι εταιρίες. Μερικοί μουσικοί θέλησαν απλούστερα ηλεκτρονικά όργανα που να διαχειρίζονται λιγότερα γεγονότα αλλά καλύτερα, να είναι εύκολα στην μάθηση αλλά με εξάσκηση να έχουν δυνατότητα εξέλιξης, εξερεύνησης για διατήρηση του ενδιαφέροντος. Κάποιοι δήλωσαν ότι είχαν χρήσιμη ενασχόληση με την ψηφιακή τεχνολογία δημιουργώντας μουσική ή πειραματιζόμενοι με τον ήχο. Άλλοι δήλωσαν χάσιμο χρόνου με δοκιμές για διορθώσεις προγραμμάτων, αναβαθμίσεις, γενικότερη έρευνα που οδήγησε ακόμη και σε ιστοσελίδες αλλά και το πρόβλημα ότι υπάρχουν απεριόριστες δυνατότητες που δημιουργούν αμηχανία.

Ο Leonello Tarabella ρωτάει:

«Γιατί η μουσική με Η/Υ δεν είναι τόσο διαδεδομένη όσο άλλες μορφές μουσικής; Ίσως επειδή η εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο είναι πολύ κακή.» [Barbosa 2001]

Για τον Leonello Tarabella είμαστε στην λίθινη εποχή αυτής της κουλτούρας [της ηλεκτρακουστικής μουσικής], διότι έως τώρα δεν είναι εύκολο να προσδιορίσουμε πως να αξιοποιήσουμε τον Η/Υ ως μουσικό όργανο. Ο Sergi Jordà συμφωνεί πως η ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων έχει πολλούς περιορισμούς εξ' αιτίας των γλωσσών προγραμματισμού οι οποίες δυσχεραίνουν το mapping. Ακόμη ένα συνηθισμένο πρόβλημα είναι το γεγονός ότι οι ελεγκτές είναι διαχωρισμένοι από την μονάδα σύνθεσης ήχου. Έτσι είναι καλό να σχεδιάζεται παράλληλα ο ελεγκτής και η μονάδα παραγωγής του ήχου. [Barbosa 2001]

Η αυθαίρετη δρομολόγηση στα ψηφιακά μουσικά όργανα (mapping) δημιουργεί προβληματισμό. Δεν υπάρχει «φυσική» αντιστοιχία (mapping) της σωματι-

κής ενέργειας με το αποτέλεσμα του ήχου. [Magnuson & Mendieta 2007] Ένας μουσικός αναφέρει:

*«Η διαδικασία ελέγχου μετατρέπεται περισσότερο σε πνευματική διαδικασία παρά σωματική.»*

*«Είναι δυσκολότερο να αφαιρέσεις την σκέψη (σ.σ. στα ψηφιακά μουσικά όργανα) και να γίνεις ένα με την ενσωμάτωση των φυσικών κινήσεων με την εκτέλεση.»*

Οι Gurevich και Muehlen αναφέρουν και για τον ακροατή: [Gurevich & Muehlen 2001]

*«[...] η [ηλεκτρονική διαδραστική] μουσική συχνά γίνεται επίπονη στην προσπάθεια να βρεθεί σχέση μεταξύ των χειρονομιών του εκτελεστή και του αποτελέσματος στον ήχο.»*

Άλλοι μουσικοί σχολίασαν ότι στα φυσικά μουσικά όργανα παράγουν τον ήχο οι ίδιοι με δόνηση και αισθάνονται τον ήχο άμεσα και φυσικά, κάτι το οποίο αδυνατούν στα ψηφιακά συστήματα με τα πλήκτρα, τους διακόπτες και τα καλώδια που καταλήγουν σε ένα ηχείο. [Magnuson & Mendieta 2007] [Bongers 2000] Ακόμη ένας εκτελεστής ανέφερε ότι η διαδικασία εκμάθησης της βιόλας στην τελευταία της λεπτομέρεια ήταν εποικοδομητική, ενώ με τους Η/Υ οι δυνατότητες είναι πάρα πολλές για να τις μάθεις σε βάθος. [Magnuson & Mendieta 2007]

Συμφωνήθηκε πως οι περιορισμοί των φυσικών οργάνων είναι πηγή έμπνευσης και δημιουργικότητας ώστε οι εκτελεστές να «ξεπεράσουν τα όρια» του οργάνου. Μάλιστα υπάρχει συναισθηματικό δέσιμο με τον χαρακτήρα του οργάνου. [Magnuson & Mendieta 2007] Ο Sergi Jordà σχολιάζει πως οι Η/Υ δεν είναι μουσικά όργανα, αν και μπορούμε να δημιουργήσουμε όργανα με απεριόριστες δυνατότητες. Η απλότητα είναι αυτό που χρειαζόμαστε. Ένας παραπάνω λόγος για απλές υλοποιήσεις είναι ότι η παρούσα τεχνολογία προσφέρει δυνατότητα για ομαδική εκτέλεση, συνήθως από μουσικούς που στερούνται εκπαίδευσης με το όργανο. Αναμένονται νέοι αισθητήρες και υπάρχει ο φόβος πως ακόμη δεν συνηθίσαμε την τεχνολογία και θα υπάρξει υπερπλήρωση. [Barbosa 2001] Αρκετοί μουσικοί έχουν επιφυλακτική στάση και κριτικάρουν με ευκολία τις αδυναμίες των προγραμμάτων ενώ τις αδυναμίες των φυσικών οργάνων τις δικαιολογούν. Αιτίες για την επιφυλακτικότητα μπορεί να είναι η πρόσφατη δραστηριοποίηση για ανάπτυξη μουσικού λογισμικού, ενώ στα ακουστικά όργανα έχουν περάσει αιώνες εξέλιξης. [Magnuson & Mendieta 2007]

Τα φυσικά μουσικά όργανα σταθεροποιήθηκαν σε ιδανικές μορφές μετά από αιώνες, ίσως χιλιετίες, με ισορροπία μεταξύ μηχανισμών παραγωγής του ήχου,



Θετικά Ηλεκτρονικών Οργάνων	Αρνητικά Ηλεκτρονικών Οργάνων
Ελεύθερα από παράδοση	Έλλειψη σε ουσία
Πειραματικά - εξερευνητικά	Χωρίς κληρονομιά ή παράδοση
Οποιαδήποτε διεπαφή παράγει οποιοδήποτε ήχο	Χωρίς ανάδραση
Καλύπτει συγκεκριμένες ανάγκες	Απουσία κοινωνικής συνήθειας
Ελευθερία στην δρομολόγηση (mapping)	Συχνά αργή απόκριση (latency)
Αυτοματοποίηση, νοημοσύνη	Αποκαρδιωτική εμπειρία
Βολικό για σύνθεση	Υπόδουλος στην ιστορία φυσικών οργάνων
Εύκολη χρήση	Μίμηση φυσικού οργάνου
Ελευθερία στο τονικό ύψος	Εσωστρεφής εκτέλεση

Πίνακας 2.2: Εμπειρικά σχόλια θετικών και αρνητικών ιδιοτήτων των ηλεκτρονικών οργάνων. [Magnuson & Mendieta 2007]

εργονομίας ευκολίας χειρισμού, εκφραστικότητας και καλαισθησία. Σε αντίθεση τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα έχουν ζωή περίπου έναν αιώνα, στον οποίο με γρήγορους ρυθμούς τα επιτεύγματα της τεχνολογίας συνεχώς ανοίγουν νέες δυνατότητες για σύνθεση του ήχου και τον έλεγχο του. Η συνεχής εξέλιξη επέτρεψε σε λίγα όργανα να γίνουν αντικείμενα δεξιοτεχνίας. Μάλιστα, κάποιος μπορεί να αναρωτηθεί, τί σημαίνει η δεξιοτεχνία σ' ένα ηλεκτρονικό μουσικό όργανο; [Paradiso & O'Modhrain 2003]

Μία κοινή παρατήρηση είναι ότι οι μουσικοί εξασκούνται από μικρή ηλικία στα φυσικά όργανα, όπου πολλά θεωρούνται δεδομένα. Αν οι μουσικοί δεν μπορούν να παίξουν σωστά, το θεωρούν δικό τους λάθος και όχι λάθος στην σχεδίαση του οργάνου. Μάλιστα υπάρχει η αντίληψη ότι τα φυσικά όργανα υπήρχαν από πάντα, βελτιστοποιήθηκαν εργονομικά, ηχητικά και προσαρμόστηκαν στο ανθρώπινο σώμα. Βέβαια υπάρχουν στοιχεία ότι τα ορχηστρικά όργανα εξελίχθηκαν για να σταθεροποιήσουν το κούρδισμα και την ηχηρότητα (δυναμική). [Magnuson & Mendieta 2007]

Τα περισσότερα φυσικά όργανα απαιτούν εκμάθηση, αλλά προσφέρουν έδαφος για συνεχή εξέλιξη της μουσικής εκφραστικότητας. Από την άλλη πολλές ευκολόχρηστες διεπαφές που προορίζονται για τον ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y) - ακόμη και μετά από σύντομο χρονικό διάστημα ενασχόλησης - φαίνονται ως παιχνίδια, δεν εξάπτουν για διαρκή μουσική εξέλιξη. [Wessel & Wright 2001]

Δυστυχώς - αν και κατανοητό - η ηλεκτρονική μουσική βιομηχανία επιμένει στα συνηθισμένα πληκτροφόρα διατηρώντας την παράδοση. [Wessel & Wright 2001] Στο παρελθόν ελάχιστες εμπορικές προσπάθειες ξέφυγαν από τα τετριμμένα (*Wavedrum*), αρχίζουν όμως να εμφανίζονται διαφορετικές προτάσεις, κυρίως με αισθητήρες αφής (*lemur*, *kaosspad*).

Αν και το *clavier* δεν είναι ιδανικός ελεγκτής για την παραμετροποίηση του ήχου, [Levitin et al 2002] στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται επειδή είναι οικείος, εύκολα προσβάσιμος, διευκολύνοντας τον πειραματισμό χωρίς να χρειάζεται επιπλέον εξοπλισμός, κατασκευή ή δραματική αλλαγή στην τεχνική εκτέλεσης. Συνοψίζοντας τις καταγραφές από το παρόν κεφάλαιο θα διαπιστώσουμε πως η εφαρμογή *clavisound* έχει κοινά χαρακτηριστικά με τα φυσικά και τα ψηφιακά όργανα. Σύμφωνα με τις ιδιότητες των φυσικών οργάνων που καταγράφηκαν στον πίνακα 2.1 η εφαρμογή:

- Έχει περιορισμούς που εμπνέουν. Αντιστοιχούνται 20 παράμετροι *vst* συνθετητών (βλ. υποκεφάλαιο 4.4.1 σελ. 60), ενώ οι παράμετροι των συνθετητών αφαιρετικής μεθόδου είναι πολλοί περισσότεροι.
- Χρησιμοποιεί το *mid*i πρωτόκολλο όπου τα λάθη διορθώνονται.
- Είναι εφικτό μη-αρμονικό φάσμα.

Σε σχέση με τις ιδιότητες των ψηφιακών μουσικών οργάνων όπως έχουν καταγραφεί στον πίνακα 2.2 η εφαρμογή *clavisound*:

- Χρησιμοποιεί ως κληρονομιά την τεχνική εκτέλεσης των φυσικών οργάνων (π.χ. πληκτροφόρων)
- Λειτουργεί με δημοφιλή ψηφιακά μουσικά όργανα *vst*. (κοινωνική συνήθεια)
- Διαθέτει απόκριση σχεδόν άμεση, αφού προτείνεται η χρήση *mid*i *note-on* μυνημάτων.

## 2.2 Κατηγορίες ελεγκτών

Ο Béla Bartók στην *Μηχανιστική Μουσική* [Bartók 1976] ταξινομεί τα όργανα από ανθρώπινα έως μηχανικά σύμφωνα με τα ξένα σώματα που παρεμβάλλονται μεταξύ του εκτελεστή και του δονούμενου μουσικού οργάνου αλλά και σύμφωνα με τον χρόνο που ξοδεύει ο εκτελεστής σε άμεση επαφή με το δονούμενο όργανο.

Η ταξινόμησή του είναι: φωνή, πνευστά, έγχορδα, νυκτά έγχορδα, πιάνο, όργανο και τελευταία το γραμμόφωνο με το ραδιόφωνο).

Σύμφωνα με τον Wanderley οι ελεγκτές μπορούν να χωριστούν σε: [Wanderley 2001]

- Σε απομιμήσεις των φυσικών οργάνων. Ο ελεγκτής μιμείται τις χειρονομίες αλλά και τον ήχο του φυσικού οργάνου. Παράδειγμα ένα ηλεκτρονικό πιάνο, ένας wind controller κ.α.
- Βελτιωμένα όργανα. «Κάποιοι εκτελεστές, έχουν αποθέματα κινήσεων»<sup>1</sup>. Κάποια όργανα όπως οι τρομπέτες εκματελλεύονται λίγες χειρονομίες οπότε οι εκτελεστές έχουν περιθώριο να τους προσθέσουμε ελεγκτές. [Cook 2001]

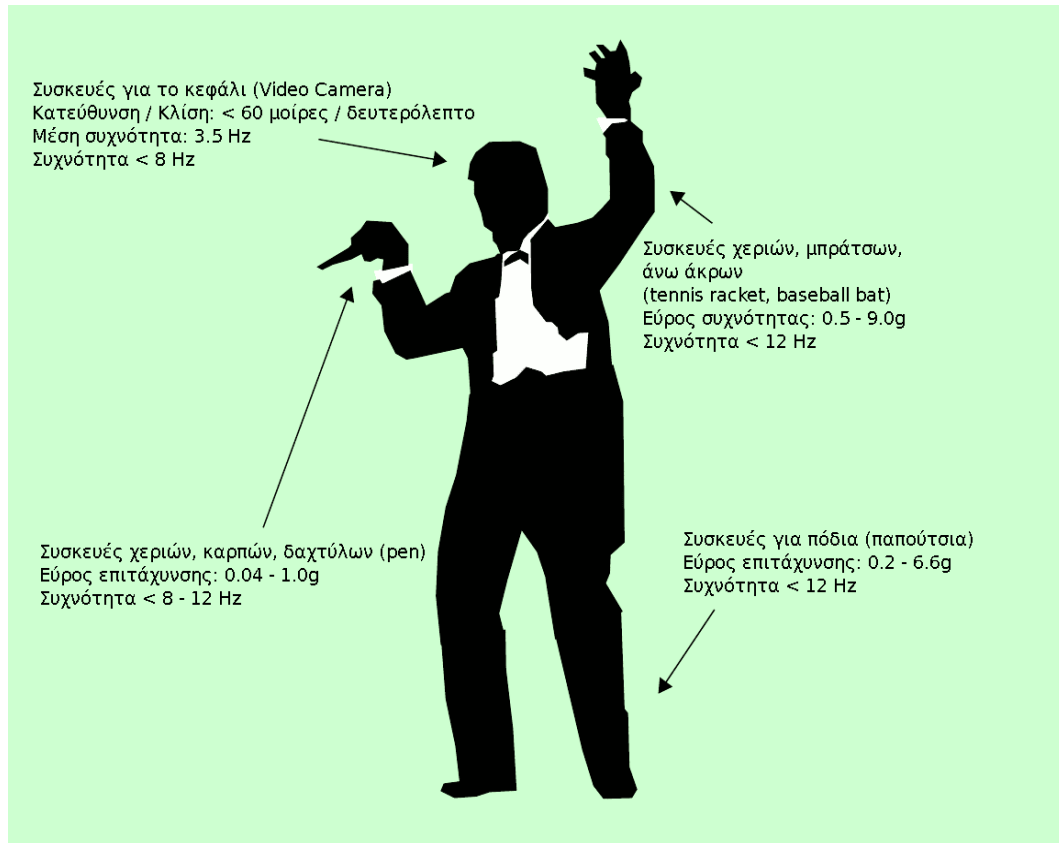
Χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες:

1. Στην περίπτωση που εκμεταλλευόμαστε υπάρχουσες τεχνικές αναφερόμαστε σε «υπερόργανα» (hyperinstruments) και
2. Στην περίπτωση που το νέο όργανο απαιτεί νέες τεχνικές αναφερόμαστε σε «βελτιωμένο» όργανο (extended instrument). [Jordá 2005, σελ. 31]

- Εναλλακτικά όργανα. Καινοτόμοι ελεγκτές, με νέους αισθητήρες.

Η παρούσα εργασία βρίσκεται κυρίως ανάμεσα στις 2 πρώτες κατηγορίες. Χρησιμοποιώντας ένα midi clavien αν και η εμφάνισή του είναι απόμιση φυσικού οργάνου, αλλάζει η χρήση του πληκτροφόρου οπότε αγγίζει την κατηγορία βελτιωμένου οργάνου. Μπορεί όμως κάποιος να χρησιμοποιήσει το clavisound με εναλλακτικά όργανα αρκεί να παράγουν midi δεδομένα.

Οι ελεγκτές χρειάζονται τους αισθητήρες. Οι αισθητήρες εξελίσσονται μαζί με τους υπόλοιπους τομείς της τεχνολογίας (ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων, μνήμη, αποθηκευτικά μέσα, κατανάλωση κ.λ.π.) αποκτώντας περισσότερες δυνατότητες, ακρίβεια και φθηνότερη τιμή. Για παράδειγμα ο αισθητήρας επιτάχυνσης της ADXL50<sup>2</sup> της Analog Devices το 1996 κόστιζε 15-30 δολάρια,[Verplaetse Christofer 1996] ενώ ο αντικαταστάτης του ADXL78<sup>3</sup> κοστίζει 7 δολάρια<sup>4</sup> σε μικρότερο μέγεθος και με δραματικά καλύτερες επιδόσεις.



Σχήμα 2.1: Γενικά χαρακτηριστικά ανθρώπινων κινήσεων.  
[Verplaetse Christofer 1996]

### 2.2.1 Ταξινόμηση αισθητήρων

Ο prof. Marcelo M. Wanderley δημιούργησε ιστοχώρο για αισθητήρες<sup>5</sup>. Τους ταξινομεί σύμφωνα με φυσικές ιδιότητες που τους επηρεάζουν ή σύμφωνα με τις δυνατότητές τους.

#### 1. Διακόπτης

Ίσως το συνηθέστερο εξάρτημα ελέγχου στην εξέλιξη της ηλεκτρονικής τεχνολογίας. Οι διακόπτες δεν συνηθίζονται στα φυσικά όργανα αφού δεν αναγνωρίζουν δυναμική (σε αντίθεση με το πιάνο), ή την τεχνική της μισοανοιχτής οπής (όπως συνηθίζεται στα πνευστά). Αναγνωρίζουν δύο καταστάσεις. Ή επιτρέπουν την διέλευση του ρεύματος ή όχι.

#### 2. Επιτάχυνσης

<sup>1</sup>Στα αγγλικά: "Some players have spare bandwidth".

<sup>2</sup>[http://www.analog.com/UploadedFiles/Obsolete\\_Data\\_Sheets/2044696ADXL50.pdf](http://www.analog.com/UploadedFiles/Obsolete_Data_Sheets/2044696ADXL50.pdf), Μάιος 2008

<sup>3</sup>[http://www.analog.com/UploadedFiles/Data\\_Sheets/ADXL78.pdf](http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/ADXL78.pdf), Μάιος 2008

<sup>4</sup>Το κόστος αφορά μαζικές πωλήσεις άνω των 1.000 τεμαχίων

<sup>5</sup><http://www.sensorwiki.org>, Μάιος 2008.

Ικανοί:

α' ως αισθητήρες αδράνειας ταχύτητας και θέσης,

β' ως αισθητήρες κλίσης, ροπής, κατεύθυνσης σε 2 ή 3 διαστάσεις σύμφωνα με την επιτάχυνση της βαρύτητας και

γ' ως αισθητήρες δόνησης ή σύγκρουσης (shock).

Οι αισθητήρες επιτάχυνσης μπορούν να είναι ψηφιακοί ή αναλογικοί, να καταγράφουν από 1 έως 3 άξονες. Διαφέρουν ως προς το εύρος κινήσεων που καταγράφουν, ως προς την ευαισθησία τους σε (volt για κάθε g), ως προς την σταθερότητα / αξιοπιστία τους και ως προς την ταχύτητα δειγματοληψίας. Παράδειγματα αισθητήρων επιτάχυνσης είναι το χειριστήριο του wii, το Wii Remote και η ψηφιακή μπακέτα (Digital Baton). Ανάλυση στο υποκεφάλαιο 2.2.8.

### 3. Φωτός

Τα φωτοκύτταρα (photocell, light-dependent resistor [LDR], photoresistor) είναι μεταβλητές αντιστάσεις που η τιμή τους μειώνεται με την αύξηση από την ένταση του φωτός.

### 4. Δύναμης / πίεσης

Υποκατηγορίες:

α' Δύναμης.

Οι αισθητήρες δύναμης / πίεσης, ή αλλιώς αντιστάσεις ευαίσθητες σε δύναμη (force-sensitive resistor [FSR]), μεταβάλλουν την αντίστασή τους ανάλογα με την πίεση που δέχονται. Υπό το πρίσμα αυτό, ο όρος δύναμη είναι παραπλανητικός, αρμόζει ο όρος πίεση. Ένα midi keyboard (βλ. 2.2.4 αναγνωρίζει ταχύτητα (velocity) και πίεση (aftertouch / pressure)

β' Πίεσης αέρα

Οι αισθητήρες πίεσης αέρα συνηθίζεται να μετράνε την δύναμη της αναπνοής (βλ. υποκεφ. 2.2.4). Κοινή υλοποίηση είναι ένα διάφραγμα με ένα επιμηκυνσιόμετρο (strain gauge). Ο θάλαμος πίεσης έχει μία οπή σε κάθε άκρη του, οι οποίες διαχωρίζονται από ένα διάφραγμα. Το διάφραγμα ανάλογα με το πάχος του, ονομάζεται μεμβράνη (αν είναι λεπτό) ή thin plate (αν είναι παχύτερο). Παραμορφώνεται με προβλεπόμενη μορφή και μετριέται μηχανικά με το επιμηκυνσιόμετρο.

Η αντίσταση του επιμηκυνσιόμετρου μεταβάλλεται με την παραμόρφωση του διαφράγματος και μεταφράζεται σε volt. Οι αισθητήρες πίεσης αέρα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

I Απόλυτη μέτρηση πίεσης. (Θάλαμος με μία οπή)

II Διαφορική μέτρηση πίεσης. (Θάλαμος με δύο οπές)

γ' Καμπυλότητας (flexion / bend)

Τυπικά ο αισθητήρας αποτελείται από μία λωρίδα. Σε αδράνεια ο αισθητήρας έχει εσωτερική αντίσταση. Η αντίσταση αυξάνεται όσο η επιφάνεια λυγίζει σε μία κατεύθυνση αλλά μένει σταθερή στη λυγίζει η άλλη κατεύθυνση. Τοποθετώντας τους αισθητήρες τον έναν πίσω από τον άλλο, μετράμε και τις δύο κατευθύνσεις.

δ' Πιεζοηλεκτρικοί (Piezoelectric)

Οι πιεζοηλεκτρικές συσκευές είναι διάσπαρτες στον κόσμο της υψηλής τεχνολογίας. Κρατάμε τον χρόνο με χαλαζία (quartz), χρησιμοποιούνται στους αναπτήρες και «έξυπνες» sport αναρτήσεις κάνουν χρήση των πιεζοηλεκτρικών υλικών. Έχουν εφαρμογή ως αισθητήρες ταλάντωσης, πίεσης, κρούσης και καμπυλότητας (flexion).

ε' Επιμηκυνσιόμετρο ηλεκτρικής αντίστασης (electrical resistance strain gauge)

Αισθητήρας που προσφέρει εξαιρετικά απλή και ακριβής μέτρηση από παραμόρφώσεις επιφάνειας ή αντικειμένου. Σχετικά απλός μεταλλάκτης (transducer) που διαφέρει αμυδρά σε αντίσταση όταν συμπιέζεται ή όταν επιμηκύνεται και μπορεί να ενσωματωθεί κολληθεί σε μέταλλο, πλαστικό, ξύλο, γυαλί ή σε άλλα στερεά υλικά. Τα συνηθέστερα επιμηκυνσιόμετρα μετράνε μία κατεύθυνση, αλλά εμπορικές κατασκευές τοποθετούν πολλούς αισθητήρες σε συστοιχία ώστε να μετρούν σε διαφορετικούς άξονες.

Κατηγοριοποιούνται σύμφωνα:

I το υλικό τους,

II το μέγεθός τους,

III την αντίστασή τους,

IV τον συντελεστή εξόδου (ο λόγος μεταβολής της ενδείξεως του οργάνου προς την μεταβολή του μετρούμενου μεγέθους.)

στ' Δυναμόμετρο πιεζοχρυστάλλου (Load cell/washer- piezoelectric force transducer)

Εναλλάχτες (transducer) που μετατρέπουν δύναμη σε διαφορικό ηλεκτρικό σήμα. Οι σύγχρονοι πιεζοκρύσταλλοι χωρίζονται σε

- I Υδραυλικοί. Δουλεύουν μετρώντας βάρος ως μεταβλητή πίεση σε αποθηκευμένο υγρό)
- II Πνευματικοί. Δουλεύουν όπως οι υδραυλικοί αλλά μετρώντας μεταβολές στην πίεση του αέρα με αποτέλεσμα να είναι καθαρότεροι, ακριβείς αλλά με μεγαλύτερο κόστος.
- III Επιμηκυντήρες. Λειτουργούν με την πιεζοηλεκτρική αρχή και μεταλλάσσουν απ' ευθείας την δύναμη σε ηλεκτρισμό.

#### 5. Γραμμικής θέσης

##### α' Χωρητικότητας (capacitive sensors)

Ο αισθητήρας χωρητικότητας αποτελείται από δύο αγωγίμες επαφές σε απόσταση. Όταν εφαρμόζονται διαφορετικά φορτία, παράγεται ηλεκτρικό φορτίο

##### β' Υπέρυθρες

Αισθητήρες που μετράνε απόσταση χωρίς επαφή με υπέρυθρη ακτινοβολία. Υπέρυθρα κύματα είναι κύματα με μήκος κύματος χαμηλότερο από το οπτικό φάσμα. Το μήκος κύματος τους, κυμαίνεται από 0.7 έως 300 $\mu m$ <sup>6</sup>.

##### γ' Γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής (Linear Variable Differential Transducer [LVDT])

Ένας τύπος ηλεκτρικού εναλλάκτη που μετράει γραμμική απόσταση. Χαρακτηρίζεται από ακρίβεια και αξιοπιστία.

##### δ' Αισθητήρας τοποθέτησης γραμμικής αφής

Λειτουργεί σύμφωνα με τις βασικές αρχές του αισθητήρα πίεσης (FSR). Συμπεριφέρεται ως μεταβλητή αντίσταση σύμφωνα με την θέση που δέχεται πίεση. Λειτουργεί μόνο κατά την διάρκεια επαφής.

#### 6. Κυκλικής θέσης

#### 7. Κυκλικής επιτάχυνσης

#### 8. Θερμοκρασίας

#### 9. Δόνησης

---

<sup>6</sup>Dr. S. C. Liew <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/em.htm>, Μάιος 2008.

## 10. Ροής

Παράδειγμα η μέτρηση ροής νερού.

## 11. Υγρασίας

## 12. Βιομετρικοί

Εγκεφαλογράφημα (EEG), Καρδιογράφημα (ECG), αισθητήρες κίνησης ματιού (Electrooculogram, [EOG]), Ηλεκτρομυογραφία (EMG), Εφίδρωσης (Galvanic Skin Respons [GSR]), Θέση γλώσσας (Electropalatography, [EPG])<sup>7</sup>.

Με τους παραπάνω αισθητήρες είναι αντιληπτό, το φάσμα των χειρονομιών που μπορούν να καταγραφούν και πόσοι νέοι ελεγκτές μπορούν να κατασκευαστούν.

Όπως προαναφέρθηκε, θα εξεταστούν χαρακτηριστικοί ελεγκτές που είτε είναι συνηθισμένοι είτε ξεχώρισαν για την καινοτομίας τους.

### 2.2.2 Διακόπτες

Ξεκινώντας από απλές διεπαφές έχουμε στην διάθεσή μας πολυάριθμους διακόπτες όπως το πληκτρολόγιο του Η/Υ. Κάθε πλήκτρο στέλνει τον δικό του μήνυμα ASCII key on όταν πατάμε ένα πλήκτρο και ASCII key off όταν το αφήνουμε. Μία ενδιαφέρουσα περίπτωση πληκτρολογίου είναι το Optimus Maximus πληκτρολόγιο, με έγχρωμη οθόνη σε κάθε πλήκτρο από το Studio σχεδίασης Art.Lebedev<sup>8</sup>. Στην εικόνα 2.2 βλέπουμε πως έχουμε την δυνατότητα, όταν για παράδειγμα ανοίγουμε ένα πρόγραμμα (Photoshop), το πληκτρολόγιο αλλάζει περιεχόμενα και αντί για τα καθιερωμένα γράμματα εμφανίζονται οι πραγματικές τους λειτουργίες στο Photoshop. Δημιουργώντας στο Max/MSP ένα πρόγραμμα sampler θα μπορούσαμε να αλλάξουμε την διατάξη (*mapping*) του πληκτρολογίου για να αντιστοιχεί στους ήχους που προγραμματίσαμε. Αυτή η μέθοδος συναντάται σε πολλούς χρήστες sampler όπου βάζουν αυτοκόλλητα στα πληκτροφόρα midi clavier ή πάνω από τα πλήκτρα.



### 2.2.3 Συσκευές κατάδειξης

Μετά το πληκτρολόγιο επόμενη διάσημη συσκευή για εισαγωγή δεδομένων (συσκευή κατάδειξης είναι η ακριβής ονομασία) είναι το «ποντίκι». Στέλνει δε-

<sup>7</sup>Χρησιμοποιείται κυρίως από γλωσσολόγους.

<sup>8</sup><http://www.artlebedev.ru>, Σεπτέμβριος 2007.



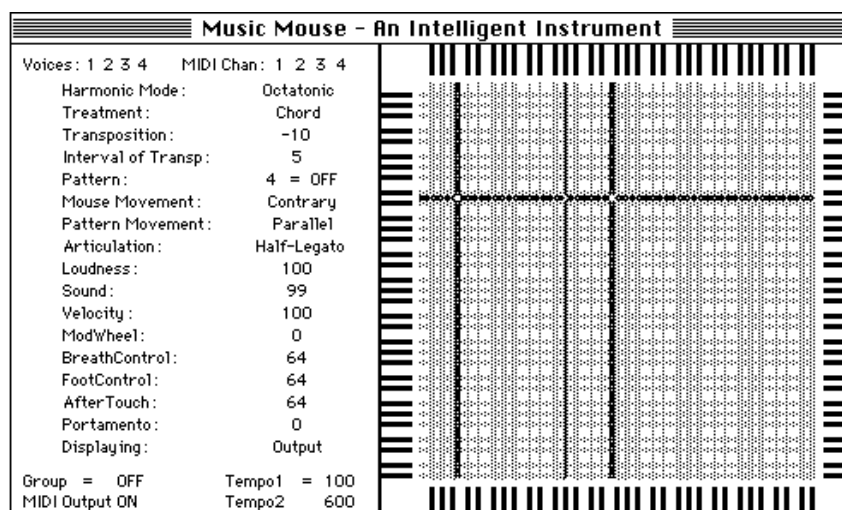


Σχήμα 2.2: Πληκτρολόγιο σε διάταξη Photoshop.

δομένα κατεύθυνσης δύο διαστάσεων (οριζόντια και κάθετα), συνήθως έχει ένα ροδάκι με κουμπί και δύο κουμπιά για το μεσαίο δάχτυλο και δείκτη.

Η πρώτη μουσική υλοποίηση έγινε από την Laurie Spiegel<sup>9</sup> το 1985 με πρόγραμμα για τον υπολογιστή *Macintosh*. Ακολούθησαν εκδόσεις και για τους υπολογιστές Amiga και Atari ST.

Το πρόγραμμα είχε νοημοσύνη αφού ανάλογα νε τα τονικά ύψη που επέλεγε ο χρήστης, τις επιλογές του στο πληκτρολόγιο και τις μελωδικές κινήσεις του, συνόδευε και διακοσμούσε τους φθόγους. [Jordá 2005, σελ. 71]



Music Mouse parameter set as displayed in the new Atari ST version, and in the Dec. 1988 update to the Macintosh version. The Amiga version of Music Mouse features all the same live keyboard controls, but does not show them on-screen because it is an audioVISUAL instrument, with drawing modes, color faders, etc.

Σχήμα 2.3: Η εφαρμογή music mouse.

Παρόμοια χρήση με το ποντίκι, αλλά δημοφιλείς για ζωγραφική / σχεδιασμό είναι οι συσκευές «γραφικής επιφάνειας» (Graphics Tablet) χρησιμοποιούνται για προγράμματα επεξεργασίας εικόνας όπως Photoshop, Gimp. Προσφέρουν εισαγωγή δεδομένων σε μία επιφάνεια (x-y) από ένα ηλεκτρονικό μολύβι με έλεγχο

<sup>9</sup><http://www.retiary.org/ls/programs.html>



Σχήμα 2.4: Συνηθισμένοι Midi ελεγκτές

πίεσης και κλίσης σε δύο άξονες. Επιπλέον, κάθε ψηφιακή πένα έχει την δική της ταυτότητα. Μία γνωστή εταιρία στον χώρο είναι η Wacom.

#### 2.2.4 Εμπορικοί midi ελεγκτές

Όλοι οι τύποι των φυσικών οργάνων έχουν μετουσιωθεί από εταιρίες σε midi ελεγκτές. Αν και οι χροιές τους και οι ικανότητες ελέγχου έχουν μειωθεί συγκρινόμενα με τους φυσικούς προγόνους. [Rovan et al 1997]

#### Wind Controllers

Η γνωστότερες εταιρίες που ασχολήθηκαν μ' αυτούς τους ελεγκτές είναι η Akai και η Yamaha. Ενδεικτικά η πρώτη με την σειρά EWI (Electronic Wind Instrument) απευθύνεται σε μουσικούς κλαρινέτου και σαξοφώνου. Με την σειρά EVI (Electronic Valve Instrument) απευθύνεται σε μουσικούς χάλκινων πνευστών. Η Yamaha προσφέρει την σειρά WX. Στην εικόνα 2.4 (β') απεικονίζεται ο ελεγκτής της Yamaha WX5.

Οι μεταβλητές που μεταδίδει ο ελεγκτής WX7 της αφορούν: [Cadoz & Wanderley 2000]

- την πίεση του αέρα
- την πίεση των χειλιών και
- την θέση των δαχτύλων

Δηλαδή μεταδίδει τρεις ανεξάρτητες ροές midi δεδομένων.

Πολλά synthesizer, δέχονται δεδομένα από breath controller, ως επιπλέον ελεγκτή εκφραστικότητας που δεν εμποδίζει την εκτέλεση. Τα synthesizer σχεδόν πάντα διαθέτουν έναν διαμορφωτή (modulation), αλλά χρειάζεται να αποσπαστεί ένα χέρι από τα πλήκτρα.

### Midi keyboards / clavier

Οι ελεγκτές midi keyboards είναι οι συνηθέστεροι midi ελεγκτές.

Στην εικόνα 2.4 (γ') ένα μικρό midi keyboard, το xboard της EMU με 2 οκτάβες και 16 midi CC κυλινδρικά ποτενσιόμετρα (rotary sliders). Υπάρχουν και μεγαλύτερες εκδόσεις, συνηθίζονται με πέντε οκτάβες. Τα πλήκτρα μεταδίδουν δύναμη (velocity), τονικό ύψος και πίεση aftertouch. Η πίεση μεταδίδεται αφού πιεστεί το πλήκτρο και μεταδίδει συνεχή δεδομένα. Σημασία έχει να τονισθεί ότι η πίεση, συνήθως αφορά το midi κανάλι (channel aftertouch / pressure) και όχι το συγκεκριμένο πλήκτρο. Υπάρχουν άλλες υλοποιήσεις όπου μεταδίδεται ξεχωριστά η πίεση από κάθε πλήκτρο. Η δυνατότητα αυτή ονομάζεται «πολυφωνική πίεση» (polychonic aftertouch). Η ροή των δεδομένων από την «πολυφωνική πίεση» είναι μεγάλη για το midi πρωτόκολλο.

Τα κυκλικά ποτενσιόμετρα που διαθέτει, στην πράξη δεν μπορούν να μεταδίδουν ταυτόχρονα τα δεδομένα τους αφού συνηθίζεται να αφιερώνεται ένα χέρι στο κάθε ποτενσιόμετρο. Στην περίπτωση που θα υπήρχε χώρος για... 16 χέρια στην επιφάνειά του, το midi πρωτόκολλο αδυνατεί να ανταπεξέλθει στα συνεχείς μηνύματα από 16 ποτενσιόμετρα.

Πληκτρολόγια με επιπλέον δυνατότητες είναι της Kurzweil με αναγνώριση της ταχύτητα απελευθέρωσης του πλήκτρο (release velocity) αλλά και η τεχνολογία MTS του Moog που αναφέρεται στο υποκεφάλαιο 2.2.9.

### Ελεγκτής κιθάρας

Στην εικόνα 2.4 (δ') απεικονίζεται ο ελεγκτής B1D της Yamaha, μία συσκευή που μετατρέπει την ηλεκτρική μπάσο κιθάρα (4 έως 6 χορδές) σε midi ελεγκτή<sup>10</sup>. Άλλοι ελεγκτές είναι οι VG-99, GI-20+GK-2A της Roland και τα AX50, PU100 της AXON.

Οι ελεγκτές κιθάρας, αναγνωρίζουν ποιά χορδή πάλλεται, τονικό ύψος και διάρκεια της δόνησης. Αδυνατούν να καταγράψουν όλες τις κινήσεις ενός κιθαριστή, όπως την τεχνική tap, ή την τεχνική των αρμονικών. Έχουν όμως επιπλέον πλήκτρα όπως up / down

Επίσης δημοφιλείς επιλογές είναι τα foot pedals, μονάδες επεξεργασίας ήχου για ηλεκτρική κιθάρα, όπου ο κιθαριστής έχει κάποιους διακόπτες (ίσως από 5 έως 10), όπου ο καθένας έχει προγραμματιστεί για διαφορετική επεξεργασία ήχου. Κάποια foot pedals έχουν ένα pedal που μπορεί να δώσει βηματικές τιμές.

<sup>10</sup><http://www.soundonsound.com/sos/nov98/articles/yamahab1d.html?print=yes>, Μάιος 2008

Οι συσκευές αυτές σπάνια χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια του κομματιού ή για να μεταβάλλουν τον ήχο σε πραγματικό χρόνο. Συνήθως αλλάζουν πλήρως τον ήχο, ανάλογα με το κομμάτι που παίζουν.

### Κυκλικά και γραμμικά ποτενσιόμετρα

Πωλούνται συσκευές που διαθέτουν μόνο ποτενσιόμετρα όπως το BCF-2000 της Behringer (βλ. εικόνα 2.4 (ε')). Εκτός από τιμές 7-bit (0 – 127) μεταδίδουν και τιμές 14bit (0 – 16383). Βέβαια διπλασιάζει τις απαιτήσεις ταχύτητας του πρωτοκόλλου midi.

Στην εικόνα 2.4 (α') απεικονίζεται λεπτομέρεια από τον συνθετητή R3 της KORG. Τα κυκλικά ποτενσιόμετρα (rotary potentiometer) συνοδεύονται από οθόνη η οποία υποδυκνείει την παράμετρο του ήχου και η τιμή φαίνεται από τις πράσινες λυχνίες που περιστοιχίζουν το κυκλικό ποτενσιόμετρο. Δεν αναφέρεται ως πρωτότυπο ή ως τεχνολογικό επίτευγμα αλλά ως εργονομικό παράδειγμα και ως υποτυπώδη ανάδραση.

### Drum controllers

Ο ελεγκτής midi για κρουστό (drummer), της Roland με όνομα TD9KX ελέγχει με pads την ταχύτητα και θέση της μπακέτας στην επιφάνεια που κρούει.

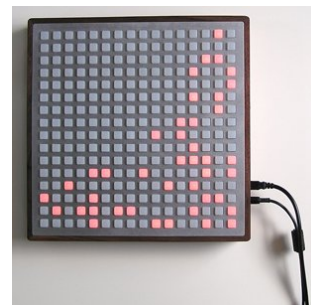
Ένας drummer χρειάζεται λιγότερη δύναμη με τις ηλεκτρονικές επιφάνειες, μπορεί να παίζει ταχύτερα. Διακρίνεται στην εικόνα 2.4 (στ').

### 2.2.5 Ιδιοκατασκευές

Μεγαλύτερη ελευθερία επιλογών έχουμε με την κατασκευή δικού μας ελεγκτή. Δεν είναι πάντα εύκολο ανάλογα με τις τεχνικές γνώσεις που κατέχουμε, γι' αυτό πολλές φορές προτιμάται να μετατρέψουμε τον σκοπό ενός ελεγκτή, αρκεί πάλι να βρούμε τρόπο να τον συνδέσουμε στον Η/Υ ώστε να μετατρέψουμε τα δεδομένα των αισθητήρων τους για την εφαρμογή μας.

### 2.2.6 Monome

Το monome<sup>11</sup> είναι μία μινιμαλιστική κατασκευή, αφού τεχνικά δεν έχει ιδιαίτερους αισθητήρες αλλά 256 διακόπτες σε τετράγωνη διάταξη. Αναπόσπαστο στοιχείο του αποτελεί το λογισμικό αφού αλλάζει δυνατότητες σύμφωνα μ' αυτό. Είναι αξιοπρόσεκτο επειδή κάθε διακόπτης φωτίζεται σύμφωνα με συνοδευτικό λογισμικό και παρέχει οπτική ανάδραση (feedback) της μουσικής / ήχου. Το λογισμικό (patches για το runtime Max/MSP) είναι προσβάσιμο σε όλους (*Open Source*) έτσι οι χρήστες μοιράζονται την λειτουργικότητά του. Η κατασκευή του ακολουθεί επίσης ανοιχτό πρότυπο (*Open Hardware*) δηλαδή γνωστοποιείται ο τρόπος κατασκευής του και οποιοσδήποτε μπορεί να το κατασκευάσει.



Σχήμα 2.5: Το Monome με 256 φωτιζόμενους διακόπτες.

Υπάρχουν διαθέσιμα video στο διαδίκτυο αλλά και στο dvd της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

### 2.2.7 Ψηφιακή μπακέτα Digital Baton

Η ψηφιακή μπακέτα κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε το 1996 στην Brain Opera ως πολυχρηστική μουσική συσκευή που αναγνωρίζει χειρονομίες συγκεκριμένου εύρους, έντονες κινήσεις σε απεριόριστο εύρος και πίεση δαχτύλων. Διαθέτει μικροεπεξεργαστή που ελέγχει τους 5 αισθητήρες πίεσης δαχτύλων και χεριού και 3 ορθογωνικούς αισθητήρες επιτάχυνσης για την καταγραφή καμπύλων κινήσεων και ρυθμών (beats).

Η μπακέτα εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία, ώστε μία κάμερα απέναντί της να καταγράφει τις κινήσεις στον οριζόντιο και κάθετο άξονα. Για αισθητικούς λόγους ένα κόκκινο LED (δίοδος φωτοεκπομπής) στην άκρη της μπακέτας μπορεί να ελεγχθεί μέσω midi.

Στην ίδια κατηγορία αλλά με διαφορετικούς αισθητήρες μπορούμε να κατατάξουμε και το Lighting II του Buchla.

<sup>11</sup><http://www.monome.org>

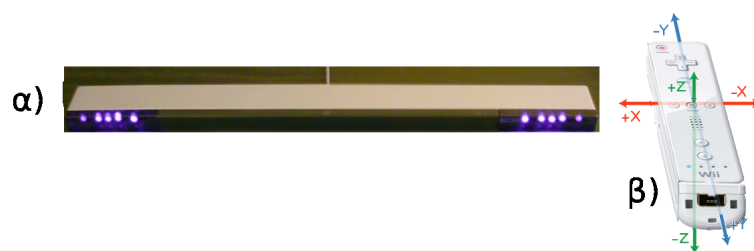


(α') Η Teresa Marrin με την ψηφιακή μπακέτα. (φωτογραφία από Webb Chappell) (β') Η ψηφιακή μπακέτα

Σχήμα 2.6: Η ψηφιακή μπακέτα του MIT media lab. [Marrin et al 1996]

### 2.2.8 Wii Remote

Δεν χρειάζεται να κατευθυνθεί κάποιος στο MIT media lab αν θέλει την ψηφιακή μπακέτα ως ελεγκτή. Είναι διαθέσιμο το χειριστήριο *Wii Remote*<sup>12</sup> της Nintendo έχει πολλά κοινά στοιχεία με την ψηφιακή μπακέτα και είναι συσκευή που υπάρχει σε αφθονία. Μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2007 έχουν πουληθεί πάνω από 13 εκατομμύρια Wii Remotes. Χρησιμοποιείται ως αναγνώστης κινήσεως χεριού για την παιχνιδομηχανή Wii. Ήδη έχει χρησιμοποιηθεί για διαφορετικό σκοπό του αρχικού, ως αναγνώστης θέσης σώματος, ως άρατος αισθητήρας δι-δυάστατης επιφάνειας (touchpad)<sup>13</sup> ή ως αντικατάστατος του ποντικιού (mouse)<sup>14</sup>. Δεν είναι δύσκολο να γεννηθεί η ιδέα να χρησιμοποιηθεί ως ελεγκτής ιδιοτήτων του ήχου.



Σχήμα 2.7: α) Wii sensor bar β) Wii Remote

Στέλνει δεδομένα από τρισδιάστατες κινήσεις (βλ. σχήμα 2.7 (β) ) με μέτρηση επιτάχυνσης ακρίβειας 8bit (256 διαβαθμίσεις). Έντεκα (11) διακόπτες μας δίνουν επιπλέον δυνατότητες μαζί με τέσσερα led. Επικοινωνεί ασύρματα

<sup>12</sup><http://wii.nintendo.com/>, Φεβρουάριος 2008

<sup>13</sup>Καταποπιστικά video από τον Johnny Chung Lee <http://www.cs.cmu.edu/~johnny/projects/wii>

<sup>14</sup><http://carl.kenner.googlepages.com/glovepie>, Μάρτιος 2008

με τον υπολογιστή (bluetooth) προσφέροντας ελευθερία κινήσεων με συχνότητα δειγματοληψίας 100Hz.

Συνοδεύεται από αισθητήρα (sensor bar). Το όνομα ξεγελάει, δεν είναι αισθητήρας αλλά έχει 2 πηγές υπέρυθρου φωτός που απέχουν 20 εκατοστά. Η κάθε πηγή αποτελείται από 5 πηγές (βλ. σχήμα 2.7(α)). Το Wii Remote διαθέτει υπέρυθρη κάμερα ανάλυσης 1024x768 όπου σαρώνει την θέση των υπέρυθρων από το «αισθητήρα» για αναγνώριση θέσης στους άξονες του x και y. Με την βοήθεια της τριγωνομετρίας γνωρίζει σχετική θέση μπροστά / πίσω (άξονας του y). Επεκτείνεται με το nunchuck το οποίο επίσης αποτελείται από μετρητή επιτάχυνσης ADXL330<sup>15</sup> σε τρεις άξονες (X-Y-Z) της Analog Devices με δυνατότητα μέτρησης επιτάχυνσης  $\pm 3g$ [Filippi 2007]. Έχουν γραφεί σχετικά patches για MacOSX + Max/MSP<sup>16</sup>, για linux + Pure Data.<sup>17</sup>

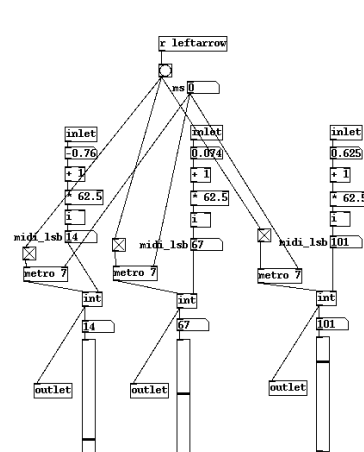
Σε σύνδεση με το Pure Data (βλ. σχήμα 2.8) διαπιστώθηκε πως οι αισθητήρες επιτάχυνσης δεν μετρούν αδράνεια, είναι απόλυτοι μετρητές. Δηλαδή, έχοντας ακίνητο το Wii Remote δίνει τιμές επιτάχυνσης στον κάθετο άξονα. Αυτή η «παραξενιά» προκαλείται από την βαρύτητα. Θα μπορούσαμε με λογισμικό να βαθμονομήσουμε (calibration) την βαρύτητα, ώστε να την παρακάμψουμε με αποτέλεσμα να έχουμε δεδομένα κινήσεων. Επειδή τα δεδομένα που πρέπει να αναλυθούν είναι πολλά η επεξεργασία τους θα προκαλέσει καθυστέρηση στην απόκριση (latency), θα ήταν καλό να γραφεί μία βιβλιοθήκη σε γρήγορη γλώσσα προγραμματισμού όπως η C / C++.

Με το σχετικό patch που υπάρχει στο dvd με όνομα `dssi_hexter.pd`, ο αισθητήρας του άξονα x έδωσε τις ακόλουθες κβαντοποιημένες τιμές midi με την βαρύτητα: 2, 4, 7, 9, 12, 14, 16, 19, 21, 24, 26, 28, 31, 33, 36, 38, 40, 43, 45, 48, 52, 55, 57, 60, 62, 64, 67, 69, 72, 74, 76, 79, 81, 84, 86, 88, 91, 93, 96, 98, 100, 103, 105, 108, 110, 112, 115, 117,

<sup>15</sup>Τεχνικές πληροφορίες από την κατασκευάστρια εταιρία εδώ: [http://www.analog.com/UploadedFiles/Data\\_Sheets/ADXL330.pdf](http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/ADXL330.pdf)

<sup>16</sup>Masayuki Akamatsu, <http://www.iamas.ac.jp/~aka/max/>, Φεβρουάριος 2008

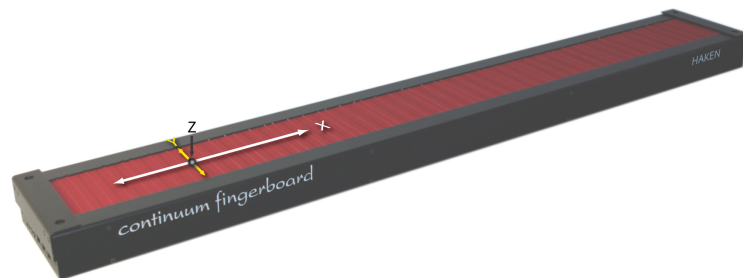
<sup>17</sup>[http://www.mikewoz.com/downloads/wiimote\\_pd\\_external\\_0.4.01.tar.gz](http://www.mikewoz.com/downloads/wiimote_pd_external_0.4.01.tar.gz), Φεβρουάριος 2008



Σχήμα 2.8: Οι τρεις αισθητήρες επιτάχυνσης εν δράση με κβαντοποίηση στην κλίμακα που αναγνωρίζει το midi.

120, 122, 125, 127. Είναι 51 τιμές μη-γραμμικές (με θόρυβο) και όχι 256 όπως θα θέλαμε, επιπλέον κάθε αισθητήρας ακολουθεί διαφορετική γραμμικότητα και χρειάζεται βαθμονόμηση (calibration). Το midi έχει ακρίβεια 7-bit (128) και έχει αναλυθεί πως θεωρείται περιοριστικό. Αντίθετα η υπέρυθρη κάμερα δεν έχει θόρυβο.

### 2.2.9 Continuum Fingerboard



Σχήμα 2.9: Το Continuum Fingerboard.

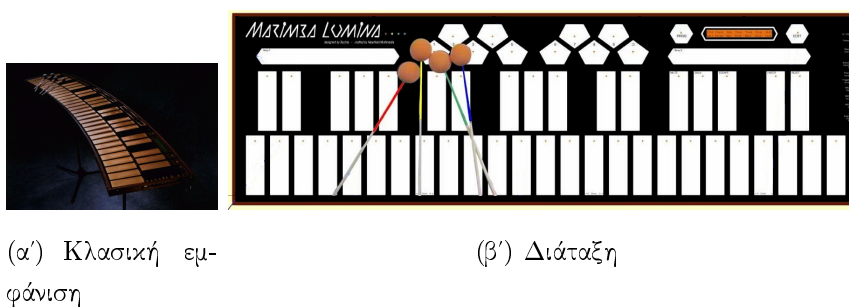
Το *Continuum Fingerboard* αποτελείται από μεγάλη μαλακή επιφάνεια και αναγνωρίζει την θέση δέκα δαχτύλων με ακρίβεια θέσης ενός χιλιοστού (1mm) όπως και την πίεση για κάθε δάχτυλο ξεχωριστά (polychonic aftertouch). Η απόκριση (latency) είναι τριών χιλιοστών τους δευτερολέπτου 3ms και η δειγματοληψία των κινήσεων τέσσερα χιλιοστά του δευτερολέπτου 4ms. [Goudeseune, 2001, σελ. 109] [Haken et al 1998]

Οι απλές μελωδίες είναι εύκολες, όταν βοηθάει δεύτερος ελεγκτής που βαθμονομεί στο συγκερασμένο ημιτόνιο. Το να παίζεις όμως μία δεκάφωνη συγχορδία - πόσο μάλλον μία τρίφωνη φυγή - απαιτεί ώρες δοκιμών για έναν εκπαιδευμένο πιανίστα. [Goudeseune, 2001, σελ. 109]

Το παραπάνω μειονέκτημα, μάλλον αποτελεί πλεονέκτημα, διότι επιτρέπει ακριβή παραμετροποίηση των ιδιοτήτων του ήχου, όταν αυτή δεν αφορά το τονικό ύψος.

Το *Continuum Fingerboard* θυμίζει το clavier του Moog (1982) όπου εκτός από την πίεση των δαχτύλων μετρούσε την οριζόντια και κάθετη θέση τους στο κάθε πλήκτρο. Η τεχνολογία *Multiply-Touch-Sensitive keyboard (MTS)* παρουσιάστηκε στο διεθνές συνέδριο της μουσικής πληροφορικής (ICMC-1982, Ιταλία, Βενετία). [Moog & Rhea 1990]





Σχήμα 2.10: Η Marimba Lumina του Buchla.

### 2.2.10 Marimba Lumina

Η *Marimba Lumina*<sup>18</sup> του Buchla έχει την μορφή ξυλοφώνου, αλλά με αρκετές ιδιαιτερότητες. Κάθε μπακέτα έχει το δικό της χρώμα ώστε να την ξεχωρίζουμε από σύνολο τεσσάρων και κάθε μία αναγνωρίζεται από τον ελεγκτή ως διαφορετική και στέλνει δεδομένα όπως προγραμματίσουμε. Η επιφάνεια στην οποία οι μπακέτες κρούουν δεν παράγει ήχο, είναι αισθητήρες. Επίσης έχει σημασία ο άξονας  $y$  όπως το Continuum Fingerboard

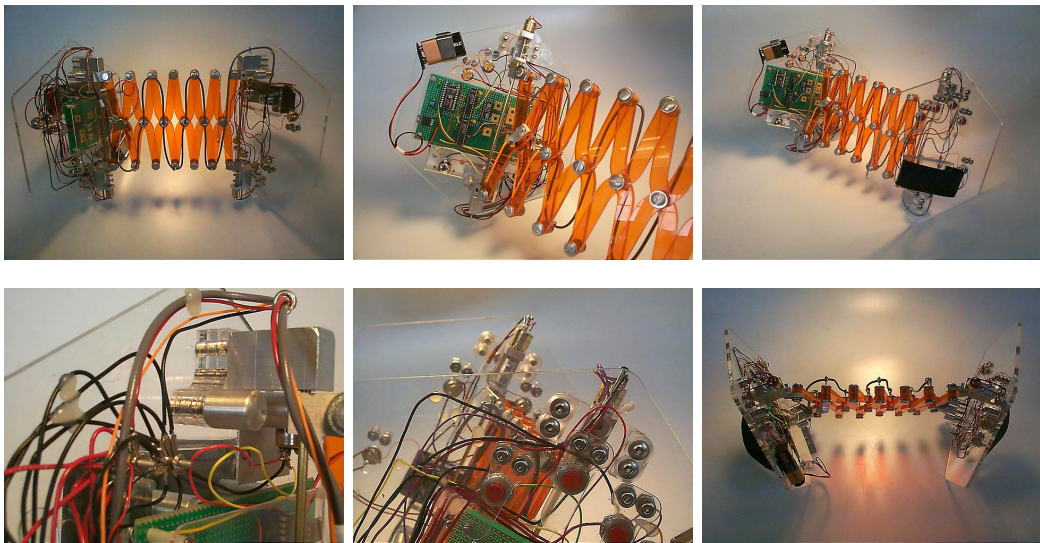
### 2.2.11 Accordiatron

Αποτέλεσμα έρευνας των Gurevich & Muehlen είναι ένας μουσικός ελεγκτής εμπνευσμένος από το ακχορντέον. Δεν έχει συνθετητή ήχο αλλά αποστέλλει midi δεδομένα. Συγκεκριμένα παράγει συνεχή δεδομένα στα κανάλια 1-3 για τα μηνύματα ελέγχου (midi CC) 16-18. Τα 10 πλήκτρα του στέλνουν μηνύματα note-on με αριθμούς από το 60-69 σε ξεχωριστό κανάλι 4-13. Όταν πιέζονται στέλνουν note-on με τιμή 127 και όταν απελευθερώνονται τιμή 0. Ένα πλήκτρο που σχεδιάστηκε για έλεγχο της διάταξης του οργάνου στέλνει μήνυμα note-on 70 στο κανάλι 14. [Gurevich & Muehlen 2001]

Τα συνεχή δεδομένα προέρχονται από 3 ποτενσιόμετρα τα οποία περιστρέφονται μηχανικά από τις κινήσεις του εκτελεστή. [Gurevich & Muehlen 2001]

Ο χρήστης, αισθάνεται πως έχει να κάνει με μουσικό όργανο. Η μηχανική κίνηση είναι ομαλή, τα πλήκτρα αντιδρούν όπως οι βαλβίδες. Οι ακροατές βρίσκουν ενδιαφέρουσα την διαφανή κατασκευή, που αποκαλύπτει την ηλεκτρονική κατασκευή και δίνει στοιχεία και το τί να περιμένουν οι ακροατές. [Gurevich & Muehlen 2001]

<sup>18</sup>Ο Buchla την παρουσίασε στο συνέδριο του nime το 2005. Προτείνεται να δείτε την επίδειξη στην διεύθυνση <http://www.nime.org/2005/videos/keynotes/NIMEKeynote01.wmv>, Απρίλιος 2008 ή από το dvd. Η επίδειξη αρχίζει στο 45'



Σχήμα 2.11: Το accordiatron.

Σχετικό video στο dvd της παρούσας διπλωματικής.

### 2.2.12 Η δύναμη της σκέψης

Δεν αποκλείεται στο μέλλον να χρησιμοποιούμε ως ελεγκτή την σκέψη. Διεπαφές διασύνδεσης εγκεφάλου και υπολογιστή (*BCI [brain computer interfaces]*) εμφανίζονται όπου ο χρήστης με συγκεκριμένες σκέψεις, εκτελεί εργασίες [Lee & Tan 2006]. Ο Alvin Lucier έχει συνθέσει το έργο *Music for Solo Performer (1965)* όπου χρησιμοποιεί τον εγκέφαλό του σε συνδυασμό με κρουστά όπως τύμπανα, μεγάλα gong, πιατίνια, ταμπούρα και άλλα. Ηλεκτρόδια συνδεδεμένα με το κεφάλι του, ενίσχυσαν τις ακτίνες άλφα του εγκεφάλου του οι οποίες διέγειραν μεγάφωνα των οποίων οι μεμβράνες ήταν επαπτόμενες με τα κρουστά. Έτσι ο συνθέτης έλεγχε τον ήχο των κρουστών με συγκεκριμένες σκέψεις. [Miranda 2006] Δηλαδή μετατρέπονται οι ακτίνες άλφα σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια και στην συνέχεια σε μηχανική. Ακτίνες άλφα εκπέμπονται σε κατάσταση χαλαρότητας ειδικά όταν τα μάτια είναι κλειστά.



Σχήμα 2.12: Εκτελεστής με ελεγκτή EEG της Thought Technology.

### 2.2.13 Ελεγκτές αφηρημένης έννοιας

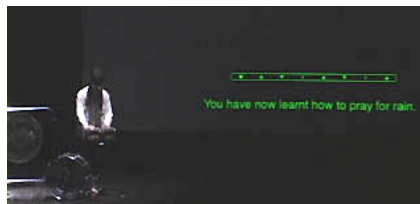
Η πρώτη ύλη εκτός από τις χειρονομίες που καταγράφουν οι αισθητήρες μπορούν να είναι και αφηρημένες έννοιες όπως:

#### 1. Ο παλμός των δεδομένων.

Μπορούμε να επιλέξουμε τον παλμό / ρυθμό των δεδομένων ως κριτήριο αντιστοίχισης. Παράδειγμα, με bossa nova να δραστηροποιείται η  $x$  παράμετρος με την  $n$  αξία. Θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί πως πάλι η πρώτη ύλη είναι οι χειρονομίες, αλλά στην πράξη η πρώτη ύλη είναι η έννοια του παλμού (και ότι προκύπτει απ' αυτόν) και όχι η χειρονομία καθ' αυτή.

#### 2. Ήχος

Ο ήχος που παράγεται από τον Η/Υ ή ηχογραφείται, μπορεί να είναι αντικείμενο αντιστοίχισης με αναγνώριση τονικού ύψους, ρυθμού, φάσματος, έντασης κ.λ.π. Ένα παράδειγμα είναι το έργο “Pray for Rain”, προσβάσιμο από το διαδίκτυο<sup>19</sup> και από το dvd. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα υπάρχουν στοιχεία τεχνητής νοημοσύνης.



Σχήμα 2.13: Διαδραστικό σύστημα.

#### 3. Εικόνα

Τα χρώματα μίας εικόνας, ή τα σχήματα μπορούν να μετατραπούν σε παραμέτρους για τον ήχο (sonification). Αντιπροσωπευτική είναι η παρουσίαση του Golan Levin στην ομιλία του Nime-05 “A Personal Chronology of Audiovisual Systems Research”.<sup>20</sup>

#### 4. Τεχνητή νοημοσύνη

Πλήρως αφηρημένες έννοιες όπως ένα ποίημα, ψυχικές καταστάσεις μπορούν να αντιστοιχηθούν σε ηχητικές παραμέτρους ή σε πλήρη μουσικά έργα.

<sup>19</sup><http://www.iamas.ac.jp/~aka/prayforrain>, Μάρτιος 2008. Η γιαπωνέζικη γλώσσα θα βοηθήσει!

<sup>20</sup><http://www.nime.org/2005/videos/keynotes/NIMEKeynote02.wmv>, Μάρτιος 2008

Με τις παραπάνω δυνατότητες δεν θα ασχοληθούμε, αλλά είναι ενδιαφέρουσες προοπτικές. Προβάλουν αισθητικά, κοινωνικά και ψυχολογικά ερωτήματα. Μία απλή σκέψη ότι ο υπολογιστής με τεχνητή νοημοσύνη παράγει αξιοθαύμαστο έργο εγείρει πολλά ερωτήματα για την ίδια την τέχνη.

## 2.3 Σύνοψη

Μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής ιδιότητες στους ελεγκτές:

1. Συνεχής ροή δεδομένων. (π.χ. ποτενσιόμετρο)
2. Επιλογή διακριτών δεδομένων (π.χ. midi keyboard)
3. Παράμετροι που επηρεάζονται (degrees of freedom). (π.χ. μία midi συσκευή με 16 ποτενσιόμετρα επηρεάζει 16 παραμέτρους.)
4. Παράμετροι που επηρεάζονται ταυτόχρονα (multiplicity of control, βλ. υποκεφάλαιο 3.5. (π.χ. μία κίνηση με το ποντίκι, ελέγχει δύο παραμέτρους)
5. Πόσους διαμορφωτές έχουν (π.χ. το επιλέον πλήκτρο του accordiatron που αλλάζει διάταξη στους αισθητήρες)

Τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να δρουν συνδυαστικά ή να εμπλουτίζονται με την τεχνική του mapping. Για παράδειγμα η συσκευή KORG RE1 έχει 8 ποτενσιόμετρα, οπότε θα μπορούσαμε να σκεφτούμε ότι επηρεάζει 8 παραμέτρους. Πατώντας όμως το πλήκτρο 'page +' της συσκευής, έχουμε πρόσβαση στις επόμενες 8 παραμέτρους με τα ίδια ποτενσιόμετρα, άρα επηρεάζουμε τις παραμέτρους 9-16.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι πως οι αισθητήρες του ελεγκτή μπορούν να αλλάξουν συμπεριφορά χρησιμοποιώντας τους διακόπτες ως πύλες εισόδου / εξόδου. Συγκεκριμένα οι ελεγκτές που παράγουν βηματικές τιμές, αν έχουν αρκετά πλήκτρα και με ειδική τεχνική μπορούν να μετατραπούν σε ελεγκτές με ακριβής τιμές. Για παράδειγμα, όταν μετακινούμε το ποντίκι διαγώνια ορίζουμε δύο παραμέτρους στον άξονα του x και y με συνεχής ροή. Δηλαδή δεν μπορούμε να μεταπηδήσουμε σε τιμές. Αν όμως προγραμματίζαμε ότι για να μεταδωθούν τα δεδομένα του ενός άξονα πρέπει να έχουμε πιεσμένο το αριστερό πλήκτρο, τότε πατώντας επιλεκτικά το πλήκτρο, θα μπορούσαμε να μετατρέψουμε την συμπεριφορά του ποντικιού και να στέλνουμε ακριβής τιμές.

Στον παρακάτω συγκριτικό πίνακα 2.3, καταγράφονται απλουστευμένα τεχνικές ιδιότητες ελεγκτών. Ο πίνακας θα μπορούσε να είναι πολύπλοκος. Για

Συσκευή	Τύπος αισθητήρων	Οικείος	Βαθμίδες ελευθερίας (degrees of freedom) [σύνολο ταυτόχρονων διαστάσεων ( <i>Multiplicity of Control</i> )]
Πληκτρολόγιο Η/Υ	Διακόπτης	Ναι	105 με πλήκτρα μεταβολής διάταξης (shift, ctrl, alt) [4]
Ποντίκι	Διακόπτης και βηματικές τιμές [500-1000dpi]	Όχι	2-7 διακόπτες [7], 2 άξονες για διαρκής τιμές [2]
Wii Remote	Διακόπτες και βηματικές τιμές [5-9bit]	Όχι	Διακόπτες [11] διαρκής τιμές [5-8]
Digital Baton	Βηματικές τιμές [7bit]	Ναι	10 Διαρκής τιμές [10]
Midi clavier με clavisound	Ακριβής [7bit]	Ναι	20 (5 οκτάβες) [10]
Continuum Fingerboard	Ακριβής και βηματικές τιμές [7bit]	Όχι	48 ή 96 (4 ή 8 οκτάβες) [20]
Marimba Lumina	Ακριβής και βηματικές τιμές [7bit]	Ναι (ξυλόφωνο)	42 [12]

Πίνακας 2.3: Ιδιότητες ελεγκτών για έναν εκτελεστή.

παράδειγμα η ακρίβεια των δεδομένων στο Wii Remote κυμαίνεται μεταξύ 8bit (256) για τον αισθητήρα επιτάχυνσης και 1024 (9-bit) x 768 (δεν λογίζεται σε bit) για την υπέρυθρη κάμερα.

- Η στήλη «Τύπος αισθητήρων» αναφέρει το είδος των τιμών που παράγουν οι αισθητήρες του ελεγκτή. Διακόπτης σημαίνει τιμές 0 και 1, ακριβής τιμή ότι εμείς προσδιορίζουμε την τιμή (το εύρος αναφέρεται σε αγκύλες). Για παράδειγμα στο πληκτρολόγιο πατώντας ένα πλήκτρο (χειρονομία) ορίζουμε παράμετρο  $\chi$  αντιστοιχώντας στο πλήκτρο που πατήσαμε και μεταβλητή 1. Όταν το αφήνουμε ορίζουμε παράμετρο  $\chi$ , αντιστοιχώντας στο πλήκτρο που αφήσαμε και τιμή 0. Και τα πλήκτρα του ποντικιού λειτουργούν ως διακόπτες.

- Η στήλη «οικείος» αναφέρει αν ο ελεγκτής είναι γνωστός σ' έναν μουσικό. Καταχρηστικά ίσως, συμπεριλαμβάνεται το πληκτρολόγιο του Η/Υ στους οικείους ελεγκτές.
- Η τελευταία στήλη, είναι η ποιό ενδιαφέρουσα, αλλά και η πολυπλοκότερη. Ο αριθμός εκτός των αγκύλων, καταγράφει πόσες παραμέτρους μπορεί να ελέγχει ο ελεγκτής ή αλλιώς την ποικιλία παραμέτρων που έχουμε άμεσα πρόσβαση. Σε αγκύλες καταγράφεται πόσες παραμέτρους μπορούμε να επηρεάσουμε ταυτόχρονα (multiplicity of control). Παράδειγμα: αν ως ελεγκτή χρησιμοποιούμε το midi clavier, εφ' όσον έχουμε δέκα δάχτυλα δεν μπορούμε να παίζουμε ταυτόχρονα πάνω από 10 παραμέτρους. Επιπρόσθετα αν τα χέρια μας είναι απομακρυσμένα δεν μπορούμε να πατήσουμε κάποιο πλήκτρο στην μέση του clavier.

Από τους ελεγκτές που παρουσιάστηκαν υπάρχει προσωπική προτίμηση στο Continuum Fingerboard και ιδιαίτερη στην Marimba Lumina διότι πιστεύω πως ισορροπούν μεταξύ παράδοσης και εξέλιξης / δυνατότητες.

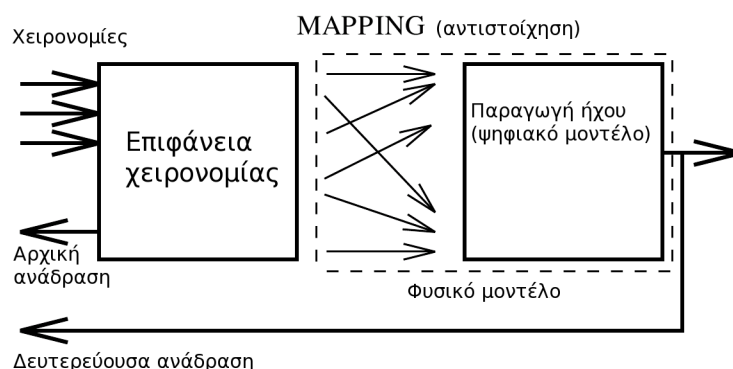
Το clavisound χρησιμοποιεί midi clavier επειδή είναι εύκολα προσβάσιμο, οικείο και η ιδέα της αντιστοίχισης τονικού ύψους και δυναμικής σε παραμέτρους μπορεί να μεταφερθεί και σε άλλους ελεγκτές απομιμήσεις που προαναφέρθηκαν.

# Κεφάλαιο 3

## Mapping

Σε ερώτηση «τί όργανο παίζεις;», σπάνια θα λάβουμε την απάντηση: «computer». [Wessel & Wright 2001]

Ήδη αναλύθηκαν οι ελεγκτές, οι οποίοι με αισθητήρες καταγράφουν χειρονομίες, τις μετατρέπουν σε ηλεκτρισμό και τέλος σε ψηφιακά δεδομένα midi. Το σχήμα 3.1 καταγράφει την θέση του mapping σε εικονικά μουσικά όργανα. Βλέπουμε πως ο ελεγκτής καταγράφει τις χειρονομίες σε μία επιφάνεια χειρονομίας η οποία προσφέρει αρχική ανάδραση (π.χ. αντιλαμβανόμαστε μέσω της αφής την πίεση την οποία ασκούμε σ' ένα πλήκτρο). Στην συνέχεια κατευθύνουμε (*mapping*) τα δεδομένα του ελεγκτή σε παραμέτρους της μονάδας παραγωγής ήχου και λαμβάνουμε δευτερεύουσα ανάδραση των χειρονομιών μας από τον παραγόμενο ήχο.



Σχήμα 3.1: Απεικόνιση ενός εικονικού μουσικού οργάνου. [Rovan et al 1997]

### 3.1 Κατηγορίες mapping

Οι βασικές κατηγορίες του mapping είναι δύο. Αναλύονται και αποφασίζεται ποια θα χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με τον σκοπό της καινούργιας διεπαφής.

### 3.1.1 Αντιστοίχιση ένα προς ένα

Τεχνικά η απλούστερη διατάξη, αντιστοιχεί μία παράμετρο του ελεγκτή (controller) σε μία παράμετρο του ήχου. Ονομάζεται σχέση *ένα προς ένα* (*one-to-one mapping*). Εκμεταλλεύεται άμεσα την αρχιτεκτονική υποδομή του midi. Συνήθως είναι η διάταξη με τις λιγότερες δυνατότητες έκφρασης. [Rovan et al 1997]

Η σχέση κίνησης και ήχου στα φυσικά όργανα αντιστοιχεί σε «μία χειρονομία (gesture) για ένα ηχητικό γεγονός» [Wessel & Wright 2001]. Αξίζει να επισημανθεί πως οι Wessel & Wright αναφέρονται σε ηχητικό γεγονός (ο Babbit διαλέγει συνώνυμη έννοια «ατομικό γεγονός», βλ. 1.4), αλλά όσον αφορά τις παραμέτρους του ήχου, τα περισσότερα φυσικά όργανα σε μία χειρονομία αντιστοιχούν πολλές παραμέτρους.

### 3.1.2 Αντιστοίχιση ένα προς πολλά, πολλά προς ένα

Όταν ο αριθμός των παραμέτρων του ήχου υπερτερούν με διαφορά από τις παραμέτρους του ελεγκτή τότε έχουμε σχέση *λίγα προς πολλά* (*few-to-many*). [Lee & Wessel 1992] [Jordá 2005, σελ. 142]

Πολυπλοκότητα προκαλεί το γεγονός ότι στα φυσικά όργανα μία χειρονομία αντιστοιχεί σε μία κύρια ηχητική παράμετρο, αλλά επηρεάζει και άλλες. Γι' αυτό έχει προταθεί ο διαχωρισμός του mapping από διάφορες επιπτώσεις όπως της χειρονομίας, της αντίληψης ή των παραμέτρων του ήχου. [Jordá 2005, σελ. 142] (βλ. υποκεφάλαιο 1.3.1 σελ. 11). Δηλαδή θα πρέπει να μας απασχολεί το ζήτημα στο σύνολό του και όχι επιλεκτικά. Η λύση θα δοθεί από την μουσική πράξη και την συνεχή τριβή με όλες τις συνθετικές μεθόδους. Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί πως ένας ελεγκτής δύο διαστάσεων (όπως ποντίκι, touchpad, οθόνη αφής) είναι βολικός για τον έλεγχο της συχνότητα του φίλτρου αποκοπής και του συντονισμού (resonance). [Jordá 2005, σελ. 42]

Σ' ένα βιολί το δοξάρι ελέγχει πολλούς παραμέτρους. Με την πίεση ελέγχει την ένταση, με την οριζόντια κίνηση ελέγχει κυρίως την χροιά, με την απόσταση από την γέφυρα ελέγχει πάλι την χροιά και με την συνολική κίνηση την άρθρωση. [Pressing 1990] Άρα η σχέση είναι *ένα προς πολλά*. Ονομάζεται και «*αποκλίνουσα σχέση*» (*divergent mapping*). Αρχικά προσφέρει μακροδομικό έλεγχο, αλλά όταν εφαρμόζεται μόνο αυτή η μέθοδος μπορεί να αποδειχτεί περιοριστική αφού δεν επιτρέπει την πρόσβαση σε εσωτερικές μικροαλλαγές του ήχου. [Rovan et al 1997]

Για να κατανοήσουμε την σχέση *πολλά προς ένα*, μπορούμε να αναρωτηθούμε ποιος ελεγκτής είναι υπεύθυνος για την ένταση. Η απάντηση είναι η ταχύτητα του δοξαριού, η πίεση του δοξαριού, η επιλογή της χορδής ακόμη και η τοποθέ-



τηση του δαχτύλου. [Hunt & Kirk 2000, σελ. 4]. Ονομάζεται και «συγκλίνουσα σχέση» (*convergent mapping*). Σ' αυτή την περίπτωση πολλές χειρονομίες συνδυάζονται για να επηρεάσουν μία μουσική παράμετρο. Αυτό το σχήμα απαιτεί προηγούμενη εμπειρία για αποτελεσματικό έλεγχο. Είναι δυσκολότερο στην εκμάθηση, αλλά αποδεικνύεται πολύ εκφραστικότερο από την απλούστερη αντιστοίχιση. [Rovan et al 1997]

Τα φυσικά όργανα στην πραγματικότητα έχουν αντιστοίχιση ελεγκτών και παραμέτρων ένα προς πολλά και πολλά προς ένα. Αν και φαίνεται τεχνική αδυναμία, είναι περισσότερο αποτελεσματική από την αντιστοίχιση ένα προς ένα. [Jordá 2005, σελ. 143]

Το theremin δεν επαληθεύει τις μελέτες. Αν και ελέγχει μόνο δύο παραμέτρους σε σχέση ένα προς ένα (ένταση και τονικό ύψος) θεωρείται από τα εκφραστικότερα όργανα από εκτελεστές όπως η Clara Rockmore. Είναι δισδιάστατος ελεγκτής όπως ένα συνηθισμένο ποντίκι και απουσιάζει πλήρως η αίσθηση της αφής. [Jordá 2005, σελ. 148]

Η στρατηγική του mapping εξαρτάται από το περιεχόμενο και τον σκοπό της διεπαφής. Για γενική χρήση μία απλή στρατηγική αντιστοίχισης είναι επαρκής. [...] Η μελέτη των στρατηγικών του mapping είναι ακόμη στο αρχικό της στάδιο. Τα αποτελέσματα από έρευνες έχουν τροφή για σκέψη [Barbosa 2001]

Στο clavisound χρησιμοποιείται η απλούστερη αντιστοίχιση ένα προς ένα διότι προσπαθεί να ομογενοποιήσει τον έλεγχο σε διαφορετικά ψηφιακά μουσικά όργανα (VST[i]) τα οποία δυστυχώς αποκαλύφθηκε (βλ. υποκεφάλαιο 3.2) πως δεν χρησιμοποιούν τα δεδομένα με την ίδια γραμμικότητα. Επιπλέον τα ψηφιακά μουσικά όργανα έχουν διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά τις δυνατότητές τους ακόμη και όταν έχουν κοινές παραμέτρους. Για παράδειγμα ο συντονισμός (resonance) του φίλτρου στο Korg Polysix δεν έχει ίδια συμπεριφορά με το gmedia impOSCar.

Η προτίμηση στην αντιστοίχιση ένα προς ένα βοηθάει στην γενικότερη εφαρμογή στα ψηφιακά μουσικά όργανα και στην εκμάθηση του νέου ελέγχου παραμετροποίησης του ήχου.

## 3.2 Γραμμικότητα

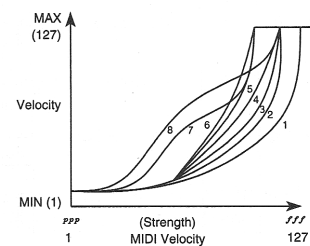
Η ανθρώπινη ακοή δεν είναι γραμμική, [Everest 1994, σελ. 84] συχνά παρατηρούμε το ίδιο με την συμπεριφορά των φυσικών οργάνων. Η φωνή, ίσως το εκφραστικότερο μουσικό όργανο, από τεχνικής σκοπιάς μπορεί να θεωρηθεί ως το πιο κακοσχεδιασμένο, αν λάβουμε υπ' όψιν τις πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ

των κινήσεων για άρθρωση και των αλλαγών στα μορφήματα (formants) που μετατρέπουν το σύστημα σε ένα προς πολλά. Το κατώφλι (threshold) ενεργοποίησης είναι επίσης συνηθισμένο σε πνευστά (π.χ. με γλωττίδα). [Rovan et al 1997]

Μπορούμε να επιτύχουμε μη-γραμμικότητα είτε άμεσα, είτε αν προσδιορίσουμε σχέσεις ένα προς πολλά και πολλά προς ένα. [Jordá 2005, σελ. 143]

Ίσως εδώ βρίσκεται το σημαντικότερο στοιχείο στην σχεδίαση ενός οργάνου. Η αντίληψη του ότι κάτι που θεωρείται μειονέκτημα στην ουσία δρα ως προσωπικότητα, ως τέχνη, έναυσμα για εξερεύνηση.

Αν και η εφαρμογή δεν χρησιμοποιεί τεχνικές μη-γραμμικότητας αυτές υπάρχουν στους ίδιους τους ελεγκτές. Τα πληκτροφόρα midi συνήθως έχουν καμπύλες ευαισθησίας, ώστε αλλάζει η γραμμικότητά τους. Επιπρόσθετα, σε πολλά εικονικά μουσικά όργανα, κάποιες μεταβολές έχουν γραμμική επίδραση και άλλες μη-γραμμική. Για παράδειγμα η ένταση, είναι καλό να έχει λογαριθμική επίδραση σύμφωνα με την ακουστότητα. Το plugin Polysix (Korg Legacy) έχει λογαριθμική συμπεριφορά στα γραμμικά δεδομένα του midi keyboard ενώ το impOSCar αντιδρά γραμμικά. Μία εφαρμογή όπως το clavisound θα μπορούσε να διορθώσει αυτές τις ανωμαλίες, αλλά η υλοποίηση γίνεται αρκετά πολυπλοκότερη και δεν εφαρμόστηκε.



Σχήμα 3.2: Η καμπύλη ευαισθησίας των πληκτρων από τον συνθετικό KORG X3.

### 3.3 Ευαισθησία - Ανάλυση

Με συνδυασμό πολλών ελεγκτών, μπορούμε να αυξήσουμε την ευαισθησία ενός ελεγκτή. Στο υποκεφάλαιο 4.4 εξηγείται πως η εφαρμογή περίπου τριπλασιάζει την ανάλυση του midi. Το midi έχει ανάλυση 7bit, δηλαδή στέλνει τιμές από 0 έως 127. Οι παράμετροι όμως των plugins vst(i) δέχονται τιμές από 0 έως 1 με περίπου 5 δεκαδικά ψηφία. Δηλαδή η ανάλυση του midi σαφώς μειονεκτεί. Επιπλέον η ανθρώπινη αίσθηση της ακοής είναι αρκετά αναλυτική, η κβαντοποίηση (quantization) που προκύπτει από το midi είναι μειονέκτημα.

### 3.4 Οπτική ανάδραση

Η ηχητική ανάδραση αφορά την εξοικείωση και τον έλεγχο της μουσικής ποιότητας. Η απτική επαφή, η οπτική επαφή και η κιναισθητική ανάδραση της

διεπαφής, βοηθούν στην κατανόηση των σχέσεων χειρονομίας και παραγόμενου ήχου. Γίνεται κατανοητή η συμπεριφορά του οργάνου, από τους κανόνες και τα όρια που υποβάλλουν οι χειρονομίες. [Cadoz & Wanderley 2000]

Πατώντας ένα το πλήκτρο ενός midi keyboard θα έχουμε πάντα την ίδια πρωταρχική (απτική) ανάδραση, ακόμη και αν επηρεάζει διαφορετικές πτυχές του ήχου. Εφ' όσον δεν μπορούμε να επέμβουμε στο φυσικό μέρος των αισθητήρων για ανάδραση, μπορούμε να δημιουργήσουμε ευκολότερα ανάδραση στην οθόνη του υπολογιστή. Το ιδανικό φαίνεται να είναι η οπτική ανάδραση από τον αισθητήρα (βλ. υποκεφάλαια 2.2.4 σελ. 35 και 2.2.6 σελ. 36). Στην εφαρμογή clavisound ενσωματώθηκε υποτυπώδης ανάδραση (βλ. υποκεφάλαιο 4.4.3).

### 3.5 Τεχνικές mapping

Απαραίτητη προϋπόθεση για εκφραστικότητα είναι η *διαφάνεια* στην σχέση ερεθίσματος και αποτελέσματος [Gadd & Fels 2002]. Δηλαδή ο εκτελεστής πρέπει να μπορεί να ελέγχει και να μην ξαφνιάζεται από το ηχητικό αποτέλεσμα (*WYPIWYG: What You Play Is What You Get*) [Pressing 1990]. Είναι καλό να επιλέγει σε ποιες παράμετρους θέλει να επικεντρωθεί [Hunt et al 2002] να έχει ταυτόχρονα έλεγχο σε όσο το δυνατό περισσότερες παραμέτρους (*multiplicity of control*). [Pressing 1990]

Η εφαρμογή clavisound επιχειρεί να προσφέρει διαφάνεια και WYPIWYG με απλές αντιστοιχίσεις των πλήκτρων στις ιδιότητες του ήχου, με ευκολία στην απομνημόνευση και ευκολία συσχέτισης της χειρονομίας με το ηχητικό αποτέλεσμα (βλ. υποκεφάλαιο 4.2). Επίσης είναι εύκολο να επικεντρωθεί ο εκτελεστής σε συγκεκριμένες παραμέτρους αφού συγκεκριμένα πλήκτρα αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες παραμέτρους του ήχου (βλ. υποκεφάλαιο 4.4)

Το τελευταίο ζήτημα (*multiplicity of control*) είναι ενδιαφέρον όπως το αναλύει ο Pressing στο ηλεκτρονικό πληκτρολόγιο: [Pressing 1990]

«Οι περισσότεροι συνθετητές είναι πληκτροφόροι, με δύο διαστάσεις ελέγχου (αριθμός πλήκτρου, ταχύτητα πλήκτρου) συν την πίεση (*aftertouch*) του καναλιού. Έτσι έχουμε ένα σύνολο διαστάσεων (*multiplicity of control*):  $2 \cdot 3 + 1 = 7$ , αν υπολογίσουμε αυθαίρετα ότι τα δύο χέρια του εκτελεστή μπορούν να παίζουν τρία μέρη με απόλυτη ανεξαρτησία».

Αν προσέξουμε τον πίνακα 2.3 (σελ. 44) θα παρατηρήσουμε ότι το σύνολο ταυτόχρονων διαστάσεων είναι 10 για πληκτροφόρο με clavisound και όχι 7 όπως τα

υπολογίζει ο Pressing. Ο λόγος αυτής της ανισότητας υπάρχει επειδή η εφαρμογή *clavisound* δεν απαιτεί «δεξιοτεχνική πολυφωνία» από τον εκτελεστή - όπως υπολογίζει ο Pressing - λόγω του διαχωρισμού των παραμέτρων σε τρία πλήκτρα που το καθένα έχει διαφορετική έκταση στην ένταση (επίδραση) [βλ. υποκεφάλαιο 4.4]. Ο εκτελεστής μπορεί να σκέφτεται νότες και να ελαχιστοποιήσει την σκέψη του για ένταση, αφού αυτή ρυθμίζεται από τη επιλογή του σχετικού πλήκτρου. Βέβαια για παραμετροποίηση ακριβείας, ο υπολογισμός 10 ταυτόχρονων διαστάσεων κρίνεται υπερβολικός, ιδίως όταν αφορά παραμέτρους «ευαίσθητες» όπως ο συντονισμός *resonance* ή άλλες οριακές ρυθμίσεις. Σ' αυτή την περίπτωση η εφαρμογή *clavisound* συμβαδίζει με τον υπολογισμό του Pressing, μετράει 6 ταυτόχρονες διαστάσεις. Η 7η διάσταση απουσιάζει επειδή δεν εκμεταλλεύεται τον ελεγκτή πίεσης (*aftertouch*).

Ο Pressing θεωρεί ευέλικτο ένα πληκτροφόρο που έχει «πολυφωνική πίεση» αφού ανεβαίνει ο έλεγχος των ταυτόχρονων διαστάσεων στις 9. Αυτή η παρατήρηση αφορά την τεχνική δυνατότητα του οργάνου, παρά τις ικανότητες του εκτελεστή. Είναι αμφίβολο αν ένας πιανίστας μπορεί να ελέγχει ταυτόχρονα 3 διαφορετικές εντάσεις και πίεσης σε κάθε χέρι.<sup>1</sup>

Για την ανάγκη της σκέψης κατασκευάζει ένα φανταστικό μουσικό όργανο, ιδανικό για ελεγκτή και ανακαλύπτει πως το ανθρώπινο σώμα, μπορεί να ελέγξει μηχανικά 40 παραμέτρους. Υπολογίζει τα χέρια ως τους πιο επιδέξιους ελεγκτές, υποθέτει πως το κάθε δάχτυλο μπορεί να δράσει ανεξάρτητα σε δύο διαστάσεις (οριζόντια / κάθετα) και στην πίεση. Μετράει την κίνηση των ποδιών σε δύο διαστάσεις, την πίεση από την αναπνοή (*breath controller*) και τις κινήσεις από τα δύο γόνατα. Έτσι φτάνει στο σύνολο:  $(10 + 2) \cdot 3 + 1 + 2 \approx 40$ . [Pressing 1990]

Η τεχνολογία MTS του Moog προσφέρει ότι και ένα κλασικό *midi keyboard* και επιπλέον έλεγχο οριζόντιας και κάθετης θέσης του δαχτύλου στο πλήκτρο. Οι διαστάσεις φτάνουν τις:  $6 \cdot 3 + 2 = 20$ . Το μισό από τις 40 διαστάσεις του φανταστικού ιδανικού ελεγκτή. [Pressing 1990]

Ο Moog πιστεύει πως η μουσική εκτέλεση είναι η περιεκτικότερη μορφή επικοινωνίας. Έχει υπολογίσει ότι ένας φλαουτίστας είναι ικανός να ελέγχει πλάτος με ανάλυση *6bit* με προσωρινή συχνότητα περίπου  $100Hz$  ενώ ένας drummer μπορεί να παίζει με μέγιστη συχνότητα  $10Hz$  ελέγχοντας 3 παραμέτρους με ανάλυση περίπου *4bit* προς παράμετρο. Οι δυνατότητες αυτές μας δίνουν *600bits* το δευτερόλεπτο (χωρίς να υπολογιστεί το τονικό ύψος) και *120bits* το δευτερόλεπτο αντίστοιχα. [Moog 2004]

<sup>1</sup>Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται η «πολυφωνική πίεση» από 6 δάχτυλα λόγω του *midi* η απόκριση θα αυξηθεί τουλάχιστον κατά 6 χιλιοστά του δευτερολέπτου (*6ms*).

Ο Claude Cadoz [Cadoz & Wanderley 2000] αναφέρεται σε χειρονομίες από φυσικά όργανα, αλλά μας τροφοδοτεί με ιδέες. Ξεχωρίζει τις χειρονομίες σε:

1. Διαμόρφωσης (modulation). Η δυνατότητα επιρροής παραμέτρου του ήχου. (τεχνικές εκτέλεσης)
2. Επιλογής. Η δυνατότητα να επιλέγουμε μία τιμή από ένα εύρος τιμών. (π.χ. πληκτροφόρα)
3. Διέγερσης / ερεθίσματος. Η δυνατότητα ή και η απαίτηση του μουσικού οργάνου για διαρκή ενέργεια. (π.χ. έγχορδα, πνευστά)

Στο clavisound εφαρμόζονται οι παραπάνω διαπιστώσεις αφού κάθε τριάδα πλήκτρων είναι υπεύθυνη για παραμετροποίηση του ήχου, με μία κίνηση (νότα και ένταση) επιλέγουμε τιμή από ένα εύρος τιμών και αν θέλουμε τροφοδοτούμε το σύστημα με συνεχή δεδομένα.

Στην πραγματικότητα πολλά ψηφιακά μουσικά όργανα δεν έχουν πρόνοια για ζωντανή εκτέλεση, αλλά προσφέρουν ρυθμίσεις σε μη-πραγματικό χρόνο. Οι επεξεργαστές είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν σε αλλαγές πραγματικού χρόνου, αλλά οι προγραμματιστές επιμένουν στο παραδοσιακό μοντέλο ρύθμισης με ποντίκι και μενού. Αν και είναι καλοδεχούμενη αυτή η επιλογή, αφού πολλές φορές βοηθάει στην σκέψη με την απεικόνιση των παραμέτρων, αποκλείει την παραμετροποίηση του ήχου σε πραγματικό χρόνο, αφού ο εκτελεστής απαιτεί λεπτομερή έλεγχο χωρίς να χρησιμοποιήσει ποντίκι και να χαθεί στα μενού επιλογών. [Hunt & Kirk 2000]

### 3.6 Προηγούμενες προσπάθειες, διαφορετικές προσεγγίσεις

«Η διατάξη (layout) των πλήκτρων μπορεί να απλοποιηθεί για εύκολη επιλογή, [...] Ο έλεγχος της μελωδίας μπορεί να αφαιρεθεί από τον εκτελεστή αν για παράδειγμα έχει αποθηκευθεί σε μνήμη».

[Goudeseune, 2001, σελ. 104]

Αυτή η αντίληψη συμβαδίζει με την εφαρμογή clavisound. Μπορεί πρώτα να καταγραφεί η αρχική μελωδία και έπειτα να ακολουθήσει η διαμόρφωση του ήχου ή το αντίστροφο.

Υπεραπλουστευμένη λύση στο πρόβλημα προσφέρουν πολλά vst(i) plugins αφού παρέχουν την δυνατότητα αντιστοίχισης midi controller σε κάποια παράμετρο. Συνήθως ονομάζεται *midi learn*. Για plugins που δεν παρέχουν την

δυνατότητα υπάρχουν προγράμματα που το υποστηρίζουν όπως το *ableton live*, *midi translator*. Το πρόβλημα είναι πως δεν προτείνουν ομογενοποιημένο έλεγχο και πρέπει ο χρήστης να αντιστοιχίσει ξεχωριστά για κάθε όργανο τις παραμέτρους που ενδιαφέρεται σε ένα ποτενσιόμετρο. Δεν υπάρχει η δυνατότητα να «απλωθούν» οι παράμετροι στο midi clavier, αλλά εγκλωβίζονται σε δύσχρηστα ποτενσιόμετρα.

Το midi πρωτόκολλο επίσης έχει πρόνοια για έλεγχο κάποιων παραμέτρων του ήχου<sup>2</sup> με την επέκτασή του σε GS/GX, αλλά δεν υιοθετήθηκε αυτή η πρακτική, και κυριότερα, δεν μεταφέρθηκε στα ψηφιακά μουσικά όργανα, αφού συνήθως γίνεται οι αντιστοίχιση στα μη-χρηστικά ποτενσιόμετρα.

---

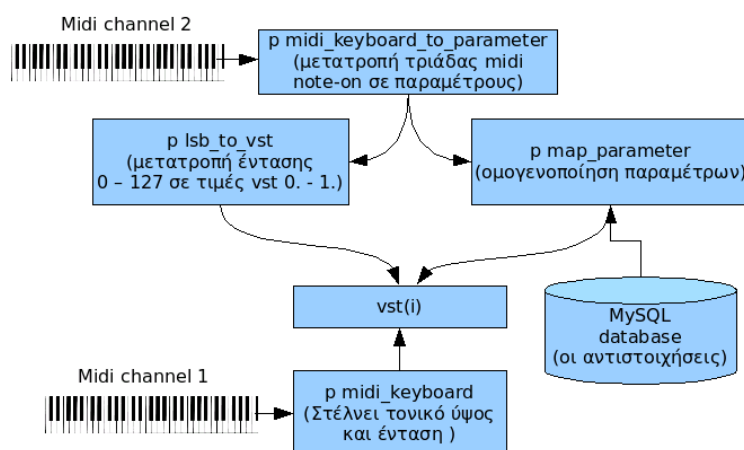
<sup>2</sup>Vibrato rate, Vibrato depth, Vibrato delay, Filter cutoff frequency, Filter resonance, ADSR (amplitude), panpot, Reverb send level, Chorus send level

# Κεφάλαιο 4

## Clavisound

Η εφαρμογή clavisound, χρησιμοποιεί το midi clavier ως διαμορφωτή παραμέτρων ήχου vst οργάνων με ομογενοποιημένο τρόπο. Δηλαδή προτάσσεται μία διάταξη clavier 5 οκτάβων που συγκεκριμένα πλήκτρα επηρεάζουν πάντα συγκεκριμένες παραμέτρους vst οργάνων. Η εφαρμογή δεν περιορίζεται στο midi clavier μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε ελεγκτής παράγει δεδομένα midi note-on ή ακόμη και με midi ελεγκτές που παράγουν συνεχή δεδομένα, αν και προτείνεται ελεγκτής με midi note-on δεδομένα.

Θα εξεταστεί ποιές τεχνολογίες χρησιμοποιεί η εφαρμογή, ποια τα οφέλη τους ή τα προβλήματά τους και ποιες είναι οι εναλλακτικές λύσεις. Καταγράφεται η πρόταση για ομογενοποιημένη διάταξη παραμέτρων. Ηχητικό παράδειγμα υπάρχει στο dvd, στον φάκελλο demo με όνομα clavisound\_demo σε μορφές flac, wav και mp3.



Σχήμα 4.1: Εποπτική απεικόνιση του clavisound

## 4.1 Οι δυνατότητες και τα προβλήματα του midi

Το M.I.D.I. (Musical Instrument Digital Interface) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων από τον οργανισμό MMA<sup>1</sup>. Υιοθετήθηκε την δεκαετία του '80 από τους περισσότερους κατασκευαστές και ήδη στην δεκαετία του '90 είχε αποκτήσει καθολική αποδοχή.

Είναι από τα πρωτόκολλα που δεν εξελίχθηκαν από την δεκαετία του '80. Το midi είναι αργό. Η αιτία είναι πως μεταφέρει τα δεδομένα (μουσικά γεγονότα) σειριακά. Σ' έναν Η/Υ έχουμε την εντύπωση πως εκτελεί ταυτόχρονα πολλές εργασίες επειδή εναλλάσσονται μεταξύ τους με ταχύτητα που δεν την αντιλαμβανόμαστε. Το midi σ' αντίθεση με τους επεξεργαστές, δεν αύξησε την ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων με το πέρασμα του χρόνου. Ειρωνικά ο Perry Cook ερμηνεύει τα αρχικά του ως Miracle, Industry Designed, (In)adequate. Δηλαδή ως «ανεπαρκές βιομηχανικό θαύμα».[Cook 2001]

Κάθε μήνυμα φθόγγου στο midi αποτελείται από 3bytes. Το 1<sup>o</sup>byte (ψηφίο) είναι το *status byte* (ψηφίο κατάστασης) και τα υπόλοιπα δύο τα δεδομένα (*data bytes*). Η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων midi είναι 31.250bits το δευτερόλεπτο, υψηλή ταχύτητα για τα δεδομένα της εποχής που εμφανίστηκε. Συγκριτικά η σύνδεση με το διαδίκτυο με aDSL τεχνολογία είναι 256Kbits, δηλαδή 8 φορές ταχύτερα θα μεταφέρουμε δεδομένα από έναν υπολογιστή οπουδήποτε στην γη, παρά με midi συσκευές που βρίσκονται στο ίδιο δωμάτιο.

Πριν από κάθε midi byte προηγείται ένα start bit και ένα stop bit, άρα κάθε midi μήνυμα αποτελείται από 10bit<sup>2</sup>. Για κάθε μήνυμα «νότα, τονικό ύψος  $x$  με ένταση  $y$ ) απαιτούνται τρία μηνύματα των 10bits, σύνολο 30bits. Άρα κάθε «ταυτόχρονο» μήνυμα έχει διαφορά 1ms από το προηγούμενο. Το midi επίσης υποστηρίζει 16 «κανάλια», όπου σε κάθε κανάλι μπορούμε να έχουμε διαφορετικό όργανο. Αν σε κάθε κανάλι έχουμε διαφορετικό ηχόχρωμα και κάθε κανάλι παίζει 5 φθόγγους, τότε το κανάλι 1 με το κανάλι 16 θα έχουν διαφορά 80ms. Μία διαφορά που σύμφωνα με το φαινόμενο Haas<sup>3</sup> γίνεται εύκολα αντιληπτή.

Παρακάτω αναλύεται κάθε πόσα χιλιοστά του δευτερολέπτου (msec) ακούμε μία νότα με tempo 60 και 120 παλμούς το λεπτό.

Το βασικό πλεονέκτημα του midi είναι πως το υποστηρίζουν όλες οι εμπορικές ηλεκτρονικές μουσικές συσκευές, όπως αναλύθηκε στην παρουσίαση ενδεικτικών

<sup>1</sup>MIDI Manufacturers Association, <http://www.midi.org/>

<sup>2</sup><http://www.midi.org/about-midi/tutorial/tutor.shtml>, Φεβρουάριος 2008

<sup>3</sup>[Everest 1994, σελ. 78]



Παλμοί ανά λεπτό (bpm)	↑	↓	♯
60	1000msec	500 msec	250msec
120	500 msec	250 msec	125msec

Πίνακας 4.1: Χρονική διαφορά μεταξύ φθόγγων.

ελεγκτών στο υποκεφάλαιο 2.2.4 (σελ. 33) και η διασύνδεσή του με τον Η/Υ είναι εύκολη αφού υποστηρίζεται από όλα τα μουσικά προγράμματα. Σε κάποιες περιπτώσεις βοηθάει η χρήση πολλαπλών midi διεπαφών, όπου η απόκριση γίνεται ταχύτερη.

Η εφαρμογή clavisound ελαχιστοποιεί της απαιτήσεις σε bandwidth αφού μπορεί να λειτουργήσει μόνο με μηνύματα note-on.

Εναλλακτικό πρωτόκολλο επικοινωνίας του midi είναι το Open Sound Control από τους Matthew Wright & Adrian Freed & Ali Momeni. [Wright et al 2003] Έχει υιοθετηθεί από το ανοιχτό λογισμικό (dssi) με μονάδες επεξεργασίας ήχου και συνθετητές, από το Max και το Pure Data. Εμπορικές συσκευές που το υποστηρίζουν είναι το monome (βλ. υποκεφάλαιο 2.2.6 [σελ. 36]), Reaktor και το Lemur.

Τα πλεονεκτήματά του Open Sound Control είναι ότι:

1. Δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό από τον υπολογιστή, παρά μία κάρτα δικτύου ethernet.
2. Είναι ταχύτατο, αφού η αργότερη κάρτα δικτύου αυτή την στιγμή είναι 100Mbit το δευτερόλεπτο και συνηθίζονται ταχύτητες στα 1000Mbit το δευτερόλεπτο. Το midi λειτουργεί με 0.03Mbit το δευτερόλεπτο.
3. Χρησιμοποιεί σύμβολα και όχι μυστικοπαθείς αριθμούς που συναντάμε στο midi.
4. Τα μηνύματα περιέχουν χρονικό προσδιορισμό υψηλής ανάλυσης βασισμένα στο πρωτόκολλο ntp. Το midi λειτουργεί σειριακά και δεν εμπεριέχει μηνύματα που αφορούν τον χρόνο.
5. Υπάρχει ειδική μέριμνα για γεγονότα που πρέπει να εκτελεστούν ταυτόχρονα.
6. Τα μηνύματα έχουν ιεραρχική δομή, όπως το σύστημα αρχείων ενός unix λειτουργικού ή όπως ενός url.

7. Επιτρέπει μαζική διαχείριση των ιδιοτήτων. Αν για παράδειγμα έχουμε παραμέτρους `/volume/1/56`, `/volume/2/34`, `/volume/v/xx`, όπου  $v =$  αριθμός καναλιού τότε η εντολή `/volume/*/100` θα ρυθμίσει όλα τα κανάλια στην ένταση 100.
8. Επειδή είναι πρωτόκολλο που λειτουργεί δικτυακά, θα μπορούσαν να επικοινωνήσουν μουσικά όργανα μέσω του διαδικτύου, ή ακόμη με ασύρματη κάρτα δικτύου δεν υπάρχει η απαίτηση για καλώδια σ' ένα τοπικό δίκτυο.

Τα μειονεκτήματά του είναι πως έχει υιοθετηθεί από ελάχιστες εταιρίες παραγωγής midi ελεγκτών, είναι ασύμβατο με το midi (άρα με τα προϋπάρχοντα μουσικά όργανα) και έχει ανταγωνιστικά πρωτόκολλα όπως το mLAN της Yamaha και το hd-midi υπό σχεδίαση από τον Οκτώβριο του 2006<sup>4</sup>.

## 4.2 Max/MSP, Pure Data

Είναι ποικίλα τα προγράμματα για μουσική δημιουργία, αλλά δύο προγράμματα προσφέρουν ευελιξία με το ακριβό αντίτιμο ότι πρέπει να κάνουμε τα πάντα μόνοι μας. Αυτά είναι το Max/MSP<sup>5</sup> και το Pure Data<sup>6</sup>. Επιπλέον έχουν την δυνατότητα να επεκτείνονται (modular) με αντικείμενα (*objects*).

Το Max/MSP απαιτεί λειτουργικά συστήματα Windows XP και MacOSX, είναι κλειστού κώδικα, ενώ το Pure Data τρέχει σε όλες τις πλατφόρμες και είναι ανοιχτού κώδικα.

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το Max/MSP έκδοση 4.5.7 σε Windows XP ως *proof of concept*, δηλαδή ως βοήθημα για την υλοποίηση της ιδέας clavisound. Υποστηρίζει τα VST(i) plugins και διαθέτει αντικείμενο για σύνδεση με βάση δεδομένων MySQL. Για το Pure Data ήδη υπάρχει υποστήριξη για VST(i) (βλ. 4.2.1) και ξεκίνησε να σχεδιάζεται αντικείμενο για πρόσβαση σε βάση δεδομένων<sup>7</sup>. Για απόδοση και ευελιξία είναι απαραίτητη η υλοποίηση με κάποια δημοφιλή γλώσσα προγραμματισμού όπως C, C++<sup>8</sup>.

<sup>4</sup><http://www.midi.org/news/hdmidi.php>, Μάρτιος 2008

<sup>5</sup><http://www.cycling74.com>, Σεπ 2007

<sup>6</sup><http://www.puredata.info>, Σεπ 2007

<sup>7</sup><http://lists.puredata.info/pipermail/pd-dev/2007-11/009940.html>

<sup>8</sup>Το karma (μία μέθοδος επεξεργασίας midi δεδομένων) ξεκίνησε με Max ώστε να καταλήξει πρόγραμμα σε synthesizers. <http://www.karma-lab.com/people/skay.html>, Σεπτέμβριος 2007

### 4.2.1 Αρθρώματα (Plug-ins)

Τα VST(i) (Virtual Studio (instrument)) είναι εικονικά μουσικά όργανα ή και μονάδες επεξεργασίας ήχου (effects) της Steinberg τα οποία σχεδιάστηκαν ώστε να εμπλουτίσουν το πρόγραμμα Cubase της ίδιας εταιρίας. Η Steinberg έδωσε πρόσβαση στον κώδικα (όχι και στα δικαιώματα αντιγραφής / διανομής). Ως αποτέλεσμα εταιρίες αλλά και ιδιώτες έγραψαν και γράφουν δικά τους plugins για το Cubase. Προαπαιτούν Windows ή MacOSX.

Χρειάζονται ένα πρόγραμμα που θα τα φιλοξενήσει (host), δημοφιλείς επιλογές σε Windows είναι το Cubase της ίδιας εταιρίας και το δωρεάν vsthost. Οι περισσότερες δυνατότητες μας προσφέρονται με το Max/MSP και το Pure Data.

Το GNU/Linux μπορεί επίσης να φιλοξενήσει VST(i), αλλά νομικά προβλήματα δυσχεραίνουν την διαδικασία με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σωστή υποστήριξη. Το dssi-vst project<sup>9</sup> σε συνεργασία με το wine<sup>10</sup> ίσως μελλοντικά παρέχουν καλύτερη υποστήριξη στο Pure Data.

Στην βάση δεδομένων έχουν καταχωρηθεί δοκιμαστικά δύο plug-ins, το KORG Legacy 1.1.9 και gmedia impOSCar.

## 4.3 Βάση δεδομένων MySQL

Οι βάσεις δεδομένων από μόνες τους είναι ένα μεγάλο κεφάλαιο στην πληροφορική. Εν συντομία, επιτρέπουν την (δια)δικτυακή (ή και τοπική) αποθήκευση, πρόσβαση, επεξεργασία δεδομένων από πολλούς χρήστες με αποτέλεσμα ο οποιοσδήποτε να προσφέρει ή και να επεξεργάζεται δεδομένα. Συνηθίζεται η επεξεργασία δεδομένων να δίνει πληροφορίες. Αν για παράδειγμα μία βάση δεδομένων επεξεργαστεί τις σημερινές ημερομηνίες γενεθλίων (δεδομένα) και εμφανίσει τα ονόματα που έχουν σήμερα γενέθλια, έχω πληροφορία.

Οι βάσεις δεδομένων αποτελούνται από πίνακες που περιέχουν πεδία. Η αποθήκευση των δεδομένων σε πολλούς πίνακες γίνεται με κανονικοποίηση (τεχνική [normalization]) διότι είναι βολική η επεξεργασία αλλά και η μελλοντική επέκταση της βάσης δεδομένων. Επίσης προσφέρει οικονομία αποθηκευτικού χώρου και ταχύτητα σε περίπτωση που τα δεδομένα είναι πολυάριθμα. Η δομή της - για το ίδιο σκοπό - μπορεί να διαφέρει από προγραμματιστή σε προγραμματιστή.

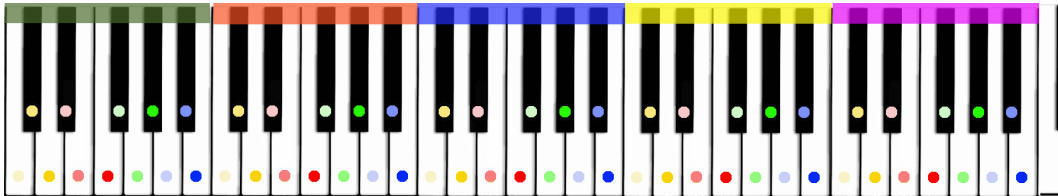
Η επιλογή της MySQL ήταν μονόδρομος, αφού μόνο γι' αυτή υπάρχει αντικείμενο επικοινωνίας για το Max.

<sup>9</sup><http://dssi.sourceforge.net/>

<sup>10</sup><http://www.winehq.org/>

Θα εξετάσουμε πως εφαρμόστηκαν οι παραπάνω τεχνολογίες, στην εφαρμογή clavisound.

#### 4.4 Περιγραφή της εφαρμογής clavisound



Σχήμα 4.2: Χρωματική απεικόνιση της διατάξης του clavisound.

Η εφαρμογή λειτουργεί με οποιοδήποτε midi clavien 5 οκτάβων που διαθέτει αισθητήρες ταχύτητας (velocity) είτε με τα ποτενσιόμετρα του KORG RE1 είτε με το joystick του KORG Wavestation. Για εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο χρειάζονται δύο πληκτροφόρα ή ένα πληκτροφόρο και κάποια άλλη συσκευή που υποστηρίζεται (π.χ. KORG RE1).

Κάθε τριάδα πλήκτρων, επηρεάζει μία προκαθορισμένη ηχητική παράμετρο. Η επίδραση ταχύτητας (velocity) του πρώτου πλήκτρου μετατρέπεται γραμμικά από 0 έως 42 με το αντικείμενο *scale* (βλ. εικόνα 4.9). Το κατώφλι του δεύτερου πλήκτρου δεν είναι το τέλος του επόμενου, διότι στην πράξη βρέθηκε πως δεν λειτουργεί σωστά η γραμμική μετάβαση από το ένα πλήκτρο στο άλλο με την καμπύλη γραμμικότητας στη τιμή 3 του midi clavien του KORG X3 (βλ. εικόνα 3.2, σελ. 49). Αυτή η προσέγγιση δεν προσφέρεται για «δεμένη» εκτέλεση (*legato*). Γι' αυτό το δεύτερο πλήκτρο αντιστοιχείται σε τιμές από 36 έως 84 και το τελευταίο από 64 - 127.

Στην συνέχεια τα midi velocity δεδομένα μετατρέπονται σε τιμές που αναγνωρίζουν τα vst όργανα. Δηλαδή από 0 έως 1 με δεκαδικά ψηφία.

Για εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο προτείνονται δύο λύσεις. Η πρώτη είναι στο 1ο midi κανάλι να είναι συνδεδεμένο ένα midi keyboard όπου το clavisound μεταφέρει τις νότες του στο vst όργανο συμβατικά, όπως θα περίμενε κανείς. Στο 2ο midi κανάλι ένα 2ο midi keyboard παίζει τον ρόλο του διαμορφωτή του ήχου. Το KORG RE1 έχει προγραμματιστεί για το 3ο midi κανάλι και το KORG Wavestation στο 4ο κανάλι με το joystick να ελέγχει τις παραμέτρους συχνότητας φίλτρου και συντονισμό φίλτρου. Σαν δεύτερη λύση μπορούμε να χωρίσουμε το clavien σε δύο κανάλια split. Μ' αυτή την μέθοδο φυσικά χάνουμε την πρόσβαση σε φθόγγους και σε παραμέτρους του ήχου, αλλά εξαλείφεται η

ανάγκη για 2ο clavier.

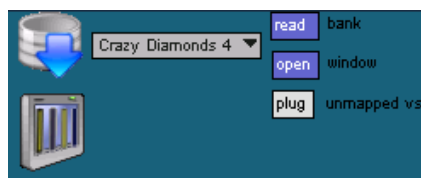
Στο σχήμα 4.2 χρωματίστηκαν οι οκτάβες στο πάνω μέρος. Κάτω έχουν χρωματιστεί οι τριάδες πλήκτρων που αντιστοιχούν σε μία παράμετρο. Ομοίως χρωματίστηκε ο πίνακας 4.2.

#### 4.4.1 Ομογενοποιημένη πρόταση ελέγχου του ήχου

Η ομογενοποιημένη πρόταση ελέγχου παραμέτρων vst οργάνων, αφορά 20 παραμέτρους συνθετητών αφαιρετικής μεθόδου. Οι ποικιλία των παραμέτρων θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερη με ένα μεγαλύτερο clavier 88 πλήκτρων αλλά προτιμήθηκε η υποστήριξη midi keyboard με 60 πλήκτρα (5 οκτάβων) επειδή είναι δημοφιλείς. Κάθε τριάδα πλήκτρων σε οποιοδήποτε vst όργανο ελέγχει τις ίδιες παραμέτρους. Οι παράμετροι χωρίστηκαν σε 3 πλήκτρα διότι διαπιστώθηκε πως είναι ευκολότερος ο ακριβής έλεγχος. Επιπλέον αυτός ο διαχωρισμός των τιμών διευκολύνει στην δημιουργία ρυθμικών στοιχείων με τις παραμέτρους του ήχου. Επίσης συμπίπτει πολλοί παράμετροι ίδιου είδους να έχουν έκταση μίας οκτάβας, όποτε είναι εύκολη η απομνημόνευση για το τί παραμετροποιεί η κάθε «οκτάβα».

Η πρώτη οκτάβα αφορά βασικές παραμέτρους του ήχου όπως Ένταση, Κούρδισμα, Οκτάβα και Ισορροπία δεξιού αριστερού ηχείου. Η δεύτερη οκτάβα αφορά τον τύπο από δύο ταλαντωτές. Αν ο ταλαντωτής είναι παλμικός (pulse) τότε ελέγχεται το πλάτος του παλμού (PWM: Pulse Wide Modulation). Η τρίτη οκτάβα αφορά τις λειτουργίες του φίλτρου. Η τέταρτη αφορά την περιβάλλουσα του φίλτρου και η πέμπτη αφορά τον ταλαντωτή χαμηλής συχνότητας (LFO) ο οποίος μπορεί να είναι συνδεδεμένος με διαφόρους παραμέτρους όπως φίλτρο, ένταση και τονικό ύψος.

#### 4.4.2 Εκκίνηση



Σχήμα 4.3: Εκκίνηση του clavisound

Η αρχική οθόνη της εφαρμογής διαθέτει εικονίδιο για να ενημερώσει το πτυσσόμενο μενού με τα διαθέσιμα mappings vst οργάνων που υπάρχουν στην βάση δεδομένων. Αφού επιλέξουμε το vst όργανο που επιθυμούμε, ενεργοποιείται το

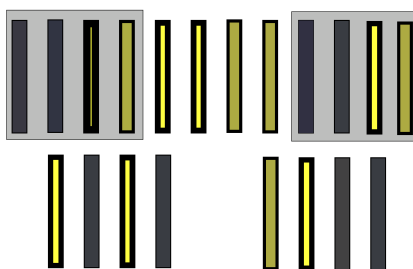
«Φθόγγοι»	Παράμετρος που επηρεάζεται	Αριθμός Παραμέ- τρου
c1 - d1	Ένταση	1
d#1 - f1	Κούρδισμα	2
f#1 - g#1	Οκτάβα	3
a1 - h1	Pan	4
c2 - d2	Κυματομορφή πρώτου ταλαντωτή	5
d#2 - f2	Κυματομορφή δεύτερου ταλαντωτή	6
f#2 - g#2	Πλάτος πρώτου ταλαντωτή	7
a2 - h2	Πλάτος δεύτερου ταλαντωτή	8
c3 - d3	Συχνότητα φίλτρου	9
d#3 - f3	Συντονισμός φίλτρου	10
f#3 - g#3	Τύπος φίλτρου	11
a3 - h3	Γραμμικότητα πληκτρολογίου	12
c4 - d4	Filter Attack	13
d#4 - f4	Filter Decay	14
f#4 - g#4	Filter Sustain	15
a4 - h4	Filter Release	16
c5 - d5	Πλάτος ταλαντωτή χαμηλής συχνότητας (LFO/pitch e.t.c.)	17
d#5 - f5	Συχνότητα ταλαντωτή χαμηλής συχνότητας	18
f#5 - g#5	Καθυστέρηση ταλαντωτή χαμηλής συχνότητας	19
a5 - h5	Τύπος ταλαντωτή	20

Πίνακας 4.2: Η ομογενοποιημένη πρόταση ελέγχου του ήχου

`patch map_parameter` το οποίο μεταφέρει τα mappings από την βάση δεδομένων στο Max. Ταυτόχρονα, το εικονικό όργανο περιμένει εντολές για συμβατική εκτέλεση στο midi κανάλι 1 και για εκτέλεση παραμέτρων του ήχου στο κανάλι 2.

Με το κουμπί `read` ανοίγουμε τυχόν ήχους που επιθυμούμε, με την εντολή `open` εμφανίζεται το μουσικό όργανο (δεν είναι απαραίτητο, το μουσικό όργανο είναι ήδη ενεργό). Το πλήκτρο `plug` φορτώνει το vst plugin για το οποίο δεν υπάρχουν mappings στην βάση δεδομένων. Όπως θα δούμε αργότερα, μπορεί κάποιος να καταχωρήσει στην βάση δεδομένων τις παραμέτρους αλλά και τα mappings που επιθυμεί, σύμφωνα πάντα με την ομογενοποιημένη πρόταση ελέγχου (βλ. πίνακα 4.2).

### 4.4.3 Οπτική ανάδραση



Σχήμα 4.4: Οι μπάρες ανάδρασης

Με κλικ στο δεύτερο εικονίδιο ανοίγει η οθόνη `control_bars`. Εμφανίζονται 20 μπάρες. Κάθε μπάρα αντιστοιχεί σε μία παράμετρο και αντιδρά σύμφωνα με την ένταση της παραμέτρου. Όταν η τιμή είναι χαμηλή, το χρώμα της μπάρας είναι μπλε σκούρο. Όσο η τιμή ανεβαίνει, μεγαλώνει η φωτεινότητα και η μπάρα κιτρινίζει. Όσο αυξάνει η τιμή της παραμέτρου η μπάρα «περικυκλώνεται» από την περίμετρό της και το κιτριτισμένο εσωτερικό της ελαττώνεται. Σύμφωνα με τον ομογενοποιημένο έλεγχο, η κάθε οκτάβα (τέσσερις μπάρες) αφορά μία ομάδα παραμέτρων, γι' αυτό έχουν διαχωριστεί οπτικά. Η λειτουργία αυτή προσφέρει υποτυπώδη αναδραστική απεικόνιση.

Επίτηδες δεν αναγράφονται οι ιδιότητες του ήχου που επηρεάζονται, επειδή σε κανένα μουσικό όργανο δεν αναγράφονται οι φθόγγοι, πόσο μάλλον οι ιδιότητες του ήχου. Η οπτική απεικόνιση βοηθάει στην επαλήθευση ότι το πληκτροφόρο επικοινωνεί με την εφαρμογή.



## 4.5 Ηχητικό παράδειγμα

Όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου, στο dvd υπάρχει ηχητικό παράδειγμα με ονομασία `clavisound_demo`. Στο πρώτο midi κανάλι επαναλαμβάνονται οι ίδιες συγχορδίες καθ' όλη την διάρκεια του κομματιού. Στο δεύτερο midi κανάλι, ένα πληκτροφόρο αλλάζει τις παραμέτρους του ήχου.

Οι παράμετροι που αλλάζουν είναι η οκτάβα των ταλαντωτών, η συχνότητα και ο συντονισμός του φίλτρου, το πλάτος του LFO pitch και οι παράμετροι `attack` και `sustain` της περιβάλλουσας του φίλτρου.

Τα πρώτα δύο μέτρα είναι χωρίς παραμετροποίηση. Στο 3ο μέτρο (περίπου 7ο δευτερόλεπτο) η παραμέτρος της οκτάβας ενεργοποιείται (βλ. εικόνα 4.5 σελ. 68). Στο 16ο δευτερόλεπτο (6ο μέτρο), αυξάνει η η παράμετρος `attack` από την περιβάλλουσα του φίλτρου, ενώ στο 7 μέτρο αυξάνει περισσότερο. Στο 8ο μέτρο η παράμετρος `attack` της περιβάλλουσας φίλτρου επιστρέφει στην ελάχιστη τιμή της. Στο 9ο μέτρο αλλάζει σχετικά γρήγορα η συχνότητα αποκοπής του φίλτρου μεταξύ χαμηλών συχνοτήτων, με σταδιακό “*crescendo*” που οδηγεί στις υψηλότερες συχνότητες.

Στο 38ο δευτερόλεπτο, ταυτόχρονα με την συχνότητα του φίλτρου αλλάζει και ο συντονισμός του. Στο 49ο δευτερόλεπτο το πλάτος του LFO pitch αλλάζει με παρόμοιο τρόπο (ταλαντωτής χαμηλής συχνότητας για τονικότητα). Οι μεταβολές του φίλτρου συνεχίζονται. Στο 1:26 αλλάζει η τιμή `Sustain` της περιβάλλουσας φίλτρου, στο 2:32 σχεδόν επανέρχονται οι αρχικές τιμές. Οι τελευταίες συγχορδίες δεν περιλαμβάνουν παραμετροποίηση σε πραγματικό χρόνο όπως και οι πρώτες.

### 4.5.1 Σημειογραφία

Η σημειογραφία που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποτελεί ακόμη ένα ενδιαφέρον ζήτημα. Η εφαρμογή `clavisound` προσπαθεί να εκμεταλλευτεί την πρώτερη γνώση της συμβατικής σημειογραφίας. Το πρώτο σύστημα αφορά το midi κανάλι 1 και τα υπόλοιπα δύο το midi κανάλι 2. Στο παράδειγμα έχουν χωριστεί σε δύο συστήματα, θα μπορούσαν να είναι ενοποιημένα σε ένα σύστημα αν αφορούσαν την ίδια οκτάβα, άρα και την ίδια ομάδα παραμέτρων, βλ. πίνακα 4.2).

Η τονικότητα της Ντο ελάσσονας βολεύει για την οπτική απεικόνιση των παραμέτρων της εφαρμογής `clavisound` στο συγκεκριμένο παράδειγμα. Χρησιμοποιείται καταχρηστικά, όπως και οι νότες που η σχέση τους με το τονικό ύψος



είναι ανύπαρκτη. Στην πραγματικότητα οι φθόγγοι αντιστοιχούν μόνο στα πλήκτρα του midi clavier και όχι σε τονικό ύψος.

Η δυναμική κάποιων παραμέτρων του clavisound είναι ίσως μεγαλύτερης σημασίας από την δυναμική ενός συμβατικού φθόγγου που αντιστοιχεί σε τονικό ύψος, γι' αυτό η δυναμική των παραμέτρων χρειάζεται αναλυτική καταγραφή. Η καταγραφή της δυναμικής δεν αντιστοιχεί σε ένταση αλλά στην δύναμη κρούσης του πλήκτρου. Η επαναληψιμότητα είναι ένα ζήτημα. Δηλαδή κατά πόσο ένας εκτελεστής μπορεί να επαναλάβει ακριβώς την ίδια εκτέλεση. Σε γενικά πλαίσια η εκτέλεση θα είναι ίδια.

## 4.6 Η δομή της βάσης δεδομένων

Η βάση δεδομένων μπορεί να είναι είτε τοπική (δηλαδή να φιλοξενείται στον ίδιο υπολογιστή με τα ψηφιακά μουσικά όργανα), είτε να βρίσκεται σε οποιοδήποτε υπολογιστή στο διαδίκτυο. Η βάση δεδομένων υπάρχει στην προσωπική μου διεύθυνση [korgman.is-a-geek.net](http://korgman.is-a-geek.net). Η εφαρμογή επικοινωνεί μ' αυτή την διεύθυνση, για τοπική πρόσβαση θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το αρχείο `clavisound-0.1-localhost`. Περισσότερες πληροφορίες για την εγκατάσταση στο παράρτημα.

Οι απαραίτητοι πίνακες που αφορούν το mapping είναι τρεις: `vst_i`, `unified_names` και `mapping`.

Ο πίνακας `vst_i` έχει γενικές πληροφορίες. Στα πεδία του καταχωρούνται πληροφορίες όπως: «πρωτεύον κλειδί» (`vst_ID`) όπου αντιστοιχεί σε ένα και μοναδικό εικονικό όργανο. Το πρωτεύον κλειδί συνδέει τις πληροφορίες του πίνακα `vst_i` με τον πίνακα `mapping`. Το πεδίο `vstname` εμφανίζεται στο πτυσσόμενο μενού του clavisound. Οι υπόλοιπες πληροφορίες δεν είναι χρηστικές, αφορούν ίσως μελλοντική αξιοποίηση. Αναφέρουν πόσες παράμετρους έχει το εικονικό όργανο, αν μπορεί να λειτουργήσει μονοφωνικά, πόσους προγραμματισμένους «ήχους» διαθέτει, αν έχει παράθυρο διαλόγου και άλλες πληροφορίες. Ο πίνακας `unified_names` προτάσσει ομογενοποιημένη ονομασία των παραμέτρων, επειδή συχνά κάθε κατασκευαστής χρησιμοποιεί δική του ορολογία. Οι τυποποιημένες ονομασίες που προτείνονται είναι: Volume, Octave, Oscillator 1, Oscillator 2, Detune, Filter Frequency, Filter Type, Filter Resonance, Filter Attack, Filter Decay, Filter Release, Filter Sustain, Amplitude Attack, Amplitude Decay, Amplitude Sustain, Amplitude Release, LFO Type, LFO Range, LFO Delay, Effect 1 level, Keyboard Tracking, Filter Envelope, Pulse Wide, Pulse Wide Speed.. Μελλοντικά θα μπορούσε ο κάθε χρήστης να εξετάζει από ιστοσελίδα

ποιες παραμέτρους υποστηρίζει το κάθε vst plugin που καταχωρήθηκε στην βάση δεδομένων.

Το mapping γίνεται στον επόμενο πίνακα με την πρωτότυπη ονομασία... `mapping`. Για να γίνει κατανοητή η λειτουργία του θα πρέπει να συνδυαστεί με τα patches `midi_keyboard_to_parameter` και `map_parameter`.

Το patch `midi_keyboard_to_parameter` λαμβάνει από το πληκτροφόρο μόνο τα μηνύματα `note-on` και την έντασή τους. Γίνεται κανονικοποίηση των δεδομένων με το αντικείμενο της αφαίρεσης `-35` και η παράμετρος προορίζεται για ανακατεύθυνση στο patch `map_parameter` (βλ. εικόνα 4.10). Έχει προηγηθεί η καταχώρηση των αντιστοιχίσεων από την βάση δεδομένων στην εκκίνηση της εφαρμογής, οπότε τα αντικείμενα `route` και `gate` αντικαθιστούν τις παραμέτρους του πληκτροφόρου σε παραμέτρους vst.

## 4.7 Αντίλογος

Οι δημιουργοί του `accordiatron`, υπενθυμίζουν το σοβαρό αισθητικό πρόβλημα που μπορεί να υπάρξει αν ένας ελεγκτής με έντονη παράδοση χρησιμοποιηθεί για άλλο σκοπό.

Η πρακτική να αλλάζουν την λειτουργία παραδοσιακών οργάνων σε διαδραστικά περιβάλλοντα, μπορεί να είναι προβληματική για το ακροατήριο. Οι ακροατές ψάχνουν σύνδεση μεταξύ του ήχου και της πηγή του. Τα παραδοσιακά όργανα έχουν συνδεθεί με συγκεκριμένο ηχητικό αποτέλεσμα, όχι με τις χειρονομίες που χρειάζονται για να παράγουν ήχο. [Gurevich & Muehlen 2001]

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί το `midi keyboard` που με την εμφάνισή του φέρει συνειρμούς συνθετικών ήχων, αλλά σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή με ελεγκτή όπως ηλεκτρονική `drums` όπως παρουσιάστηκε στο υποκεφάλαιο 2.2.4 (σελ. 35) τότε πράγματι οι παραδοσιακοί συνειρμοί θα προκαλέσουν απορία στον ακροατή.

Επίσης είναι αξιοσημείωτο ότι πολλοί κατασκευαστές νέων ελεγκτών, επισημάνουν ότι το `keyboard`, δεν ενδείκνυται για παραμετροποίηση του ήχου. Συγκεκριμένα ο Matt Steinglass σε συνέντευξη αναφέρει:

«Τα πληκτροφόρα σχεδιάστηκαν για την κλασική μουσική του 19ου αιώνα. Είναι δεμένα μ' ένα σύστημα σημειογραφίας βασισμένο σε τονικό ύψος και ρυθμό. Στην ηλεκτρονική μουσική, στην πραγματικότητα σε όλη την σημερινή μουσική, η μελωδία δεν είναι πρωτεύουσα. Είναι ο ήχος, το ηχόχρωμα, αυτό είναι πρωτεύων» [Steinglass 1999]

Είναι απόλυτα κατανοητή η παραπάνω θέση, αλλά πιστεύω πως μία εφαρμογή σαν το clavisound προσφέρει έναν ενδιάμεσο κρίκο και δεν τρομάζει τον μουσικό που θέλει να ασχοληθεί με την ηλεκτρονική μουσική. Στην ίδια συνέντευξη αναφέρει και τον λόγο ύπαρξης της παρούσας εφαρμογής:

«Ο ηλεκτρακουστικός μουσικός, που θέλει να αλλάξει από την ημι-τονοειδή κυματομορφή σε ηχογραφημένο τρίξιμο πόρτας, πρέπει να εξευρενήσει αφηρημένα κουμπιά και ποτενσιόμετρα. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί πολύπλοκη αίσθηση και είναι τελείως ακατανόητο στους παρατηρητές.» [Steinglass 1999]

Αν και η εφαρμογή δεν καλύπτει την απαίτηση τόσο δραματικής αλλαγής, προσφέρει ένα συγκεκριμένο πλαίσιο δράσης στον μουσικό.

## 4.8 Επίλογος

Έως τώρα οι περισσότερες έρευνες για το mapping γίνονται με απλούς ελεγκτές και απλές παραμέτρους του ήχου όπως τονικό ύψος, πλάτος και μία παράμετρο που αφορά την χροιά. [Jordá 2005, σελ. 147] Η εφαρμογή αν και χρησιμοποιεί την απλούστερη αντιστοίχιση παραμετροποιεί ταυτόχρονα περισσότερες παραμέτρους του ήχου.

Επιπρόσθετα οι περισσότερες έρευνες οδηγούν σε μουσικά όργανα που τελικά δεν χρησιμοποιούνται ευρέως. [Jordá 2005, σελ. 150] Το clavisound είναι εύκολα υλοποιήσιμο αφού από υλικό χρειάζεται έναν υπολογιστή και ένα συνηθισμένο midi keyboard 5 οκτάβων.

Ο ομογενοποιημένος έλεγχος των VST οργάνων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο επεξεργασίας των “patches” (editing), παρακάμπτοντας την διαδικασία του ποντικιού ή του προγραμματισμού (midi learn) ή την ανάγνωση ενός ολόκληρου μενού επιλογών.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται ελεγκτής με μηνύματα midi note-on / off απλοποιείται η ηλεκτρονική αποθήκευση, ελαχιστοποιείται το εύρος δεδομένων (bandwidth) και διευκολύνεται η σημειογραφία σε συμβατική κλασική γραφή με μοναδική αλλαγή στο σώμα των φθόγγων.

Όσον αφορά το mapping, το επόμενο βήμα ένα προς πολλά ή πολλά προς ένα φαίνεται μονόδρομος. Μία τέτοια προσέγγιση σε vst plugins είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη αφού εξαρτάται από τις παραμέτρους του κάθε vst plugin, αλλά και την γραμμικότητα της κάθε παραμέτρου. Επίσης παρατηρήθηκε πως οι κατασκευαστές δεν χρησιμοποιούν τα δεδομένα με τον ίδιο τρόπο. Για παράδειγμα η

παράμετρος LFO pitch στο Polysix αρχίζει από μηδενικό πλάτος και καταλήγει στο μέγιστο, ενώ το impOSCar θεωρεί το 0 ως μέγιστο αρνητικό πλάτος και την τιμή 0.5 (μεταφράζεται 64 σε midi) δέχεται ως μηδενικό πλάτος.

Η εφαρμογή ασχολείται μόνο με 20 παραμέτρους και μόνο με συνθετητές αφαιρετικής σύνθεσης. Τα δεδομένα αλλάζουν δραματικά με άλλες τεχνικές σύνθεσης όπως η FM.

Επιπλέον θα μπορούσε να επεκταθεί ο έλεγχος σε επεξεργασία ήχου με παραμέτρους όπως αντήχηση (reverb), επανάληψη (delay), phaser, flanger, ο κατ'άλογος είναι μακρύς.

### Clavisound

Michales Michaloules  
Free for non-commercial use.

The musical score is divided into three systems, each starting with a double bar line. The first system (measures 1-4) features a piano introduction with a *mp* dynamic. The second system (measures 5-7) includes a filter section with dynamics *mf* and *f*. The third system (measures 8-10) shows a filter section with dynamics *pp* and *mp*. The final system (measures 11-13) features a filter section with a *crescendo* leading to a *ff* dynamic.

Σχήμα 4.5: Τα πρώτα μέτρα του ηχητικού παραδείγματος clavisound\_demo

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
† vst_ID	int(10) unsigned	NO	PRI		auto_increment
vstname	varchar(50)	NO			
license	varchar(20)	NO		commercial	
programmer	varchar(50)	NO		unknown	
vstdll	varchar(50)	NO			
inputs	varchar(100)	NO			
outputs	smallint(5) unsigne	NO			2
programs	int(10) unsigned	NO			0
parameters	int(10) unsigned	NO			0
can_do_mono	tinyint(1)	NO			0
editwindow	tinyint(1)	NO			1
synth	tinyint(1)	NO			1
uniqueid	varchar(100)	NO			
uirectangle	varchar(100)	YES			
initialdelay	varchar(100)	NO			0
contributor_ID	int(11)	YES			1
cpueater_ID	int(11)	YES			1

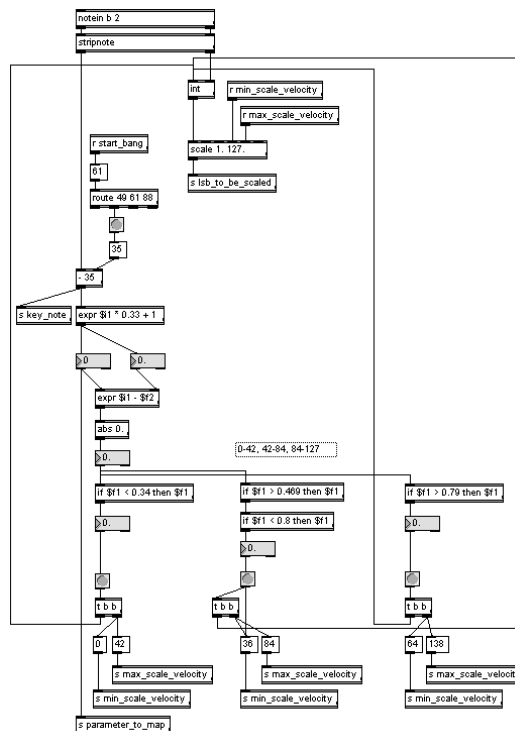
Σχήμα 4.6: Ο πίνακας vst\_i

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
† unified_name_ID	int(10) unsigned	NO	PRI		0
unified_name	char(100)	NO			

Σχήμα 4.7: Ο πίνακας unified\_names

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
vst_ID	int(11)	NO			0
vst_param	int(11) unsigned	NO			0
vst_param_name	char(20)	NO			
unified_control_ID	int(11)	NO			-1000
unified_name_ID	int(11) unsigned	NO			0

Σχήμα 4.8: Ο πίνακας mapping



Σχήμα 4.9: το patch midi.keyboard\_to\_parameter.



# Βιβλιογραφία

- [Barbosa 2001] Álvaro Barbosa, *Overview and Conclusions of the Music Interfaces Panel Session*, Mosart Workshop, Barcelona, 2001, Spain, [http://www.abarbosa.org/docs/mosart-interactivity\\_annel.pdf](http://www.abarbosa.org/docs/mosart-interactivity_annel.pdf)
- [Bartók 1976] Bartók Béla, *Mechanical Music*, ed. Suchoff B., Béla Bartók Essays, (pp, 289-298), New York, St. Martin's Press, , Προσβάσιμο από τον ιστοχώρο [books.google.com](http://books.google.com), <http://books.google.com/books?hl=el&q=%2B%22bela+bartok+essays%22+%2Bsuchoff+%2Bmechanical>
- [Benson 2006] Benson Dave, *Music: A Mathematical Offering*, <http://www.maths.abdn.ac.uk/?bensondj/html/maths-music.html>, ανακτήθηκε τον Σεπτέμβριο 2007
- [Bevilacqua et al 2005] Frédéric Bevilacqua & Remy Müller & Norbert Schnell, *MnM: A Max/MSP mapping toolbox*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME Proceedings), 2005, Vancouver Canada, 85-88 [http://nime.org/2005/proc/nime2005\\_085.pdf](http://nime.org/2005/proc/nime2005_085.pdf)
- [Bongers 2000] Bongers Bert, *Physical Interfaces in the Electronic Arts - Interaction Theory and Interfacing Techniques for Real-time Performance*, [Reprint from: Trends in Gestural Control of Music, M. M. Wanderley and M. Battier eds. ©2000, Ircam - Centre Pompidoy], <http://www.music.mcgill.ca/~mwanderley/Trends/P.Bon.pdf>
- [Cadoz & Wanderley 2000] Claude Cadoz & Marcelo M. Wanderley, *Gesture - Music*, [Reprint from: Trends in Gestural Control of Music, M. M. Wanderley and M. Battier eds. ©2000, Ircam - Centre Pompidoy], 2002 <http://www.music.mcgill.ca/~mwanderley/Trends/P.CadWan.pdf>
- [Chadaba 2002] Joel Chabade, *The Limitations of Mapping as a Structural Descriptive in Electronic Instruments*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-02), Dublin Ireland, May 24-26, 2002, <http://www.nime.org/2002/proceedings/paper/chadabe.pdf>



- [Cook 1999] Perry Cook, *Music, Cognition, and computerized sound: an introduction to psychoacoustics*, MIT Press, 2001, Cambridge, Massachusetts, ISBN 0-262-03256-2
- [Cook 2001] Perry Cook, *Principles for Designing Computer Music Controllers*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-01), Seattle, April 1-2, 2001, <http://www.nime.org/2001/papers/cook.pdf>
- [Dobrian & Koppelman, 2006] Christofer Dobrian & Daniel Koppelman, *The 'E' in NIME: Musical Expression with New Computer Interfaces*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-06), Paris France, [http://www.nime.org/2006/proc/nime2006\\_277.pdf](http://www.nime.org/2006/proc/nime2006_277.pdf)
- [Everest 1994] F. Alton Everest, *Εγχειρίδιο Ακουστικής*, εκδ. Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 1998, ISBN 960-7219-67-8, Πρωτότυπο: *The master handbook of Acoustics, 3rd edition, 1994, ed. TAB Books, USA*
- [Baker et al, 2008] Nancy Kovaleff Baker (I, 1), Max Halle Paddison (I, 2), Roger Scruton (II), *Expression*, Grove Music Online (Accessed 21 April 2008), <http://www.grovemusic.com/shared/views/article.html?section=music.09138>
- [Filippi 2007] Hannes Filippi, *Wireless Teleoperation of Robotic Arms*, Master Thesis Luleå University of Technology, Kuruna Helsinki, 2007, <http://epub1.ltu.se/1653-0187/2007/079/LTU-PB-EX-07079-SE.pdf>, ISSN:1653-0187 - ISRN: LTU-BX-EX-07/079-SE
- [Gadd & Fels 2002] Ashley Gadd & Sidney Fels, *MetaMuse: Metaphors for Expressive Instruments*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-02), Dublin Ireland, May 24-26, 2002, <http://www.nime.org/2002/proceedings/paper/gadd.pdf>
- [Goudeseune, 2001] Goudeseune Camille Martin Antony, *Composing with Parameters for Synthetic Instruments*, University of Illinois at Urbana-Champaign, Thesis, 2001, <http://zx81.isl.uiuc.edu/camilleg/dissertation/dissertation.pdf>
- [Goudeseune, 2002] Goudeseune Camille Martin Antony, *Intepolated mapping for musical instruments*, Organized Sound 7, 2003, Cambridge University Press, <http://zx81.isl.uiuc.edu/camilleg/os02.pdf>

- [Gurevich & Muehlen 2001] Gurevich, Michael & Muehlen, von Stephan, *The Accordiatron: A MIDI Controller for Interactive Music*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-01), Seattle, April 1-2, 2001, <http://www.nime.org/2001/papers/gurevich.pdf>
- [Haken et al 1998] Haken Lippold & Tellman Ed & Wolfe Patrick, *An Indiscrete Music Keyboard*, Computer Music Journal, Vol. 22, No.1, Spring 1998, pp. 30.48, <http://www.jstor.org/stable/3681043>
- [Huber 2007] David Miles Huber, *The MIDI Manual: A Practical Guide to MIDI in the Project*, 2007, ISBN: 0240807987, <http://books.google.com/books?id=GfHZwBwZuKIC>
- [Hunt & Kirk 2000] Andy Hunt & Kirk Ross, *Mapping Strategies for Musical Performance*, Reprint from: *Trends in Gestural Control of Music*, M.M. Wanderley and M. Battier, Ircam - Centre Pompidou, <http://www.music.mcgill.ca/~mwanderley/Trends/P.HunKir.pdf>
- [Hunt et al 2002] Andy Hunt & Marcelo M. Wanderley & Matthew Paradis, *The Importance of Parameter mapping in Electronic Instrument Design*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-02), Dublin Ireland, May 24-26, 2002, <http://www.nime.org/2002/proceedings/paper/hunt.pdf>
- [Isaacs 2007] David Isaacs, *Evaluating Input Devices for Musical Expression*, University of Queensland - Department of Information Technology and Electrical Engineering, [http://web.archive.org/web/\\*/http://www.itee.uq.edu.au/~markp/publications/DavidIsaacsThesis.pdf](http://web.archive.org/web/*/http://www.itee.uq.edu.au/~markp/publications/DavidIsaacsThesis.pdf)
- [Jordà 2005] Sergi Jordà Puig, *Crafting musical computers for new musicians' performance and improvisation*, Doctorat en Informàtica i Comunicació Digital, Departament de Tecnologia, Universitat Pompeu Fabra, USA, March 2005, <http://www.iaa.upf.edu/mtg/publications/PhD2005-sjorda.pdf>
- [Lee & Tan 2006] Johnny Chung Lee & Desney S. Tan, *Using a low-cost electroencephalograph for task classification in HCI research*, Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User interface software and technology p81-90, ACM, New York USA, 2006, <http://www.cs.cmu.edu/~johnny/academic/fp223-lee.pdf>, ISBN:1-59593-313-1

- [Levitin et al 2002] Daniel J. Levitin & Stephen McAdams & Robert L. Adams, *Control Parameters for musical instruments: a foundation for new mappings of gesture to sound*, Organized Sound, 2002, Cambridge University Press, UK
- [Lee & Wessel 1992] Lee Michael A. & Wessel David, *Connectionist models for real-time control of synthesis and compositional algorithms*, International Computer Music Association, 1992, pp. 277-280, [http://cnmat.berkeley.edu/publications/connectionist\\_models\\_real\\_time\\_control\\_synthesis\\_and\\_compositional\\_algorithms](http://cnmat.berkeley.edu/publications/connectionist_models_real_time_control_synthesis_and_compositional_algorithms)
- [Welling & Thomson 2003] Luke Welling & Laura Thomson, *MySQL Tutorial*, Sam's Publishing Διαδικτυακή έκδοση από το Safari, December 2003, Library of Congress Catalog Card Number: 2003092540, USA
- [Rona 1987] Jeff Rona, *MIDI, The Ins Outs & Thrus*, Hal Leonard Publishing Corporation, Milwaukee USA, ISBN: 0-88188-560-6
- [Rovan et al 1997] Rován Joseph & Wanderley Marcelo & Dubnov Shlomo & Depalle Philippe, *Instrumental Gestural Mapping Strategies as Expressivity Determinants in Computer Music Performance*, October 1997, In Proc. of the Kansei - The Technology of Emotion Workshop, Genova - Italy, [http://recherche.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/kansei\\_final.pdf](http://recherche.ircam.fr/equipes/analyse-synthese/wanderle/Gestes/Externe/kansei_final.pdf)
- [Malloch et al 2006] Joseph Malloch & David Birnbaum & Elliot Sinyor & Marcelo M. Wanderley, *Towards a new Conceptual Framework for Digital Musical Instruments*, Proc. of the 9th Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFx-06), Montreal, Canada, 2006 [http://www.dafx.ca/proceedings/papers/p\\_049.pdf](http://www.dafx.ca/proceedings/papers/p_049.pdf)
- [Magnuson & Mendieta 2007] Thor Magnuson & Enrike Hurtado Mendieta, *The Acoustic the Digital and the Body: A survey on musical instruments*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-07), New York, USA, June 6-10 2007, <http://www.nime.org/2007/>
- [Marrin et al 1996] Marrin Theresa & Paradiso Joe & Verplatse Chris & Orth Maggie & Smith Josh & Hammond Ed & Rice Pite & Yu John, *Digital Baton*, <http://web.media.mit.edu/~joep/TTT.B0/baton.html>, Ιούλιος 2008

- [Marrin & Paradiso 1997] Marrin Theresa & Paradiso Joe, *The Digital Baton: a Versatile Performance Instrument*, 1997, International Computer Music Conference Proceedings, Thessaloniki, Hellas, <http://quod.lib.umich.edu/i/icmc/images/bbp2372.1997.083.pdf>
- [Moog & Rhea 1990] Moog Robert A. & Rhea L. Thomas, *Evolution of the Keyboard Interface: The Bosendorfer 290 SE Recording Piano and the Moog Multiply-Touch-Sensitive Keyboards*, 1990, Computer Music Journal, Vol.14, No.2, New Performance Interfaces, Summer 1990, pp. 52-60, Published by: The MIT Press, <http://www.jstor.org/stable/3679712>
- [Miranda 2006] Eduardo Reck Miranda, *Brain-Computer music interface for composition and performance*, 2006, Freund Publishing House Limited, University of Plymouth, Interdisciplinary Center for Computer Music Research (ICCMR), Drake Circus, Plymouth, United Kingdom, [http://cmr.soc.plymouth.ac.uk/publications/IJDHD\\_5\\_2\\_2006.pdf](http://cmr.soc.plymouth.ac.uk/publications/IJDHD_5_2_2006.pdf)
- [Moog 2004] Moog Robert A. *How do performers interact with their instruments*, 2004, Keynote speech at the 2004 International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME-04), Hamamatsu, Japan.
- [Puckette 1991] Miller Puckette, *Combining Event and Signal Processing in the MAX Graphical Programming Environment*, Institut de Recherche et Coordination Musique Acoustique, 1991, France, MIT reprinted from Computer Journal, <http://www-crca.ucsd.edu/~msp/Publications/cmj91-max.ps>
- [Puckette 2006] Miller Puckette, *The Theory and Technique of Electronic Music*, World Scientific Publishing, 2007 <http://crca.ucsd.edu/~msp/techniques/latest/book.pdf>
- [Roberto et al 2005] Morales-Mazanares Roberto & Morales, Eduardo F. & Wessel David, *Combining Audio And Gestures For A Real-Time Improviser*, Proc. of International Computer Music Conference, Barcelona Spain, p.813-816, 2005, <http://cnmat.berkeley.edu/system/files/attachments/icmc05fin.pdf>
- [Oohash et al 2002] Tsutomu Oohashi & Emi Nishina & Manabu Honda, *Multidisciplinary study on the hypersonic effect*, International Congress Series Volume 1226, January 2002, Pa-

- ges 27-42. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B7581-47W61NF-95/1/96745d718812a23f2c6b9889f4a1d978>
- [Paradiso & O'Modhrain 2003] Paradiso A. Joseph & Sile O'Modhrain, *Current Trends in Electronic Music Interfaces*, Special issue on New Musical Interfaces, Vol.32 No.4, December 2003, <http://www.media.mit.edu/resenv/pubs/papers/2003-06-JNMR-Intro.pdf>
- [Poepel 2005] Cornelius Poepel, *On Interface Expressivity: A Player-Based Study*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-05), Vancouver, May 26-28 2005, [http://www.nime.org/2005/proc/nime2005\\_228.pdf](http://www.nime.org/2005/proc/nime2005_228.pdf)
- [Pressing 1990] Jeff Pressing, *Cybernetic Issues in Interactive Performance Systems*, Computer Music Journal, Vol. 14, No. 1, New Performance Interfaces 1, Spring 1990, pp. 12-25, MIT Press, <http://www.jstor.org/stable/3680113>
- [Schnell & Battier 2002] Norbert Schnell & Marc Battier, *Introducing Composed Instruments, Technical and Musicological Implications*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-02), Dublin Ireland, May 24-26, 2002, <http://www.nime.org/2002/proceedings/paper/schnell.pdf>
- [Steinglass 1999] Steinglass Matt, *Inteface off*, συνέντευξη στο περιοδικό Metropolis magazine, June 1999 <http://web.archive.org/web/20010204014200/http://www.metropolismag.com/new/content/tech/ju99inte.htm>
- [Tanaka 2000] Atau Tanaka, *Musical Performance on Sensor-Based Instruments*, Reprint from: *Trends in Gestural Control of Music*, M.M. Wanderley and M. Battier, Ircam - Centre Pompidou, <http://www.music.mcgill.ca/~mwanderley/Trends/P.Tan.pdf>
- [Magnusson 2005] Thor Magnusson, *IXI Software: Open Controller for Open Source Audio Software*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME), 2005, Vancouver Canada, 212-215 [http://www.informatics.sussex.ac.uk/courses/creative-systems/papers/thor/ixi\\_software2.pdf](http://www.informatics.sussex.ac.uk/courses/creative-systems/papers/thor/ixi_software2.pdf)
- [Verplaetse Christofer 1996] Christofer Verplaetse, *Inertial proprioceptive devices: Self-motion-sensing toys and tools*, 1996, IBM, USA, IBM Systems

Journal, Vol.35 Nos3&4, <http://www.research.ibm.com/journal/sj/353/sectione/verplaetse.pdf>

[Wanderley 2001] Marcelo M. Wanderley, *Performer-Instrument Interaction: Applications to Gestural Control of Music.*, PhD Thesis, Paris, France: University Pierre et Marie Curie, 2001

[Wessel & Wright 2001] David Wessel & Matthew Wright, *Problems and Prospects for Intimate Musical Control of Computers*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-01), 2001 Seattle, USA, [http://cnmat.berkeley.edu/publications/problems\\_and\\_prospects\\_intimate\\_musical\\_control\\_computers](http://cnmat.berkeley.edu/publications/problems_and_prospects_intimate_musical_control_computers)

[Winkler 1995] Winkler, *Making Motion Musical: Gesture Mapping Strategies for Interactive Computer Music*, 1995, [http://www.brown.edu/Departments/Music/sites/winkler/papers/Making\\_Motion\\_Musical\\_1995.pdf](http://www.brown.edu/Departments/Music/sites/winkler/papers/Making_Motion_Musical_1995.pdf)

[Hugh & Lane 2002] Hugh E. Williams & David Lane, *Web Database Applications with PHP and MySQL*, O'Reilly, 2002 (2nd edition 2004), ISBN: 0-596-00543-1, USA

[Wright 2002] Matthew Wright, *Problems and Prospects for Intimate and satisfying sensor-based control of computer sound*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-02), 2002, May 24-26, Dublin, Ireland, USA, <http://archive.cnmat.berkeley.edu/Research/SIMS2002/Wright-SIMS2002.pdf>

[Wright et al 2003] Matthew Wright & Adrian Freed & Ali Momeni, *Open Sound Control: State of the Art 2003*, Proc. of New Interfaces For Musical Expression (NIME-03), Montreal Canada, [http://www.nime.org/2003/onlineproceedings/Papers/NIME03\\_Wright.pdf](http://www.nime.org/2003/onlineproceedings/Papers/NIME03_Wright.pdf)

[Zbyszynski & Freed 2005] Michael Zbyszynski & Adrian Freed, *Control of VST plug-ins using OSC*, Center of New Music and Audio Technologies (CNMAT), 2005, Berkley USA, [http://cnmat.berkeley.edu/ICMC2005/pdf/zbyszynski\\_ICMC3.pdf](http://cnmat.berkeley.edu/ICMC2005/pdf/zbyszynski_ICMC3.pdf)

[Καμπουρόπουλος 2006] Αιμίλιος Καμπουρόπουλος, *Σημειώσεις μαθήματος Πληροφορική & Μουσική τεχνολογία: Ηλεκτρονική Σύνθεση Ήχου και Μουσικής*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Εαρινό Εξάμηνο 2005-2006, Θεσσαλονίκη.

# Παράρτημα Α

Για την υλοποίηση του προγράμματος χρειάζονται μία midi συσκευή (interface), ένα midi clavier (προτείνονται δύο), υπολογιστής με λειτουργικό σύστημα Windows XP SP2 το πρόγραμμα Max/MSP (ή μόνο το runtime, με το αντικείμενο `mysql`).

Για να επικοινωνήσει η Max με την βάση δεδομένων θα πρέπει είτε να υπάρχει σύνδεση με το διαδίκτυο, είτε να εγκατασταθεί η MySQL. Η πρώτη λύση είναι η ευκολότερη.

## Ρυθμίσεις στο Max/MSP

Στον φάκελο που εγκαταστάθηκε το Max/MSP (συνήθως `c:\Program Files\Cycling'74\MaxMSP 4.5`) αντιγράφουμε το αρχείο `libmySQL.dll` και το αρχείο `vcs_update2.png`. Στον υποφάκελο `patches` αντιγράφουμε τα αρχεία `mysql.mxe`, `mysql.dll`. Το αντικείμενο `mysql` θα επικοινωνεί με την βάση δεδομένων MySQL.

Μένει να ενημερωθεί το Max/MSP για το πού βρίσκονται τα vst plugins. Options → File Preferences → Other folder → γράφουμε τον φάκελλο που βρίσκονται τα vst plugins. Συνήθως στο: `c:\Program Files\Steinberg\VstPlugins`. Κλείνουμε και ξανανοίγουμε το πρόγραμμα ώστε να αποθηκευτούν οι αλλαγές.

Αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τοπική βάση δεδομένων (ο ίδιος ο υπολογιστής θα έχει φιλοξενεί την βάση δεδομένων) τότε ανοίγουμε από το Max το αρχείο `clavisound-0.1-localhost.txt`. Ειδικά θα πρέπει να έχουμε σύνδεση με το διαδίκτυο.

## Η βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων MySQL έκδοση 5.0.37 φιλοξενείται σε λειτουργικό σύστημα ανοιχτού κώδικα Slackware-12.0. Εναλλακτικά μπορεί να φιλοξενηθεί σε Microsoft Windows XP, ή Apple MacOSX αλλά οι οδηγίες στην εγκατάσταση

διαφέρουν [Hugh & Lane 2002, σελ. 688]. Στο dvd έχει γραφεί script εγκατάστασης. Λειτουργεί μόνο σε Slackware-12. Πηγαίνουμε στον φάκελο `install/mysql/` και εκτελούμε ως root `sh set_slack_mysql`.

Ειδάλλως ως root εκτελούμε τις εντολές:

1. `cp /etc/my-medium.cnf /etc/my.cnf`

Αρχείο ρυθμίσεων για την υπηρεσία `mysqld`

2. `#SKIP="--skip-networking"`

Προσθέτουμε την δέση στο αρχείο `/etc/rc.d/rc.mysqld` μπροστά από το κείμενο `SKIP=...` ώστε να έχουμε πρόσβαση στην MySQL από το (δια)δίκτυο<sup>11</sup>

3. `mysql_install_db`

Δημιουργούνται απαραίτητα αρχεία στο `/var/lib/mysql`

4. `chown mysql.mysql -R /var/lib/mysql`

Δίνουμε δικαιώματα στην υπηρεσία `mysqld`.

5. `chmod 700 /etc/rc.d/rc.mysqld`

Με την επανεκκίνηση του συστήματος θα ξεκινά ο δαίμονας της `mysql` υπηρεσίας.

6. `/etc/rc.d/rc.mysqld start`

Είμαστε έτοιμοι, ξεκινάμε την υπηρεσία.

7. `mysqladmin -uroot password YourPreferredPassword`

Ορίζουμε κωδικό του διαχειριστή (administrator) στην `mysql`

8. `mysql -uroot -pYourPreferredPassword`

Συνδεόμαστε στην υπηρεσία ως διαχειριστής (administrator)

9. `CREATE DATABASE mapvst`

Δημιουργούμε την Βάση δεδομένων `mapvst`.

---

<sup>11</sup>Η MySQL δέχεται συνδέσεις στην θύρα 3306. Αν έχουμε ανοιχτό στο firewall θα υπάρχει πρόσβαση από το διαδίκτυο στην βάση δεδομένων. Γι αυτό χρειάζεται προσοχή στα δικαιώματα των χρηστών.



10. `GRANT ALL ON mapvst.* TO mapvst@127.0.0.1 IDENTIFIED BY 'mapping';`

Δημιουργούμε τοπικό χρήστη `mapvst` με κωδικό `mapping` με πλήρη δικαιώματα στην βάση δεδομένων `mapvst`

11. `exit`

Είμαστε συνδεδεμένοι ως `root`, έξοδος.

12. `mysql -umapvst -pmapping -Dmapvst`

Ξανασυνδεόμαστε ως `mapvst`.

Εισάγουμε την βάση δεδομένων με `mysql -uroot -pYourPreferredPassword < mapvst.mysqldump`. Η βάση δεδομένων βρίσκεται στον φάκελο `install/mysql`.

## Πρόσβαση στο διαδίκτυο

Η πρόσβαση στο διαδίκτυο δεν είναι αναγκαία αν έχουμε σε τοπικό δίκτυο (ή ακόμη και στον ίδιο τον υπολογιστή μας) μία Βάση Δεδομένων MySQL όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 4.8.

## Περιεχόμενα dvd

Ενδεικτικά περιεχόμενα του dvd.

- Το ηχητικό παράδειγμα βρίσκεται στον φάκελο `demo` με όνομα `clavisound_demo`. Το σχετικό midi αρχείο υπεύθυνο για την αναπαραγωγή του ήχου είναι το `clavisou.mid`.
- Η εφαρμογή `clavisound` για το Max/MSP βρίσκεται στον φάκελο `install/max_msp/vst` με όνομα `clavisound-0.1.txt`. Στον φάκελο `install/max_msp` βρίσκεται το runtime του Max/MSP. Η βάση δεδομένων MySQL βρίσκεται στον φάκελο `install/mysql` με όνομα `mapvst.mysqldump`.
- Ο φάκελος `vid` έχει επιλεγμένα video από ελεγκτές και video από το σινεμά του `nime-05`.
- Ο φάκελλος `docs` περιέχει το παρόν κείμενο (`clavisound.pdf`) και βιβλιογραφία με ελεύθερα πνευματικά δικαιώματα που μεταφορτώθηκε από το διαδίκτυο.
- Αρχεία που αφορούν το Wiimote και την διανομή GNU/Linux Slackware βρίσκονται στον φάκελλο `install/wii/linux`