

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ

ΑΛΜΠΑΝΑΚΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑΣ
(Α.Ε.Μ. 998)

ΘΕΜΑ:

ΤΟ THEREMIN:
ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ
ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΩΣ ΕΛΕΓΚΤΗ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ
ΣΕ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΑΙΜΙΛΙΟΣ ΚΑΜΠΟΥΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2006

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ

ΑΛΜΠΑΝΑΚΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑΣ
(Α.Ε.Μ. 998)

ΘΕΜΑ:

ΤΟ THEREMIN:
ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ
ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΩΣ ΕΛΕΓΚΤΗ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ
ΣΕ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΑΙΜΙΛΙΟΣ ΚΑΜΠΟΥΡΟΠΟΥΛΟΣ

A handwritten signature in black ink, which appears to be the name of the supervisor, Aimilios Kampouropoulos.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2006

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	8
---------------	---

Κεφάλαιο 1

Η αναζήτηση καινούργιων ηχοχρωμάτων και νέων τρόπων παραγωγής ήχου και η συμβολή της τεχνολογίας και του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή σε αυτήν.....	9
--	---

Εισαγωγή.....	9
---------------	---

1.1. Η αναζήτηση καινούργιων τρόπων παραγωγής ήχου.....	9
1.2. Τα πρώτα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και τα χαρακτηριστικά τους.....	10
1.3. Η κατασκευή του theremin.....	12
1.4. Το Theremin.....	13
1.5. Ο Leon Theremin.....	14
1.6. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών	15
1.7. Η συμβολή της τεχνολογίας στη μουσική.....	16
1.8. Το κλαβιέ και οι εκφραστικές χειρονομίες.....	17
1.9. Το ανθρώπινο σώμα στη μουσική.....	18

Κεφάλαιο 2

Η κατασκευή του theremin, η λειτουργία και ο τρόπος εκτέλεσής του, οι μορφές και οι ερμηνευτές αυτού.....	19
---	----

2.1. Το Theremin.....	19
2.1.1. Ιστορικό πλαίσιο γένεσης του Theremin.....	19
2.1.2. Η εφεύρεση του theremin.....	20
2.1.3. Αρχές λειτουργίας του theremin.....	21
2.1.3.1. Οι λυχνίες.....	22
2.1.3.2. Το φαινόμενο του διακροτήματος.....	22

2.1.3.3. Ο πυκνωτής.....	22
2.1.4. Ο ήχος του.....	24
2.1.5. Η προώθηση του theremin στην Αμερική.....	25
2.1.5.1. Το RCA theremin.....	25
2.1.5.2. Η διαφήμιση του οργάνου και η δυσαρέσκεια του κόσμου.....	25
2.1.6. Η αλήθεια πίσω από τη προώθηση του theremin.....	26
2.1.6.1. Η παρουσίαση του theremin στη Ρωσία.....	26
2.1.6.2. Η κατασκοπευτική τακτική της Ρωσίας.....	27
2.1.7. Μουσική για το theremin.....	27
2.1.7.1. Η έλλειψη ενδιαφέροντος των συνθετών.....	27
2.1.7.2. Μουσική αποκλειστικά για το theremin.....	28
2.1.7.3. Η μουσική για τον κινηματογράφο και το theremin.....	29
2.1.8. Η αποδοχή του κοινού.....	29
2.1.9. Τα προβλήματα που προκύπτουν από την ξαφνική φυγή του Theremin.....	30
2.1.10. Άλλες μορφές του theremin.....	31
2.1.11. Προβλήματα εκτέλεσης του theremin.....	33
2.2. Τρόπος Εκτέλεσης του Theremin.....	33
Εισαγωγή.....	33
2.2.1. Στάση του σώματος.....	34
2.2.2. Τεχνική δεξιού χεριού.....	34
2.2.3. Τεχνική δεξιού καρπού και δακτύλων.....	35
2.2.4. Χρησιμοποιώντας τον καρπό και τον βραχίονα.....	35
2.2.5. Ένταση, άρθρωση και εκφραστικές τεχνικές.....	36
2.2.5.1. Τεχνική του αριστερού χεριού.....	36
2.2.5.2. Ένταση, crescendo, diminuendo.....	36
2.2.5.3. Επαναλαμβανόμενα τονικά ύψη και η άρθρωσή τους.....	37
2.2.5.4. Βιμπράτο και tremolo.....	37
2.2.6. Για να ηχήσει μία νότα στο theremin πρέπει να ακολουθηθεί μια συγκεκριμένη διαδικασία.....	37
2.2.7. Βασικές ασκήσεις.....	38
2.2.8. Βοηθητικές σημειώσεις.....	39
2.2.9. Μουσικά παραδείγματα για εξάσκηση.....	40
2.3. Γνωστοί ερμηνευτές του theremin.....	41
2.3.1. Η Clara Rockmore-Reisenberg.....	41

2.3.2. Η Lucie Bigelow-Rosen.....	43
2.3.3. Η Lydia Kavina.....	44
2.3.4. Ο Hoffman Samuel J.....	45
2.3.5. Ο Robert Moog.....	46
2.3.6. Άλλοι εκτελεστές του theremin.....	47
2.4. Άλλες μουσικές εφευρέσεις του Leon Theremin.....	47
2.4.1. Το cello ή fingerboard theremin.....	47
2.4.2. Το electric harmonium ή keyboard harmonium.....	49
2.4.3. Το rhythmicon.....	49
2.4.4. Το terpsitone.....	50
2.4.5. Το illumonox.....	50
2.4.6. Το keyboard-controlled tympani.....	50

Κεφάλαιο 3

Η έννοια της αλληλεπίδρασης, τα αλληλεπιδραστικά συστήματα, οι εκφραστικές κινήσεις του ανθρώπου και το μέσο διασύνδεσης (<i>Interface</i>) σε αυτά.....	52
--	----

Εισαγωγή.....	52
3.1. Περιγραφή της διαδικασίας της αλληλεπίδρασης.....	53
3.1.1. Η εξέλιξη της κατασκευής των μουσικών οργάνων και η χρήση της έννοιας της αλληλεπίδρασης στην κατασκευή νέων.....	54
3.1.2. Η σημασία της εκμετάλλευσης του ηλεκτρισμού.....	55
3.2. Μορφές αλληλεπίδρασης.....	56
3.2.1. Αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και μηχανής.....	56
3.2.1.1. Η εισαγωγή και η εξαγωγή πληροφοριών από το σύστημα.....	58
3.2.1.2. Οι διεργασίες που συντελούνται κατά τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης μεταξύ ενός ανθρώπου κι ενός H/Y.....	58
3.2.3. Μορφές αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών ενός μουσικού αλληλεπιδραστικού συστήματος.....	60
3.2.3.1. Αλληλεπίδραση μεταξύ εκτελεστή και συστήματος.....	60
3.2.3.2. Αλληλεπίδραση μεταξύ ενός συστήματος και κοινού.....	60

3.2.3.3. Αλληλεπίδραση ενός εκτελεστή, του συστήματος και του κοινού.....	62
3.2.3.4. Αντίληψη του μουσικού γεγονότος σ' ένα μουσικό σύστημα αλληλεπίδρασης.....	63
3.3. Αισθήσεις του ανθρώπου που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση.....	65
3.3.1. Η αίσθηση της αφής.....	66
3.3.1.1. Οι τρεις κατηγορίες της αφής.....	66
3.3.2. Η αίσθηση της όρασης.....	67
3.3.3. Η αίσθηση της ακοής.....	67
3.3.4. Άλλες αισθήσεις που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση.....	68
3.4. Οι εκφραστικές κινήσεις (<i>Gestures</i>).....	69
3.4.1. Προσδιορισμός του όρου εκφραστική κίνηση.....	70
3.4.2. Η σημασία των εκφραστικών κινήσεων.....	70
3.4.3. Διαχωρισμός των εκφραστικών κινήσεων (<i>Gestures</i>).....	71
3.4.4. Ανάλυση των διαφορετικών ειδών των εκφραστικών κινήσεων.....	72
3.4.5. Σημαντικές κατηγορίες εκφραστικών κινήσεων.....	73
3.4.6. Παραγωγή των εκφραστικών κινήσεων.....	73
3.5. Η “μουσική εκφραστική κίνηση” (<i>Musical Gesture</i>).....	74
3.5.1. Ο διαχωρισμός των μουσικών εκφραστικών κινήσεων κατά τον F. Delalande.....	75
3.5.2. Περιγραφή και ανάλυση των μουσικών εκφραστικών κινήσεων.....	76
3.6. Η έννοια του μέσου διασύνδεσης (<i>Interface</i>) στα συστήματα αλληλεπίδρασης και ο προσδιορισμός του χώρου σε αυτά.....	77
3.6.1. Η σημασία του χώρου για τα μουσικά όργανα.....	78
3.6.2. Ο λειτουργικός χώρος ενός μουσικού αλληλεπιδραστικού συστήματος.....	78
3.6.3. Το interface ενός μουσικού αλληλεπιδραστικού συστήματος.....	79

Κεφάλαιο 4

Οι αισθητήρες και οι ελεγκτές στα αλληλεπιδραστικά συστήματα και η λειτουργία και χρησιμότητα του theremin σε αυτά τα συστήματα.....80

Εισαγωγή.....	80
4.1. Οι αισθητήρες (<i>Sensors</i>).....	80

4.1.1. Μυϊκή κίνηση.....	81
4.1.2. Ισομετρικοί αισθητήρες.....	82
4.1.2.1. Αισθητήρες πίεσης.....	82
4.1.2.1.1. Αισθητήρες συνεχούς πίεσης.....	83
4.1.2.1.2. Αισθητήρες δύο καταστάσεων (on/ off).....	83
4.1.2.2. Αισθητήρες κίνησης.....	84
4.2. Οι ελεγκτές (<i>Controllers</i>) και τα διάφορα είδη τους.....	85
4.2.1. Ελεγκτές επαφής (<i>Touch Controllers</i>).....	87
4.2.1.1. Το aXiO.....	88
4.2.2. Ελεγκτές διευρυμένης έκτασης εκφραστικών κινήσεων (<i>Expanded Range Controllers</i>).....	88
4.2.2.1. Τα “Χέρια” (<i>The Hands</i>).....	89
4.2.2.2. Το σύστημα Lighting II.....	89
4.2.2.3. Το Radio Drum.....	90
4.2.2.4. Το theremin.....	91
4.2.2.5. Το Dimension Beam.....	91
4.2.3. Ελεγκτές απορρόφησης της κίνησης (<i>Immersive Controllers</i>) και ο διαχωρισμός τους.....	92
4.2.3.1. Οι εσωτερικοί ελεγκτές (<i>Internal Controllers</i>).....	93
4.2.3.2. Οι εξωτερικοί ελεγκτές (<i>External Controllers</i>).....	94
4.2.3.3. Συμβολικοί ελεγκτές (<i>Symbolic Controllers</i>).....	95
4.3. Οι εκφραστικοί περιορισμοί των μουσικών στο σχεδιασμό των αλληλεπιδραστικών συστημάτων.....	97
4.3.1. Οι περιορισμοί στην φυσική κίνηση και στην ευαισθησία.....	97
4.3.2. Η απεικόνιση της επιφάνειας ελέγχου.....	98
4.4. Το MIDI και το theremin.....	98
4.4.1. Λίγα λόγια για το πρωτόκολλο MIDI.....	98
4.4.2. Το MIDI theremin- Ethervox.....	99
4.5. Το theremin και η χρήση του ως ελεγκτή ή μέσο διασύνδεσης σε αλληλεπιδραστικά συστήματα.....	100
4.5.1. Το theremin σε ρόλο μέσου διασύνδεσης (<i>Interface</i>).....	101
4.5.2. Το theremin σε ρόλο ελεγκτή (<i>Controller</i>).....	102
4.6. Χρήσεις του theremin σήμερα.....	104

Παράρτημα 1.....	105
Π.1. Η βιογραφία του Leon Theremin.....	105
Π.1.1. Τα παιδικά του χρόνια κι η εφεύρεση του theremin.....	105
Π.1.2. Το ταξίδι και η παραμονή του Leon Theremin στις Η.Π.Α.....	106
Π.1.3. Η εξαφάνισή του από τις Η.Π.Α.....	107
Π.1.4. Η επιστροφή του εφευρέτη στη Ρωσία.....	108
Π.1.5. Η μυστική του δράση στη Ρωσία.....	109
Π.1.6. Η τελευταία εμφάνιση του Leon Theremin.....	110
Π.1.7. Μη μουσικές εφευρέσεις του Theremin.....	111
Παράρτημα 2.....	113
Π.2. Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων.....	113
Π.2.1. Ο μουσικός τηλεγράφος.....	113
Π.2.2 Το singing arc.....	114
Π.2.3. Το Telharmonium.....	114
Π.2.4. Το Ondes Martenot (Onde Musicales).....	115
Π.2.5. Το Trautonium.....	115
Π.2.6. Το Mixturtrautonium.....	116
Π.2.7. Το όργανο Hammond.....	116
Π.2.8. Το Solovox.....	117
Π.2.9. Το Novachord.....	117
Π.2.10. Το Voder και το Vocoder synthesizer.....	117
Π.2.11. Το clavivox.....	117
Π.2.12. Το electronium.....	118
Π.2.13. Το Electronic Sackbut.....	118
Π.2.14. Το synthesizer της RCA.....	119
Π.2.15. Το Synthesizer της Siemens.....	119
Π.2.16. Το Moog Synthesizer.....	120
Π.2.17. Το minimoog.....	121
Π.2.18. Το Buchla Synthesizer.....	121

Π.2.19. To synthesizer της ARP.....	122
Π.2.20. To Four Voice.....	122
Π.2.21. To Yamaha CS-80.....	122
Π.2.22. To Prophet-5.....	123
Π.2.23. To Roland Jupiter 8.....	123
Π.2.24. To Emulator.....	123
Π.2.25. To Emulator II.....	123
Π.2.26. To Yamaha DX7.....	124
Π.2.27. To Neuron.....	124
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	125

Πρόλογος

Με την διπλωματική αυτή εργασία ολοκληρώνεται ο κύκλος των σπουδών μου στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών της Σχολής Καλών Τεχνών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Το θέμα της διπλωματικής αναφέρεται σε ένα από τα πρώτα ηλεκτρονικά όργανα, το theremin, πως αυτό εξελίσσεται με τα χρόνια καθώς και πως μπορεί αυτό το όργανο να χρησιμοποιηθεί μέσα σε ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και οι επιρροές της στην κατασκευή οργάνων και στη μουσική δημιουργία, είναι αυτό που, από αρκετά νωρίς, μου κίνησε το ενδιαφέρον. Κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας αντιμετώπισα πλήθος προβλημάτων, σχετικά με την αντικειμενική και επιστημονικά εμπειριστατωμένη βιβλιογραφία όσον αφορά το όργανο theremin. Η ενασχόληση με όλα αυτά όμως, μου προσέφεραν περισσότερη εμπειρία και υπομονή για σωστή έρευνα.

Η δομή αυτής της εργασίας είναι η παρακάτω: Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εξέλιξη των ηλεκτρονικών οργάνων, οι αναζητήσεις των επιστημόνων για την παραγωγή νέων ηχοχρωμάτων, μια σύντομη αναφορά για τον κατασκευαστή του theremin, τον Leon Theremin, καθώς και το πώς οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές για την παραγωγή ήχου και μουσικής. Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναλύονται τα χαρακτηριστικά του οργάνου theremin, η παρουσίασή του στο κοινό, ο τρόπος εκτέλεσής του, αναφέρονται οι πιο αξιόλογοι ερμηνευτές του theremin καθώς και όλες οι διαφορετικές μορφές του οργάνου αυτού. Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφεται η έννοια της αλληλεπίδρασης, αναφέρονται οι αισθήσεις του ανθρώπου που παίζουν σημαντικό ρόλο κατά την αλληλεπίδραση, οι εκφραστικές κινήσεις (*Gestures*) του ανθρώπου για την παραγωγή μουσικής και επίσης, η περιγραφή της έννοιας του μέσου διασύνδεσης (*Interface*). Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφονται οι αισθητήρες (*Sensors*) και οι ελεγκτές (*Controllers*) που χρησιμοποιούνται στα αλληλεπιδραστικά συστήματα, όπως και λίγα λόγια για το πρωτόκολλο MIDI αλλά και τη χρήση του theremin στα αλληλεπιδραστικά συστήματα είτε ως ελεγκτή, είτε ως μέσο διασύνδεσης.

Κεφάλαιο 1

Η αναζήτηση καινούργιων ηχοχρωμάτων και νέων τρόπων παραγωγής ήχου και η συμβολή της τεχνολογίας και του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή σε αυτήν

Εισαγωγή

Ο άνθρωπος από τα πρώτα χρόνια της ύπαρξής του, επιδιώκει την κατασκευή οργάνων, την παραγωγή ήχων και την επικοινωνία μέσα από αυτά. Από τα πρώτα μουσικά τόξα των πρωτόγονων ανθρώπων, μέχρι το πιο πολύπλοκο σημερινό όργανο, ο σκοπός κατασκευής τους είναι όμοιος: η αλληλεπίδραση με το όργανο και η παραγωγή καινούργιων ήχων και ηχοχρωμάτων. Αυτή η ανάγκη του παραμένει ίδια, είτε τα όργανα αυτά αποτελούνται από πολύ απλά υλικά που μπορούν να βρεθούν στη φύση είτε από τα πιο σύγχρονα ηλεκτρονικά εξαρτήματα.

Το μουσικό φαινόμενο από την αρχή της ύπαρξής του είναι συνδεδεμένο με τη χρήση απλών ή πολύπλοκων υλικών δομών, τα μουσικά όργανα. Η κατασκευή τους είναι πάντα μία διαδικασία, η οποία αξιοποιεί την πιο προηγμένη τεχνολογία της κάθε εποχής, είτε αυτό ονομάζεται χορδή, είτε ηχείο, είτε κάποιος πιο πολύπλοκος μηχανισμός. Ακόμη και στην αρχαιότητα ή στην εποχή του μεσαίωνα, η κατασκευή των μουσικών οργάνων είναι ζήτημα εξαιρετικά πολύπλοκο (π.χ. εκκλησιαστικό όργανο).

1.1. Η αναζήτηση καινούργιων τρόπων παραγωγής ήχου

Μία από τις πρώτες αναφορές για την αναζήτηση νέων μορφών και τρόπων παραγωγής ήχου με χρήση του ηλεκτρισμού, γίνεται γύρω στα 1800 από τον Γερμανό φυσικό **Hermann von Helmholtz**, (γνωστό από τις μελέτες του για την Ακουστική) ο οποίος περιγράφει τη δυνατότητα παραγωγής ήχου με τη χρήση ενός “διαπασών” τοποθετημένου μέσα σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (Helmholtz, 1954).

Μία δεύτερη αναφορά συναντούμε στο περιοδικό American Journal of Science (1837), που δημοσιεύει ένα άρθρο του **C.G. Page** σχετικά με την παραγωγή ήχου από μια διάταξη μαγνήτη-πηνίου. Οι παραπάνω αναφορές όμως, χαρακτηρίζονται περισσότερο ως περιγραφές πειραμάτων, παρά ως υλοποιήσεις “νέου τύπου” οργάνων.

Από τον 19^ο όμως αιώνα, δηλαδή από την αρχή της ανάπτυξης του ηλεκτρισμού, η ανάγκη για δημιουργία καινούργιων οργάνων, ήχων και ηχοχρωμάτων γίνεται πρωτεύον μέλημα για τους επιστήμονες. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας οι δυνατότητες διαφοροποίησης, αλλά και καινοτομίας διευρύνονται και δίνουν την ευκαιρία στους κατασκευαστές οργάνων να πειραματιστούν.

Όλοι οι παραπάνω όμως, θέλοντας οι δημιουργίες τους να είναι εύχρηστες και εύκολα κατανοητές από τους εκτελεστές, προσπαθούν να κατασκευάσουν όργανα που να προσομοιάζουν κάποια ήδη γνωστή μορφή. Λίγοι είναι αυτοί που επιδιώκουν να κατασκευάσουν ένα όργανο που να είναι πρωτότυπο στη μορφή, στον τρόπο εκτέλεσής του, στον ήχο, αλλά και στον τρόπο παραγωγής του.

Πολλοί συνθέτες στο ξεκίνημα αυτού του αιώνα ονειρεύονται μία καινούργια τεχνολογία η οποία θα μπορεί να διευρύνει το πλήθος των ήχων που η μουσική και τα μουσικά όργανα παράγουν. Το ενδιαφέρον τους δεν είναι να χρησιμοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες για να μιμηθούν ήδη υπάρχουσες μορφές, αλλά να εξελίξουν ό,τι υπάρχει ήδη (Chadabe, 1997).

1.2. Τα πρώτα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και τα χαρακτηριστικά τους

Τα πρώτα ηλεκτρονικά όργανα που κατασκευάζονται από το 1870 έως το 1915 χρησιμοποιούν μία ποικιλία από τεχνικές για να παράγουν ήχο. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί στους περιστρεφόμενους τροχούς (*Telharmonium*), στα κυκλώματα του “Singing Arc” του William Duddell το 1899 και στον πρωτόγονο ταλαντωτή του μουσικού τηλεγράφου του Elisha Grey. Οι περιστρεφόμενοι τροχοί διατηρούνται μέχρι το 1950 στο όργανο Hammond αλλά οι πειραματισμοί με κυκλώματα που περιέχουν ταλαντωτές, διακόπτουν την ανάπτυξη της τεχνολογίας για τις λυχνίες.

Ο Lee De Forest κατασκευάζει την πρώτη λυχνία το 1906 και αρχικά η χρήση της έγκειται στην ραδιοφωνική τεχνολογία. Ο De Forest όμως διαπιστώνει πως μπορούν να παραχθούν με αυτήν κάποιοι στοιχειώδεις ήχοι. Πολλά όργανα

αξιοποιούν αυτή την ιδέα και χρησιμοποιούν λυχνίες, όπως το “Theremin” (1919), το Ondes Martenot (1928), το Sphäraphon (1921), το Pianorad (1926), κ.ά. Η χρήση των λυχνιών συνεχίζεται μέχρι και το 1960.

Στις αρχές του εικοστού αιώνα, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, της ενέργειας και των επικοινωνιών (ηλεκτρισμός, τηλέφωνο), είναι αναπόφευκτο η κατασκευή των μουσικών οργάνων να υιοθετήσει την τότε “σύγχρονη” τεχνολογία αιχμής. Η συνεχής αναζήτηση νέων ηχοχρωμάτων και νέων μουσικών συστημάτων από τους συνθέτες της εποχής, που έχουν ήδη αρχίσει να πειραματίζονται με ανορθόδοξη χρήση των φυσικών οργάνων, βρίσκει διέξοδο στις δυνατότητες που προσφέρει η τότε αναπτυσσόμενη τεχνολογία.

Θα ήταν σίγουρα πολύ ελκυστικό για τους πρωτοπόρους της εποχής της κατασκευής των νέων ηλεκτρονικών, εξωτικών για την εποχή, οργάνων (Cahill, Theremin, Martenot, Trautwein, Hammond) και των πρωταγωνιστών της γέννησης του ηλεκτρονικού ήχου, να προτείνουν στο κοινό ήχους πρωτόγνωρους, τόσο πλούσιους και ασυνήθιστους που κάνουν τους ακροατές να εκπλήσσονται.

Αυτοί οι άνθρωποι είναι άξιοι θαυμασμού γιατί ερευνούν άγνωστα αντικείμενα και ανακαλύπτουν “νέους ήχους” με αξιοπρόσεκτες ιδιότητες. Και μάλιστα εργάζονται κάτω από δύσκολες συνθήκες, χωρίς τα απαραίτητα τεχνολογικά μέσα και πολλές φορές είναι αναγκασμένοι να περιμένουν την πρόοδο της τεχνολογίας για να επαληθεύσουν θεωρίες που έχουν διατυπώσει πριν από χρόνια.

Τα περισσότερα από τα πρώτα όργανα, συμπεριλαμβανομένου και του Telharmonium, δεν προσφέρουν στους συνθέτες πολλές δυνατότητες για ανάπτυξη νέων ήχων. Προσφέρουν μερικούς ήχους, ακόμη κι αν αυτοί είναι δύσκολοι στην παραγωγή τους και λίγοι *avant garde* συνθέτες πειραματίζονται με αυτούς. Ο Paul Hindemith για παράδειγμα συνθέτει μερικά κομμάτια για το Trautonium, ενώ οι Pierre Boulez και Olivier Messiaen δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το Ondes Martenot. Ο Le Caine πειραματίζεται γράφοντας μουσική για το Electronic Sackbut (Kettlewell, 2002). (Για περισσότερα στοιχεία όσον αφορά τα ηλεκτρονικά αυτά όργανα, αλλά και πολλά άλλα όργανα, βλ. Παράρτημα 2).

1.3. Η κατασκευή του theremin

Με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, τα πρωτοποριακά ηλεκτρονικά μουσικά όργανα προμηγύνουν το μέλλον. Το Trautonium και το Ondes Martenot θέτουν τις βάσεις για το pitch bending και για τις τονικότητες με μικρότονους, ενώ το Electronic Sackbut είναι ο πρόγονος των voltage-controlled synthesizers.

Από την αρχή του 20^{ου} αιώνα υπάρχει ένας οργανισμός πειραματικής μουσικής δραστηριότητας. Συνθέτες όπως οι Satie, Cowell, Varèse, and Schoenberg δουλεύουν πάνω στη δομή των οργάνων και της μουσικής. Είναι τότε, μέσα σε αυτό το πνευματικό κλίμα και τις πολιτιστικές αλλαγές που προκαλεί η Ρωσική Επανάσταση, η εποχή που ο Leon Theremin κατασκευάζει το Aetherophone, αργότερα γνωστό ως theremin. Το παραπάνω είναι ένα καινούργιο ηλεκτρονικό όργανο που βασίζεται στις λυχνίες που χρησιμοποιούν τα ραδιόφωνα, και σε ταλαντωτές που ελέγχονται από την κίνηση των χεριών μέσα στο χώρο που ορίζουν δύο κεραίες. Η ασυνήθιστη ευελιξία του οργάνου όχι μόνο επιτρέπει την εκτέλεση παραδοσιακού ρεπερτορίου, αλλά και την παραγωγή ενός μεγάλου εύρους, για την εποχή, εφέ. Η θεατρικότητα της εκτέλεσής του και η μοναδικότητα του ήχου του κάνει το theremin το πιο ριζοσπαστικό και καινοτομικό μουσικό όργανο των αρχών του 20^{ου} αιώνα. Πρόκειται για ένα όργανο που μπορεί κανείς να παράγει ήχο πολύ εύκολα, αλλά είναι πολύ δύσκολο να εκτελέσει μια μελωδία σωστά. Η πιο αξιόλογη μαθήτριά του Theremin είναι η *Clara Rockmore*, η οποία δίνει πάρα πολλές συναυλίες είτε μόνη της, είτε σε συνεργασία με διάσημες ορχήστρες.

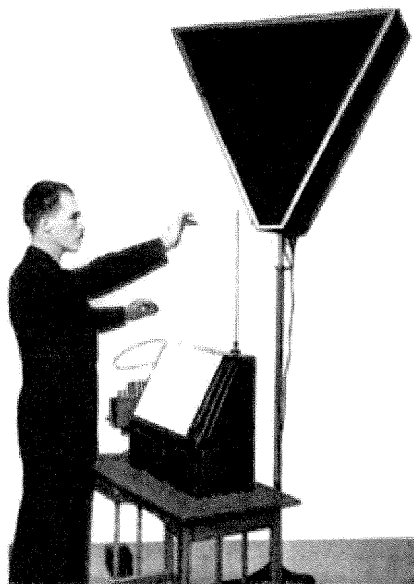
Ο ήχος του theremin χρησιμοποιείται πολύ στις ταινίες επιστημονικής φαντασίας της δεκαετίας του 1950 πιο πολύ για εφέ τρομακτικών σκηνών, αλλά και γιατί προσφέρει ένα μυστηριώδες υπόβαθρο σε ταινίες όπως του Alfred Hitchcock, πράγμα που βρίσκει αντίθετη την παραπάνω ερμηνεύτρια. Το theremin χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα από μουσικούς και συγκροτήματα (Led Zeppelin, Radiohead, Beach Boys). Σήμερα κατασκευάζονται σύγχρονα theremin με τον ίδιο ακριβώς ήχο από τον Robert Moog και άλλους.

Πρέπει να σημειώσουμε πως ανάμεσα σε όλα τα πρώτα μουσικά ηλεκτρονικά όργανα, μόνο το theremin παραμένει ακόμη με την πρωτότυπή του μορφή. Σήμερα είναι ελαφρύτερο και πολύ πιο φθηνό, και ο μηχανισμός του έχει βελτιωθεί σημαντικά με τη βοήθεια της τεχνολογίας (Glinsky, 2000).

Την ίδια ανάγκη για ανανέωση που έχουν τα όργανα στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, έχει και η μουσική, και όσον αφορά τη δομή της, αλλά και τον τρόπο σύνθεσής της. Πρόκειται για μία μακρά διαδικασία εξέλιξης, η οποία δε θα συζητηθεί στο παρόν κείμενο.

1.4. Το Theremin

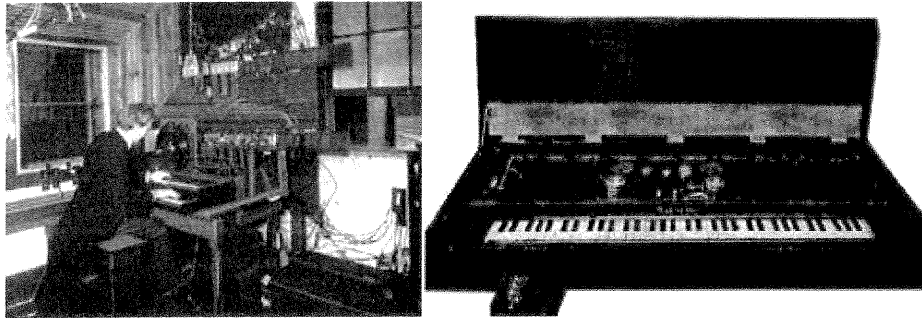
Το theremin είναι από τις πρώτες προσπάθειες κατασκευής ενός εξ' ολοκλήρου καινούργιου στη μορφή, στον τρόπο εκτέλεσης, αλλά και στον ήχο, οργάνου. Ο δημιουργός του θέλει να κατασκευάσει ένα όργανο που η εκτέλεσή του να μην περιορίζεται από τα μηχανικά όρια του ανθρώπινου σώματος και τα φυσικά σωματικά χαρακτηριστικά του κάθε εκτελεστή, δηλαδή ένα όργανο που ο εκτελεστής να μην έχει καμία φυσική επαφή με αυτό, πράγμα πολύ πρωτοποριακό και ασυνήθιστο για την εποχή του.



Εικόνα 1.1: Ο Leon Theremin παίζει theremin (Glinsky, 2000).

Το συγκεκριμένο όργανο δε μοιάζει με κανένα άλλο οποιασδήποτε εποχής και οποιουδήποτε πολιτισμού. Όλα τα μέχρι τότε όργανα έχουν κάποιο ηλεκτρολόγιο ή κάποια επιφάνεια επαφής με τον εκτελεστή. Επιδίωξη των κατασκευαστών μουσικών οργάνων είναι να κατασκευάζουν συσκευές που να είναι προσιτές στο κοινό λόγω του ότι θυμίζουν κάποιο προϋπάρχον όργανο. Έτσι όλα τα σύγχρονα με το theremin

ηλεκτρονικά όργανα διαθέτουν κάποιου είδους πληκτρολόγιο, όπως το telharmonium, αργότερα το Ondes Martenot, κ.ά.



Εικόνες 1.2, 1.3: Τα πληκτρολόγια των οργάνων telharmonium και Ondes Martenot (Chadabe, 1997).

Το theremin αντιθέτως πρωτοτυπεί και γίνεται ευρέως γνωστό και αγαπητό όπου κι αν παρουσιάζεται. Πλήθος ανθρώπων επιθυμούν να γνωρίσουν περισσότερα πράγματα γι' αυτό και οι αίθουσες των συναυλιών που ο Leon Theremin παρουσιάζει τη δημιουργία του είναι ασφυκτικά γεμάτες. Πολλοί προσπαθούν λοιπόν να εκτελέσουν μελωδίες σε αυτό, οι περισσότεροι όμως από αυτούς να καταλήγουν σε αποτυχία λόγω δυσκολιών στην εκτέλεση. Παρόλα αυτά όμως υπάρχουν θαυμάσιοι εκτελεστές αυτού του οργάνου όπως, η Clara Rockmore-Reisenberg, η Lucie Bigelow-Rosen, η Lydia Kavina, κ.ά. (Shapiro, 2000).

1.5. Ο Leon Theremin

Δε μπορούμε να αναφερόμαστε στο theremin χωρίς να αναφερθούμε στον δημιουργό του. Πρόκειται για μία προσωπικότητα αμφιλεγόμενη, αλλά αδιαμφισβήτητα ευφυή. Γεννιέται το 1896 στη Ρωσία και από μικρός δείχνει την έφεσή του στη μουσική αλλά και τις επιστήμες (φυσική, μαθηματικά, αστρονομία). Το 1920 κατασκευάζει το theremin θέλοντας να αποδεσμεύσει την εκτέλεση των οργάνων από τις μυϊκές δυνατότητες των χεριών.

Μετά από πρόσκληση του Λένιν, ο Theremin παρουσιάζει την κατασκευή του και του δίνεται η άδεια να το παρουσιάσει σε μία έκθεση νέων τεχνολογιών στο Βερολίνο. Αργότερα, ο εφευρέτης πηγαίνει στις Η.Π.Α. για την παρουσίαση και την προώθηση του οργάνου, όπου η αποδοχή, τόσο του ίδιου όσο και του οργάνου του,

είναι μεγάλη. Στις συναυλίες που γίνονται, όλοι μαγεύονται από τον αιθέριο ήχο και τον ιδιόμορφο τρόπο εκτέλεσής του.

Υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την εκμάθηση της τεχνικής του οργάνου και πολλοί σπεύδουν να προμηθευτούν ένα όργανο theremin. Η απογοήτευση όμως διαδέχεται τον ενθουσιασμό, γιατί η εκτέλεση του δεν είναι τόσο εύκολη όσο παρουσιάζεται.

Η επιτυχημένη πορεία του Leon Theremin και του οργάνου του διακόπτονται απότομα με την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, καθώς ο εφευρέτης πρέπει να εγκαταλείψει μυστικά τη χώρα. Πολλοί πιστεύουν πως εξαφανίζεται, η αλήθεια όμως είναι πως είναι Ρώσος κατάσκοπος και ότι επιστρέφει στην πατρίδα του για την κάλυψη των αναγκών του πολέμου. Στη Ρωσία φυλακίζεται για προδοσία και αποφυλακίζεται μετά από δέκα χρόνια, χωρίς κανείς να γνωρίζει την ύπαρξή του. Από τη στιγμή της αποφυλάκισής του εξακολουθεί να δουλεύει για λογαριασμό της ρωσικής μυστικής υπηρεσίας για πολλά χρόνια κάνοντας πολλές εφευρέσεις οι οποίες μένουν για πολλά χρόνια κρυφές.

Η επιστροφή του στην Αμερική γίνεται λίγα χρόνια πριν το θάνατό του για την πραγματοποίηση μιας περιοδείας στη χώρα που τον δόξασε για δέκα χρόνια. Πεθαίνει το 1993, κρατώντας μυστική τη δράση του για πενήντα ολόκληρα χρόνια. Ακόμη και σήμερα, το όνομά του παραμένει θρύλος και η προσωπικότητά του αιγιματική (Glinsky, 1992). (Για περισσότερα στοιχεία της ζωής του Leon Theremin, βλ. Παράρτημα 1).

1.6. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών

Οι άνθρωποι καθημερινά αλληλεπιδρούν με τους γύρω ανθρώπους, με τα αντικείμενα και με ότι υπάρχει στο περιβάλλον όπου κινούνται και ζουν. Η επικοινωνία των ανθρώπων μεταξύ τους, γίνεται με ανταλλαγή πληροφοριών από τον έναν στο άλλο, την επεξεργασία αυτών των δεδομένων και την αντίδραση-ανατροφοδότηση στις παραπάνω πληροφορίες. Η εκτέλεση των οργάνων γίνεται κι αυτή χάρη στην, έστω υποτυπώδη, αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το μουσικό όργανο, πράγμα που συχνά οι περισσότεροι μουσικοί, που ασχολούνται με την εκτέλεση μουσικών οργάνων, δεν έχουμε αντιληφθεί πλήρως.

Οι υπολογιστές τα τελευταία χρόνια από απλές “μηχανές υπολογισμών” έχουν εξελιχθεί σε απαραίτητα εξαρτήματα της καθημερινής μας ζωής με πολλαπλές χρήσεις. Ο άνθρωπος σήμερα, είτε είναι μουσικός είτε όχι, έρχεται σε επαφή καθημερινά με συσκευές που περιέχουν μικροϋπολογιστές και αλληλεπιδρά με αυτές.

Σημαντικό στοιχείο της αλληλεπίδρασης αυτής είναι η διεπιφάνεια χρήστη (*User's Interface*) δηλαδή το σύνολο των στοιχείων του υπολογιστικού συστήματος μέσω των οποίων ο χρήστης έρχεται σε επαφή και αλληλεπιδρά με αυτό. Τέτοια στοιχεία είναι για παράδειγμα οι συσκευές εισόδου-εξόδου όπως το πληκτρολόγιο και η οθόνη ενός Η/Υ, τα στοιχεία (εικονίδια) με τα οποία αλληλεπιδρά κ.ά. Είναι γενικά αποδεκτό ότι ο καλός σχεδιασμός της διεπιφάνειας χρήστη των σύγχρονων υπολογιστών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποδοχή τους από τους χρήστες. Αυτό δεν ισχύει μόνο για τους Η/Υ, αλλά και για όλα τα μουσικά όργανα. Όσο καλύτερη διεπιφάνεια χρήστη έχουν, τόσο πιο προσιτά είναι στον μουσικό και εύκολα στην εκτέλεσή τους (Shackel, 1990).

1.7. Η συμβολή της τεχνολογίας στη μουσική

Ο κλάδος της επιστήμης που είναι γνωστός ως επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή (*Human-Computer Interaction, HCI*) έχει ως αντικείμενο τη μελέτη, το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, και την αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων δηλ. των συστημάτων που αλληλεπιδρούν σε μεγάλο βαθμό με τους χρήστες τους. Αυτή την επιστήμη την αξιοποιεί και η σύγχρονη μουσική για την κατασκευή διαδραστικών εγκαταστάσεων (*Installations*) και μουσικών αλληλεπιδραστικών περιβαλλόντων.

Η εμφάνιση του ηλεκτρονικού υπολογιστή αποτελεί μια ακόμη εξέλιξη που προσφέρει πλήθος δυνατοτήτων. Συνεχίζει όμως να βασίζεται στην τυποποίηση και μοντελοποίηση των τεχνικών που χρησιμοποιούνται από παλιά για τη σύνθεση μουσικής. Έτσι λοιπόν δίνεται έδαφος για να αναπτυχθούν νέα όργανα, νέες μέθοδοι ανάπτυξης μουσικού λόγου και καινούργιοι τρόποι προσέγγισης της σύνθεσης και εκτέλεσης της μουσικής.

Από όλα τα παραπάνω, είναι πλέον φανερό ότι η χρήση της τεχνολογίας στη μουσική είναι αυτονόητη. Στη σημερινή εποχή, έτσι όπως έχει εξελιχθεί η μουσική, δε νοείται σύγχρονος μουσικός, ο οποίος να μην είναι σε κάποιο βαθμό γνώστης της σύγχρονης αυτής τεχνολογίας. Ακόμη και αμιγώς κλασσικοί μουσικοί, βρίσκονται

καθημερινά πλέον μπροστά στα επιτεύγματα της, είτε αυτή λέγεται ηχογράφηση, είτε ζωντανή εκτέλεση σε ευρύ κοινό (μικρόφωνα, ενισχυτές, μεγάφωνα). Όμως, ακόμη και το κοινό έχει αποδεχτεί την τεχνολογία. Φυσικά δεν ισχύει κάτι τέτοιο και για το παρελθόν, όπου υπάρχουν σκληρές διαμάχες για τέτοιου είδους θέματα (ακόμη και η εμφάνιση του πιάνου φέρνει θύελλα αντιδράσεων κυρίως γιατί είναι μηχανικό κατασκεύασμα) (Rowe, 1993).

1.8. Το κλαβιέ και οι εκφραστικές χειρονομίες

Κάθε φορά που εργαζόμαστε με ένα ηλεκτρονικό μουσικό σύστημα, είτε ηχογραφούμε σε ένα στούντιο, είτε δίνουμε κάποια παράσταση σε κοινό, χρησιμοποιούμε κάποια συσκευή παράστασης (*performance device*) ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή για να ελέγξουμε το σύστημα. Το κλαβιέ για παράδειγμα, είναι η πιο συχνή σε χρήση συσκευή παράστασης. Όπως κάθε συσκευή παράστασης, η δομή του και οι εκφραστικές χειρονομίες που κάνουμε κατά την εκτέλεση, υποβάλλουν ένα συγκεκριμένο τρόπο σκέψης για τη μουσική εκτέλεση. Το κλαβιέ είναι ένας ασυνεχής ελεγκτής που χειριζόμαστε με τα δάκτυλά μας, ο οποίος μας οδηγεί στο να σκεφτόμαστε τη μουσική ως ξεχωριστές νότες. Καταγόμενο από μία πολύ μακρά εξέλιξη της δυτικής μουσικής και του δυτικού τρόπου κουρδίσματος, το κλαβιέ ικανοποιεί μουσικές ανάγκες εφόσον αυτές είναι συνεπείς με τις παραδοσιακές δυτικές μουσικές αξίες.

Σε γενικές γραμμές, κάθε χειρονομία πρέπει να εισηγείται και μία μουσική διαδικασία. Το να κουνά κάποιος το χέρι του στον αέρα, συνεπάγεται διεύθυνση κάποιου συνόλου. Το άγγιγμα σε διαφορετικές θέσεις ενός αντικειμένου με τα άκρα των δακτύλων υποδηλώνει την εκτέλεση κάποιου μουσικού οργάνου. Πιο συγκεκριμένα, οι ήχοι και οι διαδικασίες σε μία σύνθεση θα καθορίσουν ποια συσκευή παράστασης ταιριάζει καλύτερα στις μουσικές ανάγκες της σύνθεσης. Πέρα από την καταλληλότητα της συσκευής για παράσταση σε μια συγκεκριμένη μουσική περίπτωση, πρέπει το κοινό σε μία παράσταση να μπορεί να καταλάβει τον συσχετισμό ανάμεσα στις χειρονομίες του εκτελεστή και στο μουσικό αποτέλεσμα (Iazzetta, 2000).

1.9. Το ανθρώπινο σώμα στη μουσική

Η μουσική παράσταση μέσα σε ένα πολιτιστικό πλαίσιο συνδέεται άρρηκτα με το ανθρώπινο σώμα. Ιστορικά, το ανθρώπινο σώμα παίζει πολύ μικρό ρόλο στη σύνθεση και την εκτέλεση της μουσικής. Αυτή η έλλειψη σωματικής εμπλοκής οδηγεί σε πολλά προβλήματα στην παράσταση μέσα σε πολλά μουσικά πλαίσια.

Παρόλα αυτά, οι εκφραστικές χειρονομίες του ανθρώπινου σώματος τα τελευταία χρόνια έχουν τύχει μεγάλου ενδιαφέροντος, λόγω της ποικίλης χρηστικότητας τους στα αλληλεπιδραστικά συστήματα. Η αναγνώριση των εκφραστικών χειρονομιών είναι επίσης ένα μεγάλο πρόβλημα εξαιτίας της μεγάλης ποικιλομορφίας της κίνησης των άκρων και του σώματος, προβλήματα που βρίσκουν τη λύση τους το ένα μετά το άλλο τα τελευταία χρόνια.

Συμπερασματικά θα λέγαμε πως ο ηλεκτρονικός ήχος έχει ένα ευρύ παρελθόν με αφετηρία του όργανα όπως το theremin, και ένα πολύμορφο παρόν, έχοντας διεισδύσει σχεδόν σε κάθε είδος μουσικής ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες (Cadoz&Wanderley, 2000).

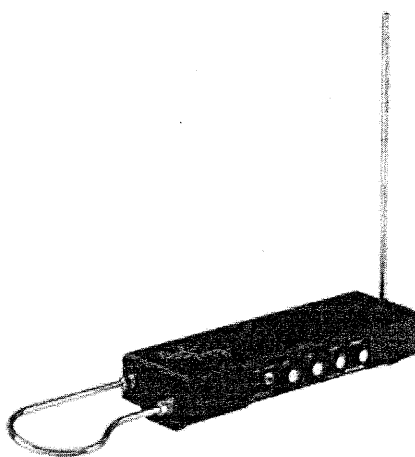
Κεφάλαιο 2

Η κατασκευή του theremin, η λειτουργία και ο τρόπος εκτέλεσής του, οι μορφές και οι ερμηνευτές αυτού

2.1. Το Theremin

2.1.1. Ιστορικό πλαίσιο γένεσης του theremin

Το theremin είναι μία από τις πρώτες προσπάθειες να συνδυαστεί η μουσική με την τεχνολογία του αιώνα μας και θεωρείται ότι είναι ο πρόγονος των σύγχρονων ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων. Με το όργανο αυτό μπορεί να εκτελεστεί από κλασική μουσική (Clara Rockmore), μέχρι Rock' n Roll (Led Zeppelin), ενώ ταυτόχρονα είναι επιστημονικό επίτευγμα και συσκευή παραγωγής ηχητικών εφέ σε ταινίες του Hollywood (Samuel Hoffmann).

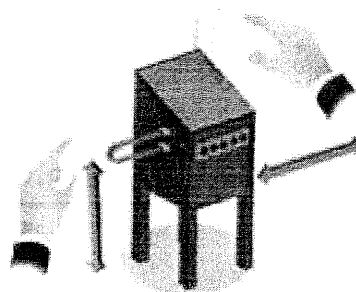


Η εποχή που συλλαμβάνει ο Leon Theremin την ιδέα να κατασκευάσει το παραπάνω όργανο, είναι η περίοδος που γίνονται γνωστές οι ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, κατασκευάζονται τα πρώτα ραδιόφωνα, γίνονται οι πρώτες ραδιοφωνικές εκπομπές και γενικά εξελίσσεται (με αφορμή τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο) η τεχνολογία της εκπομπής ραδιοφωνικών σημάτων. Ο κόσμος έχει μαγευτεί με το γεγονός ότι μπορεί να μεταδοθεί σήμα από απόσταση και χωρίς φυσική επαφή, πράγμα που συνέβη και νωρίτερα με την εφεύρεση του τηλεφώνου από τον Graham Bell. Όλα τα παραπάνω, είναι φυσικό να κεντρίζουν το ενδιαφέρον των ανθρώπων. Ανατέλλει μια νέα εποχή, «η εποχή του ηλεκτρισμού», και όπως είχε δηλώσει τότε ο Lenin «ο ηλεκτρισμός είναι θεός!» (Holmes, 1985).

2.1.2. Η εφεύρεση του theremin

Το theremin κατασκευάζεται γύρω στο 1919 από τον **Leon Theremin**, ενώ είναι φοιτητής στο Πανεπιστήμιο του Πέτρογκραντ. Όλα τα τότε γνωστά όργανα προϋποθέτουν φυσική επαφή με τον εκτελεστή. Ο εκτελεστής παίζει τα κρουστά κρούοντας το όργανο με τα χέρια του, τα έγχορδα τρίβοντας το δοξάρι στις χορδές, τα πληκτροφόρα πατώντας τα πλήκτρα, ενώ τέλος τα πνευστά κλείνοντας τις οπές του οργάνου με τα δάκτυλά του.

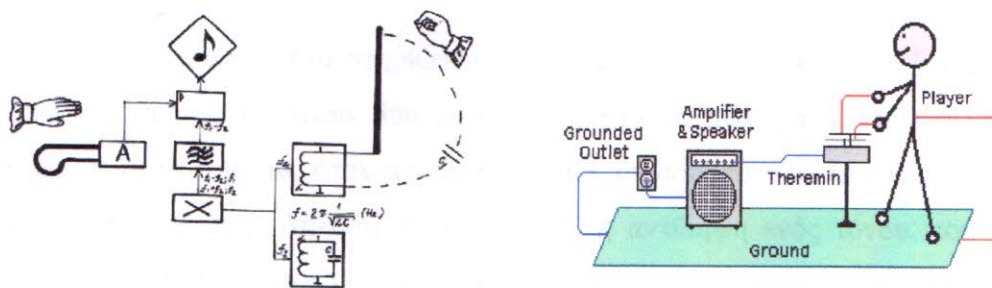
Ο Theremin λοιπόν επιθυμεί να κατασκευάσει ένα όργανο που κατά την εκτέλεσή του να μην υπάρχει καμία φυσική επαφή με αυτό, και τελικά το κατορθώνει. Το theremin είναι ένα όργανο σχετικά απλό στην κατασκευή του, που λειτουργεί με βάση το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και με αυτό μπορεί κανείς να παίζει μελωδίες



χωρίς να το αγγίζει. Ο εκτελεστής κινεί τα χέρια του μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από δύο κεραίες, μία για να ελέγχει το τονικό ύψος και μία την ένταση του ήχου. Αρχικά βέβαια, ο Theremin κατασκευάζει το όργανο με πεντάλ για τον έλεγχο της έντασης και αργότερα αντί γι' αυτό προσαρμόζει μία δεύτερη κεραία. (Glinsky, 2000). Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που το κάνει να έχει τεράστια εμπορική επιτυχία είναι το ότι το κοινό εντυπωσιάζεται από τον τρόπο εκτέλεσής του. Αποτελεί ουσιαστικά το πρώτο πραγματικά “space-controlled” ηλεκτρονικό μουσικό όργανο. Ο εφευρέτης παρομοιάζει την κίνηση που κάνει το δοξάρι του βιολιού και του τσέλου με αυτό του πριονιού, μία εξ' ολοκλήρου μηχανική κίνηση, ενώ ταυτόχρονα επιδιώκει να παράγεται μουσική χωρίς να απαιτείται μηχανική κίνηση. Ο διευθυντής ορχήστρας για παράδειγμα, χωρίς να κάνει μηχανικές κινήσεις, απλώς κινεί τα χέρια του και η μουσική επηρεάζεται από αυτές. Φυσικά η ορχήστρα παράγει τον ήχο μηχανικά, αλλά ο μαέστρος είναι αυτός που «κάνει» τη μουσική.

Το όργανο αρχικά παίρνει την ονομασία **etherophone** (από τον Hertz που πιστεύει ότι ο αιθέρας είναι αυτός που αποτελεί το μέσο διάδοσης των ηχητικών κυμάτων) ή **termenvox** ή **thereminvox**, αργότερα όμως καθιερώνεται η ονομασία **theremin** και στην Ευρώπη του δίνουν την ονομασία **theremophone**.

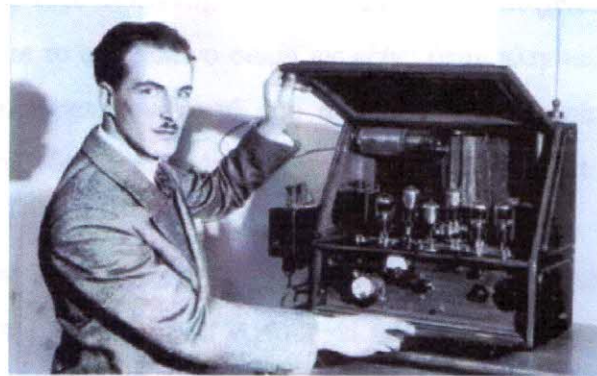
Αν σκεφτούμε τις διαστάσεις των άλλων οργάνων της εποχής (Telharmonium, Ondes Martenot) τα οποία είναι πολύ μεγάλα, οι διαστάσεις του οργάνου είναι λογικές και το καθιστούν ικανό να μεταφέρεται μαζί με ένα μεγάφωνο δικής του κατασκευής, που τον καθιστά κι έναν από τους πρώτους κατασκευαστές μεγαφώνων. Ο Theremin συνεχίζει να κατασκευάζει διάφορα μοντέλα, μικρότερα σε μέγεθος και πιο βελτιωμένα. Όσον αφορά την έκτασή του, αυτή είναι 5 οκτάβες με ψηλότερη συχνότητα τα 1440 Hz και ικανοποιητικό δυναμικό εύρος (Taub, 1999).



Σχήματα 2.1, 2.2: Σχηματική αναπαράσταση της παραγωγής ήχου από το theremin (αριστερά), και των ορατών (μπλε γραμμή-ηλεκτρικό ρεύμα) και μη (κόκκινη γραμμή-ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και γείωση) συνδέσεων που υπάρχουν σε αυτό (δεξιά) (Glinsky, 1992; Taub, 1999).

2.1.3. Αρχές λειτουργίας του theremin

Η λειτουργία του theremin στηρίζεται στο φαινόμενο του διακροτήματος, και λειτουργεί με πυκνωτές και λυχνίες.



Εικόνα 2.1: Ο Leon Theremin επιδεικνύει τη δημιουργία του (Glinsky, 1992).

2.1.3.1. Οι λυχνίες

Γύρω στο 1920, οι λυχνίες ήδη χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές σχετικές με το ραδιόφωνο. Ο Theremin τις αξιοποιεί για να παράγει ήχο.



2.1.3.2. Το φαινόμενο του διακροτήματος

Η λειτουργία του στηρίζεται επίσης και στο φαινόμενο του διακροτήματος. Δύο ταλαντωτές παράγουν δύο ηχητικά σήματα με μικρή διαφορά στη συχνότητά τους. Αυτά τα σήματα, όταν ακούγονται μαζί, δημιουργούν το ακουστικό φαινόμενο του διακροτήματος. Δηλαδή, δημιουργείται η αντίληψη ενός τόνου, του οποίου η συχνότητα ισούται με τον μέσο όρο των δύο πρώτων τόνων. Ο ένας ταλαντωτής παράγει μία σταθερή συχνότητα πάνω από τα όρια της ανθρώπινης ακοής, ενώ ο άλλος παρουσιάζει διακυμάνσεις στη συχνότητα ανάλογα με την κίνηση των χεριών του εκτελεστή στην κάθετη κεραία η οποία έχει αδύναμο ηλεκτρομαγνητικό φορτίο (μικρότερο από ένα τρισεκατομμυριοστό του Farad). Αυτό γίνεται έτσι ώστε η συσκευή να χρησιμοποιηθεί ως μουσικό όργανο και παράγει τον χαρακτηριστικό ήχο του theremin (Glinsky, 2000).

2.1.3.3. Ο πυκνωτής

Στον γνωστό τότε πυκνωτή, η χωρητικότητά του αυξάνει αν η μία πλάκα του «αλληλεπιδράσει» με το ανθρώπινο σώμα ως εξής: όταν πλησιάζει π.χ. το ανθρώπινο χέρι τη μία πλάκα, η χωρητικότητά του αυξάνει. Ο Theremin βελτιώνει αυτή τη διάταξη εισάγοντας διάφορα αέρια μέσα στη λυχνία και παρατηρεί ότι αν προσαρμόσει ένα κύκλωμα κουρδισμένο σε μια συχνότητα, με τις αλλαγές της χωρητικότητας του πυκνωτή, η συχνότητα αλλάζει. Ανακαλύπτει λοιπόν ένα βολτόμετρο (μία απλή διάταξη που λειτουργεί με την αρχή του πυκνωτή) που παίζει μουσική.

Ουσιαστικά δημιουργείται ένας πυκνωτής ανάμεσα στην κεραία και στο χέρι του εκτελεστή. Χρησιμοποιώντας το ανθρώπινο ηλεκτρικό φορτίο (ή αλλιώς τη

δεύτερη πλάκα του πυκνωτή), ο πυκνωτής μεταβάλλει τη χωρητικότητα του καθώς το χέρι κινείται. Αν το χέρι πλησιάζει την κεραία, μικραίνει η απόσταση μεταξύ των πλακών, η χωρητικότητα αυξάνει και η συχνότητα ανεβαίνει. Το αντίθετο συμβαίνει αν το χέρι απομακρύνεται από την κεραία. Αν το χέρι απομακρυνθεί εντελώς, ο πυκνωτής παύει να υφίσταται (από τη στιγμή που δεν υπάρχει πια δεύτερη πλάκα) και συνεπώς δεν υπάρχει και ήχος. Όσον αφορά την κεραία της έντασης, αυτή θα πρέπει να είναι κάθετη στην κεραία του τονικού ύψους για να μη γίνονται παρεμβολές από τη μία κεραία στην άλλη (Schillinger, 1931).¹

Όσον αφορά την λειτουργία των κεραιών, ο Leon Theremin, κατασκευάζει και όργανα για αριστερόχειρες, που οι κεραίες τους είναι τοποθετημένες αντίστροφα ή και μοντέλα στα οποία η ένταση ελέγχεται με πεντάλ, ανάλογα με την επιθυμία του αγοραστή.



¹ Για να μην υπάρχουν παρεμβολές ηλεκτρομαγνητικής φύσεως (EMI :Electro-Manetic Interference). Αυτό μπορούμε να το παρατηρήσουμε και στα σημερινά στούντιο ηχογράφησης, όπου τα audio καλώδια πρέπει να έχουν όσο το δυνατόν λιγότερο επαφή με τα καλώδια ρεύματος (δεν πρέπει να είναι παράλληλα). Διαφορετικά δημιουργείται ένας βόμβος (από την συχνότητα εναλλαγής της ροής των ηλεκτρονίων του εναλλασσομένου ρεύματος). Ο Theremin είναι από τους πρώτους που παρατηρεί αυτό το γεγονός.



Εικόνες 2.2, 2.3, 2.4: Το εσωτερικό του theremin με τις λυχνίες και τα δύο πηνία για τις κεραίες (Chadabe, 1997).

2.1.4. Ο ήχος του

Ο ήχος του είναι πλούσιος, γεμάτος και βελούδινος. Άλλοτε μοιάζει με βιολί ή τσέλο και άλλοτε με ανθρώπινη φωνή. Πάντα όμως είναι λυρικός και μελωδικός, πράγμα που κάνει το όργανο εξαιρετικό για solo παίξιμο. Ο ήχος του αποτελείται από τη θεμέλια συχνότητα (καθαρό ημιτονοειδές σήμα) και μερικούς αρμονικούς που του δίνουν όγκο.

Από το RCA theremin και μέχρι και τα σημερινά όργανα (τα οποία αποτελούνται από ηλεκτρονικά εξαρτήματα), υπάρχουν κουμπιά (knobs) που μπορούν να αυξομειώσουν τους αρμονικούς (brightness), αλλά και να μεταβάλουν λίγο τη χροιά και την κυματομορφή του (waveform). Το theremin είναι ίσως το μόνο πραγματικά ηλεκτρικό/ηλεκτρονικό όργανο με τον πιο αυθεντικό, αναλογικό ήχο. Όποιος ακούσει ή καλύτερα δοκιμάσει να παίζει, θα νιώσει κυριολεκτικά «το ρεύμα και τον ήχο να περνά μέσα από τα χέρια και το σώμα του» (Chadabe, 1997).

2.1.5. Η προώθηση του theremin στην Αμερική

2.1.5.1. Το RCA theremin

Οι χρηματοδότες του οργάνου δεν αργούν να βρεθούν, με τον κολοσσό της αμερικανικής βιομηχανίας ηλεκτρονικών ειδών Radio Corporation of America (RCA) να κατασκευάζει σύντομα, το 1929, ένα theremin με έκταση τρεισήμισι οκτάβες. Η RCA ρισκάρει αρκετά με την προώθηση του οργάνου αυτού. Πραγματικά, το theremin είναι ένα καινούργιο προϊόν και δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι θα αγοραστεί από τον κόσμο, σε αντίθεση με άλλα ηλεκτρονικά προϊόντα (ραδιόφωνα) που έχουν ανταπόκριση αυτή την εποχή. Παρόλα αυτά η RCA κατασκευάζει περίπου 500 theremin.



Ο ίδιος ο Theremin κάνει περιοδείες και συναυλίες σε όλη τη χώρα παίζοντας έργα κλασσικής και ελαφράς μουσικής, είτε σόλο, είτε με άλλα όργανα, με σκοπό να προωθήσει το όργανο. Τα θέατρα όπου γίνονται αυτές οι συναυλίες γεμίζουν ασφυκτικά με κόσμο που θέλει να δει και να ακούσει από κοντά αυτό το αιθέριο, φερμένο από το μέλλον κατασκεύασμα (Holmes, 1985).

Η RCA, από τη μεριά της, συνεχώς το διαφημίζει στο ραδιόφωνο και στην τηλεόραση (οι περισσότεροι ραδιοφωνικοί σταθμοί και τηλεοράσεις είναι ιδιοκτησία της RCA), όπως επίσης κάνει και εκπομπές ειδικά αφιερωμένες στο πρόσωπο του Theremin στις οποίες παρευρίσκεται ο ίδιος και εξηγεί τις αρχές λειτουργίας του οργάνου και άλλα θέματα γύρω από αυτό. Το ίδιο κάνει και στις συναυλίες του πριν αρχίσει να ερμηνεύει μουσικά κομμάτια.

2.1.5.2. Η διαφήμιση του οργάνου και η δυσαρέσκεια του κόσμου

Η διαφήμιση του theremin είναι πραγματικά υπερβολική. Παρουσιάζεται ως όργανο φερμένο από το μέλλον και εύκολο στην εκμάθηση, πράγμα το οποίο δεν είναι ακριβές. Υιοθετείται η άποψη λοιπόν, ότι ο καθένας μπορεί να εκτελεί οποιοδήποτε κομμάτι οποιοδήποτε συνθέτη επιθυμεί, στο λεπτό και χωρίς καμία προηγούμενη εξάσκηση και προσπάθεια, απλώς κουνώντας τα χέρια. Αυτό όπως

μπορούμε όλοι να αντιληφθούμε είναι εκτός πραγματικότητας. Παρόλα αυτά, αρκετοί άνθρωποι αγοράζουν theremin θέλοντας να πειραματιστούν, πράγμα που δε διαρκεί πολύ γιατί οι αγοραστές διαμαρτύρονται για την παραπλάνηση και έτσι οι πωλήσεις του theremin πέφτουν δραματικά.

Ο Theremin προσπαθεί μόνος του με περιοδείες και συναυλίες να βελτιώσει το κύρος του οργάνου, αλλά οι πωλήσεις αρχίζουν να έχουν καθοδική πορεία. Μόνο άνθρωποι που επιθυμούν πραγματικά να ασχοληθούν με τη μελέτη του οργάνου αυτού, προχωρούν σε αγορά του (Kettlewell, 2002).

2.1.6. Η αλήθεια πίσω από τη προώθηση του theremin

2.1.6.1. Η παρουσίαση του theremin στη Ρωσία

Το theremin έχει μια μεγάλη ιστορία (ίσως την πιο πολύπλευρη από κάθε ηλεκτρονικό όργανο), όπως ακριβώς και ο εφευρέτης του. Η παρουσίαση του πρώτου οργάνου γίνεται τον Οκτώβριο του 1920 στο Κρεμλίνο παρουσία του Λένιν και άλλων προσκεκλημένων της κομμουνιστικής παράταξης, κλεισμένων των θυρών. Ο Λένιν ενθουσιάζεται, προσπαθεί να παίξει και ομολογουμένως είναι αρκετά επιδέξιος σε αυτό.

Παρόλα αυτά δεν τυγχάνει της αξίας που του αρμόζει γιατί οι μόνες εφευρέσεις που προωθούνται τότε είναι κυρίως στρατιωτικής φύσης. Παρόλη την αρχική απαγόρευση, ο Λένιν δίνει τη συγκατάθεσή του και ο Theremin παρουσιάζει το όργανο σε διεθνή έκθεση στη Γερμανία (Βερολίνο), χωρίς όμως να κάνει ιδιαίτερη εντύπωση. Μόνο μερικοί διορατικοί άνθρωποι από την εφημερίδα New York Times αντιλαμβάνονται τη σημαντικότητα του οργάνου και του εφευρέτη του, και τον καλούν στην Αμερική για περιοδείες, παρουσιάσεις, επιδείξεις, και ίσως και για εμπορική εκμετάλλευση. Ο Theremin απογοητευμένος από το καθεστώς της χώρας του πιστεύει ότι μόνο στην Αμερική θα μπορέσει να προωθήσει το όργανο διότι είναι μια ελεύθερη χώρα και παρέχει πολλές ευκαιρίες για ευημερία. Έτσι, με την πρώτη ευκαιρία, πηγαίνει στη Νέα Υόρκη για να βρει χρηματοδότες (Mattis, 1989).

2.1.6.2. Η κατασκοπευτική τακτική της Ρωσίας

Ίσως όμως η αλήθεια να μην είναι ακριβώς αυτή. Τα στοιχεία που τον παρουσιάζουν ως κατάσκοπο, δείχνουν ότι η Ρωσία χρησιμοποιεί την εφεύρεσή του ως πρόσχημα για να υποκλέψει τις νέες τεχνολογίες των άλλων κρατών. Είναι πλέον αποδεδειγμένο ότι ο Theremin πηγαίνει στην έκθεση του Βερολίνου και με την κατασκοπευτική του ιδιότητα. Εκείνη ακριβώς την περίοδο οι διπλωματικές σχέσεις Ρωσίας-Γερμανίας είναι ανύπαρκτες. Η ρωσική κυβέρνηση αποσύρει τον πρέσβη της Γερμανίας από τη χώρα, και η δεύτερη με τη σειρά της αποσύρει όλο το ρώσικο πληθυσμό από τα εδάφη της (μαζί με αυτούς και τους ήδη υπάρχοντες κατασκόπους). Οπότε η διεθνής έκθεση στο Βερολίνο είναι μία πρώτης τάξεως ευκαιρία να ενημερωθεί η Ρωσία, μέσω του Theremin για τις καινούργιες παγκόσμιες εφευρέσεις και τις προόδους στην τεχνολογία.

Όσον αφορά την περιοδεία του Theremin στις Η.Π.Α. γίνεται και με σκοπό να γνωρίσει από κοντά και να αξιολογήσει την τεχνολογία της χώρας αυτής. Η Ρωσία δεν έχει επίσημες διπλωματικές σχέσεις με τις Η.Π.Α. και ενισχύει την εγκατάσταση Ρώσων σε αυτή με σκοπό την κατασκοπία. Είναι άλλωστε γνωστό ότι είναι κατασκοπευτική τακτική της Ρωσίας να στέλνει ανθρώπους (κατασκόπους), σε χώρες που την ενδιαφέρουν για να υποκλέπτουν πολύτιμες πληροφορίες. Η συνήθης ιδιότητα αυτών των ανθρώπων είναι εμπορικοί αντιπρόσωποι, οι οποίοι ιδρύουν εταιρίες με ντόπιους πολίτες για κάλυψη της δραστηριότητάς τους. Τα παραπάνω γίνονται σε χώρες όπως οι Η.Π.Α., η Γερμανία, η Κούβα, η Χιλή, η Αργεντινή, κ.ά. (Glinsky, 2000).

2.1.7. Μουσική για το theremin

2.1.7.1. Η έλλειψη ενδιαφέροντος των συνθετών

Ο Theremin επιθυμεί να γραφεί μουσική αποκλειστικά για το όργανο. Γι' αυτό το λόγο κάνει συνεχώς επιδείξεις και συναυλίες, όμως οι συνθέτες δεν ενδιαφέρονται σοβαρά γιατί από τη μια μεριά τη μελωδία του theremin μπορεί να παιχθεί κάλλιστα από ένα βιολί ή τσέλο και από την άλλη, οι σολίστες είναι πολύ

σπάνιοι, με την Clara Rockmore ως την ερμηνεύτρια με τη μεγαλύτερη ακρίβεια στην εκτέλεση κλασικών παρτιτούρων.

Πολλοί πιστεύουν ότι το theremin, λόγω ηχοχρώματος, μπορεί να παίζει μόνο συγκεκριμένα είδη μουσικής (λυρική μουσική). Επίσης δεν είναι ρυθμικό όργανο (δεν υπάρχει δυνατότητα συνοδείας, όπως στο πιάνο) και αυτό δημιουργεί πρόσθετα προβλήματα. Συνέπεια όλων αυτών είναι να μην υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τη μεριά τους. Επίσης, οι μουσικολόγοι σταματούν να ενδιαφέρονται γι' αυτό το όργανο θεωρώντας το προβληματικό (Schillinger, 1931).

2.1.7.2. Μουσική αποκλειστικά για το theremin

Παρόλα αυτά, τελικά συνθέτονται κομμάτια ειδικά για το theremin. Ο πρώτος συνθέτης που επιχειρεί κάτι τέτοιο είναι ο Andrei F.Paschtschenco (1883-1972), με το "*A Symphonic Mystery*" για theremin και ορχήστρα και το παρουσιάζει το Μάιο του 1924 με την Leningrad Philharmonic. Άλλοι συνθέτες που ασχολούνται με τη σύνθεση έργων για theremin είναι ο Edward Varése (1885-1965), τον οποίο προσεγγίζει ο ίδιος ο εφευρέτης, ο Joseph Schillinger με το έργο του "*First Airphonic Suite*" (1895-1943), ο Henry Cowell, ο Arthur Honegger, ο Percy Grainger, ο Alfred Schnittke, κ.ά.

Η Lucie Bigelow-Rosen κατορθώνει να πείσει συνθέτες να της γράψουν μουσική για το theremin, όπως τον Martinu (1890-1959) με το έργο "*Fantasia for Theremin*". Ο John Cage, με τη σειρά του, είναι της γνώμης ότι το theremin δεν είναι κλασσικό όργανο και κακώς παίζεται κλασσική μουσική με αυτό. Εφόσον είναι ηλεκτρονικό όργανο, πρέπει να γραφεί μουσική ειδικά γι' αυτό.

Πολύ αργότερα το συγκρότημα Beach Boys χρησιμοποιεί το theremin και κυκλοφορεί ένα δίσκο με τίτλο "*Good Vibrations*" (Holmes, 1985).

2.1.7.3. Η μουσική για τον κινηματογράφο και το theremin

Ιδιαίτερη έξαρση του ενδιαφέροντος για το theremin σημειώνεται τη δεκαετία του 1940, όπου εμφανίζεται πάλι ο γνώριμος ήχος του στις ταινίες του Hollywood. Οι ταινίες αυτές είναι κυρίως επιστημονικής φαντασίας και θρίλερ. Η συμμετοχή του theremin σε αυτές τις ταινίες βρίσκει αντίθετες τις δύο μεγάλες ερμηνεύτριες του οργάνου, οι οποίες πιστεύουν πως το theremin είναι ένα όργανο, σαν όλα τα άλλα, το οποίο προσπαθεί να εκφράσει συναισθήματα και να δημιουργήσει εικόνες και όχι μια μηχανή εκφοβισμού. Δεν είναι απλώς ένα ηχητικό εφέ το οποίο ακούγεται όταν κάνει την εμφάνισή του ένα τέρας ή ένας δράκουλας, όπως γίνεται συχνά στις ταινίες του Hollywood (Martin, 1995).

2.1.8. Η αποδοχή του κοινού

Η επιτυχία του theremin είναι δεδομένη γιατί ακριβώς το κοινό δεν έχει δει ξανά κάτι παρόμοιο, καθώς δεν είναι κατασκευασμένο με στόχο να προσομοιάζει κάποιο υπάρχον όργανο (π.χ. το Telharmonium είναι κατασκευασμένο στα πρότυπα του εκκλησιαστικού οργάνου, όπως και προγενέστερα και μεταγενέστερα πειραματικά όργανα με κλαβιέ).

Όλοι οι κατασκευαστές μουσικών οργάνων της εποχής προσπαθούν να δημιουργήσουν ένα όργανο που να έχει τη μορφή παραδοσιακού οργάνου, αλλά και να είναι φιλικό προς το χρήστη, να είναι δηλαδή κάτι ήδη οικείο σε αυτόν. Το εκκλησιαστικό όργανο φαίνεται να είναι ιδανικό γι αυτές τις κατασκευές. Γενικά, το εκκλησιαστικό όργανο δίνει μεγάλη ώθηση στην εξέλιξη των ηλεκτρονικών οργάνων διότι έχει πολλά κλαβιέ, μεγάλη έκταση, λειτουργεί με register, stop και pedal και το κυριότερο είναι ότι μπορεί να παίζει από το ίδιο πληκτρολόγιο διάφορα ηχοχρώματα απλά με αλλαγή των register. Έτσι πολλοί σκέφτονται ότι ένα πληκτροφόρο όργανο που θα μπορούσε να παίζει πολλά διαφορετικά ηχοχρώματα θα έχει επιτυχία, καθώς όλες οι αίθουσες συναυλιών και όλες οι εκκλησίες θα θέλουν να το αγοράσουν.

Ο Theremin πρωτοτυπεί και δεν ακολουθεί την παραπάνω φιλοσοφία, κατασκευάζοντας ένα τελείως πρωτότυπο όργανο που όμοιό του δεν υπάρχει πουθενά και κάνει τον κόσμο να ενδιαφερθεί για το ιδιόμορφο ηχώχρωμά του (Sterritt, 1995).

2.1.9. Τα προβλήματα που προκύπτουν από την ξαφνική φυγή του Theremin

Η απομάκρυνσή του Theremin από τις Η.Π.Α. όταν ξεσπάει ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος, αφήνει μεγάλο κενό καθώς τα καινούργια ηλεκτρονικά μηχανήματα αποτελούν ακόμη ανώριμη τεχνολογία. Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα είναι αρκετά ασταθή και χρειάζονται συχνά επισκευή (επηρεάζονται από την υγρασία), με αποτέλεσμα όσοι εκτελεστές υπάρχουν, να αποφεύγουν να εξασκηθούν στο όργανο φοβούμενοι μη χαλάσει. Οι Clara Rockmore και Lucie Bigelow Rosen με την εξαφάνιση του Theremin, αγοράζουν αρκετά όργανα από την RCA ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα σε περίπτωση που χαλάσει το δικό τους. Τότε είναι που η RCA πουλάει όλα τα όργανα που έχουν απομείνει. Όσο και να τα προφυλάσσουν όμως από φθορές, πάντα έρχεται η στιγμή που χρειάζονται κάποια επιδιόρθωση.

Παρά τις διάφορες πληροφορίες που δίνει ο Theremin για τον τρόπο κατασκευής του οργάνου στις συναυλίες του, κανείς δεν γνωρίζει πως ακριβώς είναι κατασκευασμένο. Στο theremin κάνει συνεχώς βελτιώσεις στα σχέδια και στα κυκλώματα, τα οποία γνωρίζει μόνο ο ίδιος. Φεύγοντας όμως τόσο απρόοπτα από την Αμερική και παίρνοντας όλα τα σχεδιαγράμματα των κυκλωμάτων μαζί του, τα προβλήματα που προκύπτουν, μένουν άλυτα. Πολλοί δοκιμάζουν να επιδιορθώσουν μόνοι το theremin τους, αλλά όχι με μεγάλη επιτυχία. Έτσι καλούνται να τα λύσουν διάφοροι ηλεκτρονικοί.

Ένας από αυτούς τους ηλεκτρονικούς είναι και ο Robert Moog, ο οποίος αναλαμβάνει να επιδιορθώσει το theremin της Rosen. Το συγκεκριμένο όργανο είναι το τελευταίο που φτιάχνει ο Theremin, και φυσικά το πιο άρτιο στην κατασκευή. Ωστόσο, ο Theremin, γνωρίζοντας την επικείμενη φυγή στην πατρίδα του, κάνει παραπλανητικές συνδεσμολογίες μέσα στο όργανο που δεν εξυπηρετούν κανέναν άλλο λόγο παρά την παραπλάνηση των τεχνικών. Πράγμα που τελικά καταφέρνει και για αρκετό καιρό δεν μπορεί κανείς να επιδιορθώσει το συγκεκριμένο theremin. Ο Moog παρόλα αυτά κατορθώνει να επιδιορθώσει το theremin της εξαιρετικής ερμηνεύτριας και γίνεται παντού περιζήτητος (Glinsky, 1992).

2.1.10. Άλλες μορφές του theremin

Οι παραλλαγές του theremin είναι το **music-stand theremin** και το **theremin με pedal** για διαχείριση της έντασης. Όσον αφορά το τελευταίο, ο Theremin το κατασκευάζει για ειδικές χρήσεις, λόγω χάρη για να κάνει να ενδιαφερθούν κι άλλοι εκτελεστές οι οποίοι παίζουν ηλεκτροφόρα όργανα και είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση του πεντάλ. Αν και η διαχείριση της έντασης με pedal είναι αρκετά δύσκολη σε σχέση με την εκτέλεση χρησιμοποιώντας την κεραία της έντασης, αρκετοί το προτιμούν.

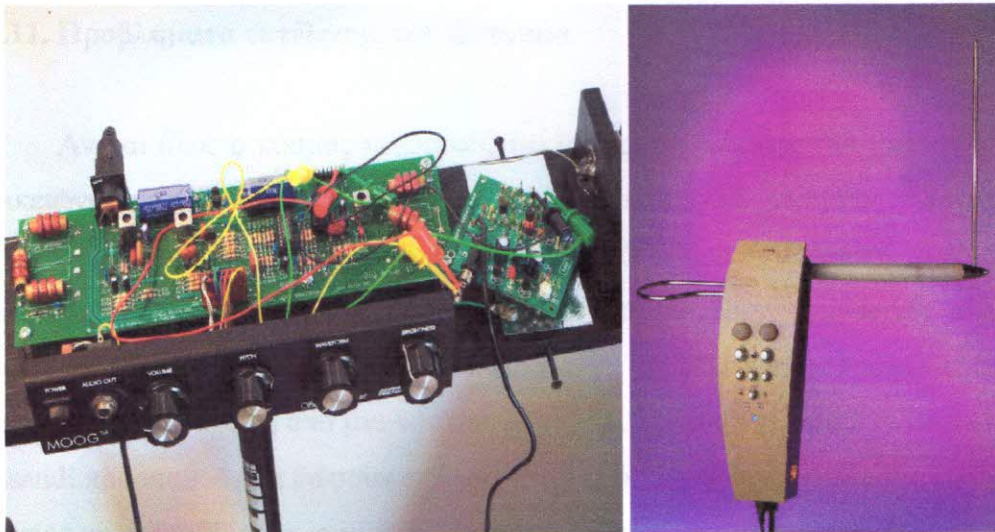


Επίσης τέτοια όργανα με πεντάλ κατασκευάζονται και σήμερα για σύγχρονους performers οι οποίοι παίζουν με δύο theremins ταυτόχρονα και έχουν διαθέσιμα μόνο τα πόδια τους για να χειρίζονται την ένταση των οργάνων (με τα δύο τους χέρια χειρίζονται τις δύο αντίστοιχες κεραίες του τονικού ύψους). Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι του ίδιου του Theremin δεν του αρέσει ιδιαίτερα αυτή η ιδέα γιατί με αυτό τον τρόπο το theremin αποκτά φυσική επαφή με τον εκτελεστή του και το ζητούμενο είναι αυτή να μην υπάρχει. Να είναι δηλαδή ένα “space-controlled instrument”.

Υπάρχει επίσης και το **polyphonic theremin**, στο οποίο ο εκτελεστής με το αριστερό χέρι ορίζει ποιες συγχορδίες θα ακούγονται ταυτόχρονα με το δεξί χέρι το οποίο ελέγχει το τονικό ύψος. Το τελευταίο μένει σε πειραματικό επίπεδο.

Άξιο αναφοράς είναι το **eye-controlled theremin**, στο οποίο η κίνηση του ματιού μπορεί να ελέγχει τη χροιά του οργάνου με ειδικούς φακούς κατάλληλα προσαρμοσμένους στο μάτι του εκτελεστή. Η ένταση και το τονικό ύψος ρυθμίζεται με τα χέρια. Κι αυτό το όργανο δεν διατίθεται ποτέ εμπορικά.

Ο Robert Moog κατασκευάζει theremin (etherwave theremin, etherwave pro) ήδη από το 1962 σε διάφορα μεγέθη και σχήματα με σύγχρονα ηλεκτρονικά εξαρτήματα (Shapiro, 2000).



Εικόνες 2.5, 2.6: Το εσωτερικό του Etherwave theremin και το σύγχρονο theremin του Moog (Shapiro, 2000).

Υπάρχει ακόμη και η δυνατότητα να φτιάξει κανείς μόνος του ένα theremin, αν διαθέτει βασικές γνώσεις ηλεκτρονικών κατασκευών.



Εικόνες 2.7, 2.8, 2.9, 2.10: Theremin που κατασκεύασαν ιδιώτες σύμφωνα με δικά τους σχέδια (Chadabe, 2000).

2.1.11. Προβλήματα εκτέλεσης του theremin

Αν και όλος ο κόσμος ενθουσιάζεται με τις δυνατότητες του theremin, μόλις εξοικειώνεται μαζί του, αρχίζει να διαμαρτύρεται ότι δεν υπάρχει η δυνατότητα εκτέλεσης μεμονωμένων φθόγγων. Πρακτικά αυτό δεν είναι αδύνατον γιατί με την κατάλληλη τεχνική και επιδεξιότητα μπορούν να παιχθούν ξεχωριστές αλλά και staccato νότες. Πολλοί ισχυρίζονται πως για να παιχτεί μια μελωδία, πρέπει να διακόπτεται η μετάβαση από μια νότα σε μια άλλη. Τη λύση γι' αυτά τα ανεπιθύμητα glissandi προσπαθούν να δώσουν πολλοί. Ένας από αυτούς είναι ο Martin Taubmann, ο οποίος προσαρμόζει ένα κουμπί ή ακόμη και πεντάλ στο όργανο που δίνει δύο μόνο πληροφορίες στον ήχο: ήχο on και off. Έτσι μπορούν να παιχθούν οποιαδήποτε περάσματα με μεγάλη ευκολία.

2.2. Τρόπος Εκτέλεσης του Theremin

Εισαγωγή

Δεν υπάρχουν πολλές μέθοδοι εκμάθησης του οργάνου, γιατί ο ίδιος ο δημιουργός του, ο Leon Theremin, είναι πάντα πλάι σε όποιον επιθυμεί να δοκιμάσει τις δυνατότητες του theremin. Μετά την εξαφάνιση του εφευρέτη όμως, δεν υπάρχει κανείς να καθοδηγήσει τους μαθητές στην εκμάθηση του οργάνου. Τότε είναι ακριβώς που αρχίζουν να εκδίδονται οι μέθοδοι, λίγες σε αριθμό, αλλά αρκετά ακριβείς. Προϋπόθεση αυτών των μεθόδων είναι η ύπαρξη κάποιων βασικών γνώσεων μουσικής, όπως νότες, διαστήματα, κλίμακες, κτλ.

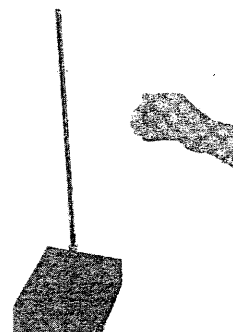
Πρέπει να αναφέρουμε για μία ακόμη φορά τη λειτουργία των κεραιών του οργάνου. Η δεξιά κεραία καθορίζει το τονικό ύψος του παραγόμενου ήχου· όσο πιο πολύ πλησιάζει το χέρι στην κεραία ανεβαίνει το τονικό ύψος, ενώ όταν το χέρι απομακρύνεται το τονικό ύψος κατεβαίνει. Η αριστερή κεραία καθορίζει την ένταση του παραγόμενου ήχου· όσο πιο πολύ πλησιάζει το χέρι την κεραία ελαττώνεται η ένταση του ήχου, ενώ το αντίθετο συμβαίνει όταν το χέρι απομακρύνεται από την κεραία.

2.2.1. Στάση του σώματος

Και η παραμικρή κίνηση του σώματος επηρεάζει το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του οργάνου, άρα καλό θα ήταν να βρεθεί μία βολική στάση με τα πόδια στη διάσταση και στο κέντρο του οργάνου με μία μικρή κλίση προς τα αριστερά. Γενικά όμως πρέπει να προσπαθούμε να είμαστε όσο μπορούμε ακίνητοι. Το χαρακτηριστικό στην ερμηνεία της Clara Rockmore είναι ότι παραμένει τελείως ακίνητη καθ' όλη τη διάρκεια του κομματιού.

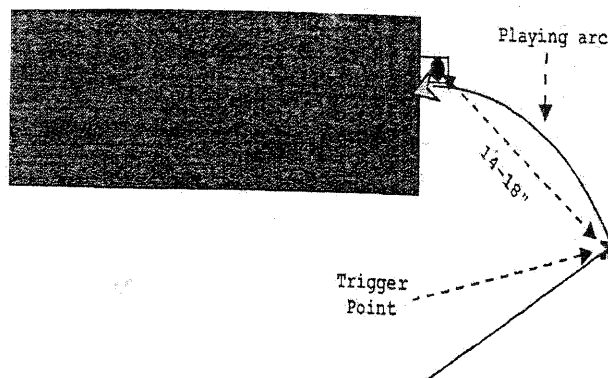
2.2.2. Τεχνική δεξιού χεριού

Τα δάκτυλα του δεξιού χεριού θα πρέπει να είναι στο ύψος της μέσης της δεξιάς κεραίας. Πρόκειται για μία θέση η οποία έχει προκύψει εμπειρικά και μόνο. Γενικά το χέρι πρέπει να βρίσκεται στην ευθεία που ορίζει το στήθος του εκτελεστή και όχι πιο κάτω (π.χ. κοιλιά).



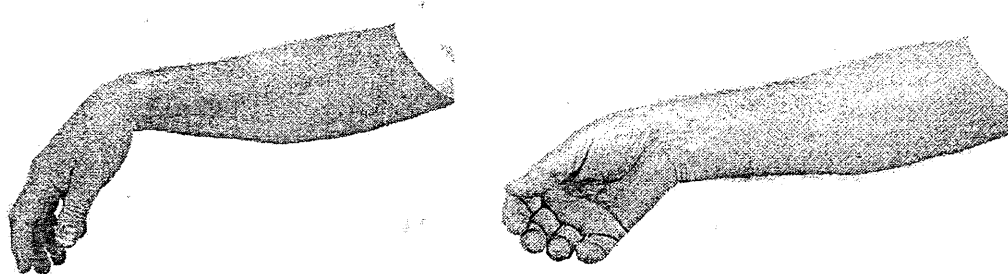
Για την παραγωγή τονικού ύψους, πρέπει να γίνονται κινήσεις από διάφορα μέρη του χεριού, είτε από τον βραχίονα, είτε από τον καρπό, είτε από τα δάκτυλα.

Το σημείο ενεργοποίησης της δεξιάς κεραίας, δηλαδή από ποιο σημείο του χώρου αρχίζει να δημιουργείται ήχος, ή από ποιο σημείο το χέρι εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο του οργάνου, ή αλλιώς, το *trigger point*, είναι 14-18 ίντσες (31-40cm) μακριά από την κεραία.



2.2.3. Τεχνική δεξιού καρπού και δακτύλων

Για να φέρουμε τον καρπό στη σωστή θέση παιξίματος πρέπει να ακολουθήσουμε τις εξής απλές οδηγίες: Αν αφήσουμε τον καρπό ελεύθερο και περιστρέψουμε τον βραχίονα προς τα δεξιά, ο καρπός θα έρθει στην σωστή θέση (βλ. σχήμα 2.2 ,2.3).



Σχήμα 2.2, 2.3: Η σωστή θέση του δεξιού χεριού.

Αυτό που χρειάζεται στη συνέχεια είναι να ελέγξουμε τη θέση και την κίνηση των δακτύλων. Τα δάκτυλα λοιπόν κινούνται στο τόξο που ορίζει το ανοιγοκλείσιμό τους. Ανοιγοκλείνοντας τα δάκτυλα έρχονται κοντύτερα και μακρύτερα της κεραίας, δηλαδή παράγονται διάφορα τονικά ύψη. Το ίδιο μπορεί να συμβεί αν μετακινήσουμε όλο το χέρι μπρος-πίσω, όμως η πρώτη κίνηση είναι πιο εύκολη, πιο ξεκούραστη και κατά συνέπεια προτιμότερη.

2.2.4. Χρησιμοποιώντας τον καρπό και τον βραχίονα

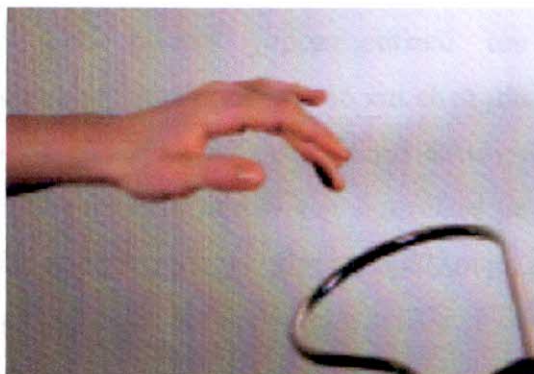
Όταν η μελωδία που θέλουμε να εκτελέσουμε αποτελείται από γειτονικές νότες, τότε η κίνηση των δακτύλων είναι αρκετή. Όταν όμως η μελωδία έχει μεγάλη έκταση και αποτελείται από πηδήματα, τότε την κίνηση των δακτύλων παίρνουν η κίνηση του καρπού κι ακόμη περισσότερο η κίνηση του βραχίονα. Γενικά ο αριθμός των φθόγγων και η εγγύτητα προς την κεραία καθορίζουν τη θέση των δακτύλων σε σχέση με τον βραχίονα. Το βασικό όμως που πρέπει να ακολουθούμε κατά την εκτέλεση μιας μελωδίας είναι να κινούμε τα δάκτυλα μέχρι ένα σημείο ανάπαυλας (παύση, μεγάλη χρονική διάρκεια), να χρησιμοποιούμε τον καρπό για να παίξουμε τις

νότες που απομένουν, να κινούμε τα δάκτυλα πάλι μέχρι να ξαναβρεθούμε σε ένα άλλο σημείο ανάπαυλας, κ.ο.κ.

2.2.5. Ένταση, άρθρωση και εκφραστικές τεχνικές

2.2.5.1. Τεχνική του αριστερού χεριού

Ενώ το δεξί χέρι παράγει το τονικό ύψος, το αριστερό χέρι «παράγει» μουσική. Ρυθμίζει την ατάκα των φθόγγων, ελέγχει την ένταση, τους κάνει να ακούγονται συνεχόμενοι ή μη (φραζάρισμα) και τέλος, τους σταματά. Το αριστερό χέρι παίζει το ρόλο της αναπνοής και της γλώσσας για τους τραγουδιστές και τους εκτελεστές των πνευστών οργάνων και του δοξαριού για τους εκτελεστές των έγχορδων. Χωρίς το αριστερό χέρι, απλώς παίζει κανείς νότες χωρίς καμία απολύτως δυναμική διαφοροποίηση. Η σωστή του θέση είναι όπως ακριβώς του δεξιού με τη διαφορά όμως ότι η παλάμη πρέπει να είναι στραμμένη προς το δάπεδο. Όσον αφορά το εύρος των κινήσεών του είναι αρκετά περιορισμένο, κινείται απλώς εγγύτερα και μακρύτερα της κεραίας.



Σχήμα 2.4: Η σωστή θέση του αριστερού χεριού.

2.2.5.2. Ένταση, crescendo, diminuendo

Η ένταση του κάθε φθόγγου καθορίζεται από το πόσο κοντά ή μακριά είναι τοποθετημένο το χέρι. Όσο πιο κοντά στην κεραία είναι, τόσο πιο αδύναμος ο ήχος, όσο πιο μακριά, τόσο πιο δυνατός. Για τη δημιουργία crescendo πρέπει να

απομακρύνουμε σταδιακά το χέρι από την κεραία, ενώ για τη δημιουργία *diminuendo* ακολουθούμε ακριβώς την αντίθετη διαδικασία.

2.2.5.3. Επαναλαμβανόμενα τονικά ύψη και η άρθρωσή τους

Για επανάληψη του ίδιου φθόγγου, το μόνο που χρειάζεται είναι να κρατηθεί σταθερό το τονικό ύψος (δεξί χέρι) και το αριστερό χέρι να πλησιάσει την κεραία και να απομακρυνθεί από αυτή αρκετά γρήγορα, ώστε να διακοπεί ελάχιστα ο ήχος. Αν υπάρχει παύση ανάμεσα σε αυτές τις νότες, η διακοπή αυτή μπορεί να μεγεθυνθεί.

Για να παιχθούν *staccato* νότες, πρέπει το δεξί χέρι να παραμένει στο σωστό τονικό ύψος, το δε αριστερό χέρι να είναι κοντά στην κεραία ώστε να μην ακούγεται ο ήχος. Στη συνέχεια πρέπει να απομακρυνθεί πάρα πολύ γρήγορα και να επιστρέψει πάλι στην αρχική του θέση όσο πιο σύντομα γίνεται, ώστε να ακουστεί ο ήχος κοφτός.

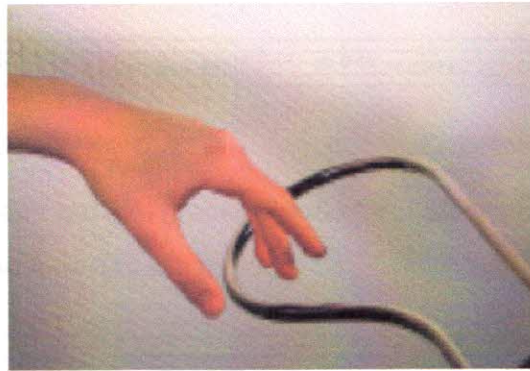
2.2.5.4. Βιμπράτο και tremolo

Το βιμπράτο είναι βασικό χαρακτηριστικό του ήχου του *theremin*. Δημιουργείται με την κίνηση του δεξιού χεριού και είναι μία μικρή τονική απόκλιση πάνω και κάτω από το κύριο τονικό ύψος. Αυτό επιτυγχάνεται με την ελάχιστη απομάκρυνση και προσέγγιση των άκρων των δακτύλων με γρήγορη ταχύτητα από την κεραία. Προσοχή χρειάζεται στο να μην υπερβάλλουμε με αποτέλεσμα να είναι τόσο μεγάλη η διακύμανση ώστε να ακούγεται η εναλλαγή δύο τονικών υψών.

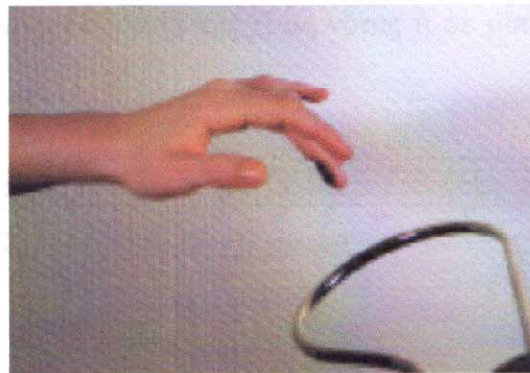
Το *tremolo* μπορεί να επιτευχθεί εύκολα τρεμοπαίζοντας ελαφρά τα δάκτυλα του δεξιού χεριού.

2.2.6. Για να ηχήσει μία νότα στο *theremin* πρέπει να ακολουθηθεί μια συγκεκριμένη διαδικασία:

- 1) Τοποθετώ τα δάκτυλα του αριστερού χεριού πολύ κοντά στην αριστερή κεραία χωρίς να την ακουμπώ, ώστε να μην ακούγεται ο ήχος.



- 2) Τοποθετώ τα δάκτυλα του δεξιού χεριού στο κατάλληλο σημείο της δεξιάς κεραίας που αντιστοιχεί στο φθόγγο που θέλω να ακουστεί.
- 3) Σηκώνω το αριστερό χέρι μέχρι να επιτύχω την επιθυμητή ένταση.



- 4) Ακούω το τονικό ύψος που παρήχθη και κάνω γρήγορα τις κατάλληλες διορθώσεις για τη διόρθωση του τονικού ύψους, αν χρειάζεται.

2.2.7. Βασικές ασκήσεις

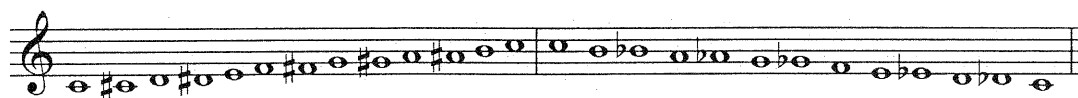
- 1) Η Μείζονα κλίμακα και τα διαστήματα που προκύπτουν από αυτή: 2^{ας}, 3^{ης}, 4^{ης}, 5^{ης}, 6^{ης}, 7^{ης}, 8^{ης}.



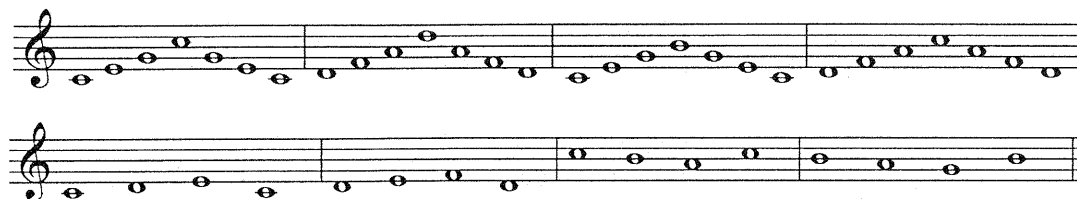
- 2) Η Ελάσσονα κλίμακα και τα διαστήματα που προκύπτουν από αυτή: 2^{ας}, 3^{ης}, 4^{ης}, 5^{ης}, 6^{ης}, 7^{ης}, 8^{ης}.



3) Η Χρωματική κλίμακα.



4) Αρπές κλιμάκων και συγχορδιών, καθώς και διάφορα patterns που μπορούμε να δημιουργήσουμε από μόνοι μας.



5) Χρωματισμοί στα πλαίσια της ίδιας νότας ή σε μία φράση. Π.χ. PP<>PP, P<F>P, κ. ά.



2.2.8. Βοηθητικές σημειώσεις

Καλό θα ήταν να χρησιμοποιηθούν ακουστικά ώστε να ακούει ο εκτελεστής καλύτερα τον ήχο του οργάνου του. Το ίδιο επιτυγχάνεται βέβαια και με ένα ζευγάρι καλά ηχεία. Όσον αφορά τη μελέτη του theremin ωφελιμότερο θα ήταν να γίνεται καθημερινή επανάληψη έστω κι αν αυτή διαρκεί λίγο, παρά πολύωρη και σπάνια (αρκετά κουραστικό και χωρίς αποτελέσματα). Το ίδιο βέβαια συμβαίνει και σε όλα τα μουσικά όργανα. Τέλος, κατά τη διάρκεια της μελέτης προτιμότερο είναι να εξασκούμαστε με αργές ταχύτητες και οι φθόγγοι να είναι ακριβείς όσον αφορά το τονικό τους ύψος, παρά γρήγορα και χωρίς τονικό κέντρο.

2.2.9. Μουσικά παραδείγματα για εξάσκηση

Μπορεί ο κάθε εκτελεστής να βρίσκει οποιοδήποτε κομμάτι μουσικής επιθυμεί και να προσπαθεί να το ερμηνεύσει στο theremin. Αυτά τα κομμάτια αρχικά μπορούν να είναι κάτι απλό και εύκολο (Greensleeves) και όσο περνάει ο καιρός και η εντάρηση στο όργανο αυτό γίνεται όλο και πιο βαθιά, τότε μπορούν να ενταχθούν στο πρόγραμμα μελέτης και πιο σύνθετα κομμάτια (Arioso).

Greensleeves

English Folk Tune

The musical score for Greensleeves is presented in four staves. The first staff begins with a treble clef, a key signature of two flats (B-flat major), and a 3/4 time signature. The melody starts with a quarter note G4, followed by a half note A4, and a quarter note B4. The second staff continues the melody with a quarter note C5, a half note B4, and a quarter note A4. The third staff shows the melody moving down with a quarter note G4, a half note F4, and a quarter note E4. The fourth staff concludes the piece with a quarter note D4, a half note C4, and a quarter note B3, ending with a double bar line.

Arioso

Johann Sebastian Bach

The image shows a musical score for the piece 'Arioso' by Johann Sebastian Bach. It consists of four staves of music, all in bass clef and common time (C). The first staff begins with a piano (*p*) dynamic marking. The second staff also starts with *p*. The third staff includes a crescendo (*cresc.*) marking. The fourth staff concludes with a *poco rit.* (slightly ritardando) marking. The music features flowing sixteenth-note patterns and longer melodic lines, with various phrasing slurs and dynamic hairpins throughout.

2.3. Γνωστοί ερμηνευτές του theremin

2.3.1. Η Clara Rockmore-Reisenberg

Η Clara Rockmore Reisenberg γεννιέται στη Vilna (αργότερα Vilnius) της Λιθουανίας το 1911. Από μικρή ηλικία ξεκινά να μελετά βιολί, και σε ηλικία πέντε ετών παίρνει τον υψηλότερο βαθμό (5+) που πήρε ποτέ κανείς στο Conservatoire της Αγίας Πετρούπολης. Παράλληλα παίζει μουσική δωματίου (βιολί-πιάνο) με την αδερφή της Nadia, ενώ επιδέξια είναι και στο μπαλέτο. Αναγκάζεται



όμως να σταματήσει το ωδείο, γιατί όλη η οικογένειά της φεύγει από τη Ρωσία λόγω του εμφυλίου πολέμου που ξεσπά την εποχή εκείνη.

Το 1921 οι γονείς της μαζί με όλη την οικογένεια, φτάνουν στη Νέα Υόρκη. Κάποιος οικογενειακός φίλος, γνωρίζοντας την αγάπη της Clara για τη μουσική, την πηγαίνει στο ξενοδοχείο όπου μένει ο Theremin για να τον γνωρίσει. Η ίδια ενθουσιάζεται από το όργανο, αλλά και από το δημιουργό του. Ο Theremin από την

άλλη μένει έκθαμβος από την ενστικτώδη ικανότητά της στην εκτέλεση του theremin, την οποία αποδίδει στην εντρύφησή της στο βιολί και στην απόλυτη ακοής της (έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει οποιοδήποτε τονικό ύψος).

Ο υποσιτισμός και η κακή διατροφή όμως, κατά την διάρκεια του εμφυλίου πολέμου, προξενούν πολλά προβλήματα στην υγεία της. Τα κοκάλια της δεν μπορούν να αναπτυχθούν σωστά και οι γιατροί δεν έχουν τη δυνατότητα να διορθώσουν την κατάσταση. Κάνει προσπάθειες να συνεχίσει να μελετά βιολί, αλλά εξαιτίας του προβλήματος υγείας που έχει, τα άκρα της έχουν μείνει κατά κάποιο τρόπο ατροφικά και δεν μπορεί να συνεχίσει τις σπουδές της σε αυτόν τον τομέα. Έτσι στρέφεται στην εκμάθηση του theremin και βρίσκεται για αρκετές ώρες την ημέρα με τον δημιουργό του οργάνου (Rockmore, 1998).

Η Clara Rockmore εισάγει της δικές της τοποθετήσεις χεριών και χειρονομίες. Εκτός από ερμηνεύτρια του theremin είναι και ερμηνεύτρια του **terpsitone** (πλατφόρμα χορού που παράγει ήχο παρόμοιο με αυτόν του theremin) η οποία έχει πολύ πιο μεγάλες εκφραστικές δυνατότητες από ότι το theremin (βλ. 2.4.4.). Το 1933 παντρεύεται τον Robert Rockmore κι ο Theremin, δυσαρεστημένος από αυτήν την εξέλιξη, κόβει κάθε επαφή μαζί της. Στις 30/10/1934 κάνει το ντεμπούτο της στο Town Hall της Νέας Υόρκης, παίζοντας έργα του Stravinsky, του Ravel, κ.ά. Οι δύο φίλοι συναντιούνται πολύ αργότερα και ξαναρχίζουν τη συνεργασία τους.

Την εποχή άνθισης των ταινιών του Hollywood της γίνεται πρόταση να ηχογραφήσει μουσική γραμμένη για theremin ώστε να χρησιμοποιηθεί σαν εφέ σε ταινίες τρόμου. Η ίδια είναι εντελώς αντίθετη με αυτήν την ιδέα και αρνείται υποστηρίζοντας πως το theremin είναι μουσικό όργανο και όχι συσκευή εφέ. Η ίδια το βλέπει πάντα ως ένα μέσο να εκφράζει τα συναισθήματά της και να ψυχαγωγεί τον κόσμο με σοβαρή μουσική και όχι να τους τρομοκρατεί δημιουργώντας περίεργους ήχους. Μεσολαβεί η αποχώρηση του Leon Theremin από την Αμερική και η Clara, όπως και όλοι οι άλλοι εκτελεστές, μένει χωρίς τον εμπνευστή της.

Το Μάιο του 1962 οι Rockmores πηγαίνουν ένα ταξίδι στη Ρωσία όπου μαθαίνουν κατά τύχη ότι ο Theremin ζει και ζητούν να τον συναντήσουν. Η συνάντηση πραγματοποιείται κάτω από άκρα μυστικότητα καθώς πάντα ο Theremin παρακολουθείται από μυστικούς πράκτορες. Μία δεύτερη συνάντηση πραγματοποιείται στις Η.Π.Α. το 1990-91, όπου η Clara παίζει για μία τελευταία φορά μουσική στο theremin προς τέρψιν του αγαπητού της φίλου. Πεθαίνει στις 10/5/1998.

Κατά τη διάρκεια της καριέρας της πραγματοποιεί πάνω από εκατό συναυλίες με την σύμπραξη διάσημων ορχηστρών και με μεγάλη αποδοχή και θαυμασμό του κοινού. Το CD της “The Art of the Theremin” με κομμάτια των Tchaikovsky, Rachmaninoff, κ.ά. εκδίδει σήμερα ο Robert Moog (Holmes, 1985).

2.3.2. Η Lucie Bigelow-Rosen

Η Lucie Bigelow-Rosen γεννιέται το 1890 και αποτελεί επιφανή μέλος της αμερικάνικης κοινωνίας. Ο παππούς της είναι πρέσβης των Η.Π.Α. στη Γαλλία και εκδότης της εφημερίδας “New York Evening Post”. Η Lucie έχει υπ’ όψιν της τον Theremin και το όργανο που κατασκεύασε, από τις συναυλίες



του στην Ευρώπη και όταν μαθαίνει ότι είναι πλέον στην χώρα της, τον συναντά (το 1929) και αποφασίζει να διακόψει τις πολυετείς σπουδές της στο βιολί (εννέα χρόνια) και να ξεκινήσει μία καριέρα με το καινούργιο αυτό όργανο. Το 1930 λοιπόν ξεκινά μαθήματα μαζί του, ανακαλύπτει νέες τεχνικές παιξίματος και μετά από έξι μήνες κάνει την πρώτη της δημόσια εμφάνιση ως μαθήτριά του.

Η Lucie και ο άντρας της βοηθούν πάρα πολύ τον Theremin σε δύσκολες στιγμές της ζωής του, του παραχωρούν κτήριο με πολύ χαμηλό ενοίκιο, ώστε να ζει άνετα, να κάνει μαθήματα, αλλά και να το χρησιμοποιεί ως εργαστήριο. Αυτή η βοήθεια που του προσφέρουν του δίνει ώθηση πολλές φορές στη ζωή του και του παρέχει δύναμη να συνεχίσει το έργο του. Οι Rosens είναι οι μόνοι πραγματικοί φίλοι που έχει ο Theremin στην Αμερική και είναι τα μοναδικά άτομα που γνωρίζουν ότι ο διάσημος εφευρέτης δεν εξαφανίστηκε, ούτε πέθανε, αλλά έφυγε για τη Ρωσία (Holmes, 1985).

Την εποχή που ο Theremin τους ανακοινώνει ότι πρέπει να φύγει για τη Ρωσία, η Rosen ζητά να γίνουν μερικές αλλαγές και διορθώσεις στο όργανο, τις οποίες ο Theremin κάνει. Ο άντρας της όμως, ξέροντας πως θα φύγει για μεγάλο χρονικό διάστημα του ζητά οδηγίες επισκευής, πλήρη σχεδιαγράμματα κι άλλα σχετικά έγγραφα, ώστε αν χαλάσει να είναι σε θέση να το επιδιορθώσουν μόνοι τους. Αργότερα διαπιστώνουν ότι αυτά τα σχεδιαγράμματα των κυκλωμάτων είναι εντελώς

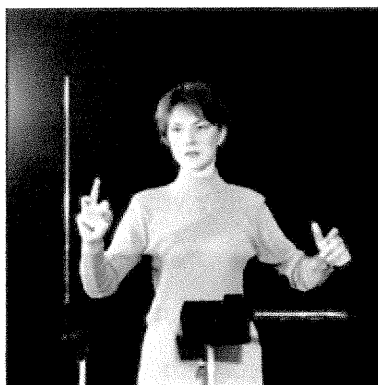
άχρηστα και παραπλανητικά. Παρ' όλες τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει, η Lucie Bigelow Rosen χτίζει μία πολύ επιτυχημένη καριέρα και πραγματοποιεί πολλές συναυλίες σε Η.Π.Α. και Ευρώπη με μεγάλη επιτυχία.

Η Rosen πείθει τον Bohuslav Martinu (1890-1959) και τον Isidor Achron (1892-1948) να συνθέσουν κομμάτια για το theremin. Τα κομμάτια που προκύπτουν είναι avant-garde, ωστόσο η εκπληκτική αυτή ερμηνεύτρια κατορθώνει με τις άψογες εκτελέσεις της να ενθουσιάσει το κοινό.

Το Hollywood προτείνει και σε αυτή να συμμετάσχει σε ταινίες παίζοντας μουσική με το theremin, αλλά όπως και η Rockmore, έτσι κι αυτή αρνείται να πάρει μέρος σ' αυτή τη λάθος διαφήμιση και προώθηση του οργάνου. Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 παθαίνει αυτοκινητικό ατύχημα το οποίο την καθλώνει για μεγάλο χρονικό διάστημα στο νοσοκομείο με σοβαρά τραύματα. Τα υπόλοιπα χρόνια της ζωής της τα περνά σε αναπηρική καρέκλα, ώσπου στις 27/11/1968 πεθαίνει (Glinsky, 2000).

2.3.3. Η Lydia Kavina

Η Lydia Kavina γεννιέται το 1967, παίζει πιάνο και γράφει τις δικές της συνθέσεις από πολύ μικρή ηλικία. Με τον Leon Theremin έχουν συγγενικούς δεσμούς (ο παππούς της είναι ξάδερφος του εφευρέτη) και αρχίζει να της μαθαίνει να παίζει theremin, από αγάπη κι όχι από υποχρέωση και το μάθημα δεν έχει τυπική μορφή, αλλά είναι ευχαρίστηση και για τους δύο. Της μαθαίνει όλες τις



τεχνικές που του έχει δείξει η Clara Rockmore και ότι άλλο έχει μάθει από τη δική του ενασχόληση με το όργανο. Της φτιάχνει ένα ειδικό theremin, με μικρές διαστάσεις, γιατί είναι μόλις εννέα χρόνων όταν αρχίζει να ασχολείται με τη μελέτη του οργάνου. Αργότερα της φτιάχνει ένα μεγαλύτερο και πολύ πιο άρτιο, από τεχνικής πλευράς, όργανο. Αυτή η περίοδος συνάντησης τους κρατάει πέντε ολόκληρα χρόνια.

Το μουσικό της ντεμπούτο γίνεται το 1981 (14 χρονών) στο Show Moscovichka της Ρωσικής τηλεόρασης με το τραγούδι που συνθέτει η ίδια και το ονομάζει “*Song Of The Bluebird*”. Λίγο αργότερα γίνεται δεκτή στην “Electro-Musical Orchestra”, όπου έχει την ευκαιρία να ασχολείται με το αγαπημένο



της αντικείμενο, το theremin. Η παγκόσμια καριέρα της ξεκινά τη δεκαετία του 1990, ξεπερνά τις 800 συναυλίες με κορυφαίες ανά τον κόσμο ορχήστρες (π.χ. London Philharmonic Orchestra) και συνεχίζεται και σήμερα γνωρίζοντας μεγάλη επιτυχία όπου κι αν εμφανίζεται. Στην κηδεία του Leon Theremin, το 1993, εκτελεί το κομμάτι με τίτλο “*Song Of The Ruins*” το οποίο συνθέτει η ίδια και αναφέρεται στη μοίρα και το χαρακτήρα του μουσικού και εφευρέτη (Glinsky, 2000).

2.3.4. Ο Hoffman Samuel J.

Ο Hoffman Samuel J. γεννιέται το 1904, παίζει βιολί και είναι ιατρός. Τα βράδια παίζει μουσική Jazz και Blues σε κέντρα διασκέδασης, ενώ παράλληλα με αυτή του την ασχολία μελετά τις μουσικές δυνατότητες του theremin και κάποια στιγμή το εντάσσει στο βραδινό του πρόγραμμα. Μπορούμε να τον χαρακτηρίσουμε ως Dr Jekyll and Mr Hyde, αφού το πρωί εργάζεται ως ιατρός, ενώ το βράδυ γίνεται μαέστρος μιας Jazz μπάντας. Αν και είναι αρκετά καλός εκτελεστής, ποτέ δεν μπόρεσε να φτάσει το επίπεδο και τις εκφραστικές ικανότητες των Rockmore και Rosen και γι’ αυτό δεν κάνει ποτέ solo καριέρα στον τομέα της κλασικής μουσικής.

Όνειρο της ζωής του είναι να δημιουργήσει τη δική του μπάντα, πράγμα που γίνεται πραγματικότητα το 1936 δίνοντας της το όνομα “Hal Hope”. Άξιο αναφοράς αυτής της μπάντας είναι ότι διαθέτει ένα Hammond Organ, ενώ το βιολί εναλλάσσεται με το theremin. Ο Hoffman πάντα πρωτοτυπεί, αρκεί να ρίξουμε μία ματιά σε μία άλλη μπάντα που δημιουργεί υπό την ονομασία “Electronic Trio”. Αυτή η μπάντα αποτελείται από ένα Hammond Organ, ένα theremin κι ένα fingerboard theremin. Πριν την έναρξη των συναυλιών του εξηγεί, όπως ακριβώς και ο ίδιος ο

Theremin, τις αρχές λειτουργίας του οργάνου καθώς και το μοναδικό τρόπο εκτέλεσής του.

Ο Hoffman είναι αυτός που δέχεται να παίζει μουσική για ταινίες επιστημονικής φαντασίας και ταινίες τρόμου στο Hollywood και από το 1945 μέχρι και το 1960 περίπου, συμμετέχει σε τέτοιου είδους ταινίες. Ουσιαστικά το theremin χρησιμοποιείται ως συσκευή ηχητικών εφέ και όχι σαν όργανο με εκφραστικές δυνατότητες που είναι πραγματικά. Παρόλα αυτά, με αυτό τον τρόπο το theremin γίνεται ευρέως γνωστό και ο ίδιος γίνεται μέλος της καλλιτεχνικής κοινότητας και παντού αναγνωρίσιμος.

Οι ταινίες που χρησιμοποιείται το theremin είναι αρκετές. Αξίζει να αναφέρουμε τις πιο γνωστές:

Spellbound (1945)

The Red House (1947)

Rocketship X-M (1950)

The Thing (1951)

The Mad Magician (1954)

Voodoo Island (1957)

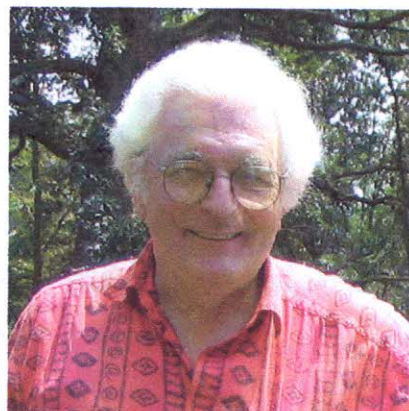
The Spider (Earth vs. the Spider) (1958)

Επίσης ο ερμηνευτής αυτός ηχογραφεί πολλά CDs με το soundtrack της κάθε ταινίας και σήμερα κυκλοφορούν πάνω από 10 τέτοια CDs.

Γύρω στο 1960 το ενδιαφέρον του Hollywood για ταινίες αυτής της κατηγορίας μειώνεται και ο εκτελεστής του μένει στην αφάνεια. Πεθαίνει λίγα χρόνια αργότερα, τον Οκτώβριο του 1967 (Glinsky, 2000).

2.3.5. Ο Robert Moog

Ο Robert Moog γεννιέται το 1935 και από μικρό παιδί προσπαθεί να κατασκευάσει μαζί με τον πατέρα του ένα δικό του theremin, πράγμα που τελικά κατορθώνει το 1949. Σπουδάζει παράλληλα πιάνο και θεωρία της μουσικής. Ο Moog θαυμάζει τον Theremin και από μικρή ηλικία ενδιαφέρεται



για τις εφευρέσεις του. Ο ίδιος αναφέρει ότι εξαιτίας του θαυμασμού του προς τον Theremin και το theremin αρχίζει να κατασκευάζει ηλεκτρονικά όργανα. Αυτή η περιέργεια του, του δίνει το έναυσμα να κατασκευάσει το δικό του theremin και να ασχοληθεί με την ηλεκτρονική μουσική. Ο Moog αναφέρεται πιο πολύ σαν κατασκευαστής οργάνων theremin, παρά σαν εκτελεστής, αν και είναι αρκετά ικανός.

Το 1954 ιδρύει την R.A. Moog Company, ενώ είναι ακόμη στο πανεπιστήμιο, και κατασκευάζει αρκετά theremin τα οποία γίνονται ανάρπαστα. Το 1957 κι αφού έχει ήδη τελειώσει τις σπουδές του στο πανεπιστήμιο στον τομέα των επιστημών (ηλεκτρονικά), φτιάχνει το επαγγελματικό του μοντέλο για το theremin το οποίο κατασκευάζει ακόμη και σήμερα (με μερικές βελτιώσεις φυσικά), σημειώνοντας πολλές πωλήσεις. Το 1989 ο Robert Moog συναντά από κοντά τον Leon Theremin σε ένα φεστιβάλ μουσικής στο Bourges της Γαλλίας. Πεθαίνει στις 21 Αυγούστου 2005 (Holmes, 1985).



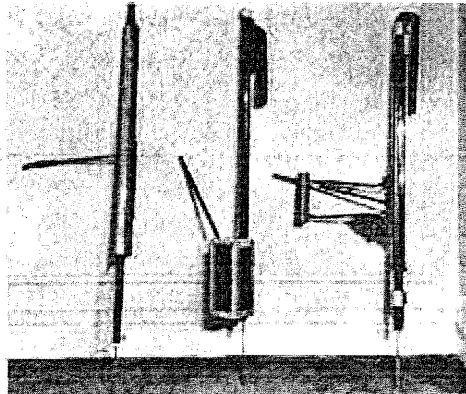
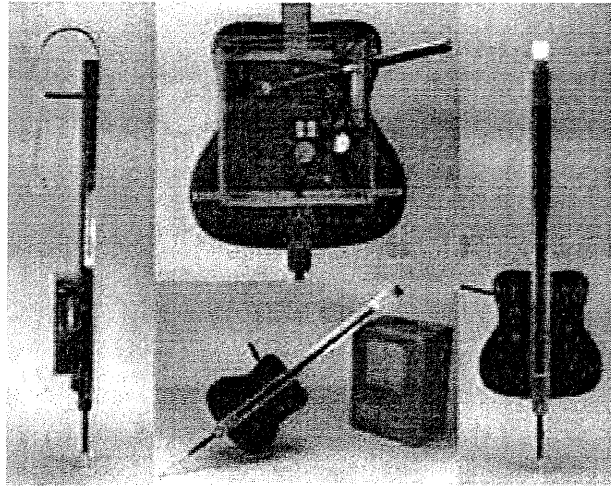
2.3.6. Άλλοι εκτελεστές του theremin

Υπάρχουν κι άλλοι μουσικοί που ασχολούνται με την ερμηνεία και παρουσίαση του theremin στο ευρύ κοινό όπως ο Peter Pringle, ο Charlie Lester, ο Charles D. Stein, ο Roger Ballenger, η Virgil D. Franklin, ο Ross Marshall, το συγκρότημα The Kurstins, κ.ά.

2.4. Άλλες μουσικές εφευρέσεις του Leon Theremin

2.4.1. Το cello ή fingerboard theremin

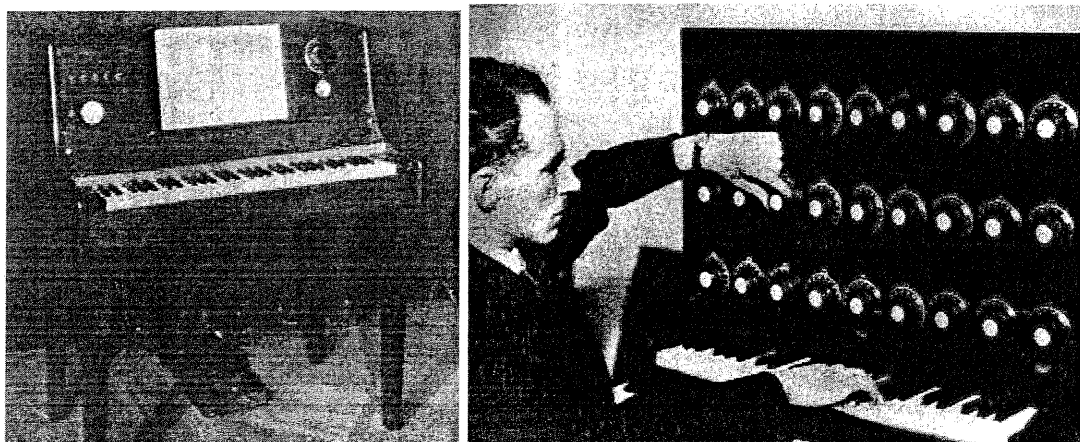
Εκτός από το theremin, ο Leon Theremin κατασκευάζει και ένα πλήθος άλλων οργάνων που όμως δεν έχουν την επιτυχία του theremin και δεν διατίθενται εμπορικά. Το 1922 κατασκευάζει το **cello ή fingerboard theremin**, ένα theremin κατασκευασμένο στα πρότυπα του τσέλου με το δεξί χέρι να ελέγχει την ένταση και το αριστερό να ελέγχει τη συχνότητα, γλιστρώντας πάνω-κάτω.



Εικόνες 2.11, 2.12, 2.13: Το cello ή fingerboard theremin και διάφορα μοντέλα που κατασκευάζονται (Glinsky, 2000).

2.4.2. Το electric harmonium ή keyboard harmonium

Το 1926 ακολουθεί ένα όργανο με κλαβιέ, με έκταση τέσσερις οκτάβες και 27 knobs. Είναι πολυφωνικό και ονομάζεται **electric harmonium** ή **keyboard harmonium**.



Εικόνες 2.14, 2.15: Το electric harmonium ή keyboard harmonium (Glinsky, 2000).

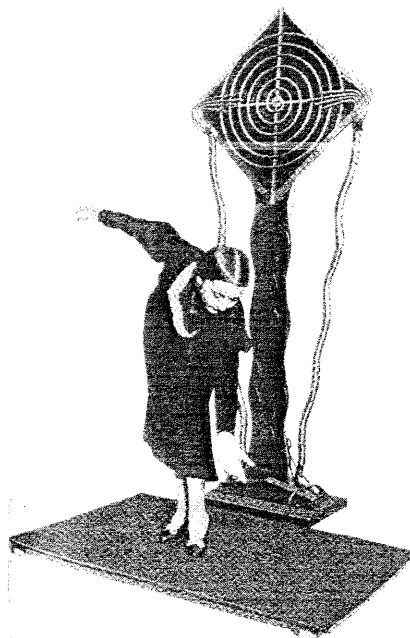
2.4.3. Το rhythmicon

Το 1931 κατασκευάζει με βάση φωτοηλεκτρικές αρχές, το **rhythmicon**, ένα όργανο με κλαβιέ που παίζει ρυθμικά μοτίβα με τονικό ύψος του πλήκτρου που πιέζεται (Holmes, 1985).



2.4.4. Το terpsitone

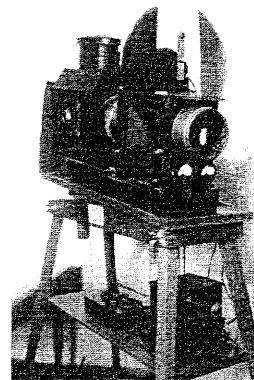
Επίσης αρχίζει το 1932, αλλά δεν ολοκληρώνει την κατασκευή του **terpsitone**, μιας πλατφόρμας χορού όπου ο χορευτής ελέγχει τον ήχο με κινήσεις του σώματός του. Ο ήχος του είναι παρόμοιος με αυτόν του theremin. Ειδικά η σύλληψη της ιδέας του terpsitone είναι πολλά χρόνια μπροστά από την εποχή του και θυμίζει τις συναυλίες ηλεκτρονικής μουσικής με interactive performers που ελέγχουν παραμέτρους του ήχου με κινήσεις του σώματός τους, πράγμα που ο Theremin προσπαθεί να υλοποιήσει, όμως οι αλλαγές που προκύπτουν στη ζωή του το αφήνουν σε δεύτερη μοίρα.



Εικόνα 2.16: Η Clara Rockmore παίζει το terpsitone
(Glinsky, 2000).

2.4.5. Το illumonox

Το **illumonox** συνδέεται με το theremin ή το terpsitone και παράγει φως διαφόρων χρωμάτων, ανάλογα με το τονικό ύψος. Η συσκευή είναι ο πρόγονος του Art Light Show που συνοδεύει πολλές φορές installations ηλεκτρονικής μουσικής.



2.4.6. Το keyboard-controlled tympani

Τέλος, κατασκευάζει το keyboard-controlled tympani, το οποίο είναι κάτι σαν το σημερινό drum-machine. Η λειτουργία του είναι αρκετά όμοια με αυτή του Rhythmicon με τη διαφορά ότι μπορεί να ενεργοποιεί παράλληλα και φώτα.

Ουσιαστικά δημιουργεί μία ολόκληρη ορχήστρα από ηλεκτρονικά όργανα. Εκτός των άλλων, κατασκευάζει και πλήθος συσκευών που διευκολύνουν την μουσική πράξη, όπως ένα κουρδιστήρι για ηλεκτρονικά όργανα και μία συσκευή που ηχογραφεί και αναπαράγει μουσική. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει μία συσκευή για επιβράδυνση του tempo χωρίς όμως να αλλάζει το τονικό ύψος του ήχου (την εποχή εκείνη οι συσκευές για επιβράδυνση του tempo συνεπάγονται και χαμήλωμα του τονικού ύψους) και τέλος, μία πρωταρχική μορφή του φασματογράφου (Glinsky, 2000).

Κεφάλαιο 3

Η έννοια της αλληλεπίδρασης, τα αλληλεπιδραστικά συστήματα, οι εκφραστικές κινήσεις του ανθρώπου και το μέσο διασύνδεσης (Interface) σε αυτά

Εισαγωγή

Στην καθημερινή μας ζωή ερχόμαστε καθημερινά σε επαφή με ανθρώπους και αντικείμενα και επικοινωνούμε μαζί τους. Τους απευθύνουμε ερωτήσεις και περιμένουμε κάποια ενεργή ανταπόκριση από αυτούς. Αυτή η συνδιαλλαγή είναι μία μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ των ανθρώπων. Ανάλογα, το παραπάνω συμβαίνει και ανάμεσα σ' έναν άνθρωπο κι έναν Η/Υ, ο άνθρωπος προσφέρει πληροφορίες στον Η/Υ, ο οποίος τις επεξεργάζεται και εξάγει κάποιο αποτέλεσμα ώστε να επαναπροσδιοριστεί από τον άνθρωπο. Αυτή η κυκλική διαδικασία αποτελεί έναν κύκλο αλληλεπίδρασης, στον οποίο θα αναφερθούμε παρακάτω.

Το να μάθει να εκτελεί κανείς ένα μουσικό όργανο, απαιτεί εξάσκηση πολλών χρόνων για την ανάπτυξη των απαραίτητων ικανοτήτων, έτσι ώστε να παραχθεί ο επιθυμητός ήχος και να αναπτυχθεί η αίσθηση και η αντίληψη μιας μουσικής δομής, όπως επίσης και η ικανότητα της προτίμησης των μουσικών στυλ.

Με την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής μουσικής, πολλά από τα παραπάνω, εν μέρει καταρρίπτονται. Πλέον ο εκτελεστής δεν περιορίζεται από μηχανικές και μυϊκές ικανότητες που πρέπει να διαθέτει ήδη, ή επιθυμεί να αποκτήσει ή δεν είναι ικανός να αποκτήσει ποτέ. Αυτή η προσέγγιση του εκτελεστή προς το όργανο μπορεί να τον οδηγήσει σε μεγαλύτερη ελευθερία όσον αφορά την επιλογή και την ανάπτυξη ενός δικού του “λεξιλογίου” εκφραστικών κινήσεων. Έτσι, όσο πιο ικανός είναι ο εκτελεστής στο να διαχειρίζεται καλύτερα αυτές τις εκφραστικές κινήσεις, τόσο καλύτερο, αλλά και διαφορετικό από τα συνηθισμένα είναι το αποτέλεσμα της μουσικής εκτέλεσης και παράστασης. Τα παραδοσιακά μουσικά όργανα, έχουν περιορισμένες δυνατότητες (π.χ. πάτημα πλήκτρων), και ο εκτελεστής δεν μπορεί να έχει απόλυτο έλεγχο επάνω τους. Το ίδιο συμβαίνει και σε πολλά ηλεκτρονικά όργανα, αλλά σε πιο περιορισμένο βαθμό.

Στα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα καθίσταται δυνατόν να διαχωριστεί η επιφάνεια ελέγχου (π.χ. πλήκτρα, τάπες) από τον μηχανισμό παραγωγής ήχου. Αυτός ο διαχωρισμός οδηγεί στην ανάπτυξη πολλών εναλλακτικών ελεγκτών (*Alternative Controllers*) όπως το theremin και το DataGlove. Οι μετέπειτα ελεγκτές δίνουν μεγάλη ελευθερία στον εκτελεστή, δεν περιορίζουν καθόλου την κίνηση των χεριών και επιτρέπουν την υλοποίηση φανταστικών ή πραγματικών επιφανειών ελέγχου κάθε σχήματος και τύπου.

Η χρήση των τυποποιημένων εκφραστικών χειρονομιών που χρησιμοποιούνται στις νοηματικές γλώσσες, όπως επίσης, και οι λιγότερο τυποποιημένες εκφραστικές χειρονομίες, ονομάζονται συχνά “χειρονομίες” (*Gestures*) και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του ήχου. Εκφραστικές κινήσεις όπως π.χ. αυτές που προορίζονται να μεταφέρουν πληροφορίες σε συμβολική μορφή, εφαρμόζονται καλύτερα σε μουσικές περιπτώσεις για τον έλεγχο των μουσικών δομών. Το παραπάνω συμβαίνει εν μέρει στη διεύθυνση μουσικών συνόλων.

3.1. Περιγραφή της διαδικασίας της αλληλεπίδρασης

Η αλληλεπίδραση είναι μία ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ δύο διακριτών οντοτήτων (Bongers, 1998). Πολλοί τρόποι αλληλεπίδρασης μπορούν να υπάρξουν ανάμεσα σ' έναν εκτελεστή, σ' ένα (ηλεκτρονικό) σύστημα και στο κοινό, τα οποία σχετίζονται με τους διάφορους τρόπους επικοινωνίας. Γενικά, η αλληλεπίδραση ανάμεσα σ' έναν άνθρωπο κι ένα σύστημα είναι αμφίδρομη διαδικασία. Αποτελείται από τη διαχείριση των πληροφοριών του συστήματος από τον άνθρωπο (*Control*) και την ανατροφοδότηση του συστήματος (*Feedback*), εφόσον έχει ήδη επεξεργαστεί τις παραπάνω πληροφορίες. Μετά την ανατροφοδότηση από το σύστημα, οι πληροφορίες στέλνονται στον άνθρωπο και συνεχίζεται αυτή η διαδικασία κυκλικά. Φυσικά όλα αυτά διαδραματίζονται μέσα σ' ένα συγκεκριμένο πλαίσιο, το μέσο διασύνδεσης ή αλλιώς interface.

Το Interface μεταφράζει τις πληροφορίες που δίνει ο άνθρωπος σε σήματα, συνήθως ηλεκτρικά, ώστε να γίνονται κατανοητά από το περιβάλλον του συστήματος. Για τη διαχείριση όλου του συστήματος υπεύθυνος είναι ο άνθρωπος, το ίδιο το σύστημα όμως παίζει και το δικό του ρόλο στην επεξεργασία των πληροφοριών. Έτσι, βοηθά τον άνθρωπο να χειρίζεται καλύτερα όλα τα παραπάνω

δεδομένα και να κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις και αλλαγές κατά τη διάρκεια όλης αυτής της διαδικασίας ελέγχου (Bongers, 2000).

3.1.1. Η εξέλιξη της κατασκευής των μουσικών οργάνων και η χρήση της έννοιας της αλληλεπίδρασης στην κατασκευή νέων

Ο άνθρωπος, όπως έχουμε προαναφέρει, επιδιώκει συνεχώς την επαφή με τους συνανθρώπους και τα αντικείμενα που υπάρχουν γύρω του. Το ίδιο συμβαίνει και με τη σχέση του με τη μουσική, όπου χρησιμοποιεί υλικά και αντικείμενα για να παράγει διάφορα ηχοχρώματα, όπως καλάμια, χορδές, μεμβράνες κ.ά. και για να κατασκευάζει τα διάφορα μουσικά όργανα. Σ' αυτή την κατασκευή βοηθά σημαντικά η εξέλιξη των διαφόρων επιστημών και τεχνολογιών. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του κάθε οργάνου εξαρτώνται άμεσα από τον τρόπο παραγωγής του ήχου και από τα φυσικά χαρακτηριστικά των αντίστοιχων υλικών. Στο Alto Saxophone ο σωλήνας έχει συγκεκριμένο μήκος και επιστόμιο με μονή γλωττίδα, το οποίο καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο ο εκτελεστής κρατά το όργανο και φυσά σ' αυτό. Ανάλογα ισχύουν και στο Tenor Saxophone, όπου το μήκος του σωλήνα είναι μεγαλύτερο με σκοπό την παραγωγή χαμηλότερων συχνοτήτων. Στο Soprano Saxophone αντίστοιχα, θέλοντας να κατασκευάσουμε ένα όργανο που να παράγει υψηλές συχνότητες, οδηγούμαστε σ' έναν μικρού μήκους σωλήνα. Είναι φανερό λοιπόν πως τα χαρακτηριστικά των υλικών των μουσικών οργάνων και της παραγωγής του ήχου σε αυτά, είναι αυτά που μας οδηγούν στη σωστή κατασκευή τους (Bongers, 2000).

Όλη η παραπάνω διαδικασία ισχύει για την κατασκευή των φυσικών μουσικών οργάνων. Όσον αφορά όμως τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα δεν εφαρμόζονται τα παραπάνω, διότι η κατασκευή τους έχει σχέση με τη διαχείριση του ηλεκτρισμού και όχι με τις ιδιότητες του οργάνου. Στις ποικίλες εφαρμογές του ηλεκτρισμού λοιπόν, προστίθεται και η παραγωγή του ήχου μέσω αυτού. Με την ανάπτυξη αυτού του κλάδου ο άνθρωπος γίνεται ικανός να επινοεί καινούργιους τρόπους επικοινωνίας και να κατασκευάζει ολοένα και πιο περίπλοκα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα.

Έτσι, πολλά καινούργια ηλεκτρονικά όργανα αρχίζουν να ξεπηδούν από τις αρχές κιόλας του 20^{ου} αιώνα. Τα περισσότερα βασίζονται σε ένα ηλεκτρολόγιο το

οποίο χρησιμοποιούν ως μέσο διασύνδεσης (*Interface*)², όπως κι άλλα όργανα για εκατοντάδες χρόνια (εκκλησιαστικό όργανο). Όπως μας είναι γνωστό όμως, υπάρχουν αρκετά ενδιαφέρουσες εξαιρέσεις του παραπάνω, με πιο γνωστή αυτή του οργάνου *theremin*, όπως έχουμε προαναφέρει (βλ. Κεφ. 2). Εδώ ο εκτελεστής ελέγχει το τονικό ύψος και την ένταση των παραγόμενων φθόγγων κινώντας τα χέρια του μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που σχηματίζεται από δύο κεραίες. Φυσικά το μέσο διασύνδεσης στην προκείμενη περίπτωση είναι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από τις δύο κεραίες (Martin, 1995). Το συγκεκριμένο όργανο δίνει το έναυσμα και την έμπνευση σε άλλους ερευνητές για την ένταξη της έννοιας της αλληλεπίδρασης του μέσου διασύνδεσης, των ελεγκτών (*Controllers*), κ.ά. στη μουσική παραγωγή. Και στα όργανα όμως που χρησιμοποιούν το πληκτρολόγιο ως *Interface* (π.χ. *Electronic Sackbut*) υπάρχει συχνά η δυνατότητα αλλαγής του ηχοχρώματος (με χειριστήριο στο αριστερό χέρι) ή της κυματομορφής όπως και άλλων χαρακτηριστικών του ήχου.

3.1.2. Η σημασία της εκμετάλλευσης του ηλεκτρισμού

Οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων (L. Theremin, O. Hata, κ.α.) εκμεταλλεύονται τον ηλεκτρισμό, που τους δίνει τη δυνατότητα να αλλάζουν το σχήμα και το μέγεθος των ήδη γνωστών οργάνων, για την κατασκευή νέων. Παράλληλα εξελίσσονται οι παλιές τεχνικές σύνθεσης, εμφανίζονται νέες και κάνει την εμφάνισή του ένα νέο μέσο καταγραφής ήχου, η μαγνητοταινία. Όλα τα παραπάνω δίνουν πρόσθετη ώθηση στην ηλεκτρονική μουσική, τόσο για την παραγωγή διαφόρων πρωτότυπων ήχων (ήχων που δεν έχουν ξανακουστεί), όσο και για την παράσταση ηλεκτρονικής μουσικής σε πραγματικό χρόνο (*Real-Time Performance*) (Bongers, 2000). Στην ηλεκτρονική μουσική, τα μόνα μέσα διασύνδεσης ανάμεσα στον άνθρωπο και το μουσικό όργανο για πολλά χρόνια, είναι είτε ένα κλαβιέ, είτε διάφορα knobs, είτε διακόπτες που υπάρχουν πάνω σε αυτά. Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί ένας μεγάλος αριθμός από αισθητήρες. Αυτοί παίζουν το ρόλο του μέσου διασύνδεσης, στους οποίους κάθε δράση στον πραγματικό

² *Interface* είναι το μέσο διασύνδεσης και το μέσο μεταφοράς πληροφοριών ανάμεσα στα μέλη ενός διαδραστικού συστήματος (μηχανή και άνθρωπος, δύο άνθρωποι κ.ά.)

κόσμο μεταφράζεται σε ηλεκτρική ενέργεια και διοχετεύεται σ' ένα μέσο ελέγχου για την παραγωγή του ήχου.

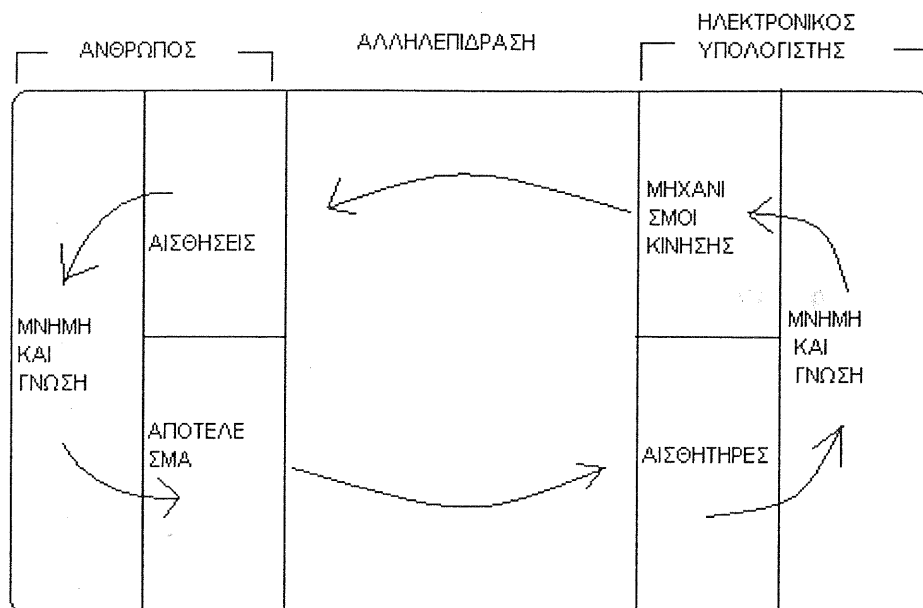
Παρόλο που η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών οδηγεί στην παραγωγή νέων τρόπων σύνθεσης ήχου, η απόσταση ανάμεσα στον ελεγκτή και σε αυτό που ελέγχει ολοένα μεγαλώνει. Στα μέσα της δεκαετίας του 1980 η εισαγωγή του πρωτοκόλλου MIDI³ διαχωρίζει τη συσκευή ελέγχου από την ηχητική πηγή, προσφέροντας καινούργιους τρόπους ελέγχου του ηλεκτρισμού και της παραγωγής του ήχου. Αναπτύσσονται επίσης πολλοί ελεγκτές MIDI οι οποίοι σχεδιάζονται με βάση τα διάφορα ανθρώπινα χαρακτηριστικά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το “Hands” το οποίο κατασκευάζει ο Michael Waisvisz το 1983. Τέτοιοι MIDI ελεγκτές (*MIDI Controllers*) μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ήδη γνωστά όργανα προκειμένου να βοηθήσουν τους εκτελεστές να αναπτύξουν την τεχνική και την απόδοσή τους (Waisvisz, 1985).

3.2. Μορφές αλληλεπίδρασης

3.2.1. Αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και μηχανής

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τον κλασσικό κύκλο αλληλεπίδρασης ανάμεσα σ' έναν άνθρωπο και μία μηχανή. Με τον όρο “μηχανή” αναφερόμαστε σε ένα σύστημα το οποίο μπορεί να αποτελείται από πολλά στοιχεία ή συσκευές τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Το παραπάνω το συναντάμε κυρίως στους H/Y οι οποίοι συνδέονται μέσω δικτύων ή μέσω πρωτοκόλλων π.χ. MIDI. Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία και συσκευές βέβαια μπορούν να αντικατασταθούν από ένα ηλεκτρονικό μουσικό όργανο στη θέση του “συστήματος” ή της “μηχανής” (H/Y) (Bongers, 2000).

³ M.I.D.I.: Musical Instrument Digital Interface. Ψηφιακή Διασύνδεση Μουσικών Οργάνων. Είναι το πρωτόκολλο επικοινωνίας ψηφιακών μουσικών οργάνων και χρησιμοποιείται για τη γραφή, εκτέλεση και διάδοση της μουσικής, αλλά και σαν εργαλείο ελέγχου σε συστήματα ήχου και φωτισμού σε παραστάσεις και παρουσιάσεις πολυμέσων (*multimedia*).



Σχήμα 3.1: Ο κλασικός κύκλος αλληλεπίδρασης ανάμεσα σ' έναν άνθρωπο και μία μηχανή (H/Y).

Όταν ο άνθρωπος/εκτελεστής ενεργοποιήσει το σύστημα, ξεκινά ένας κύκλος ή ένας βρόγχος (*Loop*) αλληλεπίδρασης. Ο εκτελεστής ελέγχει το σύστημα με τη βοήθεια των καναλιών εισόδου των δεδομένων (*Inputs*), ενώ το σύστημα από την άλλη αναλύει και διαχειρίζεται τις πληροφορίες δίνοντας ένα αποτέλεσμα. Ο άνθρωπος με τη σειρά του αντιλαμβάνεται (μέσω των αισθήσεών του) το αποτέλεσμα, το επεξεργάζεται, και ανατροφοδοτεί το σύστημα με άλλες πληροφορίες. Ένα παράδειγμα του παραπάνω είναι το εξής: αν ένας άνθρωπος πιάσει ένα πλήκτρο του πληκτρολογίου ενός Η/Υ (ενεργοποιήσει το σύστημα), ένας χαρακτήρας εμφανίζεται στην οθόνη (διαχείριση πληροφοριών και εξαγωγή αποτελέσματος από τον Η/Υ), τον οποίο ο άνθρωπος βλέπει και αντιδρά ανάλογα (ανατροφοδότηση συστήματος).

Υπάρχουν όμως και φορές κατά τις οποίες δεν μπορεί να υλοποιηθεί ολόκληρος ο βρόγχος της αλληλεπίδρασης, παρά μόνο μερικά τμήματά του. Αυτό συμβαίνει για παράδειγμα όταν η σχεδίαση του συγκεκριμένου συστήματος είναι ελλιπής και έχουν παραλειφθεί κάποια τμήματα αυτής της αλυσίδας. Σ' αυτή την περίπτωση δεν έχουμε αλληλεπίδραση, αλλά μάλλον αντίδραση. Αυτό συμβαίνει συχνά στις μέρες μας, όπου αρκετά αλληλεπιδραστικά συστήματα ουσιαστικά δεν είναι αλληλεπιδραστικά, αλλά αντιδραστικά. Γενικά, σε ιδανικές συνθήκες, η επίδραση ανάμεσα στο σύστημα και στον άνθρωπο που το χειρίζεται είναι αμοιβαία και αλληλοεξαρτώμενη (Erikson, 1990).

3.2.1.1. Η εισαγωγή και η εξαγωγή πληροφοριών από το σύστημα

Το σύστημα πρέπει να δέχεται και να λαμβάνει πληροφορίες από το γύρω του περιβάλλον. Αυτή η επικοινωνία γίνεται με τους μετατροπείς πληροφοριών (*Transducers*), οι οποίοι είναι συσκευές που μετασχηματίζουν τα σήματα που παίρνουν από τους αισθητήρες (*Sensors*) σε σήματα άλλης μορφής και το αντίθετο.

Όσον αφορά τους αισθητήρες (*Sensors*), αυτοί είναι όργανα που αντιλαμβάνονται τις αλλαγές που συμβαίνουν στο περιβάλλον μίας μηχανής/συστήματος (βλ. 4.1). Η λειτουργία ενός αισθητήρα έγκειται στο να μετατρέπει την ενέργεια του εξωτερικού κόσμου σε ηλεκτρικά ή ψηφιακά σήματα. Υπάρχει πληθώρα αισθητήρων, οι οποίοι μπορούν να αντιλαμβάνονται όλων των ειδών τα ερεθίσματα. Ο ήχος, η κινητική ενέργεια, το φως και άλλα ερεθίσματα γίνονται εύκολα αντιληπτά από τον άνθρωπο, όμως οι υπέρηχοι και τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, όχι. Οι αισθητήρες, σε αντίθεση με τον άνθρωπο, μπορούν να ανιχνεύουν όλα τα παραπάνω.

Οι πληροφορίες εξάγονται από αυτή τη μηχανή μέσω κάποιων άλλων μετατροπών και δράσεων (*Actuators*). Αυτοί έχουν ακριβώς την αντίθετη λειτουργία από τους αισθητήρες, δηλαδή μετατρέπουν τα ψηφιακά ή ηλεκτρικά σήματα (ηλεκτρική ενέργεια) σε μορφές ενέργειας που γίνονται αντιληπτές από τον άνθρωπο (π.χ. ακουστική ενέργεια). Γενικά η αλληλεπίδραση εξαρτάται από τη δομή του Interface ή του μουσικού οργάνου, αλλά και από τη δομή ή το “πρόγραμμα” του ίδιου του συστήματος (Rowe, 1993).

3.2.1.2. Οι διεργασίες που συντελούνται κατά τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης μεταξύ ενός ανθρώπου κι ενός Η/Υ

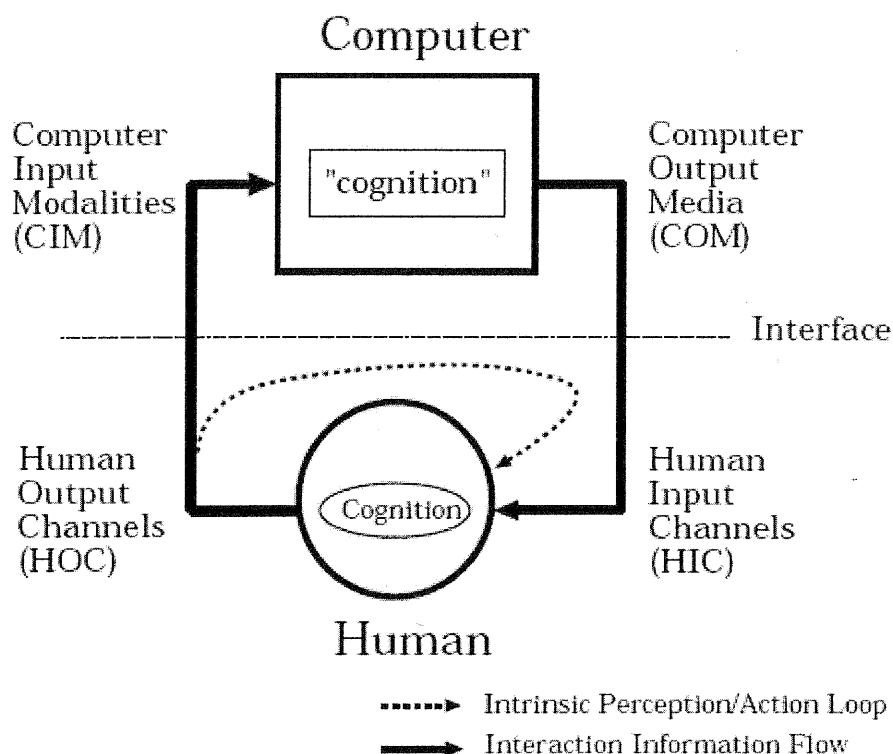
Κατά τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης μεταξύ του ανθρώπου κι ενός Η/Υ λαμβάνουν χώρα δύο βασικές διεργασίες: αυτή της Γνώσης/Αντίληψης (*Perception*) κι αυτή του Ελέγχου (*Control*).

Όταν πραγματοποιείται η διεργασία της Αντίληψης δύο πράγματα παίζουν σημαντικό ρόλο. Πρώτον, τα Μέσα Εξόδου Δεδομένων του Υπολογιστή, ή αλλιώς Computer Output Media (*COM*), που δημιουργούν τα ερεθίσματα που λαμβάνει ο άνθρωπος όταν υπάρχει η αλληλεπίδρασή με τον Η/Υ. Δεύτερον, τα Μέσα Εισόδου

Δεδομένων του Ανθρώπου ή αλλιώς Human Input Channels (HIC) και με αυτά τα μέσα ο άνθρωπος επικοινωνεί με το σύστημα και παραλαμβάνει τα δεδομένα που αυτό (H/Y) του προσφέρει.

Στη διεργασία του Ελέγχου παίζουν καθοριστικό ρόλο άλλα δύο στοιχεία. Το πρώτο είναι τα Μέσα Εξόδου Δεδομένων του Ανθρώπου ή αλλιώς Human Output Channels (HOC), τα οποία είναι τα μέσα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για να μεταδώσει τα δεδομένα που χρειάζεται ο H/Y. Το δεύτερο είναι, τα Μέσα Εισόδου Δεδομένων του Υπολογιστή ή αλλιώς Computer Input Modalities (CIM). Αναφερόμαστε φυσικά στα μέσα που διαθέτει ένας H/Y για να λαμβάνει με ευκολία τα δεδομένα που προσφέρει ο άνθρωπος. (Bongers, 2000).

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι διεργασίες που αναπτύχθηκαν πρωτίτερα.



Σχήμα 3.2: Ο κυκλικός χαρακτήρας της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου κι ενός H/Y (Schomaker et al., 1995).

Παρατηρώντας το σχήμα, γίνεται εύκολα κατανοητός ο κυκλικός χαρακτήρας της αλληλεπίδρασης μεταξύ του ανθρώπου κι ενός H/Y. Ας δούμε όμως από πιο κοντά αυτή τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης. Στο τμήμα της Γνώσης/Αντίληψης

(*Cognition*), ο Η/Υ εξωτερικεύει τα δεδομένα και τις πληροφορίες που είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο μέσω των COM (δηλαδή μέσω της οθόνης, ενός ηχείου, κτλ.). Ο άνθρωπος λαμβάνει και συλλέγει αυτά τα δεδομένα μέσω των HIC, δηλαδή μέσω των αισθήσεών του (ακοή, όραση, κτλ.).

Όσον αφορά τη διεργασία του Ελέγχου (*Control*), σ' αυτήν περιλαμβάνονται η διαχείριση των παραπάνω δεδομένων, ο έλεγχος και η αποστολή νέων δεδομένων στον Η/Υ. Εδώ χρησιμεύουν τα HOC, τα οποία μεταφέρουν τα νέα δεδομένα στον Η/Υ, όπως η κίνηση των χεριών ή ποδιών, η ομιλία κ.ά. Ο Η/Υ, όπως προαναφέραμε, έχει στη διάθεσή του τα CIM, μέσω των οποίων εύκολα προσλαμβάνει τα σταλμένα από τον άνθρωπο δεδομένα. Το ρόλο των CIM μπορούν να παίξουν αρκετά πράγματα, όπως το ποντίκι, το πληκτρολόγιο, το μικρόφωνο, το joystick κ.ά.

Εκτός από τις δύο παραπάνω διεργασίες, υπάρχει κι ένα τρίτο στοιχείο το οποίο ολοκληρώνει τον κύκλο της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σ' έναν άνθρωπο κι έναν Η/Υ. Εδώ αναφερόμαστε στο μέσο διασύνδεσης, το οποίο ενώνει τον άνθρωπο με τον Η/Υ και μεταφέρει τα δεδομένα ανάμεσά τους, δηλ. το Interface. Το τελευταίο είναι αυτό που συνδέει τα HIC, COM, HOC, CIM μεταξύ τους. Το πρωτόκολλο MIDI είναι ένα καλό παράδειγμα Interface (Schomaker et al., 1995).

3.2.3. Μορφές αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών ενός μουσικού αλληλεπιδραστικού συστήματος

3.2.3.1. Αλληλεπίδραση μεταξύ εκτελεστή και συστήματος

Εφόσον χρησιμοποιούμε ηλεκτρονικά μέσα, η πιο συχνή μορφή αλληλεπίδρασης είναι αυτή ανάμεσα σ' έναν εκτελεστή κι ένα σύστημα. Ένα καλό παράδειγμα του παραπάνω, είναι η σχεδίαση από ένα ζωγράφο μιας φιγούρας με έναν ειδικό στυλό πάνω σε ηλεκτρονικό πίνακα, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται τα σχήματα που σχεδιάζει ο ζωγράφος και να προβλέπει το επόμενο σχήμα του ζωγράφου, συμπληρώνοντας έτσι τη ζωγραφιά.

Εμείς όμως, ασχολούμαστε με την αλληλεπίδραση ενός συστήματος που σχετίζεται με τη μουσική, οπότε ως σύστημα θεωρούμε ένα μουσικό όργανο. Ο εκτελεστής πρέπει λοιπόν να έχει άποψη "συνεργασία" με το όργανο το οποίο παίζει. Τα παραδοσιακά μουσικά όργανα είναι μελετημένα και κατασκευασμένα με τις αρχές

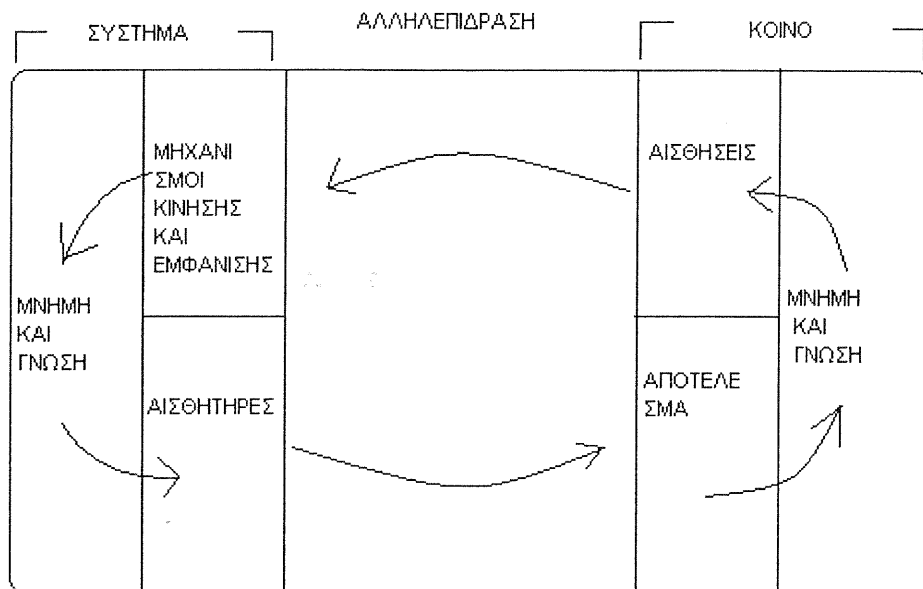
που αναφέρθηκαν στην αρχή αυτού του κεφαλαίου. Όμως οι κατασκευαστές των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων προσπαθούν να βρουν νέους τρόπους παραγωγής ήχου, όπως π.χ. μέσω ταλαντωτών. Φυσικά έχουν ως πρότυπα τα παραδοσιακά μουσικά όργανα, όπως το εκκλησιαστικό όργανο, το πιάνο, την κιθάρα κ.ά. Οι άνθρωποι γοητεύονται με τη δυνατότητα να παίζουν ήχους οργάνων όπως φλάουτου ή βιολιού από ένα πληκτρολόγιο (Erikson, 1990).

Πρωτεύον μέλημα πολλών πρωτοπόρων κατασκευαστών ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων είναι να σχεδιάζουν πρωτότυπα μουσικά όργανα, τα οποία να μην έχουν καμία ομοιότητα ούτε στη μορφή, αλλά ούτε και στην παραγωγή του ήχου τους με κανένα από τα προϋπάρχοντα. Οι κατασκευές που γίνονται έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται τις κινήσεις του ανθρώπου είναι πραγματικά αξιόλογες. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι το theremin του Leon Theremin, το Hands του Michael Waisvisz, το Chromasone του Walter Fabeck, το Lady's Glove της Laetitia Sonami, το Thunder του Don Buchla και πολλά άλλα.

Φυσικά δε λείπουν και τα παραδείγματα παραδοσιακών μουσικών οργάνων, στα οποία έχουν προσαρμοστεί ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου. Αυτά βοηθούν τον εκτελεστή να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες του κάθε οργάνου όσον το δυνατόν καλύτερα (Waisvisz, 1985).

3.2.3.2. Αλληλεπίδραση μεταξύ ενός συστήματος και κοινού

Στην περίπτωση ενός συστήματος ή εγκατάστασης (*Installation*) που αλληλεπιδρά με το κοινό, ο εκτελεστής δεν επικοινωνεί με το κοινό σε συνάρτηση με το χρόνο. Ένα ακραίο παράδειγμα που θα μπορούσαμε να δώσουμε είναι αυτό ενός CD, όπου εδώ ο ερμηνευτής αντί να εκτελεί ένα κομμάτι απ' ευθείας, το ηχογραφεί και το αναπαράγει. Έτσι ο ακροατής μπορεί να ακούσει το ίδιο κομμάτι κάποια άλλη χρονική στιγμή. Οι ιδέες και οι ενέργειες του εκτελεστή είναι ενσωματωμένες στο σύστημα, γι' αυτό και δεν παρουσιάζονται ξεχωριστά στο παρακάτω σχήμα. Ο εκτελεστής συνενώνει τις ενέργειες του με τη μηχανή και αυτά τα δύο λειτουργούν ως ένα ενιαίο σύστημα. Στη συνέχεια, έρχεται η αλληλεπίδραση όλου αυτού του συστήματος με το κοινό.



Σχήμα 3.3: Η αλληλεπίδραση μεταξύ συστήματος και κοινού

Η αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος και του κοινού, γίνεται με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους. Δηλαδή ένας ακροατής ή ένας θεατής χειρίζεται κάποιους μοχλούς ή χρησιμοποιεί το ποντίκι για να διαλέξει εικόνες που προβάλλονται σε μία οθόνη. Η ακόμη καλύτερα ένας άνθρωπος περιφέρεται σ' ένα δωμάτιο και ανάλογα με τον τρόπο που κινείται αλλάζει τα δεδομένα και τις παραμέτρους σε όλη την εγκατάσταση. Το ιδανικό είναι οι αλλαγές των παραμέτρων που κάνει ο άνθρωπος στο σύστημα να ανατροφοδοτούν το κοινό και το αντίστροφο. Βέβαια τα πράγματα στην πράξη είναι λίγο διαφορετικά. Γίνονται προσπάθειες για μια πιο άμεση αντιμετώπιση των αλλαγών δεδομένων που προκαλεί ο άνθρωπος στο σύστημα. Η πιο άμεση αντίδραση του κοινού είναι ακόμη υπό μελέτη. Τέτοιες εγκαταστάσεις δεν αφορούν μόνο παράσταση και εικόνα, αλλά και μουσική π.χ. The Global String (Atau Tanaka, Kasper Toeplitz), Walter Pavilion (κτίριο στο Zeeland), NL (Kas Oosterhuis, Lars Spuybroek) (Bongers, 2000).

3.2.3.3. Αλληλεπίδραση ενός εκτελεστή, του συστήματος και του κοινού

Αυτή η μορφή αλληλεπίδρασης αποτελεί μία διαδικασία σε πραγματικό χρόνο, η οποία περιλαμβάνει την τροφοδότηση, την επεξεργασία και την αντίδραση, και τέλος, την ανατροφοδότηση (ανάδραση). Κατά τη διάρκεια μιας συναυλίας ο μουσικός είναι αυτός που ενεργεί, ενώ το κοινό συμμετέχει παθητικά λαμβάνοντας τα

ερεθίσματα που του στέλνει ο εκτελεστής. Πολλοί κάνουν λόγο για τη συμμετοχή του κοινού σε ζωντανές παραστάσεις, το οποίο όμως δεν αναφέρεται στην αλληλεπίδραση του κοινού με τον εκτελεστή, το σύστημα ή τη μηχανή. Αυτό αφορά περισσότερο την αποδοχή ή μη των μουσικών ερεθισμάτων και την έκφραση συναισθημάτων, σε καμιά περίπτωση όμως την επιρροή του στον εκτελεστή. Αλληλεπίδραση, στη συγκεκριμένη περίπτωση, θα μπορούσε να υπάρξει μόνο όταν οι αντιδράσεις και των δύο (εκτελεστή και κοινού) άλλαζαν τα δεδομένα και επηρεάζονταν οι μετέπειτα ενέργειές τους.

Σε μια παράσταση, στην περίπτωσή μας μουσική, και ο εκτελεστής αλλά και το κοινό είναι ενεργά μέλη. Το κοινό μπορεί να ασκεί επιρροή στον εκτελεστή, είτε άμεσα, είτε μέσω ενός συστήματος. Ο εκτελεστής, ανάλογα με τις αλλαγές των δεδομένων που εισπράττει από το κοινό, μεταβάλλει το μουσικό αποτέλεσμα.

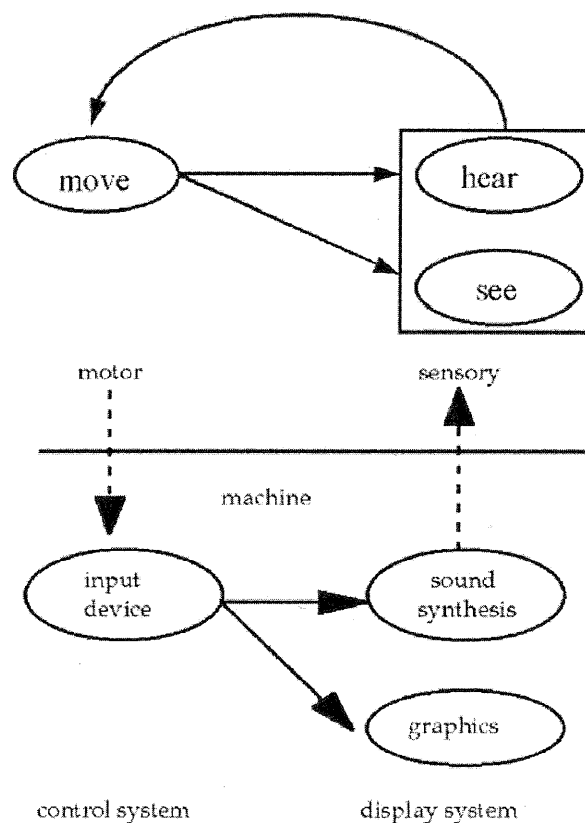
Εδώ, ο εκτελεστής και το κοινό χειρίζονται το ίδιο σύστημα και αλληλεπιδρούν με αυτό σε πραγματικό χρόνο. Δηλαδή, το κοινό αλλάζει τα δεδομένα μέσω αυτού του συστήματος, και ο εκτελεστής λαμβάνει αυτές τις αλλαγές μέσω του ίδιου του συστήματος (H/Y) αλλά και με την άμεση αλληλεπίδρασή του με το κοινό. Παραδείγματα αυτής της μορφής αλληλεπίδρασης είναι το Chromasone του Walter Fabeck, το Interaction Chair, κ.ά. (Camurri, 1996).

3.2.3.4. Αντίληψη του μουσικού γεγονότος σ' ένα μουσικό σύστημα αλληλεπίδρασης

Το σύστημα αλληλεπίδρασης και ο ακροατής συνεργάζονται και οι προθέσεις τους αλλάζουν ανάλογα με το πώς εξελίσσεται αυτή η διαδικασία. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από το σύστημα, εισέρχονται σε αυτό και στη συνέχεια τροποποιούνται ώστε να γίνει η κατάλληλη επεξεργασία από το λογισμικό. Αμέσως μετά γίνεται η ανατροφοδότηση (*Feedback*) και τα εξερχόμενα δεδομένα πλέον, ασκούν επιρροή στον εκτελεστή του συστήματος. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ο κύκλος της αλληλεπίδρασης που δημιουργείται στο προαναφερθέν σύστημα. Τα δεδομένα λαμβάνονται με τις αισθήσεις του ανθρώπου, υφίστανται επεξεργασία και ανατροφοδοτούν τις εισόδους του συστήματος, κ.ο.κ. (Choi, 2000).

Σ' ένα σύστημα αλληλεπίδρασης είναι ουσιαστικής σημασίας να υπάρχει πραγματική αλληλεπίδραση ανάμεσα στο σύστημα (H/Y) και στον εκτελεστή. Η

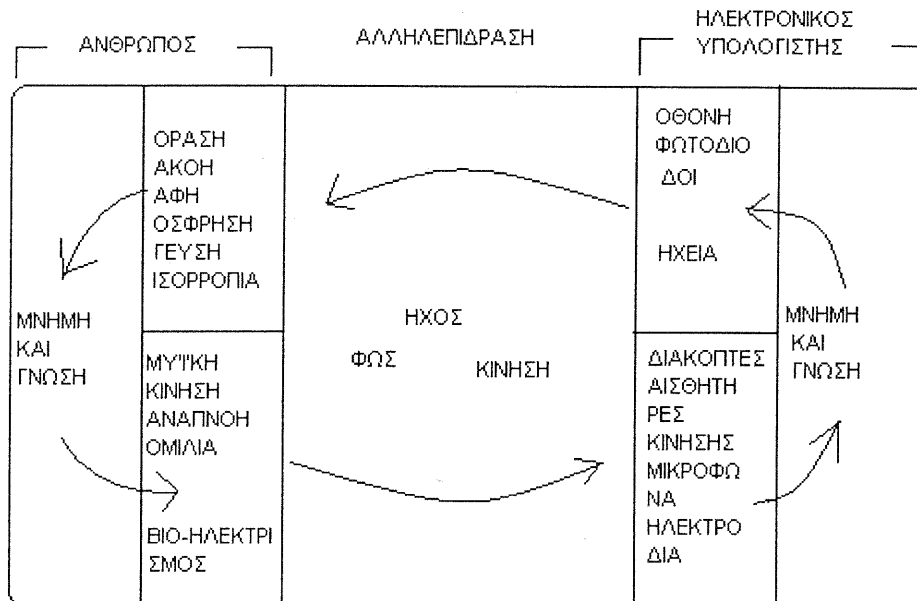
ενεργοποίηση αυτού του συστήματος γίνεται από τον άνθρωπο και συγκεκριμένα με την κίνησή του. Στη συνέχεια λαμβάνονται τα δεδομένα (ηχητικά) της ανατροφοδότησης του συστήματος κι έτσι συνεχίζει ο κύκλος της αλληλεπίδρασης. Πιο συγκεκριμένα, ο εκτελεστής ανάλογα με τις εκφραστικές του κινήσεις (βλ. Κεφ. 3.4.) εισάγει τις πληροφορίες στο σύστημα/μηχανή. Αυτό γίνεται με το μέσο διασύνδεσης το οποίο διαθέτει το κατάλληλο λογισμικό. Η μηχανή ή ο Η/Υ επεξεργάζεται αυτές τις πληροφορίες με το δικό του λογισμικό και παράγει τον ήχο από τα Computer Output Media/COM (π.χ. monitors). Παράλληλα υπάρχει και η δυνατότητα να γίνεται και κάποια γραφική αναπαράσταση αυτής της πορείας. Όσο πιο γρήγορα, αναλυτικότερα και ορθότερα γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων από το σύστημα, τόσο καλύτερα μπορεί ο εκτελεστής να προσαρμόσει τις εκφραστικές του κινήσεις ώστε το μουσικό αποτέλεσμα να είναι και το επιθυμητό. Τα παραπάνω αναπαριστώνται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 3.4: Ο κύκλος της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και μηχανής (Choi, 2000).

3.3. Αισθήσεις του ανθρώπου που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση

Ο άνθρωπος μπορεί να αλληλεπιδράσει με το κοινό ή το σύστημα με όλες τις αισθήσεις του. Αυτές οι αισθήσεις αποτελούν τα “κανάλια επικοινωνίας” του. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί τις αισθήσεις του για να αντιλαμβάνεται και να χειρίζεται τα πράγματα γύρω του. Η “είσοδος” της ακοής αφορά την αντίληψη των ήχων, ενώ η “έξοδος” της αφής χρησιμεύει στο να μετακινεί και να χειρίζεται τα αντικείμενα. Οι αισθήσεις που χρησιμοποιούνται πιο πολύ σε μια διαδικασία αλληλεπίδρασης είναι η όραση, η ακοή και η αφή, υπάρχουν βέβαια και η όσφρηση και η γεύση, οι οποίες έχουν πιο σπάνια εφαρμογή. Κάθε αίσθηση χωρίζεται σε κατηγορίες, δηλαδή για παράδειγμα η αφή χρησιμεύει στο να ψηλαφούμε ή να μετακινούμε αντικείμενα, ή να εκτελούμε κάποιο μουσικό όργανο και όλα τα παραπάνω εκτελούνται με τη βοήθεια μίας και μόνο αίσθησης, άρα κάθε αίσθηση μπορεί να χωρίζεται σε κατηγορίες και να πραγματοποιεί πολλές διαφορετικές διεργασίες (Shackel, 1990).



Σχήμα 3.6: Οι ανθρώπινες αισθήσεις και ο ρόλος τους σ' ένα σύστημα αλληλεπίδρασης.

3.3.1. Η αίσθηση της αφής

Σ' έναν κύκλο αλληλεπίδρασης η αίσθηση που ξεχωρίζει και παίζει σημαντικό ρόλο είναι αυτή της αφής. Αυτό συμβαίνει γιατί ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να ασκεί καλύτερο έλεγχο πάνω της παρά σε άλλες αισθήσεις, αλλά επίσης γιατί με την αφή συλλέγει πολλές πληροφορίες για τα αντικείμενα. Σε αντίθεση με τις άλλες αισθήσεις, όπως την όραση (δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την ύπαρξη φωτός, ακόμη και με κλειστά μάτια) ή την ακοή (δε γίνεται να μην αντιληφθούμε ένα δυνατό ήχο), τις δυνατότητες της αφής μπορούμε να τις εκμεταλλευτούμε ανάλογα με τις ανάγκες και τις επιθυμίες μας (Loomis&Leederman, 1986).

3.3.1.1. Οι τρεις κατηγορίες της αφής

Η αφή χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες, η κάθε μία από αυτές είναι στενά συνδεδεμένη με τις άλλες δύο, αλλά ταυτόχρονα και πολύ διαφορετική.

Η “κιναίσθηση” ή αλλιώς Kinesthetic Sense, είναι αυτή η αίσθηση κατά την οποία ο εγκέφαλος δέχεται πληροφορίες για την τοποθέτηση και στάση των μελών του ανθρώπινου σώματος (χέρια, πόδια). Αυτή ακριβώς είναι που βοηθά τον άνθρωπο να χειρίζεται με περισσότερη ακρίβεια τις κινήσεις του, όπως η ενεργοποίηση των μυών για ανύψωση βαρών, η περιστροφή του κεφαλιού κ.ά. Όσον αφορά τη χρήση της σε αλληλεπιδραστικά συστήματα, γίνεται εκμετάλλευσή της στην αλληλεπίδραση ανθρώπου με Η/Υ, εκεί όπου χρειάζονται λεπτές κινήσεις των άκρων, όπως ο χειρισμός του ποντικιού ή του joystick, κ.ά.

Η “αίσθηση της ψηλάφησης”, όπως μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε, αφορά τις νευρικές και αισθητηριακές απολήξεις που υπάρχουν στο δέρμα. Έτσι όταν η επιδερμίδα των χεριών ή των ποδιών έρθει σε επαφή με κάποιο αντικείμενο, το ψηλαφεί και συλλέγει πληροφορίες για την υφή, τη δομή και το σχήμα, το μέγεθος και τη θερμοκρασία του.

Τέλος υπάρχει και η “αίσθηση της επαφής” η οποία είναι συνδυασμός των δύο άλλων υποκατηγοριών της αφής. Η αίσθηση της επαφής ουσιαστικά συνδυάζει τις πληροφορίες που δέχεται από τις δύο παραπάνω και με βάση αυτές, προγραμματίζει τις επόμενες κινήσεις (Bongers, 2000).

3.3.2. Η αίσθηση της όρασης

Μια άλλη αίσθηση η οποία παίζει σημαντικό ρόλο σ' ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα είναι αυτή της όρασης. Η οπτική είναι η επιστήμη που ασχολείται με το ορατό φως καθώς και με τις υπέρυθρες και υπεριώδεις ακτινοβολίες. Η πολυπλοκότητα της αίσθησης της όρασης ξεπερνά τα όρια της κατανόησής μας, παρόλα αυτά όμως έχουν συλλεχθεί πολύτιμα στοιχεία για τις ιδιότητες της όρασης από πειραματικές μελέτες.

Οι πιο βασικές και σημαντικές ιδιότητες της όρασης είναι οι εξής: η αντίδραση/ανταπόκριση στην ένταση του φωτός, στα χρώματα, όπως και οι χρονικές και χωρικές αντιδράσεις. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι και επίπεδα στα οποία μπορούν να μελετηθούν οι ιδιότητες της όρασης. Όσον αφορά το δέκτη, υπάρχουν αισθητήρες στον αμφιβληστροειδή χιτώνα οι οποίοι έχουν ευαισθησία στην ένταση και στο χρώμα του φωτός. Το οπτικό αποτέλεσμα προέρχεται από ένα πλήθος αντιδράσεων για διαφορετικά ερεθίσματα και είναι πλούσιο και ολοκληρωμένο ώστε να παρέχει την καλύτερη δυνατή αναπαράσταση ακόμη και για τις πιο περίπλοκες σκηνές. Φυσικά η καλύτερη αναπαράσταση αντιπροσωπεύει τον πιο γρήγορο εντοπισμό, την καλύτερη επεξεργασία και αναγνώριση των σχημάτων και παραμέτρων της οπτικής σκηνής (Schomaker et al., 1995).

3.3.3. Η αίσθηση της ακοής

Η αίσθηση της ακοής από τη μεριά της μπορεί να διαδραματίσει εξίσου σημαντικό ρόλο σ' ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα. Η ακοή αντιλαμβάνεται το ύψος/τόνο (*pitch*), την ένταση (*loudness*) και τη χροιά (*timbre*) ενός ήχου.

Μια ιδιότητα της ακοής είναι να κατατάσσει τα τονικά ύψη που αντιλαμβάνεται σε μία σειρά, στην περίπτωσή μας, σε μία μουσική κλίμακα. Υπάρχουν δύο πλευρές της έννοιας “ύψος” όταν αναφερόμαστε σε μουσικούς ήχους. Η μία έχει σχέση με τη (θεμέλιο) συχνότητα ενός ήχου και ονομάζεται “τονικό ύψος” (*pitch height*). Αυτό ακριβώς είναι που μας παρέχει την αίσθηση ενός “υψηλού” ή “χαμηλού” τόνου. Η άλλη έχει σχέση με τη θέση του ήχου αυτού στη μουσική κλίμακα το οποίο ονομάζεται “τονικό χρώμα” (*pitch chroma*). Χάρη σε αυτό, φθόγγοι

που απέχουν ακριβώς μία οκτάβα (π.χ. e-e') γίνονται αντιληπτοί ως σχετικοί ή στενά συνδεδεμένοι (ισοδυναμία οκτάβας).

Όσον αφορά την ένταση (*loudness*) αυτή είναι η υποκειμενική ηχηρότητα ενός ήχου και εξαρτάται από τέσσερα μεταβλητά ερεθίσματα: το φασματικό περιεχόμενο, το χρόνο, το υπόβαθρο και τη χωρική κατανομή της ηχητικής πηγής.

Τέλος, η χροιά (*timbre*) αναφέρεται στην ποιότητα ή στο χρώμα του ήχου. Η χροιά είναι η αντιληπτική ικανότητα του ήχου η οποία επιτρέπει στον ακροατή να διαχωρίζει ήχους οι οποίοι είναι ισοδύναμοι στο τονικό ύψος, στην ένταση και στη διάρκεια (Schomaker et al., 1995).

3.3.4. Άλλες αισθήσεις που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση

Οι αισθήσεις και τα μέσα εξόδου δεδομένων του ανθρώπου περιλαμβάνουν τις πληροφορίες που λαμβάνονται από το κινητικό σύστημα του ανθρώπου (μύες). Οι μύες επιτελούν πλήθος εργασιών, από την απλή μετακίνηση αντικειμένων έως τη ζωγραφική ή το τραγούδι (στοματικοί μύες). Μια πιο ειδική περίπτωση είναι αυτή του βιοηλεκτρισμού με τη μορφή ηλεκτρομυογραφικών σημάτων (*EMG*) τα οποία καταγράφουν την κίνηση των μυών, ή με τη μορφή των ηλεκτροεγκεφαλογραφικών σημάτων (*EEG*) τα οποία καταγράφουν την ενέργεια του εγκεφάλου. Αυτά τα σήματα μπορούν να μετρηθούν με ηλεκτρόδια και να ελέγξουν ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα. Τέτοιου είδους βιοηλεκτρισμό χρησιμοποιεί ο Atau Tanaka του Sensorband για τις μουσικές του παραστάσεις (Tanaka, 1993).

Εκτός από τις τρεις αισθήσεις που αναφέραμε (όραση-μάτια, ακοή-αυτιά, αφή-δέρμα) υπάρχουν και η αίσθηση της όσφρησης (μύτη), η αίσθηση της γεύσης (γλώσσα) και η αίσθηση της ισορροπίας (όργανο της ισορροπίας). Η αίσθηση της όσφρησης και της γεύσης δε φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο σ' ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα, η αίσθηση της ισορροπίας όμως γίνεται ολοένα και πιο ενδιαφέρουσα σε σχέση με τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας (Bongers, 1998). Προς το παρόν χρησιμοποιούνται μόνο σε εξομοιωτές πτήσεων.

Στα αλληλεπιδραστικά συστήματα σύννηθες είναι να συνδυάζονται πολλές αισθήσεις μαζί, ακριβώς όπως γίνεται και στη ζωή των ανθρώπων.

3.4. Οι εκφραστικές κινήσεις (Gestures)

“Ο άνθρωπος ακούει ένα τραγούδι με τα αυτιά και το μυαλό του, όμως την ώρα που γίνεται αυτή η ακρόαση και το ίδιο του το σώμα “ακούει” το τραγούδι και δημιουργούνται κινήσεις σχετικές με τα συναισθήματά και τα νοήματα που η μουσική υποβάλλει.” Έτσι αντιλαμβάνεται ο Βοήθιος την επίδραση της μουσική στο ανθρώπινο σώμα (Boethius, 1989:8).

Η μουσική, όπως όλοι γνωρίζουμε, παράγεται από τις εκφραστικές κινήσεις ενός ή περισσότερων εκτελεστών, πράγμα στο οποίο λίγοι σχετικά ερευνητές και μουσικολόγοι δίνουν σημασία στη διάρκεια των αιώνων. Το θέμα τις τελευταίες δεκαετίες τυγχάνει της αναγνώρισης που του αρμόζει. Είναι αδιαμφισβήτητο πλέον το γεγονός ότι ο εκτελεστής ελέγχει το μουσικό αποτέλεσμα με τις κινήσεις και τα φυσικά χαρακτηριστικά του σώματός του, ασκώντας άμεση επιρροή στα χαρακτηριστικά του οργάνου και καθορίζοντας όχι μόνο τι θα ακουστεί, αλλά και πώς αυτό θα ακουστεί.

Στην καθημερινή του ζωή ο άνθρωπος εκτελεί πλήθος εκφραστικών κινήσεων, το τι όμως είναι ακριβώς εκφραστική κίνηση είναι κάπως δύσκολο να προσδιοριστεί. Όσον αφορά τις μουσικές εκφραστικές κινήσεις, ο καθένας προσπαθεί να βρει ένα δικό του ορισμό, καθώς δεν υπάρχουν επιστημονικά τεκμηριωμένοι ορισμοί γι’ αυτές (Barthes, 1977). Στην παρούσα εργασία ως μουσική εκφραστική κίνηση θα εννοούμε περισσότερο τις κινήσεις των μελών του χεριού (δάκτυλα, παλάμη, κτλ.) και λιγότερο τις κινήσεις ολοκλήρου του σώματος.

Όλοι οι ορισμοί των μουσικών εκφραστικών κινήσεων που υπάρχουν, έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό: όλοι αφορούν τη συμπεριφορά του ανθρώπου είτε αυτή προκαλείται άμεσα είτε έμμεσα. Όλες οι εκφραστικές κινήσεις δεν έχουν ούτε το ίδιο νόημα, ούτε το ίδιο αποτέλεσμα ούτε και την ίδια λειτουργία, γι’ αυτό πρέπει να υπάρχει ένας σαφής διαχωρισμός αυτών. Οι εκφραστικές κινήσεις που κάνει ένας άνθρωπος μεταδίδοντας ένα νόημα σε κάποιους ακροατές και εξάγεται κάποιο αποτέλεσμα, δεν είναι ίδιες με αυτές που ανατροφοδοτούν ένα σύστημα ύστερα από μία ακρόαση μουσικής. Τέλος, για να μπορέσουμε να ασκήσουμε αποτελεσματική επιρροή στο μουσικό αποτέλεσμα πρέπει να γνωρίζουμε με ακρίβεια τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά αυτών των εκφραστικών κινήσεων (Cadoz, 1988).

3.4.1. Προσδιορισμός του όρου εκφραστική κίνηση

Όταν αναφερόμαστε στον όρο εκφραστική κίνηση ή αλλιώς *Gesture*, δεν εννοούμε μια απλή κίνηση, αλλά μια κίνηση η οποία γίνεται για κάποιο συγκεκριμένο λόγο. Γίνεται για να εκφράσει κάτι, για να διατυπώσει κάτι, πρόκειται δηλαδή για μια κίνηση με νοηματικό περιεχόμενο (Iazzetta, 2000). Η κίνηση των χεριών ή του σώματος που είναι μονάχα μηχανικές κινήσεις, αποκτούν νόημα όταν υπάρχουν μέσα σ' ένα χωροχρονικό πλαίσιο και επηρεάζονται από τις αλλαγές που προκύπτουν.

Για παράδειγμα, το πάτημα ενός πλήκτρου στο πληκτρολόγιο ενός Η/Υ, δε θεωρείται εκφραστική κίνηση, διότι αυτή η κίνηση δεν έχει νοηματικό περιεχόμενο. Γίνεται απλώς για να εμφανιστούν οι χαρακτήρες στην οθόνη χωρίς να έχει σημασία ποιος πάτησε το πλήκτρο, με πόση δύναμη ή διάρκεια και το αποτέλεσμα είναι πάντα το ίδιο, χωρίς καμία διακύμανση. Δε συμβαίνει όμως το ίδιο στην εκτέλεση κάποιου μουσικού οργάνου, γιατί το πάτημα κάθε πλήκτρου στο πιάνο έχει σημασία. Στην εκτέλεση μίας μελωδίας δεν έχει νόημα μόνο το πόσο δυνατά θα πιέζονται τα πλήκτρα ή με τί διάρκεια, αλλά και από ποιον εκτελείται αυτή η μελωδία. Κάθε κίνηση που κάνει ο εκτελεστής έχει σημασία και νόημα, γι' αυτό και μπορούμε να χαρακτηρίσουμε αυτές, ως εκφραστικές κινήσεις (Coker, 1972). Ο κάθε μουσικός, ανάλογα με την ηλικία, την εμπειρία και τη συναισθηματική του κατάσταση, εκτελεί διαφορετικές εκφραστικές κινήσεις, οι οποίες φυσικά επηρεάζουν το μουσικό αποτέλεσμα. Δεν είναι απλές κινήσεις που κάνει ο εκτελεστής, αλλά από αυτές εξαρτάται η ένταση και η διάρκεια του παραγόμενου ήχου, η συναισθηματική φόρτιση που θα προκληθεί στους ακροατές κ.ά. Πρόκειται δηλαδή για εκφραστικές κινήσεις με νοηματικό περιεχόμενο.

3.4.2. Η σημασία των εκφραστικών κινήσεων

Οι εκφραστικές κινήσεις (*Gestures*) παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην εξαγωγή του μουσικού νοήματος. Είναι γεγονός ότι έχουμε μάθει να αντιλαμβανόμαστε τους μουσικούς ήχους με τη βοήθεια των εκφραστικών κινήσεων που παράγουν και αντιπροσωπεύουν τέτοιους ήχους. Ο G.Kurtenbach και ο E.Hulteen (1990) αναφέρουν πως η κάθε εκφραστική κίνηση επιτελεί κάποια λειτουργία στη μουσική και αυτή εξαρτάται από την ικανότητα αυτής της κίνησης να εκφράζει κάποιο νόημα:

“Οι εκφραστικές κινήσεις αυξάνουν τις λειτουργίες τους για χάρη της εκφραστικότητάς τους, μία και μόνο εκφραστική κίνηση μπορεί να διαχειρίζεται πολλές διαφορετικές παραμέτρους, σε τέτοιο βαθμό που θα είναι αδύνατον για τον εκτελεστή να διαχειρίζεται καθεμία από αυτές ξεχωριστά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο διευθυντής ενός μουσικού συνόλου (μπάντα, ορχήστρα). Οι κινήσεις (*Gestures*) των χεριών του ελέγχουν και ρυθμίζουν από τη μία πλευρά το tempo και το ρυθμό και από την άλλη την ένταση. Το tempo εξαρτάται από το ρυθμό της κίνησης, ενώ η ένταση από το μέγεθός της. Αν κάποιος προσπαθούσε να διαχωρίσει αυτές τις δύο λειτουργίες θα είχαμε μάλλον δυσμενή αποτελέσματα και αδυναμία ελέγχου του μουσικού συνόλου” (Kurtenbach&Hulteen, 1990: 311-312).

Είναι εύλογο το γεγονός ότι η στάση του σώματος, η τοποθέτησή του στο χώρο και ο τρόπος κίνησης επηρεάζουν τις εκφραστικές κινήσεις που θα παραχθούν. Η αποδοτικότητα κάθε εκφραστικής κίνησης εξαρτάται και από την ίδια την κίνηση, αλλά και από όλα τα παραπάνω. Πρόκειται λοιπόν για μια δυναμική διεργασία και η κίνηση των μυών αντιπροσωπεύει το είδος και τη μορφή της εκφραστικής κίνησης που πραγματοποιείται.

3.4.3. Διαχωρισμός των εκφραστικών κινήσεων (*Gestures*)

Πολλοί ερευνητές προτείνουν διαχωρισμό των εκφραστικών κινήσεων σε κατηγορίες, άλλοι περισσότερο και άλλοι λιγότερο εύστοχα. Εμείς στη συνέχεια παρουσιάζουμε τους πιο σημαντικούς:

Ο P.Ekman και ο W.Freisen (1969) επηρεασμένοι από τις απόψεις του Efron (1972) διαχωρίζουν τις εκφραστικές κινήσεις σε πέντε κατηγορίες: Εικονογραφικές (*Illustrators*), Ρυθμιστικές (*Regulators*), Ελεγκτικές του σώματος (*Body Manipulators*), Εκφραστικές (*Affect Displays*) και Εμβληματικές (*Emblems*).

Ο D.McNeil (1992) με τη σειρά του μελετά διάφορους ερευνητές και κάνει το δικό του διαχωρισμό στις εκφραστικές κινήσεις με τον ακόλουθο τρόπο. Τις διαχωρίζει σε: Μεταφορικές (*Metaphorics*), Εικονικές (*Iconics*), Ρυθμικές (*Beats*) και Δεικτικές (*Dectics*).

Τέλος, υπάρχει κι ένας ακόμη διαχωρισμός των εκφραστικών κινήσεων ίσως πιο σαφής από τους παραπάνω. Αυτό το διαχωρισμό συντάσσουν οι Schomaker et al (1995) και αφορά την αλληλεπίδραση ανάμεσα σ' έναν άνθρωπο κι ένα σύστημα.

Εδώ οι εκφραστικές κινήσεις χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: οι Δεικτικές (*Deictic*) αναφέρονται στην κίνηση που κάνουμε για να δείξουμε ένα πρόσωπο ή αντικείμενο ή την κίνησή του. Οι Εικονικές (*Iconic*) αναφέρονται στη χωρική τοποθέτηση αντικειμένων ή ανθρώπων και στις ενέργειές τους. Οι Συμβολικές (*Symbolic*) αναπαριστούν εκφράσεις όπως π.χ. το νόημα που κάνουμε με τα χέρια για την ένδειξη της νίκης ή της ειρήνης. Και τέλος, οι Μιμητικές (*Pantomimic*) αναπαριστούν ένα αντικείμενο (π.χ. βιολί) ή μία ενέργεια (π.χ. ένας εκτελεστής που παίζει βιολί).

3.4.4. Ανάλυση των διαφορετικών ειδών των εκφραστικών κινήσεων

Η επιδίωξή μας εδώ είναι να εξετάσουμε την αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ανθρώπων ή μεταξύ ενός ανθρώπου και ενός συστήματος, ή ενός ανθρώπου, ενός συστήματος και κοινού, μέσα σε μουσικά πλαίσια και με τη χρήση εκφραστικών χειρονομιών.

Οι εκφραστικές κινήσεις που κάνουμε κατά την εκτέλεση ενός μουσικού οργάνου (*Οργανολογικές εκφραστικές κινήσεις*) χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες προσεγγίζονται με διαφορετικό τρόπο η καθεμία: η προσέγγιση μέσω του φαινομένου και της περιγραφής του (*Phenomenological Approach*), η προσέγγιση μέσω της λειτουργίας του (*Functional Approach*) και η προσέγγιση μέσω της υποκειμενικότητας του μουσικού εκτελεστή (*Intrinsic Approach*).

Η προσέγγιση μέσω του φαινομένου και της περιγραφής του ή αλλιώς η φαινομενολογική προσέγγιση αποτελείται από τρία κριτήρια: αυτό της Κινηματικής (*Cinematic*), της Χωρικής Υπόστασης (*Spatial*) και αυτό της Συχνότητας (*Frequential*). Το πρώτο κριτήριο αναφέρεται στην ταχύτητα της εκφραστικής κίνησης και στην ανάλυσή της. Το δεύτερο έχει σχέση με τις διαστάσεις του χώρου μέσα στον οποίο λαμβάνει χώρα η κίνηση. Και τέλος, το τρίτο κριτήριο έχει σχέση με τη διάκριση των συχνοτήτων (ήχων) σε σχέση με τις επιθυμητές παραγόμενες συχνότητες.

Η λειτουργική προσέγγιση αναφέρεται στις πιθανές λειτουργίες που μπορεί να έχει μία εκφραστική κίνηση σε μια συγκεκριμένη κατάσταση.

Τέλος, η προσέγγιση από τη μεριά του μουσικού εκτελεστή έχει σχέση με τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες ο μουσικός εκτελεί τις συγκεκριμένες εκφραστικές

κινήσεις, το διαφορετικό σωματότυπο του κάθε εκτελεστή και με το πως προσαρμόζονται οι εκφραστικές του κινήσεις ώστε να παραχθεί το επιθυμητό μουσικό αποτέλεσμα. Υπάρχουν τρεις ομάδες ενεργειών μέσα σ' ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα που συνιστούν τις εκφραστικές κινήσεις: η Μετωπική κίνηση (*Frontal action*), η Κατακόρυφη κίνηση (*Vertical action*) και Παράλληλη κίνηση (*Lateral action*) (Cadoz, 1988).

3.4.5. Σημαντικές κατηγορίες εκφραστικών κινήσεων

Οι μηχανικές κινήσεις του ανθρώπου διακρίνονται σε γρήγορες (κρούση, πτώση) και αργές (ισορροπία). Υπάρχουν όμως και κάποιοι άλλοι όροι που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις περιπτώσεις: Για τις γρήγορες έχουμε τον όρο “Ακαριαίο έλεγχο” (*Ballistic Control*) και για τις πιο αργές κινήσεις (που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση του συστήματος κατά τη διάρκεια της παράστασης) έχουμε τον όρο “Ισχυρό έλεγχο” (*Current Control*).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ανθρωπίνων κινήσεων, με ένα διαχωρισμό να έχει να κάνει με την αφετηρία της κίνησης που εκτελείται, δηλ. με τις ενεργητικές και τις παθητικές κινήσεις. Ένας άλλος διαχωρισμός γίνεται με βάση τη μορφή και το είδος της κάθε κίνησης, η οποία διακρίνει τις αντανακλαστικές, τις αυτόματες και τις σκόπιμες κινήσεις οι οποίες μπορούν να τίθενται σε εφαρμογή είτε από μόνες τους (αυτόματα) (*auto-initialized*), είτε με κάποιο ερέθισμα (*triggered*). Όσον αφορά την τρίτη κατηγορία, σε αυτή ξεχωρίζουμε τα παρακάτω είδη κινήσεων: αυτές που πραγματοποιούνται με τη χρήση μίας και μόνο άρθρωσης ή πολλών, αυτές που είναι ξεχωριστές ή ρυθμικές, τις αργές ή γρήγορες, αυτές που έχουν ή όχι σαφή σκοπό, αυτές με ή χωρίς ανατροφοδότηση και τέλος τις ισοτονικές (ώστε να εκτοπίσει κάτι) και τις ισομετρικές (ώστε να παραχθεί δύναμη) (Ekman&Freisen, 1969).

3.4.6. Παραγωγή των εκφραστικών κινήσεων

Οι μηχανικές κινήσεις και οι μυϊκές ομάδες έχουν σχέση με το νευρικό σύστημα του ανθρωπίνου σώματος. Οι επιστήμονες διαπιστώνουν πως η λειτουργία του νευρικού συστήματος χωρίζεται σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο, το νευρικό

σύστημα επιλέγει ένα τρόπο αντίδρασης που είναι πιο κατάλληλος στην κάθε περίπτωση. Στο δεύτερο στάδιο, γίνεται ο προσδιορισμός των ιδιοτήτων της προηγούμενης ενέργειας και στο τρίτο στάδιο πραγματοποιείται η κίνηση (Kendon, 1981).

Θα πρέπει οπωσδήποτε να αναφέρουμε την αρχή της κινητικής ισοδυναμίας (*motor equivalence principle*), σύμφωνα με την οποία η δομή της εκφραστικής κίνησης συντηρείται ανεξάρτητα από τις μυϊκές ομάδες που τη δημιουργούν. Δηλαδή η σημασία και η απόρροια μιας εκφραστικής κίνησης δεν εξαρτάται από τις μυϊκές κινήσεις που πραγματοποιούνται για την παραγωγή αυτής της κίνησης. Έτσι, ακόμη κι αν δύο κινήσεις παράγονται με τις ίδιες μυϊκές κινήσεις, το αποτέλεσμα, η σημασία και ο σκοπός μπορεί να είναι εξ' ολοκλήρου διαφορετικά.

Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και η ίδια η κίνηση, δηλ. η ταχύτητα και η τροχιά της. Γενικά η ταχύτητα μιας κίνησης σε ευθεία γραμμή είναι μεγαλύτερη από αυτή μιας κυκλικής. Για να αντιληφθούμε και να επιβεβαιώσουμε το παραπάνω δεν έχουμε παρά να εξετάσουμε τις κινήσεις ενός διευθυντή οποιουδήποτε μουσικού συνόλου, για τις οποίες δεν ευθύνονται οι μύες, αλλά το νευρικό σύστημα του ανθρώπου.

Τέλος, η ισοχρονία (*isochrony*) είναι ένα ακόμη χαρακτηριστικό των εκφραστικών κινήσεων. Σύμφωνα με αυτό, όταν δεν υπάρχει καθορισμένο tempo, η ταχύτητα κάθε κίνησης σχετίζεται με το μήκος της (Kendon, 1981).

3.5. Η “μουσική εκφραστική κίνηση” (*Musical Gesture*)

Ο όρος εκφραστική κίνηση (*Gesture*) χρησιμοποιείται και στη μουσική ανάλυση με μεταφορική σημασία έχοντας παραπλήσιο νόημα, γι' αυτό και αναφέρεται ως μουσική εκφραστική κίνηση (*Musical Gesture*). Τον παραπάνω όρο μπορούμε να τον συναντήσουμε στην περιγραφή των δυναμικών χαρακτηριστικών της μουσικής άρθρωσης. Ο W.Coker (1972) κάνει την πρώτη προσπάθεια συσχετισμού της σημασίας της μουσικής με τις εκφραστικές κινήσεις. Σύμφωνα με τον τελευταίο, η μουσική εκφραστική κίνηση περιλαμβάνει ένα σύνολο ρυθμικών και ηχητικών χαρακτηριστικών της κίνησης τα οποία ρυθμίζουν ενέργειες, γεγονότα και αντικείμενα (μουσικά ή μη).

3.5.1. Ο διαχωρισμός των μουσικών εκφραστικών κινήσεων κατά τον F.Delalande

Όλες οι παραπάνω θεωρίες δε συσχετίζουν άμεσα τις σωματικές κινήσεις του ανθρώπου με τις εκφραστικές κινήσεις. Ο F. Delalande (1988) διακρίνει ένα συσχετισμό μεταξύ της κυριολεκτικής και της μεταφορικής έννοιας της μουσικής εκφραστικής κίνησης. Διαχωρίζει λοιπόν τις μουσικές εκφραστικές κινήσεις σε τρία επίπεδα: την Παραγωγική εκφραστική κίνηση (*Geste Effectuere*) η οποία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή του ήχου, τη Συνοδευτική εκφραστική κίνηση (*Geste Accompagnateur*) η οποία αφορά ολόκληρο το σώμα του εκτελεστή και δεν έχει άμεση σχέση με την παραγωγή του ήχου, και την Εικονική/Μορφική εκφραστική κίνηση (*Geste Figure*) η οποία σχετίζεται με τη μεταφορική έννοια της μουσικής εκφραστικής κίνησης και αποτελεί μία τρίτη διάσταση αυτής.

Τα τρία επίπεδα συνδέονται άμεσα το ένα με το άλλο και έχουν λίγα ή πολλά κοινά χαρακτηριστικά. Η Εικονική/Μορφική εκφραστική κίνηση ερευνάται με αισθητικές και αναλυτικές προσεγγίσεις, ενώ η Παραγωγική εκφραστική κίνηση ερευνάται μέσω της αλληλεπιδραστικής μουσικής και των αλληλεπιδραστικών συστημάτων. Τέλος, η Συνοδευτική εκφραστική κίνηση ερευνάται από ανθρώπους που σχετίζονται με την τέχνη της παράστασης.

Οι άνθρωποι που ασχολούνται με την έρευνα των εκφραστικών κινήσεων και τις νοηματικές τους προσεγγίσεις, υποστηρίζουν πως η Εικονική εκφραστική κίνηση έχει παραπλήσια σημασία με τη Νοητική εκφραστική κίνηση (*Mental Gesture*). Σε αντίθεση με τις *Geste Effectuere* και *Geste Accompagnateur* (που αναφέρονται στην παραγωγή του ήχου και την συμβολή των εκφραστικών κινήσεων σε αυτή), οι Νοητικές εκφραστικές κινήσεις συσχετίζουν τις κινήσεις με τις εικόνες και τα νοήματα που αυτές παρέχουν. Πρέπει να σημειώσουμε επίσης, πως οι Νοητικές εκφραστικές κινήσεις έχουν σχέση τόσο με την ακρόαση όσο και με τη σύνθεση της μουσικής και βασίζονται πάντα στην Παραγωγική και Συνοδευτική εκφραστική κίνηση, με τις τελευταίες να κατανοούνται μέσα από την εμπειρία του εκτελεστή. Έτσι λοιπόν καταλήγουμε να πούμε πως η Νοητική εκφραστική κίνηση αντιτίθεται στις δύο παραπάνω (*Geste Effectuere* και *Geste Accompagnateur*) εξαιτίας του γεγονότος ότι η πρώτη συσχετίζεται με τη σύνθεση της μουσικής, ενώ οι άλλες δύο με τη μουσική ιδέα και το μουσικό περιεχόμενο. Ο ακροατής είναι αυτός που ενώνει

αυτές τις εκφραστικές κινήσεις και τις συνδυάζει κατά τη διάρκεια μιας ακρόασης (Delalande, 1988).

3.5.2. Περιγραφή και ανάλυση των μουσικών εκφραστικών κινήσεων

Στη μη-παραδοσιακή αλληλεπίδραση μεταξύ ενός ανθρώπου και μιας μηχανής σε μουσικό πλαίσιο (άνθρωπος-μουσικό αντικείμενο) ή σε αυτό της Εικονικής Πραγματικότητας (*Virtual Reality*) οι διεργασίες καθορίζονται δύσκολα, μπορούμε όμως εύκολα να διακρίνουμε κάποια χαρακτηριστικά των εκφραστικών κινήσεων.

Ο I.Choi (1998) υποστηρίζει πως οι εκφραστικές κινήσεις είναι βασικές ανθρώπινες κινήσεις οι οποίες συσχετίζουν την επιθυμία του ανθρώπου με την αντίδρασή του σ' ένα περιβάλλον. Οι εκφραστικές κινήσεις ερμηνεύονται με βάση τρεις αρχές οι οποίες αναφέρονται ανεξαρτήτως αλληλεπιδραστικού συστήματος. Πρώτον, η αρχή που εξαρτάται από την τροχιά (της κίνησης) όπως π.χ. η κίνηση από τον Βορρά προς το Νότο αλλάζει και γίνεται από την Ανατολή προς τη Δύση. Δεύτερον, η αρχή που εξαρτάται από τη δύναμη, όπως π.χ. η εφαρμογή περισσότερης ή λιγότερης δύναμης. Τρίτον, η αρχή που βασίζεται σε σχήματα κινήσεων, όπως π.χ. οι κινήσεις που δεν επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Για τον Delalande (1998), οι *Effective Gestures* χρησιμεύουν για τη μηχανική παραγωγή του ήχου. Οι *Accompanist Gestures* είναι οι κινήσεις όπως οι αναπνοές ενός πιανίστα ή οι κινήσεις των ωμών. Αυτές δεν εξηγούνται εντελώς από μηχανική άποψη, αλλά έχουν σχέση και με την επιθυμία του εκτελεστή να μεταδώσει κάποιο νόημα ή ιδέα. Οι *Figurative Gestures* αφορούν το γεγονός της αντίληψης της ιδέας ή του νοήματος που θέλει να μεταδώσει ο εκτελεστής άσχετα με τη φυσική κίνηση που κάνει ο τελευταίος. Στις δύο πρώτες, οι φυσικές κινήσεις του εκτελεστή παίζουν ρόλο, ενώ στην τρίτη είναι μεταφορικές/συμβολικές.

3.6. Η έννοια του μέσου διασύνδεσης (*Interface*) στα συστήματα αλληλεπίδρασης και ο προσδιορισμός του χώρου σε αυτά

Ο χώρος σ' ένα σύστημα αλληλεπίδρασης μπορεί να έχει ένα πλήθος παραμέτρων, οι οποίοι δυσκολεύουν την επεξεργασία των δεδομένων. Το Μέσο Διασύνδεσης (*Interface*) περιορίζει αυτό το πλήθος σε δύο ή τρεις παραμέτρους, έτσι ώστε η αναπαράσταση του χώρου να γίνεται λιγότερο χρονοβόρα και κουραστική. Το να μπορεί ο εκτελεστής/μουσικός να επεξεργάζεται τις παραμέτρους του χώρου και να μη μπορεί να ασκεί επιρροή πάνω του, δεν είναι ζητούμενο. Αυτό που πρέπει να υπάρχει είναι η άμεση ή έμμεση επικοινωνία και αποτελεσματική αλληλεπίδραση μέσα στο σύστημα (ανάμεσα στα μέλη του). Ο μουσικός ανάλογα με τον τρόπο που κινείται ή βρίσκεται στο χώρο, ορίζει κάποιες παραμέτρους, τις οποίες το μέσο διασύνδεσης λαμβάνει και μετατρέπει σε κατανοητές για τον άνθρωπο πληροφορίες.

Ένα συνονθύλευμα από απεικονίσεις σχεδιάζονται μέσα σε μία συλλογή από αντικείμενα και λειτουργικές αρχές, τα οποία ορίζουν ένα μέσο διασύνδεσης. Συχνά ένα μέσο διασύνδεσης δομείται γύρω από ένα κύκλο αλληλεπίδρασης το οποίο προβάλλει ένα παρόμοιο σύνολο απεικονίσεων. Η μηχανή μετατρέπεται σε μια συσκευή την οποία ο άνθρωπος μεταχειρίζεται για να πραγματοποιήσει άρτια δομημένες διεργασίες. Το μέσο διασύνδεσης αποκρύπτει αποτελεσματικά την υποκείμενη δυναμική πολυπλοκότητα ενός συστήματος με το να καθιστά την αλληλεπίδραση σύμφωνα με ένα οικείο και επομένως γνωστικό σύνολο προτύπων για την ενέργεια, τη λειτουργία και την παρατήρηση.

Το μέσο διασύνδεσης (*interface*) προσδιορίζει τους μηχανισμούς του φυσικού, του θεωρητικού και του πολιτιστικού/μορφωτικού πλαισίου με τους οποίους δημιουργείται ένας κύκλος αλληλεπιδράσεων κατάλληλος για το συγκεκριμένο γνωστικό πλαίσιο. Ένα μέσο διασύνδεσης μπορεί να είναι τόσο απλό όσο ένα πόμολο μιας πόρτας, ή τόσο περίπλοκο όσο ένας θάλαμος διακυβέρνησης ενός αεροπλάνου, ή ακόμη και να απεικονίζει ένα θεμελιώδες πλαίσιο εργασίας όπως ένα κείμενο ή μία παρτιτούρα (Waisvisz, 1985).

3.6.1. Η σημασία του χώρου για τα μουσικά όργανα

Και στα ίδια τα μουσικά όργανα ο χώρος παίζει σημαντικό ρόλο, φυσικά σε συνάρτηση και με το χρόνο. Κάθε όργανο αποτελείται είτε από τριβόμενες επιφάνειες, είτε από σωλήνες αέρα, είτε από δονούμενες επιφάνειες και ανάλογα με το μήκος και άλλα χαρακτηριστικά του, προσδιορίζονται οι παραγόμενες συχνότητες. Οι χωρικές ιδιότητες και διαστάσεις λοιπόν του οργάνου καθορίζουν το ηχόχρωμα, το τονικό ύψος κ.ά. και αυτά μπορεί ο κάθε μουσικός να τα χρησιμοποιήσει ανάλογα με τις επιθυμίες και τις ανάγκες του. Εκτός από τις χωρικές ιδιότητες των οργάνων όμως, σημασία έχει και ο χώρος όπου λαμβάνει χώρα η αλληλεπίδραση και ο μουσικός προσαρμόζει τις κινήσεις του σε αυτόν (Bongers, 2000).

3.6.2. Ο λειτουργικός χώρος ενός μουσικού αλληλεπιδραστικού συστήματος

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε το γεγονός ότι ο λειτουργικός χώρος σ' ένα σύστημα αλληλεπίδρασης είναι συνεχής, η κίνηση όμως του εκτελεστή/μουσικού στον λειτουργικό αυτό χώρο είναι ασυνεχής. Ας πάρουμε για παράδειγμα τον κλειστό-ανοιχτό σωλήνα του κλαρινέτου. Η στήλη αέρα που υπάρχει μέσα στο σωλήνα αποτελεί το λειτουργικό χώρο και τα μόρια του ατμοσφαιρικού αέρα που βρίσκονται εκεί μέσα, ταλαντώνονται συνεχώς για να παραχθεί ο ήχος. Αν κλείσει ο εκτελεστής μία τάπα, δηλ. κάνει μία κίνηση, αλλάζει την ταλάντωση (μήκος και συχνότητα) των μορίων του αέρα στο σημείο που κλείστηκε η τάπα. Αυτή η κίνηση πραγματοποιείται για την αλλαγή του τόνου και δημιουργεί ασυνέχεια στο χώρο ταλάντωσης των μορίων. Ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα λοιπόν πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τα παραπάνω.

Οι κινήσεις του μουσικού αλλά και το πώς μεταφράζονται αυτές από τη μηχανή ή το σύστημα είναι καθοριστικής σημασίας για την παραγωγή της μουσικής. Ένας Η/Υ διαθέτει το απαραίτητο λογισμικό ώστε να αναπαριστά τις κινήσεις που κάνει ο εκτελεστής στο χώρο, να υπολογίζει τα χρονικά δεδομένα, αλλά και να μεταφράζει τις κινήσεις του (Erikson, 1990).

3.6.3. Το interface ενός μουσικού αλληλεπιδραστικού συστήματος

Είναι σύνηθες σ' ένα μουσικό σύστημα αλληλεπίδρασης το μέσο διασύνδεσης να αποθηκεύει όλα τα δεδομένα των κινήσεων και να τα αναπαριστά σαν μια τροχιά του ανθρώπου στον λειτουργικό χώρο. Έτσι, μπορούμε να ανακτούμε οποιαδήποτε στιγμή αυτά τα δεδομένα της κίνησης, να τα μελετούμε και να τα πραγματοποιούμε ξανά, δημιουργώντας ένα παραπλήσιο μουσικό αποτέλεσμα. Κάτι ανάλογο είναι και οι μουσικές παρτιτούρες των έργων που χρησιμοποιούμε κατά την εκτέλεσή τους. Σ' ένα περιβάλλον αλληλεπίδρασης λοιπόν, πρωτεύον μέλημα είναι να υπάρχει σαφή αναπαράσταση του χώρου όπου κινείται ο άνθρωπος, κι αυτό γίνεται με την ομαδοποίηση των δεδομένων, τη συμβολική αναπαράσταση των κινήσεων, τη σωστή μετατροπή των δεδομένων των κινήσεων και τη γρήγορη ανακατασκευή τους.

Ο εκτελεστής πρέπει να είναι ελεύθερος στον λειτουργικό του χώρο και οι κινήσεις του να μην εμποδίζονται από τίποτα. Το ρόλο αυτό έχει αναλάβει το μέσο διασύνδεσης. Στο παραπάνω σύστημα υπάρχει και μια συσκευή, συνήθως κάμερα, η οποία παρακολουθεί και καταγράφει τις κινήσεις, προσδιορίζει τα σημεία στο χώρο όπου παράγεται ο ήχος και τοποθετεί κάθε τέτοιο σημείο σε περιοχές. Ανάμεσα σε αυτά τα σημεία πρέπει να υπάρχει διαφοροποίηση στον ήχο και αυτό ακριβώς είναι που πρέπει να ρυθμίσουμε παίρνοντας υπόψη μας αυτά τα σημεία από όλες τις κατευθύνσεις. Όταν ο εκτελεστής ασκεί απόλυτο έλεγχο στις κινήσεις του, το μουσικό αποτέλεσμα ακούγεται άμεσα από το σύστημά μας, εφόσον ο υπολογισμός των πληροφοριών του χώρου και του χρόνου έχει γίνει σωστά.

Αφού έχουν πραγματοποιηθεί τα παραπάνω, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ψηφιακά συστήματα διαχείρισης του χρόνου και οπτικοποίησης του χώρου, ώστε να καταγράφονται οι εκφραστικές κινήσεις με περισσότερη ακρίβεια. Δημιουργούνται έτσι γραφικές παραστάσεις οι οποίες απεικονίζουν την τροχιά και την πορεία των κινήσεων του εκτελεστή στο χώρο. Μ' αυτό τον τρόπο το μουσικό αποτέλεσμα θα εκπληρώνει στο έπακρον τις προσδοκίες μας και ο ήχος θα είναι απόλυτα προσδιορισμένος στο χώρο και στο χρόνο (Schomaker et al, 1995).

Κεφάλαιο 4

Οι αισθητήρες και οι ελεγκτές στα αλληλεπιδραστικά συστήματα και η λειτουργία και χρησιμότητα του *theremin* σε αυτά τα συστήματα

Εισαγωγή

Ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται το κρύο, τη ζέστη, τη θερμοκρασία, το πικρό, το γλυκό και όλα τα γύρω ερεθίσματα με τις αισθήσεις του. Αν σε κάποιον λείπει κάποια αίσθηση δε μπορεί να έχει πλήρη και σωστή απεικόνιση του γύρω χώρου και οι πληροφορίες που λαμβάνει είναι ελλιπείς. Το ίδιο συμβαίνει και με ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα ή ακόμη και με έναν H/Y. Ο H/Y για να λαμβάνει τις πληροφορίες από το περιβάλλον του διαθέτει πλήθος συσκευών για αυτή τη διεργασία (πληκτρολόγιο, ποντίκι, κτλ.). Το αλληλεπιδραστικό σύστημα από την άλλη, έχει κι αυτό τις δικές του συσκευές επικοινωνίας με το περιβάλλον.

Αυτές οι συσκευές είναι οι αισθητήρες, οι οποίοι λαμβάνουν όλες τις πληροφορίες που τους προσφέρει ο άνθρωπος ή κάποια άλλη συσκευή και τις μετατρέπουν σε κατανοητή, για το σύστημα, μορφή. Οι αισθητήρες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σ' ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα και γι' αυτό αρκετοί ερευνητές δίνουν μεγάλο βάρος στην κατασκευή ολοένα και περισσότερων. Σήμερα υπάρχει ένας πάρα πολύ μεγάλος αριθμός από τέτοιους αισθητήρες οι οποίοι μπορούμε να πούμε, πως καλύπτουν μεγάλο φάσμα των ενεργειών του ανθρώπου που υπάρχουν σ' ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα.

4.1. Οι αισθητήρες (*Sensors*)

Οι αισθητήρες (*sensors*), μπορούν να είναι τα εργαλεία εισόδου δεδομένων μιας μηχανής. Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε στους παραπάνω ως Μέσα Εισόδου Δεδομένων του Υπολογιστή ή αλλιώς *Computer Input Modalities (CIM)*. Όπως ο άνθρωπος έχει τις αισθήσεις του (όραση, ακοή κτλ.) για να αντιλαμβάνεται τα γεγονότα γύρω του, έτσι κι ένας H/Y ή μια μηχανή πρέπει να έχει κάποιες

“αισθήσεις” για να κατανοεί τι συμβαίνει γύρω της και το αντίστοιχο αυτών, είναι οι αισθητήρες. Οι πληροφορίες όμως στον εσωτερικό και στον εξωτερικό κόσμο ενός Η/Υ δεν έχουν την ίδια μορφή, και ακριβώς σ’ αυτό βοηθούν οι αισθητήρες. Μετασχηματίζουν τα δεδομένα που υπάρχουν στον εξωτερικό κόσμο του Η/Υ σε δεδομένα που να γίνονται κατανοητά από αυτόν, δηλαδή σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι αισθητήρες είναι ικανοί να μετατρέπουν αρκετές ιδιότητες του ανθρώπινου σώματος και διάφορες ενεργειακές ποσότητες είναι όπως οι εξής: πίεση, ροπή, ηχητική ενέργεια, φως, θερμοκρασία, ηλεκτρισμό, μαγνητισμό, ηλεκτρομαγνητισμό, κ.ά. (Camurri, 1996).

Ο παραπάνω διαχωρισμός γίνεται με βάση τον τρόπο διαχείρισης των αισθητήρων από τον άνθρωπο και όχι με το τι αυτοί μετρούν και πως. Όλοι οι παραπάνω αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τροφοδοσία μιας μηχανής, η οποία παίζει το ρόλο του μέσου διασύνδεσης σ’ ένα μουσικό αλληλεπιδραστικό περιβάλλον.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι κατηγοριοποίησης των αισθητήρων, κι ένας από αυτούς είναι ο παρακάτω. Μπορούν να χωριστούν με βάση τα Μέσα Εισόδου Δεδομένων του Ανθρώπου ή αλλιώς Human Input Channels (HIC) και χωρίζονται σε: μυϊκή κίνηση (ισοτονική ή ισομετρική), εκπνοή, φωνή και σε άλλα όπως θερμοκρασία, πίεση του αίματος, βιο-ηλεκτρισμός, παλμοί της καρδιάς κ.ά. Οτιδήποτε δηλαδή μπορεί να μετρηθεί και να υπολογιστεί (Bongers, 2000).

4.1.1. Μυϊκή κίνηση

Ο άνθρωπος προκαλεί δύο ειδών δυνάμεις, την ενεργή (π.χ. κίνηση) και την στατική (π.χ. πίεση) δύναμη. Ανάλογα με την τοποθέτηση και την οριοθέτηση ενός αντικειμένου στο χώρο, οι δύο παραπάνω δυνάμεις μπορούν να έχουν πολλές διαφοροποιήσεις και ελευθερίες.

Για να υπολογιστούν οι κινήσεις του ανθρώπου από τους αισθητήρες, δεν είναι απαραίτητη η φυσική επαφή με τις διάφορες συσκευές ή με μία μηχανική σύνδεση. Οι ανθρώπινες κινήσεις είναι τις περισσότερες φορές πολυσύνθετες και περίπλοκες. Κι έτσι για να υπολογιστεί μία τέτοια κίνηση αποσυντίθεται και περιορίζεται από τα μηχανικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα, αλλά και του μέσου διασύνδεσης (Schomaker et al., 1995).

Η μυϊκή κίνηση, δηλαδή οι διάφορες κινήσεις που εκτελεί ο άνθρωπος, έχει κι αυτή με τη σειρά της το δικό της διαχωρισμό. Για να επιτελεστεί μία κίνηση, απαιτείται κάποιο ποσό μυϊκής ενέργειας και έτσι η μυϊκή κίνηση χωρίζεται στην ισομετρική (*isometric*) κίνηση και στην μετακίνηση-δράση (*movement*). Η ισομετρική κίνηση δεν αναφέρεται σε κάποιο είδος κίνησης, αλλά στην άσκηση πίεσης σε κάποιο αντικείμενο ή άνθρωπο. Η μετακίνηση-δράση αναφέρεται στην μετακίνηση κάποιου αντικειμένου ή ανθρώπου και αυτή χωρίζεται με τη σειρά της στην κίνηση η οποία γίνεται αντιληπτή μέσω της επαφής με κάποιο αντικείμενο και στην κίνηση η οποία γίνεται αντιληπτή χωρίς να υπάρχει καμία επαφή με αντικείμενα, ανθρώπους ή μηχανικά εξαρτήματα.

Η θέση, η οριοθέτηση και η τοποθέτηση ενός αντικειμένου στο χώρο εκφράζεται με τους βαθμούς ελευθερίας ή αλλιώς Degrees of Freedom (*DOF's*). Για να οριστεί το αντικείμενο σ' έναν τρισδιάστατο χώρο (δηλ. σε τρεις άξονες, X, Y, Z) υπάρχουν τρεις βαθμοί ελευθερίας. Επιπλέον όμως υπάρχουν και άλλοι τρεις βαθμοί ελευθερίας οι οποίοι αναφέρονται στην περιστροφή αυτού γύρω από τους παραπάνω άξονες (Bongers, 2000).

4.1.2. Ισομετρικοί αισθητήρες

4.1.2.1. Αισθητήρες πίεσης

Όπως έχουμε προαναφέρει, πρόκειται για αισθητήρες στους οποίους δεν υπάρχει καμία κίνηση, παρά μόνο πίεση σε κάποιο αντικείμενο ή μηχανικό εξάρτημα κάποιας συσκευής. Υπάρχουν οι αισθητήρες που μετρούν την πίεση συνεχώς και ονομάζονται αισθητήρες συνεχούς πίεσης και αυτοί που ξεχωρίζουν δύο και μόνο καταστάσεις, τις on και off (π.χ. διακόπτες).

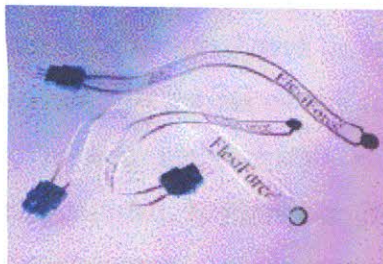
4.1.2.1.1. Αισθητήρες συνεχούς πίεσης

Αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να προσαρμοστούν οπουδήποτε και είναι εξαιρετικά εύχρηστοι γιατί διατίθενται σε πολλά μεγέθη και σχήματα. Επίσης είναι ανθεκτικοί και μπορούν αντέξουν αρκετό βάρος. Στις παρακάτω φωτογραφίες παρουσιάζονται μερικοί αισθητήρες πίεσης (Mulder, 1998).



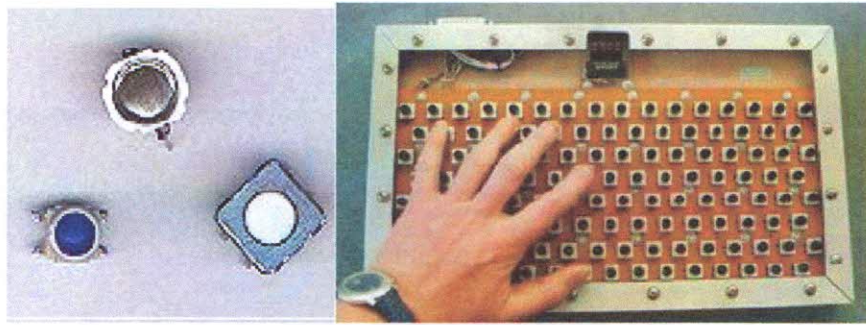
Εικόνες 4.1, 4.2, 4.3: Διάφοροι αισθητήρες πίεσης (Mulder, 1998).

Υπάρχουν όμως και εύκαμπτοι αισθητήρες πίεσης, όπως ο FlexiForce Sensor.



4.1.2.1.2. Αισθητήρες δύο καταστάσεων (on/ off)

Πρόκειται για αισθητήρες οι οποίοι μπορούν να διακρίνουν μόνο δύο καταστάσεις πίεσης: την κατάσταση όπου ασκείται πίεση και εκείνη στην οποία δεν ασκείται. Είναι οι γνωστοί μας διακόπτες και έχουν ποικίλες εφαρμογές, είτε είναι προσαρτημένοι κάπου, είτε είναι ομαδοποιημένοι (Bongers, 2000).

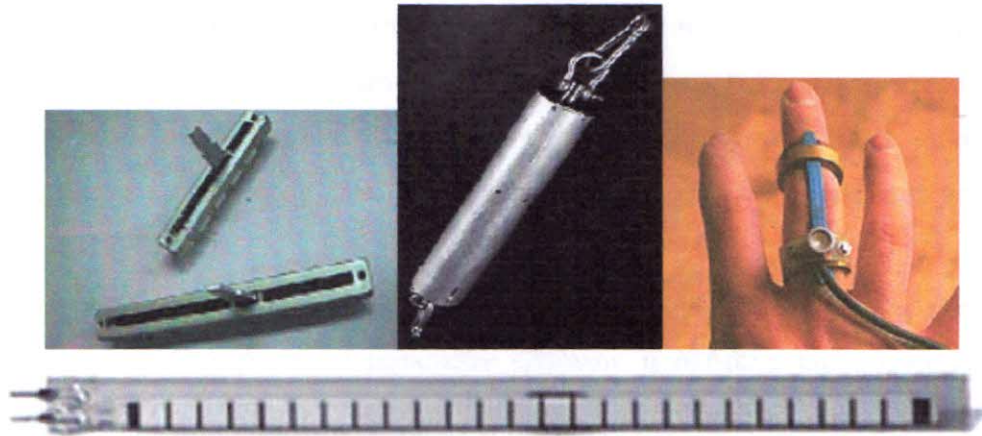


Εικόνες 4.4, 4.5: Αισθητήρες δύο καταστάσεων (Bongers, 2000).

4.1.2.2. Αισθητήρες κίνησης

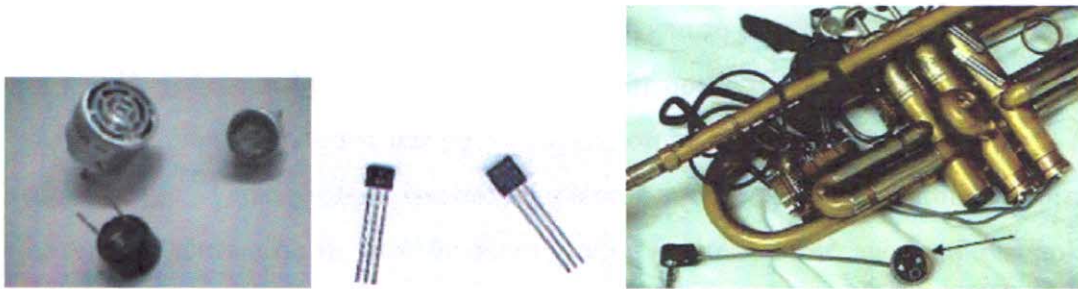
Η αντίληψη της κίνησης του σώματος του εκτελεστή ή των εκφραστικών του κινήσεων γίνεται μέσω των αισθητήρων που μπορούν να ανιχνεύουν κίνηση. Αυτή η ανίχνευση μπορεί να γίνει είτε με άγγιγμα του αισθητήρα, είτε όχι. Η ανίχνευση της κίνησης χωρίς άμεση επαφή γίνεται με αισθητήρες ανίχνευσης της κίνησης οι οποίες καταγράφουν την τροχιά της. Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία αισθητήρων, αυτοί απαιτούν άμεση επαφή του σώματος του εκτελεστή με τον αισθητήρα.

Το ρόλο ενός καλού αισθητήρα μπορεί να παίξει ένα ποτενσιόμετρο και αυτό γιατί διατίθεται σε πολλές μορφές και σχήματα και έχει μεγάλη αντοχή. Τα ποτενσιόμετρα χωρίζονται σε γραμμικά, λογαριθμικά (για ήχο) και καμπυλόμετρα ή αλλιώς γωνιόμετρα. Ποτενσιόμετρα χρησιμοποιούνται και στον τροχό διαφοροποίησης τονικού ύψους, το γνωστό μας pitch bender στα synthesizer. Παραδείγματα τέτοιων αισθητήρων αποτελούν τα συρόμενα ποτενσιόμετρα, οι αισθητήρες έλξης, οι επιφάνειες με ποτενσιόμετρα προσαρμοσμένα πάνω τους, οι αισθητήρες κάμψης κ.ά. (Choi, 2000).



Εικόνες 4.6, 4.7, 4.8, 4.9: Διάφοροι αισθητήρες κίνησης (Bongers, 2000).

Οι αισθητήρες που δεν απαιτούν επαφή του ανθρώπου με αυτούς, είναι οι αισθητήρες που ανιχνεύουν υπέρηχους, οι αισθητήρες μαγνητικών πεδίων, της επιτάχυνσης, της εγγύτητας, τα γυροσκόπια, κ.ά. Κάποιοι από αυτούς φαίνονται στις εικόνες 4.10, 4.11, και 4.12.



Εικόνες 4.10, 4.11, 4.12: Αισθητήρες διαφόρων τύπων (Bongers, 2000).

4.2. Οι ελεγκτές (*Controllers*) και τα διάφορα είδη τους

Πρέπει να αναφερθεί πως οι ερευνητές δίνουν μεγάλη σημασία στην καλή επικοινωνία του ανθρώπου με το μουσικό όργανο ή τη μουσική συσκευή που χειρίζεται. Επινοούν ολοένα και περισσότερα τεχνάσματα που βοηθούν τους συντελεστές του αλληλεπιδραστικού συστήματος να ελέγχουν καλύτερα τα δεδομένα που ανταλλάσσουν μεταξύ τους. Οι ερευνητές λοιπόν στοχεύουν στο να διευρύνουν και να αυξήσουν τον αριθμό των εκφραστικών κινήσεων του ανθρώπου που μπορεί να αντιληφθεί ένα σύστημα, με τις κινήσεις που αφορούν ολόκληρο το σώμα του εκτελεστή κι όχι μόνο τα χέρια και τα πόδια του. Επίσης ένας άλλος τομέας όπου

εργάζονται οι επιστήμονες είναι ο συντονισμός και η εναρμόνιση των μελών του συστήματος. Να εναλλάσσονται δηλαδή τα δεδομένα μεταξύ του οργάνου και του μουσικού πιο γρήγορα και να γίνεται έτσι η ανατροφοδότηση. Ή ακόμη καλύτερα να προλαμβάνει και να προβλέπει το σύστημα τις αλλαγές που πρόκειται να έρθουν (Mulder, 1998).

Έχουν επινοηθεί διάφοροι τύποι ελεγκτών, οι οποίοι προέρχονται από τροποποιήσεις ήδη γνωστών μουσικών οργάνων ή ολότελα καινούργιοι ελεγκτές (*Alternative Controllers*). Μιλάμε φυσικά για συσκευές οι οποίες έχουν προσαρμοσμένους πάνω τους αισθητήρες και ελέγχουν τις εκφραστικές κινήσεις του ανθρώπου. Υπάρχουν πολλές διαφοροποιήσεις των ελεγκτών ανάλογα με την αντίληψη των εκφραστικών κινήσεων που μπορούν να διακρίνουν. Έτσι, υπάρχουν κάποιοι οι οποίοι απαιτούν από τον εκτελεστή να έρθει σε επαφή με κάποια επιφάνεια στο χώρο και άλλοι, οι οποίοι δε χρειάζονται την άμεση σύμπραξη του ανθρώπου. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, η πιστή απεικόνιση των κινήσεων του ανθρώπου αλλά και όλων των άλλων παραμέτρων είναι εξαιρετικά δύσκολη στην εφαρμογή, ειδικά όταν ο εκτελεστής δεν έχει καμία φυσική επαφή με τους ελεγκτές.

Η χρήση πολλών ελεγκτών και αισθητήρων σ' ένα σύστημα δημιουργεί πλήθος προβλημάτων όσον αφορά τη διαχείρισή τους. Βέβαια σε αυτό η λύση είναι το περίφημο I-Cube System, το οποίο διαθέτει ενσωματωμένους πολλούς αισθητήρες ώστε να καλύπτει όσο το δυνατόν περισσότερες κινήσεις. Αυτό περιλαμβάνει πολλών διαφορετικών ειδών αισθητήρες οι οποίοι τοποθετούνται πάνω στο σώμα του εκτελεστή σε πολλά σημεία και με αυτό τον τρόπο προσλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερα δεδομένα των κινήσεών του. Αν και το παραπάνω είναι αρκετά πρωτοποριακό, όχι μόνο δε μπορεί να εκλάβει όλες τις πληροφορίες από τις κινήσεις του εκτελεστή, αλλά ούτε καν όλες τις κινήσεις του. Αυτή η προσδοκία δε μπόρεσε ούτε μέχρι τις μέρες μας να επιτευχθεί, όμως γίνονται αξιόλογες και ελπιδοφόρες προσπάθειες από μουσικούς και επιστήμονες οι οποίοι κατασκευάζουν μόνοι τους ελεγκτές (Tanaka, 1993).



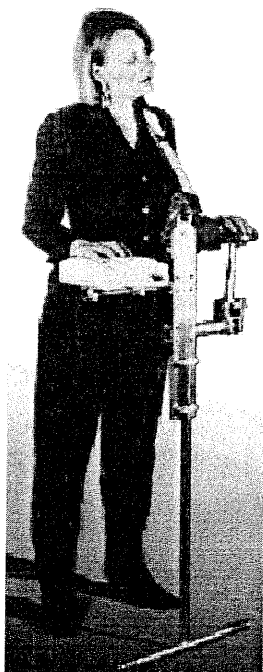
Οι ελεγκτές, όπως και οι αισθητήρες χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος της επαφής που έχουν με τον εκτελεστή και την επιφάνεια ελέγχου των κινήσεών του (Mulder, 1998).

4.2.1. Ελεγκτές επαφής (*Touch Controllers*)

Οι ελεγκτές επαφής προσπαθούν να μεγαλώσουν το εύρος των εκφραστικών κινήσεων και έχουν ως προϋπόθεση ο εκτελεστής να βρίσκεται σε επαφή με κάποια επιφάνεια, η οποία είναι σταθερή σ' ένα χώρο ή να υπάρχει δυνατότητα μετατόπισης. Τα φυσικά χαρακτηριστικά και οι κατασκευαστικές τους ιδιότητες καθορίζουν το μέγεθος της εναρμόνισής τους με τον εκτελεστή, αν και θεωρητικά ο ελεγκτής πρέπει να προσαρμόζεται στις ενέργειές του. Η εξέλιξη της τεχνολογίας βοηθά σε αυτό το κομμάτι και σημειώνεται αξιόλογη πρόοδος. Ένα αξιοπρόσεκτο προσόν των ελεγκτών επαφής είναι ότι δημιουργούν απτικές απεικονίσεις, γιατί οι εκφραστικές κινήσεις του εκτελεστή γίνονται με σαφήνεια και μέσα σε σαφώς προσδιορισμένο χώρο πάνω σε μία επιφάνεια ελέγχου, η οποία είναι κατασκευασμένη και προσδιορισμένη λεπτομερώς. Οι κινήσεις του εκτελεστή δε γίνονται απροσδιόριστα μέσα στο χώρο, λόγω του γεγονότος ότι τις περισσότερες φορές υπάρχει φυσική επαφή με τον ελεγκτή. Πάντως δεν μπορούμε να αμφισβητήσουμε τη μεγάλη έκταση των εκφραστικών κινήσεων που μπορούν να προσλάβουν.

4.2.1.1. Το aXiO

Το aXiO είναι ένας εναλλακτικός ελεγκτής ο οποίος απαιτεί φυσική επαφή με τον εκτελεστή. Η επιφάνεια ελέγχου του είναι ένα σύνολο από κουμπιά, μοχλούς και συρόμενα ποτενσιόμετρα. Το σύστημα aXiO κατασκευάζεται με την προοπτική της κάλυψης όλων των δυνατών εκφραστικών κινήσεων που θα μπορούσε να κάνει ο άνθρωπος. Κάτι τέτοιο όμως δεν καθίσταται δυνατό και το σύστημα μπορεί να αναγνωρίζει μόνο συγκεκριμένες εκφραστικές κινήσεις και αυτές μόνο με την άμεση επαφή του σώματος του εκτελεστή με την επιφάνεια ελέγχου. Συνεχίζουν ωστόσο να γίνονται προσπάθειες διεύρυνσης των δυνατοτήτων του συγκεκριμένου συστήματος.



4.2.2. Ελεγκτές διευρυμένης έκτασης εκφραστικών κινήσεων (*Expanded Range Controllers*)

Οι συγκεκριμένοι ελεγκτές δε χρειάζονται πλήρη φυσική επαφή με τον εκτελεστή ή πολλές φορές δε χρειάζονται και καθόλου φυσική επαφή. Όμως ο εκτελεστής δεν είναι ελεύθερος να κινείται σε όλο το χώρο και να κάνει οποιοσδήποτε εκφραστικές κινήσεις. Σε αντίθεση με τους ελεγκτές επαφής (οι οποίοι έχουν μεγάλη γκάμα εκφραστικών κινήσεων), αυτοί οι ελεγκτές δεν μπορούν να προσλάβουν τόσο μεγάλο αριθμό εκφραστικών κινήσεων με αποτέλεσμα ο

εκτελεστής πολλές φορές να κινείται χωρίς να μπορεί το σύστημα να ανταποκριθεί σε αυτές. Όσον αφορά την απτική απεικόνιση, όσο λιγότερη επαφή υπάρχει με τον εκτελεστή, τόσο και πιο ελλιπής είναι και πολλές φορές, αυτή είναι ανύπαρκτη (Bongers, 2000).

4.2.2.1. Τα “Χέρια” (*The Hands*)

Ένας εναλλακτικός ελεγκτής είναι τα “Χέρια” τα οποία κατασκευάζονται στο ερευνητικό κέντρο του STEIM και αποτελούνται από δύο μηχανικά τμήματα τα οποία ο εκτελεστής “φοράει” στις παλάμες του. Πάνω σε αυτά τα μηχανικά τμήματα υπάρχουν κουμπιά τα οποία πατά με τα δάκτυλα και η απόσταση ανάμεσα στα χέρια ανιχνεύεται με υπερηχητικά κύματα (συχνότητας μεγαλύτερης των 20KHz). Όσον αφορά την απτική απεικόνιση του χώρου, δεν κατέστη εφικτή μέχρι τώρα. Τέλος, συνολικά θα λέγαμε ότι πρόκειται για έναν υβριδικό ελεγκτή, όπως το theremin, αλλά και για έναν εναλλακτικό ελεγκτή, όπως το προαναφερθέν aXiO (Waisvisz, 1985).



4.2.2.2. Το σύστημα Lighting II

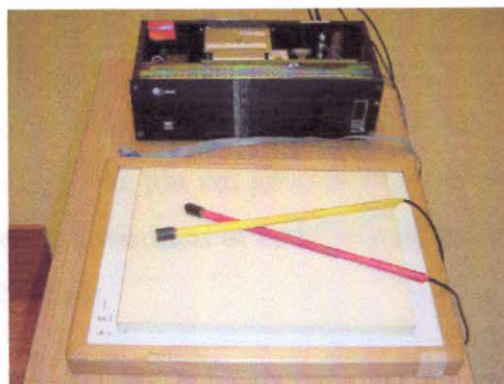
Το σύστημα Lighting II το κατασκευάζει ο Buchla και αποτελείται από ένα ζευγάρι μπαγκέτων τις οποίες κρατά ο εκτελεστής. Το σύστημα αυτό ελέγχει την κίνηση των χεριών σε δισδιάστατο επίπεδο και σε κατακόρυφο άξονα με τη χρήση

υπέρυθρων (infra-red) ακτινών. Το γεγονός ότι ο εκτελεστής πρέπει να κρατά αυτό το σύστημα με τις παλάμες του, του στερεί τη δυνατότητα να κάνει κινήσεις και να δημιουργεί σχήματα με αυτές. Τα σήματα τα οποία δημιουργούνται είναι MIDI σήματα, οπότε μπορούν να αναπαρασταθούν και να αποτυπωθούν ηχητικά (Mulder, 1998).



4.2.2.3. Το Radio Drum

Το Radio Drum κατασκευάζεται από τους Mathews και Boie και αποτελείται από δύο μπαγκέτες τύμπανων και ένα οριζόντιο πλαίσιο κάτω από αυτές. Οι μπαγκέτες στα άκρα τους έχουν πηνία και παράγουν διάφορες συχνότητες σ' ένα ηλεκτροστατικό πεδίο. Το ηλεκτρικό πλαίσιο κάτω από αυτές τις μπαγκέτες λαμβάνει τα ηλεκτρικά σήματά τους και μέσα του υπάρχουν τέσσερα ηλεκτρόδια στα οποία στηρίζονται τα δύο πεδία. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει γνωστή και η τρισδιάστατη τοποθεσία της κάθε μπαγκέτας. Η θέση των χεριών ή των παλαμών του εκτελεστή δεν παίζει κανέναν απολύτως ρόλο και δεν μπορεί να ελέγξει το μουσικό αποτέλεσμα γι' αυτό και δεν υπάρχει η δυνατότητα απτικής απεικόνισης (Mulder, 1998).



4.2.2.4. Το theremin

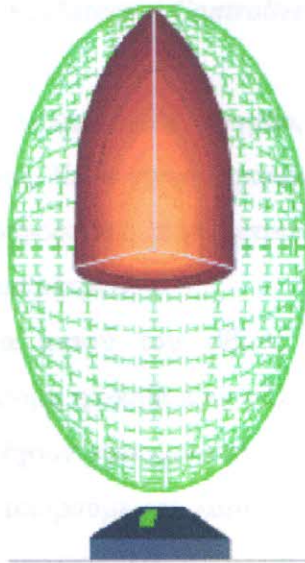
Το theremin εκτός από όργανο μουσικής και συσκευή εφέ είναι ένας πολύ καλός εναλλακτικός ελεγκτής. Εξαιτίας των δύο κεραιών παράγονται δύο μόνο σήματα, ένα για το τονικό ύψος και ένα για την ένταση. Όσον αφορά τις εκφραστικές κινήσεις, αυτές είναι αποτελεσματικές μέσα στην έκταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου και αυτό καθιστά την ενεργή επιφάνεια ελέγχου, δύο διαστάσεων. Δηλαδή, λόγω της ιδιαιτερότητας της κατασκευής του, μπορούν να ελέγχονται μόνο δύο παράμετροι με αυτό τον ελεγκτή. Παρόλα αυτά, οι εκφραστικές κινήσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσα σε αυτό το πεδίο ελέγχου, ελέγχονται από το σύστημα πολύ ικανοποιητικά και δίνεται η δυνατότητα στον εκτελεστή να κινεί τα χέρια του ελεύθερα μέσα στο πεδίο που του ορίζεται.

Η τεχνολογία που αφορά το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και χρησιμοποιείται για την κατασκευή του theremin, χρησιμοποιείται επίσης και για την κατασκευή ποικίλων άλλων ελεγκτών, οι οποίοι αφορούν αξιόπιστες μεθόδους εξαγωγής της γεωμετρίας του χεριού (Smith, 1998).



4.2.2.5. Το Dimension Beam

Το Dimension Beam χρησιμοποιεί υπέρυθρες ακτίνες για να ελέγχει τις κινήσεις του ανθρώπου, μέσα σ' ένα ωοειδές πεδίο με μία μόνο διάσταση ελέγχου. Δηλαδή μπορούμε να ελέγχουμε μία και μόνο παράμετρο στο μουσικό αποτέλεσμα. Οι λειτουργίες, τα χαρακτηριστικά και οι οριοθετήσεις του είναι παρόμοιες με αυτές του οργάνου/ελεγκτή theremin.



4.2.3. Ελεγκτές απορρόφησης της κίνησης (*Immersive Controllers*) και ο διαχωρισμός τους

Οι εναλλακτικοί ελεγκτές έχουν την ικανότητα να περιορίζουν όσο το δυνατόν λιγότερο τις κινήσεις του εκτελεστή και γι' αυτό προτιμούνται στις μουσικές παραστάσεις όπου ο μουσικός έχει απαιτήσεις και ανάγκες όσον αφορά τις εκφραστικές κινήσεις που κάνει κατά τη διάρκεια αυτής. Συνήθως βασίζεται σε ένα Γάντι Δεδομένων (*DataGlove*) ή μια φόρμα δεδομένων (*DataSuit*) τα οποία ανιχνεύουν όλες τις κινήσεις του εκτελεστή, ο οποίος οφείλει να βρίσκεται συνεχώς μέσα στο πεδίο ελέγχου. Μ' αυτό τον τρόπο, έχει την αίσθηση ότι οι κινήσεις του απορροφώνται. Σε αυτούς τους ελεγκτές η ανατροφοδότηση της δύναμης και της αφής είναι πολύ περιορισμένη και αυτό εξαρτάται από την υπάρχουσα τεχνολογία. Για καλύτερο μουσικό αποτέλεσμα όσον αφορά την ποιότητα του ήχου αλλά και για μεγαλύτερη ακρίβεια στο tempo, και σαφήνεια των εκφραστικών κινήσεων του εκτελεστή, οι παραπάνω ανατροφοδοτήσεις είναι μέγιστης σημασίας. Αυτοί οι ελεγκτές απορρόφησης της κίνησης αφορούν ολόκληρο το σώμα του εκτελεστή και η επιφάνεια ελέγχου αποτελεί το ίδιο του το σώμα (Mulder, 1998).

Οι ελεγκτές απορρόφησης μπορούν να χωριστούν στις εξής κατηγορίες: στους εσωτερικούς (*Internal Controllers*), στους εξωτερικούς (*External Controllers*) και στους συμβολικούς ελεγκτές (*Symbolic Controllers*) (Schomaker et al., 1995).

4.2.3.1. Οι εσωτερικοί ελεγκτές (*Internal Controllers*)

Αυτοί οι ελεγκτές έχουν επιφάνεια ελέγχου, η οποία αναπαριστάται με τη μορφή του ανθρώπινου σώματος. Κάθε κίνηση οποιουδήποτε μέλος του σώματος του εκτελεστή ελέγχει κάποια διαφορετική παράμετρο και έτσι καταλαβαίνουμε τον ταυτόχρονο έλεγχο πολλών παραμέτρων.

Ένα καλό παράδειγμα αυτού του είδους ελεγκτών, είναι το BodySuit. Πρόκειται για μια ολόσωμη φόρμα η οποία προορίζεται συνήθως για χορευτές. Πάνω σε αυτό το κοστούμι/φόρμα έχουν προσαρμοστεί πλήθος αισθητήρων σε διάφορα μέρη του σώματος ώστε να μπορούμε να λαμβάνουμε δεδομένα από την κίνηση ολόκληρου του σώματος. Το συγκεκριμένο σύστημα (*BodySuit*) έχει τοποθετημένους πάνω του οκτώ αισθητήρες, δύο στους ώμους, δύο στους αγκώνες, δύο στους καρπούς και άλλοι δύο στα γόνατα. Αυτές οι κινήσεις μεταφράζονται σε σήματα MIDI κι αυτά οδηγούνται σε μία συσκευή επεξεργασίας φωνής όπου επεξεργάζεται τη φωνή του εκτελεστή (Rowe, 1993).



Όσο όμως και να έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία, θα ήταν υπερβολή να λέγαμε πως το σύστημα αντιλαμβάνεται και εκμεταλλεύεται όλες τις κινήσεις του εκτελεστή, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως αυτές περιορίζονται. Ο μουσικός όμως, με τον τρόπο που λειτουργεί αυτό το σύστημα, πιστεύει πως όλες του οι κινήσεις εκμεταλλεύονται σωστά και όλες του οι εκφραστικές κινήσεις επιδρούν στο μουσικό αποτέλεσμα και το αίσθημα απορρόφησης της κίνησης είναι αποτελεσματικό. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η επιφάνεια ελέγχου είναι ολόκληρο το σώμα του χορευτή/εκτελεστή και η κίνηση που ανιχνεύεται από κάθε αισθητήρα ελέγχει και μία ανεξάρτητη παράμετρο. Η κίνηση είναι δηλαδή σαν ένα knob ή ένα ποτενσιόμετρο πάνω σε μια επιφάνεια ελέγχου.

Όπως και οι περισσότεροι ελεγκτές, έτσι κι αυτός είναι αρκετά δύσκολος στην κατανόηση, αλλά και στην εφαρμογή του. Κατά τη διάρκεια μιας μουσικής παράστασης, πραγματοποιούνται από τον εκτελεστή εκφραστικές κινήσεις οι οποίες απαιτούν ταυτόχρονα παραπάνω από ένα άκρο (επομένως παραπάνω από έναν αισθητήρα). Έτσι το σύστημα αντιλαμβάνεται πολλά δεδομένα την ίδια χρονική στιγμή από πολλούς αισθητήρες με την ταυτόχρονη αλλαγή πολλών παραμέτρων. Αν όμως θελήσουμε να αλλάξουμε μία και μόνο παράμετρο, θα συναντήσουμε προβλήματα διότι πολλοί παράμετροι θα μεταβληθούν λόγω των συνδυασμένων κινήσεων του ανθρώπου. Γι' αυτό το λόγο οι εκτελεστές επικεντρώνουν την προσοχή τους στην εκμάθηση απλών εκφραστικών κινήσεων και σημμάτων που απαιτούν συνήθως κίνηση μίας και μόνο άρθρωσης. Η εκτέλεση συνδυαστικών κινήσεων απαιτεί τον ταυτόχρονο έλεγχο πλήθους παραμέτρων, πράγμα το οποίο χρειάζεται μεγάλη εξάσκηση τόσο στην εκμάθηση κινήσεων, όσο και στη σωστή χρήση του συστήματος (Shackel, 1990).

Ένα άλλο παράδειγμα εσωτερικού ελεγκτή είναι το σύστημα **Biomuse**. Αυτό το σύστημα αποτελείται από EMG ηλεκτρόδια, τα οποία τοποθετούνται πάνω στο σώμα του εκτελεστή. Αυτά τα ηλεκτρόδια λαμβάνουν μυο-ηλεκτρικά σήματα από το σώμα του ανθρώπου κι έτσι ο ελεγκτής συσχετίζει την ένταση που δημιουργείται από τους μύες με το παραγόμενο μουσικό αποτέλεσμα. Η επιφάνεια ελέγχου καθορίζεται από το πλήθος των ηλεκτροδίων που τοποθετούνται πάνω στο σώμα του εκτελεστή. Η αποτελεσματικότητα του ελεγκτή απορρόφησης εξαρτάται επίσης από το πλήθος των ηλεκτροδίων και μόνο όταν έχουμε έναν ικανοποιητικό βαθμό από αυτά, μπορούμε να μιλήσουμε για αποτελεσματικό ελεγκτή απορρόφησης. Ο εκτελεστής στο Biomuse πρέπει να εστιάζει την προσοχή του στην κίνηση των μυών που θέλει να ενεργοποιήσει για να εξάγει τα επιθυμητά αποτελέσματα (Tanaka, 1993).

4.2.3.2. Οι εξωτερικοί ελεγκτές (*External Controllers*)

Σε αυτούς τους ελεγκτές η επιφάνεια ελέγχου αναπαριστά τον εκτελεστή, όχι σύμφωνα με το σώμα του, αλλά έτσι ώστε ο ίδιος να αναγνωρίζει κάποιο σώμα διαφορετικό από το δικό του. Πολλές φορές αυτή η αναπαράσταση μπορεί να μην έχει καν τη μορφή ενός σώματος ή μιας φυσικής οντότητας. Στους εξωτερικούς ελεγκτές οι κινήσεις του εκτελεστή μπορεί να είναι αρκετά περίπλοκες και μπορεί να

αναγνωριστεί από το σύστημα μέχρι και η κίνηση των άκρων των δακτύλων. Αυτές οι κινήσεις διαχειρίζονται από το σύστημα και μέσω αυτών εξάγονται μουσικές παράμετροι, με ιδιαίτερα περίπλοκες διεργασίες.

Ένα παράδειγμα εξωτερικού ελεγκτή είναι το **DataGlove**, και όλα τα παρόμοια γάντια που κυκλοφορούν. Αυτά αποτελούνται από αισθητήρες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι πάνω σ' ένα γάντι. Η έρευνα και η επεξεργασία των δεδομένων αυτών των γαντιών γίνεται χρησιμοποιώντας νευρωνικά δίκτυα. Το γάντι αυτό, μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικές συνθήκες, γιατί τα νευρωνικά δίκτυα έχουν την ικανότητα της ενεργητικής εκμάθησης της λειτουργίας τους. Έτσι κάθε φορά που γίνεται μία προσθήκη ή μία μεταβολή στο σχεδιασμό του συστήματος, ο εκτελεστής δεν είναι ανάγκη να χρησιμοποιεί διαφορετικές εκφραστικές κινήσεις. Ένα προτέρημα του DataGlove είναι το ότι δεν απαιτείται η κατασκευή μιας επιφάνειας ελέγχου από την αρχή και το σύστημα μπορεί να εξοικειωθεί με όλες σχεδόν τις επιδιώξεις του εκτελεστή. Τέλος δεν είναι δυνατή η απεικόνιση της επιφάνειας ελέγχου. Έχουν γίνει πλήθος τέτοιων κατασκευών οι οποίες είναι αρκετά αισιόδοξες, όπως το **GloveTalk II**, το οποίο μέσα από την επεξεργασία των εκφραστικών κινήσεων από ένα DataGlove επιδιώκει να δημιουργήσει ένα σύστημα παραγωγής ομιλίας (Bongers, 2000).



4.2.3.3. Συμβολικοί ελεγκτές (*Symbolic Controllers*)

Στους ελεγκτές αυτούς η επιφάνεια ελέγχου δεν μπορεί να αναπαρασταθεί ολοκληρωμένα και πολλές φορές αυτό είναι αδύνατο. Για να γίνει αυτή η αναπαράσταση πρέπει στην πραγματικότητα ο μουσικός να εκτελεί οργανωμένες και

ομαδοποιημένες εκφραστικές κινήσεις (π.χ. ο διευθυντής μουσικών συνόλων). Στη συνέχεια το σύστημα διαχειρίζεται αυτές τις κινήσεις, τις μετατρέπει σε πληροφορίες χρήσιμες για το σύστημα και εξάγει ένα μουσικό αποτέλεσμα. Όλα αυτά είναι απόρροια της συνθετότητας της επιφάνειας ελέγχου.

Ένα παράδειγμα συμβολικού ελεγκτή, είναι το **Sign-drum**. Αποτελείται από μία ομάδα κρουστών η οποία διαχειρίζεται από ένα Γάντι Δεδομένων (*DataGlove*). Ο εκτελεστής κάνει προσχεδιασμένες εκφραστικές κινήσεις με τα χέρια του και το σύστημα ενεργοποιείται με ξαφνικές κινήσεις του καρπού του. Κάθε αξία τονικού ύψους που παράγει το σύστημα, αντιστοιχεί σε έναν ήχο κρουστού οργάνου. Φυσικά οι ήχοι που θα ακουστούν καθορίζονται από τις εκφραστικές κινήσεις του εκτελεστή/μουσικού. Όταν υπάρχουν όμως αλλαγές στο σχεδιασμό και τη χρήση του συστήματος, ο εκτελεστής είναι υποχρεωμένος να μεταβάλλει τις εκφραστικές του κινήσεις με νέα δεδομένα (Mulder, 1998).

Μία ακόμη σημαντική προσπάθεια σε αυτή την κατηγορία ελεγκτών, είναι το σύστημα **Miburi** της Yamaha. Πρόκειται για ένα μουσικό όργανο το οποίο διαθέτει αισθητήρες κάμψης τοποθετημένους στο σώμα, όπως και κουμπιά στα δάκτυλα του εκτελεστή. Ο εκτελεστής χειρίζεται το σύστημα ανάλογα με την τοποθέτηση του σώματος και των κινήσεών του, αλλά και την πίεση που ασκεί με τα δάκτυλά του στα κουμπιά. Η διαχείριση του συστήματος βασίζεται σε προκαθορισμένες κινήσεις και τοποθετήσεις του εκτελεστή, καθιστώντας την προσαρμογή του σε τυχόν επανασχεδιασμό αρκετά δύσκολη.



Επίσης, ένα αρκετά ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου των εκφραστικών κινήσεων είναι η **Εικονική Ορχήστρα** του Morita και των συνεργατών του (1991). Το σύστημα αποτελείται από μία ηλεκτρονική ορχήστρα η οποία ελέγχεται από

εκφραστικές κινήσεις διεύθυνσης ορχήστρας, με τις τελευταίες να καταγράφονται από μια ψηφιακή κάμερα και ένα Dataglove. Στις πιθανές αλλαγές του συστήματος η εναρμόνιση δεν είναι αδύνατη, αν και απαιτεί ιδιαίτερες ικανότητες. Το σύστημα δηλαδή χρησιμοποιεί ήδη υπάρχουσες εκφραστικές κινήσεις, σαν αυτές που χρησιμοποιεί ένας διεθυντής ορχήστρας κατά τη διάρκεια μιας συναυλίας και εκεί ακριβώς έγκειται η μεγάλη του επιτυχία (Morita, 1991).

Τέλος, το λογισμικό **BigEye** σχεδιάζεται από τον Tom Demeyer στο ερευνητικό κέντρο STEIM στο Άμστερνταμ. Πρόκειται για μια εφαρμογή που κατασκευάζεται ώστε να εισάγει δεδομένα εικόνας βίντεο σε πραγματικό χρόνο και να τα μετασχηματίζει σε πληροφορίες MIDI. Αντί ενός χρωματιστού αντικειμένου, ο Suguru Goto διαλέγει δύο λάμπες αλογόνου για να ανιχνεύεται καλύτερα η θέση του ανθρώπου στο χώρο. Ένας από τους κυριότερους λόγους είναι ότι ένα χρωματιστό αντικείμενο δε θα μπορεί να ανιχνευτεί σταθερά από τον υπολογιστή και θα εξαρτάται άμεσα από τις καταστάσεις φωτισμού του χώρου (δωματίου). Συνήθως υπάρχουν πολύ πιο δυνατά φώτα πάνω σε μία σκηνή. Εάν ένας εκτελεστής κρατά δύο λάμπες αλογόνου στα δυο του χέρια, μπορεί εύκολα να ελέγχει τις παραμέτρους χωρίς καμία παρεμβολή από τις συνθήκες φωτισμού, μιας και οι δύο λάμπες αλογόνου εκπέμπουν φως. Επομένως, τα αναλυμένα αποτελέσματα είναι πολύ πιο σταθερά (Cadoz, 1988).

4.3. Οι εκφραστικοί περιορισμοί των μουσικών στο σχεδιασμό των αλληλεπιδραστικών συστημάτων

4.3.1. Οι περιορισμοί στην φυσική κίνηση και στην ευαισθησία

Κάθε σύστημα και κάθε ελεγκτής οφείλει να είναι προσαρμοσμένος στο γύρω του περιβάλλον. Οι ελεγκτές επαφής όμως περιορίζονται από τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της κάθε συσκευής που καλούνται να ελέγξουν. Αν δεν υπάρχει μέτρο σ' αυτή την προσαρμογή του συστήματος, οι εκτελεστές υποχρεούνται να αναδιαμορφώνουν τις εκφραστικές τους κινήσεις ανάλογα με τις δυνατότητες του συστήματος. Αυτά τα μηχανικά όρια του συστήματος περιορίζουν και τη δημιουργία ενός ολότελα καινούργιου μέσου διασύνδεσης για τις εκφραστικές κινήσεις του εκτελεστή ανάλογα με τις ικανότητες και τις ανάγκες του. Το πόσο θα μπορέσει να

προσαρμοστεί το σύστημα με τους ελεγκτές επαφής και τον εκτελεστή, εξαρτάται από το επίπεδο γνώσεων του εκτελεστή. Μερικοί ελεγκτές έχουν απαγκιστρωθεί αρκετά από τους περιορισμούς της φυσικής επαφής με τον εκτελεστή και έχουν διευρύνει το εύρος των εκφραστικών κινήσεων σε μερικές περιοχές, αλλά οι κινήσεις των χεριών είναι ακόμη αρκετά περιορισμένες και υπερχρονισμένες (Cadoz, 1988).

4.3.2. Η απεικόνιση της επιφάνειας ελέγχου

Όσον αφορά τους ελεγκτές απορρόφησης, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται όλο το φάσμα των εκφραστικών κινήσεων με σαφήνεια, με την υπάρχουσα τεχνολογία δε μπορεί ακόμη να υλοποιηθεί μια καλή απεικόνιση της επιφάνειας ελέγχου.

Όσον αφορά τους εξωτερικούς ελεγκτές (*External Controllers*), η απεικόνιση της επιφάνειας ελέγχου είναι δύσκολη και ίσως και πολλές φορές ακατόρθωτη. Ο εκτελεστής λοιπόν δε μπορεί να βασίζεται σε αυτή και πρέπει να μαθαίνει να ελέγχει την επιφάνεια ελέγχου όχι από την απεικόνισή της, αλλά από την καλύτερη εκμάθηση των εκφραστικών του κινήσεων. Αυτή η εκμάθηση γίνεται ολοένα και πιο δύσκολη χωρίς την οπτικοποίηση, με την τελευταία να δεσμεύει μερικές από αυτές (Kendon, 1981).

4.4. Το MIDI και το theremin

4.4.1. Λίγα λόγια για το πρωτόκολλο MIDI

Ο όρος MIDI προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Musical Instruments Digital Interface και αποτελεί έναν κώδικα επικοινωνίας μεταξύ ψηφιακών μουσικών οργάνων. Το MIDI είναι μία γλώσσα με την οποία επικοινωνούν τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα, ορισμένες συσκευές επεξεργασίας και αναπαραγωγής ήχου, ή οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές (με τα κατάλληλα περιφερειακά) και κάποια συστήματα ελέγχου φωτισμού.

Στα ηλεκτρονικά όργανα, οι πληροφορίες που παράγονται στο μέρος που κινείται, μεταφράζονται με τη βοήθεια ηλεκτρονικών κυκλωμάτων σε ένα κώδικα και

μεταβιβάζονται στα μέρη που παράγουν και διαμορφώνουν το ηχητικό αποτέλεσμα. Πιέζοντας τα πλήκτρα ενός ηλεκτρονικού οργάνου, παράγονται κωδικοποιημένες πληροφορίες για το τι νότα παίχθηκε και με τι ταχύτητα πατήθηκε το πλήκτρο. Αυτές οι πληροφορίες μεταφέρονται στη γεννήτρια ήχου και αυτή με τη σειρά της, τις αποκωδικοποιεί και παράγει τον ανάλογο ήχο. Το MIDI πρωτόκολλο στηρίζεται πολύ στις ιδιότητες του πληκτρολογίου, στο οποίο οι μουσικοί φθόγγοι αναπαριστώνται με ζευγάρια εντολών note-on και note-off (που δείχνουν πότε το πλήκτρο πατήθηκε και πότε σηκώθηκε) και η ένταση καθορίζεται από την παράμετρο της ταχύτητας του note-on μηνύματος. Τέλος, για κάθε φθόγγο υπάρχει ένας μοναδικός αριθμός, ο οποίος αντιστοιχεί μόνο σ' αυτόν (Roads, 1996).

Για να μπορούν να επικοινωνούν τα διάφορα όργανα, ανεξάρτητα από τις ιδιαιτερότητες που μπορεί να έχουν λόγω διαφορετικού κατασκευαστή, είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός διεθνώς αποδεκτού κώδικα, ώστε να μπορούν να παίζουν πολλά όργανα συγχρονισμένα. Αυτός ο κώδικας είναι το πρωτόκολλο MIDI και υπάρχει από το 1983.

Επίσης, εξαιτίας του γεγονότος ότι το MIDI είναι άριστος τρόπος επικοινωνίας, βλέπουμε πως όλες οι έρευνες και οι κατασκευές που σχετίζονται με τα εικονικά μέσα διασύνδεσης και την αλληλεπιδραστική μουσική, το χρησιμοποιούν για τον έλεγχό τους (Penfold, 1991).

4.4.2. Το MIDI theremin- Ethervox

Από το 1920 το theremin διεγείρει τη φαντασία των ανθρώπων με τον εξαιρετικά λυρικό αλλά ιδιόρρυθμο τρόπο παραγωγής του ήχου του. Εκτός όμως από το αναλογικό theremin υπάρχει και το MIDI theremin το οποίο συνδυάζει τον κλασικό ήχο και τρόπο εκτέλεσης του theremin με την πιο σύγχρονη τεχνολογία και ονομάζεται Ethervox. Οι κεραίες του είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερη εκτέλεση, έχει μεγαλύτερη έκταση και επιπλέον, υπάρχουν μεγαλύτερες δυνατότητες αλλαγής της χροιάς του ήχου. Τέλος, διαθέτει μια οθόνη και πλαίσιο με κουμπιά, διακόπτες και περιστρεφόμενα ποτενσιόμετρα με τα οποία ο εκτελεστής ρυθμίζει όλες τις παραμέτρους μέσω MIDI (Moralez, 2003).

Το Ethervox μπορεί να συνδεθεί με οποιαδήποτε άλλη συσκευή μέσω του πρωτοκόλλου MIDI. Έτσι μπορούμε να δημιουργήσουμε μια εξαιρετικά μεγάλη γκάμα εκφραστικών κινήσεων απλώς κινώντας τα χέρια γύρω από τις κεραίες.

Αυτό το όργανο έχει πολλές βελτιώσεις σε σχέση με το παραδοσιακό theremin, όπως η δυνατότητα παραγωγής περισσότερων και πιο σύνθετων κυματομορφών και ενός φίλτρου το οποίο μπορεί να διαμορφώσει το τονικό ύψος. Το Ethervox theremin μπορεί να ελέγχει εξωτερικούς ήχους και μπορεί να καταγραφεί από ένα MIDI Sequencer⁴.

Το MIDI theremin μεταφράζει το τονικό ύψος και την ένταση τα οποία παράγονται από το theremin σε εντολές MIDI με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρούνται τα χαρακτηριστικά του ήχου (συχνότητα, πλάτος, κτλ.).



4.5. Το theremin και η χρήση του ως ελεγκτή ή μέσο διασύνδεσης σε αλληλεπιδραστικά συστήματα

Η εμπειρία του να παίζει κανείς theremin είναι πολύ διαφορετική από αυτή της εκτέλεσης ενός παραδοσιακού κλασικού ή ηλεκτρονικού οργάνου. Υπάρχει ένας αένας μηχανισμός ανατροφοδότησης στην εκτέλεσή του. Ο κύκλος ανατροφοδότησης ξεκινά με την εισαγωγή των χεριών του εκτελεστή στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, όπου τότε παράγεται ήχος και ο εκτελεστής επεξεργάζεται αυτό που ακούει αλλάζοντας ανάλογα την τοποθέτηση των χεριών του. Μια

⁴ MIDI sequencer: μηχανισμός ο οποίος μας επιτρέπει να καταγράψουμε, να επεξεργαζόμαστε και να αναπαράγουμε MIDI δεδομένα.

επιτυχημένη εκτέλεση απαιτεί την ικανότητα του συνδυασμού του τονικού ύψους και της έντασης, όπως και την ακριβή διαχείρισή τους από τον εκτελεστή. Επίσης, ένας ικανός εκτελεστής πρέπει να διαθέτει καλή αντίληψη των τονικών υψών (αν είναι δυνατόν να έχει “απόλυτη ακοή”) αλλά και καλά αντανακλαστικά για να αντιδρά εγκαίρως στις μικρομεταβολές που πρέπει να κάνει σε κλάσματα δευτερολέπτων. Αυτός είναι και ο λόγος που υπήρχαν και υπάρχουν πολύ λίγοι ικανοί εκτελεστές αυτού του οργάνου. Το MIDI theremin παρέχει γραμμική εκτίμηση της τοποθέτησης των χεριών, έτσι ώστε οι κινήσεις τους να μπορούν να μεταφραστούν σε tempo και αλλαγές δυναμικής.

4.5.1. Το theremin σε ρόλο μέσου διασύνδεσης (*Interface*)

Το ιδανικό μέσο διασύνδεσης είναι ένα μέσο διασύνδεσης το οποίο δεν φαίνεται. Ο εκτελεστής πρέπει να είναι ελεύθερος να ενεργεί όπως επιθυμεί, χρησιμοποιώντας ελεύθερες εκφραστικές κινήσεις ή χειριζόμενος αντικείμενα τα οποία παρέχουν απτές πληροφορίες. Ο Η/Υ με τη σειρά του πρέπει να γνωρίζει συνεχώς την κατάσταση του εκτελεστή, μέσα στα όρια των σωματικών του δυνατοτήτων. Αν και το παραπάνω φαίνεται λίγο ουτοπικό, η λύση βρίσκεται στο theremin.

Η μεθοδολογία του μέσου διασύνδεσης για τα μουσικά όργανα βασίζεται, εν μέρει στην αντίληψη ότι το μέσο διασύνδεσης που χρησιμοποιείται από τα μουσικά όργανα χρησιμεύει σαν πρότυπο για το σύστημα. Το σύστημα αυτό έχει σκοπό να παρέχει κατάλληλη καθοδήγηση στην τοποθέτησή του στο χώρο εκμεταλλευόμενο την ανατροφοδότηση.

Το MIDI theremin αποτελεί ένα ενδιαφέρον μέσο διασύνδεσης για χρήστες όσον αφορά τη δημιουργία ή τον έλεγχο μίας παράστασης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρακολουθεί τις κινήσεις των χεριών και να διαχειρίζεται το tempo, όπως και να ρυθμίζει την ένταση προ-επεξεργασμένων εκφραστικών MIDI παραστάσεων (Moralez, 2003).

Αυτός ο μοναδικός τρόπος με τον οποίο ένας εκτελεστής αλληλεπιδρά με το theremin μπορεί να αποτελεί έναν ιδανικό τρόπο αλληλεπίδρασης ενός χρήστη με έναν Η/Υ. Οι συσκευές που χρησιμεύουν ως μέσο διασύνδεσης για τον άνθρωπο (*Human interface devices, HIDs*) είναι συσκευές οι οποίες επιτρέπουν να

αλληλεπιδρούμε με τους H/Y. Στο σχεδιασμό τέτοιων συσκευών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πολλά πράγματα, συμπεριλαμβανομένων και του μέσου διασύνδεσης με τον υπολογιστή, απαιτήσεις ισχύος, διαστάσεις, χρηστικότητα, εργονομία, και πολλά άλλα. Τα παραδοσιακά HIDs περιλαμβάνουν μόνο ένα ποντίκι και ένα πληκτρολόγιο.

Έτσι το theremin παρέχει ένα πραγματικά μοναδικό τρόπο αλληλεπίδρασης με ένα όργανο. Παραδοσιακά, τα μουσικά όργανα απαιτούν την επαφή ή τη δόνηση για να παράγουν ήχο. Όμοια και τα HIDs βασίζονται στην αίσθηση της επαφής για υπάρξει αλληλεπίδραση. Με το theremin όμως δεν υπάρχει καμία φυσική επαφή, ούτε δόνηση, ούτε πίεση, κι έτσι μπορεί να δημιουργηθεί ένας πρωτοποριακός τρόπος αλληλεπίδρασης με τον H/Y ο οποίος να βασίζεται στο όργανο αυτό.

Το είδος των πληροφοριών που μπορεί να διαχειρίζεται από εκεί και πέρα το theremin εξαρτάται από τον H/Y (Smith, 1998).

4.5.2. Το theremin σε ρόλο ελεγκτή (*Controller*)

Το theremin πρέπει να το θεωρήσουμε περισσότερο σαν έναν τελείως αφηρημένο και θεωρητικό ελεγκτή δύο ανεξάρτητων παραμέτρων (βλ. 4.2.2.4.), παρά να τον περιορίζουμε στο να διαχειρίζεται μόνο το τονικό ύψος και την ένταση του παραγόμενου ήχου. Αυτές οι παράμετροι μπορούν να ανιχνεύουν την τροχιά των εκφραστικών κινήσεων. Το theremin είναι αναμφίβολα ένας από τους τελειότερους και γνωστότερους ελεγκτές εκφραστικών κινήσεων (*Gestural Controllers*) και έχει ποικίλες εφαρμογές.

Οι κεραίες του οργάνου μπορούν να ελέγχουν τις συντεταγμένες του χώρου που περικλείεται μέσα στις κεραίες του και να ανιχνεύουν την οποιαδήποτε κίνηση μέσα σε αυτόν. Επίσης, μπορούν να ορίζουν παραμέτρους από άλλες συσκευές οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε MIDI δίκτυο. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα να ορίζονται παράμετροι οι οποίοι ελέγχουν ήχο ή βίντεο ή φώτα ή οτιδήποτε άλλο. Τέλος, μπορεί να ελέγχει οποιαδήποτε MIDI εφαρμογή H/Y.

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι αντί να χρησιμοποιούμε την τοποθέτηση των χεριών για να παράγουμε ήχο, χρησιμοποιούμε τον ήχο για να παρέχει ανάδραση σύμφωνα με την τοποθέτησή τους στα συστήματα αλληλεπίδρασης (Wegner, 1998).

Μία σημαντική προσπάθεια κάνει ο *Joel Chadabe*, ο οποίος προσπαθεί να αλληλεπιδράσει με μία εικονική ορχήστρα, απλώς κουνώντας τα χέρια του στο χώρο. Αυτό το κατορθώνει με την κατασκευή δύο κεραιών theremin, μία για το κάθε χέρι οι οποίες προσφέρουν δεδομένα σ' έναν Η/Υ σχετικά με την τοποθέτηση των χεριών του σε σχέση με τις κεραιές. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν κάποιες μεταβλητές σ' έναν αλγόριθμο ο οποίος δημιουργεί μία μελωδία αυτοσχεδιασμού ενός κλαρινέτου και ταυτόχρονα μπορεί να εκτελέσει αυτή τη μελωδία σε οκτώ φωνές. Οι χροιές αυτών των φωνών θυμίζουν δύο ήχους κλαρινέτου, δύο ήχους φλάουτου, και τέσσερις ήχους βιμπραφώνου. Με την μετακίνηση του αριστερού χεριού προς την αριστερή κεραία, μπορεί να διαμορφωθεί η ενορχήστρωση, δηλ. μπορεί να επιλεγεί ποιες φωνές θα ακούγονται. Με την μετακίνηση του δεξιού χεριού προς τη δεξιά κεραία, μπορεί να διαμορφωθεί το tempo. Έτσι με τον έλεγχο και των οργάνων και του tempo, αυτή η παράσταση μπορεί να παρομοιασθεί με τις ενέργειες ενός διευθυντή όταν διευθύνει μια ορχήστρα (Chadabe, 2000).



Εικόνα 4.13: Ο Joel Chadabe αλληλεπιδρά με δύο κεραιές theremin (Chadabe, 2000).

4.6. Χρήσεις του theremin σήμερα

Το theremin χρησιμοποιείται σήμερα σε ποικίλες περιπτώσεις. Σαν μουσικό όργανο χρησιμοποιείται σε μουσικές παραστάσεις από συγκροτήματα *advante guard* μουσικής, ηλεκτρονικής μουσικής, κλασσικής μουσικής (πολύ σπάνια) κ.ά.



Χρησιμοποιείται τέλος και σαν ελεγκτής ή μέσο διασύνδεσης σε διάφορες αλληλεπιδραστικές παραστάσεις και εγκαταστάσεις.

Παράρτημα 1

Π.1. Η βιογραφία του Leon Theremin

Η ζωή του Leon Theremin είναι αρκετά συγκεχυμένη και πολλοί προσπαθούν να την καταγράψουν. Το σίγουρο είναι ότι η διαμονή του στην Αμερική και στη Ρωσία έχει ακόμα πολλά σκοτεινά στοιχεία, τα οποία ίσως να μην αποκαλυφθούν ποτέ. Πολλές από αυτές τις βιογραφίες περιέχουν παραπλανητικά και αναληθή στοιχεία και επομένως δεν μπορούν να θεωρηθούν εμπειριστατωμένες. Ο Albert Glinsky με το βιβλίο του *Theremin: Ether Music and Espionage*, περιγράφει τη ζωή του Leon Theremin πιο εμπειριστατωμένα από όλους.

Π.1.1. Τα παιδικά του χρόνια κι η εφεύρεση του theremin

Ο Leon Theremin (Lev Sergeyevich Termen) γεννιέται στις 28/8/1896 στην Αγία Πετρούπολη της Ρωσίας. Ο πατέρας του, Sergei Emilievich Termen, είναι δικηγόρος και η μητέρα του είναι η Yevgenia Antonova Orzhinskaya Termen. Ο ηλεκτρισμός τον εντυπωσιάζει από μικρό παιδί, όπου στο σπίτι του πειραματίζεται αρκετά με επισκευές οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής υπάρχει. Στο εξοχικό σπίτι της οικογένειας ο μικρός τότε Leon μελετά επίσης τα αστέρια και τους πλανήτες. Σε ηλικία πέντε ετών γνωρίζει τη μουσική μέσα στην οικογένειά του, μαθαίνοντας πιάνο και τσέλο. Τότε είναι που αντιλαμβάνεται για πρώτη φορά ότι η μουσική έκφραση του μυαλού εμποδίζεται από τις μηχανικές-μυϊκές δυνατότητες των χεριών και προσπαθεί να βρει ένα τρόπο εκτέλεσης οργάνου που να μην απαιτεί τη μυϊκή χρήση των χεριών ή των ποδιών. Τότε είναι που κατασκευάζει το theremin, και το τελειοποιεί ώσπου να το παρουσιάσει τον Οκτώβριο του 1920 στον Λένιν.

Ο Theremin, ως ενήλικας πλέον, έχει μία πολυτάραχη προσωπική ζωή. Στις 24/5/1924 παντρεύεται την εικοσάχρονη τότε Ekaterina Constantinova Pavlova (Katia). Στα πλαίσια της προώθησης του καινούργιου του οργάνου (theremin) πηγαίνουν στο Παρίσι για συναυλίες και ο Theremin αναχωρεί λίγες μέρες μετά για τις Η.Π.Α. με το θρυλικό πλοίο Majestic, η δε Katia μένει εκεί. Από τότε οι σχέσεις

τους διακόπτονται, η Katia πηγαίνει αργότερα στις Η.Π.Α. και λίγα χρόνια μετά παίρνουν διαζύγιο (1934). Η Katia πεθαίνει στις 21/8/1987 (Glinsky, 2000).

Π.1.2. Το ταξίδι και η παραμονή του Leon Theremin στις Η.Π.Α.

Υστερα από την παρουσίαση του theremin στον Lenin, ο Theremin απογοητευμένος δηλώνει ότι η Ρωσία είναι μία χώρα που δεν εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες και τις ικανότητες των πολιτών της, αντιθέτως η Αμερική είναι μια ελεύθερη χώρα με πολλές ευκαιρίες για ευημερία. Ξεκινά παράλληλα περιοδείες στην Ευρώπη (Φρανκφούρτη, Βερολίνο, Λονδίνο, Παρίσι), οι οποίες γνωρίζουν μεγάλη επιτυχία. Αργότερα (1927), πηγαίνει στη Νέα Υόρκη για να προωθήσει ένα theremin με έκταση πέντε οκτάβων και να βρει χρηματοδότες.

Η οικονομία όμως των Η.Π.Α. εκείνη την εποχή δεν είναι ακμαία και ο Theremin σύντομα δε μπορεί να αντεπεξέλθει στις υποχρεώσεις του. Το 1930 η Lucie Bigelow-Rosen και ο σύζυγός της, εύποροι Αμερικανοί, παρέχουν κατοικία στον Theremin, οικονομική βοήθεια αλλά και κάθε είδους στήριξη σε αυτόν. Εντούτοις αναγκάζεται να πάρει πολλά δάνεια από τράπεζες και φίλους με εξωφρενικούς και παράνομους τόκους με αποτέλεσμα να κάνει ποικίλες, άσχετες με τη μουσική, εφευρέσεις και να τις πουλά σε διάφορες εταιρίες με σκοπό να ξεπληρώσει αυτά τα δάνεια. Με αυτές τις εφευρέσεις κερδίζει αρκετά χρήματα τα οποία του φτάνουν για να ξεπληρώσει τα χρέη του από τη μία, να ζει μία άνετη ζωή από την άλλη, κι όσα περισσεύουν να τα επενδύει σε καινούργια μηχανήματα και νέες έρευνες. Στην προσπάθειά του αυτή να έχει όσο το δυνατόν περισσότερα έσοδα, ιδρύει εταιρίες με Αμερικάνους πολίτες ανάμεσά τους και την Telletouch Corporation (ιδρύεται στις 6/4/1938 από τον Theremin, τον Morgenstern, τον Zinman), η οποία εμπορεύεται βασικά συναγερμούς (τους οποίους είχε ήδη εφεύρει ο Theremin).

Εκείνη την εποχή υπάρχει έξαρση του ενδιαφέροντος για το χρηματιστήριο, και μεγάλο κέρδος για όσους επενδύουν τα λεφτά τους σε αυτό. Ο Theremin δεν μένει άπραγος σε αυτή την ευκαιρία εύκολου κέρδους. Σπάζει το κεφάλαιο των εταιριών του σε μετοχές και επενδύει στο χρηματιστήριο, με σκοπό να βρει χρήματα για τις καινούργιες του επιχειρήσεις. Το μεγάλο κραχ όμως του 1929 τον πιάνει απροετοίμαστο (όπως και όλους του Αμερικανούς πολίτες) και χάνει όλα του τα χρήματα (Kettlewell, 2002).

Στο νέο τόπο κατοικίας του γνωρίζει μία χορεύτρια, τη Lavinia Poole Williams (γεν. 1916), η οποία είναι εκτός των άλλων ζωγράφος και μανιόδης αναγνώστρια. Παντρεύονται το 1938 και όταν λίγο αργότερα (15/9/1938) ο Theremin «εξαφανίζεται» (επιστρέφει στη Ρωσία) η Lavinia δε γνωρίζει το παραμικρό. Ο Theremin βέβαια είχε σκοπό μόλις φτάσει στη πατρίδα του και διευθετήσει τις εκκρεμότητες του, να την φέρει κοντά του. Η απότομη φυγή του όμως και η μη επικοινωνία μαζί της την κάνουν να πιστεύει πως ο άντρας της πέθανε. Η Lavinia πεθαίνει στις 19/7/1989 από ανακοπή καρδιάς.

Η καριέρα του Theremin στην Αμερική εκτοξεύεται. Οι συναυλίες διαδέχονται η μία την άλλη, η φήμη του απλώνεται παντού και είναι εύκολα αναγνωρίσιμος όπου κι αν εμφανίζεται. Επίσης, όσο μεγαλώνει η φήμη του, τόσο αυξάνονται και τα χρήματά του.

Κατά τη διάρκεια παραμονής του Theremin στην Αμερική, εκτός από τα ραδιοτηλεοπτικά μέσα ενημέρωσης, ασχολείται μαζί του και ο τύπος. Του ανατίθεται συχνά από περιοδικά που ασχολούνται με τις νέες τεχνολογίες η συγγραφή άρθρων. Εκεί, εκτός από την παράθεση στοιχείων για το theremin, αναλύει και τις άλλες εφευρέσεις του, ποτέ όμως δεν αναφέρει λεπτομέρειες της κατασκευής τους για την αποφυγή οποιασδήποτε προσπάθειας αντιγραφής. Φεύγοντας από την Αμερική παίρνει όλα τα τελικά διαγράμματα από όλες τις εφευρέσεις του μαζί του. Αν και από τις περισσότερες έχει πουλήσει τα δικαιώματα, τα διαγράμματα, τις οδηγίες κατασκευής και επισκευής, πάντα κρατάει κάτι κρυφό από τα σχέδια που παραδίδει ώστε να μη μπορούν να αντιγραφούν πλήρως και να έχει μόνο ο ίδιος την δυνατότητα να επιλύει τα τυχόν προβλήματα. Ειδικά στο theremin κάνει συνεχώς βελτιώσεις στα σχέδια και στα κυκλώματα, τα οποία ξέρει μόνο ο ίδιος. Προκύπτουν λοιπόν πλήθος προβλημάτων σε αγορασμένα theremins, τα οποία προσπαθούν αρκετοί ηλεκτρονικοί να επιδιορθώσουν (Glinsky, 2000).

Π.1.3. Η εξαφάνισή του από τις Η.Π.Α.

Ξαφνικά, ο Theremin εξαφανίζεται και κανείς δε μαθαίνει τίποτα γι' αυτόν για περίπου τριάντα χρόνια. Ουσιαστικά όμως δεν πρόκειται για εξαφάνιση. Ο Theremin δεν είναι μόνο ο εφευρέτης μουσικών οργάνων και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών που πιστεύουν όλοι. Τον επισκέπτονται Ρώσοι πράκτορες και τον πείθουν να φύγει

«οικειοθελώς» από τις Η.Π.Α.. Οι Ρώσοι ουσιαστικά τον απαγάγουν καθώς είναι πολιτική της ΚGB όλοι οι Ρώσοι επιστήμονες να υποχρεώνονται να κάνουν εφευρέσεις για το Ρωσικό στρατό και να βοηθούν στη βιομηχανική κατασκοπία εναντίον της δύσης.

Όμως είναι πολύ δύσκολο να φύγει, από τη μία πλευρά λόγω των χρεών που έχει και από την άλλη διότι έχει ήδη ξεσπάσει ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος και δεν υπάρχει κανένα μέσο διαφυγής (ειδικά για υπερατλαντικό ταξίδι). Τελικά, μέσω των γνωριμιών που απέκτησε μέσα από την Ρωσική Κοινότητα της Νέας Υόρκης κατορθώνει να φύγει κρυφά με εμπορικό καράβι άθλιας κατάστασης (Stary Bolshevik) και με άθλιες συνθήκες (διαμονή στο κατάστρωμα). Πράγμα ιδιαίτερα λυπηρό αν αναλογιστούμε πως όταν είχε καταφθάσει στην Αμερική τον είχαν υποδεχτεί σαν ήρωα και τώρα φεύγει τελείως παραγκωνισμένος (Mattis, 1989).

Π.1.4. Η επιστροφή του εφευρέτη στη Ρωσία

Μόλις φτάνει στη Ρωσία (1938-39), πράκτορες της Ν.Κ.Β.Δ. τον συλλαμβάνουν στο ξενοδοχείο του (Kierkaya) και τον φυλακίζουν ως προδότη και μέλος φασιστικής οργάνωσης, για ένοπλη εξέγερση και σαμποτάζ, αφού πρώτα υπέμενε τα βασανιστήρια των συμπατριωτών του.

Ο ίδιος πιστεύει πως είναι αδύνατον να ζήσει μετά από αυτή τη φυλάκιση και αυτό ήταν αλήθεια γιατί εκείνη την εποχή δεν είχε κανέναν με το μέρος του. Από τη μία οι Αμερικάνοι τον αναζητούν για τα χρέη που άφησε, αλλά και γιατί έχουν ήδη πληροφορηθεί ότι είναι Ρώσος πράκτορας.

Για τους Ρώσους από την άλλη είναι ένα άνθρωπος που άλλαξε ιδεώδη (από κομμουνιστής έγινε καπιταλιστής). Είναι ένας άνθρωπος που ιδρύει εταιρίες με αμερικάνους πολίτες, που παίρνει δάνεια από αμερικάνικες τράπεζες, που βάζει τις εταιρίες του στο χρηματιστήριο και όλα αυτά γίνονται με τον μεγαλύτερο αντίπαλο της Ρωσίας, την Αμερική. Κάνει πολύ πολυτελή ζωή, συναναστρέφεται με επιφανείς Αμερικανούς και δεν σκέφτεται ποτέ να γυρίσει από μόνος του στη Ρωσία.

Ύστερα από διάφορες μετακινήσεις του σε φυλακές, οδηγείται στο στρατόπεδο συγκέντρωσης Kolyma στη Σιβηρία, στο οποίο όποιους στέλνουν ή πεθαίνουν από το κρύο και την ασιτία κατά την διάρκεια της μετακίνησης τους σ' αυτό, ή μέσα στο στρατόπεδο από τις απάνθρωπες συνθήκες διαβίωσης και τα

βασανιστήρια. Ο Theremin επιβιώνει από όλη αυτή την κατάσταση χάρη σε εφευρέσεις σχετικές με βελτιώσεις στις ράγες των βαγονιών του στρατοπέδου, όπως επίσης και χάρη στη δημιουργία μπάντας αποτελούμενης από συγκρατούμενους του προς τέρψιν των στρατιωτικών. Αποφυλακίζεται αρκετά χρόνια αργότερα, συγκεκριμένα στις 27/6/1947 (Glinsky, 1992).

Π.1.5. Η μυστική του δράση στη Ρωσία

Εν όψη του επερχόμενου πολέμου, ο Theremin δουλεύει σε υπερσύγχρονα εργαστήρια, κάτω από απόλυτη μυστικότητα και κάνει πολλές εφευρέσεις όπως τον κοριό, που δεν ανακοινώνονται ποτέ. Είναι ουσιαστικά έγκλειστος σε ένα εργαστήριο πλήρως εξοπλισμένο με μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας και πολύ καλές συνθήκες διαβίωσης, ώστε να συμμετέχει σε εφευρέσεις. Για άλλα είκοσι χρόνια δεν εμφανίζεται πουθενά (ίσως γιατί ξέρει πολλά μυστικά και είναι καλύτερο απλά «να μην υπάρχει») και πολλοί λίγοι γνωρίζουν την ύπαρξή του.

Παράλληλα ο Theremin γνωρίζει σε αυτό το χώρο εργασίας του την τρίτη του σύζυγο, Maria Feodorovna Guschina (γεν. 1921). Η Maria είναι γραμματέας και δακτυλογράφος στο εργαστήριο. Το ζευγάρι στις 24/6/1948 αποκτά δύο κόρες (δίδυμες), την Natalia και την Elena. Και οι δύο διδάσκονται, όπως είναι αναμενόμενο την τεχνική του theremin από τον διάσημο πατέρα τους. Η Maria υποφέρει από χρόνιους ρευματισμούς, με αποτέλεσμα να πεθάνει από πρόβλημα στην καρδιά στις 30/6/1970.

Εντωμεταξύ, ο κύκλος των φίλων του στην Αμερική εξακολουθεί να τον αναζητεί, αν και όλοι λένε ότι δεν είναι πλέον στη ζωή. Παρόλα αυτά η Rosen (η Rosen και ο σύζυγός της είναι οι μόνοι που γνώριζαν ότι ο Theremin δεν πέθανε, ούτε εξαφανίστηκε, αλλά αναγκάστηκε να γυρίσει στην πατρίδα του) ταξιδεύει στη Ρωσία, ρωτά και καταφέρνει να συναντηθεί μαζί του. Είχαν συναντηθεί κι άλλη φορά, κατά τύχη, αλλά ο Theremin θεωρεί καλύτερο να προσποιηθεί ότι δεν την γνωρίζει, διότι ξέρει ότι πάντα κάποιος τον παρακολουθεί (για να μην προδώσει μυστικά του κράτους).

Το 1976 ο 80χρονος πια Leon Theremin αρραβωνιάζεται την 30χρονη Elena Nesturkh. Δουλεύει κι αυτή, όπως και ο εφευρέτης στο Scriabin Museum, και γνωρίζοντας μουσική τον έχει σε μεγάλη υπόληψη και τον θαυμάζει ιδιαίτερα. Ο

γάμος που τόσο ονειρεύεται η Elena, εξαιτίας διάφορων συνθηκών, φαίνεται αρκετά δύσκολος και σε μία στιγμή απογοήτευσης αυτοκτονεί πηδώντας από το παράθυρο ενός κτιρίου (Glinsky, 2000).

Π.1.6. Η τελευταία εμφάνιση του Leon Theremin

Το 1989 εμφανίζεται ξανά, ενενήντα χρονών πια, κάνει μια περιοδεία στην Αμερική που τόσο τον λάτρευσε (με συνοδεία 2 Ρώσων πρακτόρων, αν και τα τελευταία χρόνια η μνήμη του είχε εξασθενήσει και δε θυμόταν αρκετά πράγματα) και πεθαίνει στις 31/11/1993 κρατώντας μυστική τη δράση του για πενήντα ολόκληρα χρόνια.

Οι εφευρέσεις του είναι πραγματικά εμπνευσμένες. Τη δεκαετία του 1920 κατασκευάζει μία από τις πρώτες τηλεοράσεις. Η Ρωσία όμως θεωρεί την εφεύρεση κρατικό μυστικό και τη χρησιμοποιεί για την παρακολούθηση των συνόρων, την επικοινωνία με το Κρεμλίνο και διάφορες υποθέσεις κατασκοπίας, την ίδια στιγμή που Αμερικανοί εφευρέτες προωθούν τις δικές τους, υποδεέστερες σε ανάλυση, συσκευές τηλεόρασης για ψυχαγωγικές και εκπαιδευτικές εκπομπές. Αυτή είναι ίσως και η αντίθεση που κάνει τον Theremin να αναζητήσει το μέλλον του στη δύση. Πολλές εφευρέσεις του δεν ανακοινώνονται ή δεν αξιοποιούνται, καθώς κάνει επιδείξεις όλων των εφευρέσεών του πρώτα στο Κρεμλίνο και στην κυβέρνηση και παίρνει εντολές από αυτούς.

Ο Theremin θεωρείται αινιγματική προσωπικότητα, με το μύθο του ονόματος του να ακολουθεί το theremin παντού. Κανείς δεν ξέρει με βεβαιότητα όλη την αλήθεια για το ποιος πραγματικά είναι. Ρώσος επιστήμονας, πράκτορας της Ρωσίας στη βιομηχανική κατασκοπία εναντίον της Αμερικής, μουσικός, εφευρέτης κατασκοπευτικών συσκευών, ή απλώς θύμα του Ψυχρού Πολέμου; Η ζωή του μοιράζεται μεταξύ της μουσικής τέχνης, της επιστήμης, της σύγχρονης τεχνολογίας, του πολέμου, της βιομηχανίας και της κατασκοπίας. Το βέβαιο είναι ότι τότε η αλήθεια θεωρείται κάτι σχετικό και ότι συμμετέχει σε όλους τους πολέμους που εμπλέκεται η Ρωσία, αφού όλοι οι Ρώσοι κυβερνήτες τον χρησιμοποιούν για την εφευρετικότητά του και οι εμπειρίες του δημιουργούν το μυστήριο που περιβάλλει πάντα το όνομά του. Είναι ο καλύτερος Ρώσος τεχνικός ραδιοφωνικών πομπών και επικοινωνιών, στήνει τις ραδιοφωνικές επικοινωνίες του Ρωσικού στρατού και

πολλούς ραδιοφωνικούς σταθμούς, δουλεύει σε πολλά ιδρύματα και επιμορφώνει πολλούς τεχνικούς που λειτουργούσαν τους σταθμούς που κατασκευάζει (Holmes, 1985).

Π.1.7. Μη μουσικές εφευρέσεις του Theremin

▪ *Κοριός* : Το 1959 του ανατίθεται από τη Ρωσική Κυβέρνηση και τις μυστικές της υπηρεσίες να βρει έναν τρόπο ώστε να είναι δυνατή η παρακολούθηση του γραφείου του Αμερικάνου πρέσβη στη Μόσχα και τότε είναι που ο Theremin εφευρίσκει τον κοριό. Τοποθετείται λοιπόν σ' ένα γλυπτό που απεικονίζει έναν αετό και προσφέρεται ως δώρο στον πρέσβη. Ο κοριός αυτός έχει εμβέλεια 100 μέτρα, οπότε είναι εύκολη η υποκλοπή των συνομιλιών και των τηλεφωνημάτων από ένα κοντινό κτίριο. Με αυτό τον τρόπο οι ρωσικές μυστικές υπηρεσίες ενημερώνονται για τις αποφάσεις της αμερικάνικης κυβέρνησης, για τις απόρρητες πληροφορίες και για τα όποια σχέδια εναντίον τους. Η παρακολούθηση αυτή λαμβάνει χώρα για αρκετούς μήνες, ώσπου οι αμερικάνικες μυστικές υπηρεσίες ανακαλύπτουν τον κοριό και διακόπτουν κάθε διπλωματική σχέση με τη Ρωσία. Αυτό το χρονικό διάστημα είναι αρκετό ώστε οι Ρώσοι να συλλέξουν πλήθος πολύτιμων πληροφοριών και τις κινήσεις τακτικής της Αμερικάνικης Κυβέρνησης.

▪ *Συστήματα συναγερμού*: Είναι συσκευές που λειτουργούν με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και χρησιμοποιούνται για την αποφυγή διαρρήξεων και πυρκαγιών. Αυτοί οι αντικλεπτικοί μηχανισμοί ενεργοποιούν μία σειρήνα όταν ανιχνεύουν την παρουσία κλέφτη (*Radio Watchman*). Το πιο γνωστό σύστημα συναγερμού είναι το *Electric Eye* το οποίο είναι ένα σύστημα συναγερμού με υπέρυθρες ακτίνες και κάμερες παρακολούθησης. Όλα αυτά είναι μία πολύ καλή βάση ώστε να εξελιχθούν τα μετέπειτα συστήματα συναγερμών και να φτάσουν σ' αυτό το επίπεδο που βρίσκονται σήμερα. Επίσης, κατασκευάζει τα συστήματα ασφαλείας και συναγερμού της φυλακής του Αλκατράζ που την κάνουν αδιαπέραστη.

- *Ανιχνευτές όπλων*
- *Ανιχνευτές κίνησης*
- *Αλτίμετρο*: συσκευή μέτρησης ύψους για αεροπλάνα
- *Συσκευές μέτρησης της πυκνότητας των αερίων*

▪ *Αυτόματο σύστημα ανοίγματος πόρτας*: Αυτό το σύστημα ανιχνεύει την κίνηση προς την πόρτα και δίνει εντολή σε ένα μηχανισμό να ενεργοποιηθεί και να ανοίξει.

▪ *Αυτόματο πιλότο*: ένα είδος πρωτόγονου αυτόματου πιλότου για χάρη της ρωσικής πολεμικής αεροπορίας.

▪ *Παλμογράφος*: συσκευή η οποία υπολογίζει τις μεταβολές του πλάτους και της συχνότητας των ηλεκτρονικών σημάτων.

▪ *Μαγικός καθρέπτης (Magic Mirror)*: πρόκειται για ένα καθρέπτη ο οποίος τοποθετείται μέσα από βιτρίνες καταστημάτων και έχει σαν σκοπό τη διαφήμιση προϊόντων. Η λειτουργία του έγκειται στην ανίχνευση κίνησης. Ένα σύστημα αναγνωρίζει αν κάποιος κατευθύνεται προς αυτόν και ανάλογα με την απόσταση στην οποία βρίσκεται, προβάλλονται διαφημίσεις. Π.χ. αν κάποιος άνθρωπος είναι σε απόσταση δύο μέτρων από τον καθρέπτη προβάλλεται μία διαφήμιση, αν μετακινηθεί στο ένα μέτρο από τον καθρέπτη, προβάλλεται μία δεύτερη διαφήμιση, κτλ.

▪ *Ασύρματο μικρόφωνο*: σε πολύ απλή μορφή γιατί δεν προλαβαίνει να προχωρήσει την κατασκευή, δίνει όμως την αφορμή να ασχοληθούν άλλοι επιστήμονες με αυτό.

▪ *Σηματοδότηση στους σιδηρόδρομους ότι πλησιάζει τρένο*

▪ *Τηλεόραση*: κατασκευάζεται το 1926, όσο ο Theremin είναι ακόμη στη Ρωσία.

▪ *Μεγάφωνο*: κατά την κατασκευή του theremin, κατασκευάζει κι ένα μεγάφωνο το οποίο μεταφέρεται μαζί με το όργανο για να μπορεί να ακούγεται ο ήχος του (Glinsky, 1992).

Παράρτημα 2

Π.2. Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων

Η κατασκευή των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων απαιτεί τη χρησιμοποίηση του ηλεκτρισμού, πράγμα που αποτελεί αντικείμενο έρευνας από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Τα πρώτα σημάδια όμως αυτής της έρευνας εμφανίζονται πολύ αργότερα, στις αρχές του 18^{ου} αιώνα με τον Hermann von Helmholtz (τοποθέτησε ένα διαπασόν μέσα σε ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο) και τον C.G. Page (παρήγαγε ήχο από μία διάταξη πηνίου-μαγνήτη).

Π.2.1. Ο μουσικός τηλέγραφος

Κατασκευάζεται το 1874 από τον Elisha Gray και αποτελείται από έναν πρωτόγονο ταλαντωτή, ο οποίος με τη βοήθεια ηλεκτρομαγνητών, παρήγαγε έναν ήχο που έμοιαζε με βόμβο. Διαθέτει τέλος, κλαβιέ αρχικά μίας και στη συνέχεια δύο οκτάβων. Αν και πρόκειται για μία πολύ ελπιδοφόρα και ενδιαφέρουσα κατασκευή, δεν βρίσκει την αποδοχή που της αρμόζει (Chadabe, 1997).



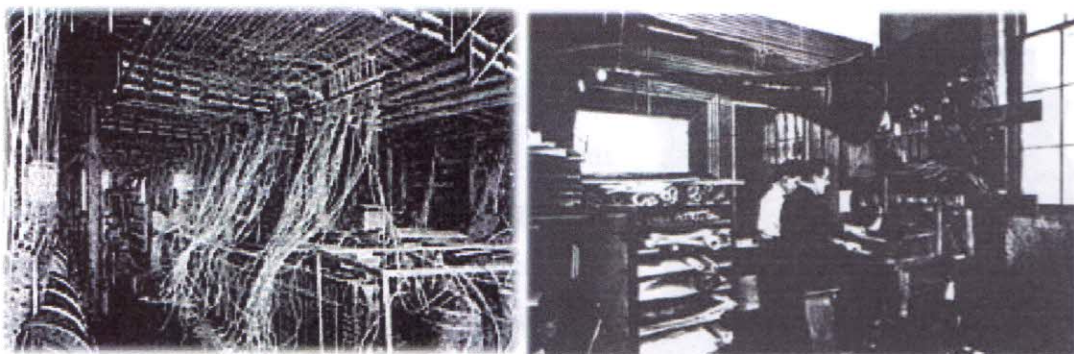
Π.2.2 Το singing arc

Ο William Duddell το 1899 καλείται να ελαχιστοποιήσει το βόμβο που παρήγαγαν οι λάμπες άνθρακα στους δρόμους της Αγγλίας. Προσπαθώντας να το επιτύχει ανακαλύπτει ένα κύκλωμα που ελέγχει την τάση και το οποίο μπορεί να παράγει ήχο. Προσάρμοσε λοιπόν σε αυτό ένα πληκτρολόγιο και ονόμασε τη συσκευή singing arc. Όπως και ο μουσικός τηλεγράφος, έτσι κι αυτή η συσκευή δε γίνεται ευρέως γνωστή (Chadabe, 1997).



Π.2.3. Το Telharmonium

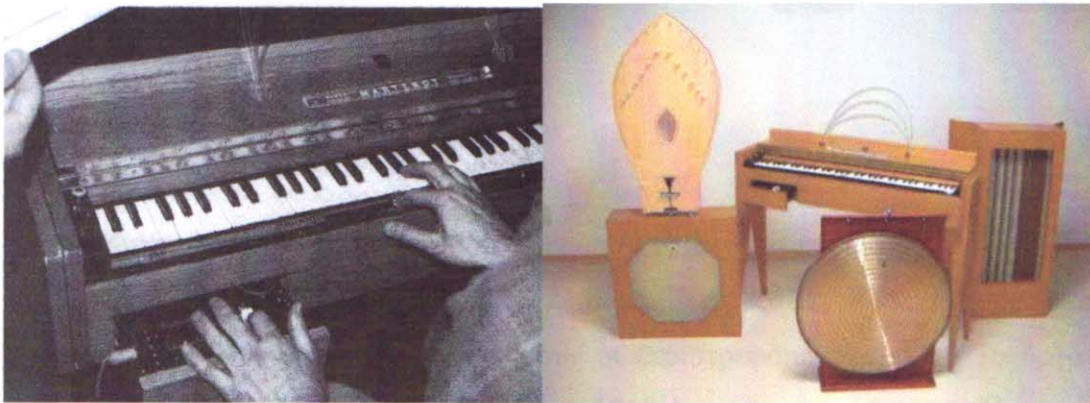
Το Telharmonium (dynamophone είναι η αρχική του ονομασία) κατασκευάζεται το 1896 από τον Thaddeus Cahill και προσδιορίζεται από τον δημιουργό του ως το πρώτο synthesizer (ο όρος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον ίδιο). Αποτελείται από τρία μέρη: το πληκτρολόγιο (ευαίσθητο στη πίεση), το μηχανισμό σύνθεσης του ήχου (περιστρεφόμενοι τροχοί) και το μεγάφωνο (το σήμα μεταδίδεται μέσω του υπάρχοντος τηλεφωνικού δικτύου και στις τηλεφωνικές συσκευές υπάρχει ένα χωνί για την αναπαραγωγή του). Το όργανο έχει τεράστιο όγκο και γι' αυτό είναι διαμορφωμένο σε διαφορετικά δωμάτια λόγω του υπερβολικού θορύβου των τροχών. Επιπλέον η έκτασή του φτάνει τις 7 οκτάβες. Το Telharmonium και ο εφευρέτης του γνωρίζουν μεγάλη αποδοχή και θαυμασμό από το κοινό. (Holmes, 1985).



Εικόνες Π.2.1, Π.2.2: Οι εσωτερικές ηλεκτρικές συνδέσεις του Telharmonium και η κονσόλα ελέγχου η οποία βρίσκεται σε άλλο δωμάτιο (Holmes, 1985).

Π.2.4. Το Ondes Martenot (Onde Musicales)

Κατασκευάζεται το 1928 από τον Maurice Martenot σύμφωνα με τις αρχές του theremin, με σκοπό τον εύκολο και ακριβή προσδιορισμό του τονικού ύψους. Είναι μονοφωνικό όργανο με το δεξί χέρι να καθορίζει το τονικό ύψος με ένα «δακτυλίδι» (αργότερα ribbon controller) μπροστά σε ένα εικονικό πληκτρολόγιο (αργότερα πραγματικό) και το αριστερό χέρι να ελέγχει την ένταση μέσω ενός διακόπτη και κάποια φίλτρα. Η έκτασή του είναι 5 οκτάβες και η αναπαραγωγή του ήχου γίνεται με διαφόρων ειδών μεγάφωνα (κανονικό, ξύλινο για αντήχηση, ειδικό για παραγωγή μεταλλικού ήχου και ειδικό για παραγωγή ήχου εγχόρδου οργάνου). Τέλος, το όργανο αυτό συναντά μεγάλη επιτυχία και γράφει γι' αυτό ο γνωστός συνθέτης Olivier Messiaen (Kettlewell, 2002).



Εικόνες Π.2.3, Π.2.4: Το Ondes Martenot και τα τέσσερα είδη μεγαφώνων του (Kettlewell, 2002).

Π.2.5. Το Trautonium

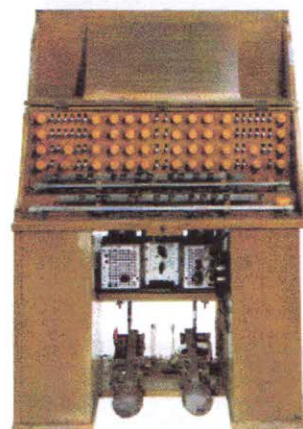
Ο Friedrich Trautwein το 1930 δημιουργεί το Trautonium. Το όργανο αυτό μοιάζει με ηλεκτρονικό έγχορδο, είναι μονοφωνικό, αλλά αντί για χορδή, έχει ένα σύρμα. Ο εκτελεστής πιέζει το σύρμα αυτό πάνω σε μία μεταλλική πλάκα κι έτσι περνάει το ρεύμα από τον ταλαντωτή (παρήγαγε



πριονωτή κυματομορφή) του οργάνου, ενώ την ένταση τη ρυθμίζει από ένα pedal. Έργα για αυτό το όργανο γράφει ο Paul Hindemith (Chadabe, 1997).

Π.2.6. Το Mixturtrautonium

Το 1952 ο Oscar Sala (βοήθησε τον Friedrich Trautwein στην κατασκευή του Trautonium), κατασκευάζει ένα παρόμοιο με το προηγούμενο όργανο, αλλά πιο βελτιωμένο, το Mixturtrautonium. Διέφερε μόνο στο ότι είχε πιο πλούσιο σε αρμονικούς ήχο και υπήρχε δυνατότητα διεύρυνσης των αρμονικών με διακόπτες (Chadabe, 1997).



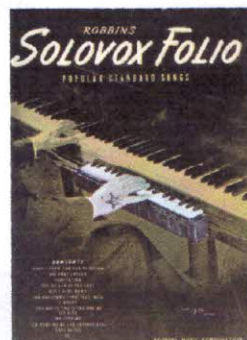
Π.2.7. Το όργανο Hammond

Κατασκευάζεται το 1929 από τον Laurens Hammond και αποτελεί την εξέλιξη του telharmonium. Ο όγκος του ήταν πιο περιορισμένος εξαιτίας της χρησιμοποίησης λυχνιών, εξακολουθούν όμως να υπάρχουν οι περιστρεφόμενοι τροχοί. Το όργανο αυτό γίνεται ευρέως γνωστό, ειδικά μετά το 1950 όπου παρουσιάζεται το Hammond B3, το οποίο γνωρίζει τεράστια επιτυχία και υπάρχει σχεδόν παντού (Holmes, 1985).



Π.2.8. Το Solonox

Ο εφευρέτης του είναι ο ίδιος με αυτόν του οργάνου Hammond. Το όργανο αυτό είναι μονοφωνικό και αποτελείται από ένα αποσπώμενο κλαβιέ το οποίο προσαρμόζεται κάτω από το πληκτρολόγιο ενός πιάνου (Holmes, 1985).



Π.2.9. Το Novachord

Όπως και το Solonox, έτσι κι αυτό το όργανο κατασκευάζεται από τον Laurens Hammond. Ουσιαστικά είναι ο πρόγονος του synthesizer έτσι όπως το γνωρίζουμε στις μέρες μας διότι διαθέτει πλήρη πολυφωνία, φίλτρα, sustain pedal κ.ά. Δε γνωρίζει όμως ιδιαίτερη επιτυχία λόγω του ότι είναι εξαιρετικά πολύπλοκο (Holmes, 1985).



Π.2.10. Το Voder και το Vocoder synthesizer

Το 1939-1940 ο Homer Dudley κατασκευάζει το Voder και το Vocoder synthesizer. Κάνει ανάλυση της φωνής μέσω της μεθόδου με ζωνοδιαβατά φίλτρα και ανασύνθεσή της (Vail, 2000).



Π.2.11. Το clavinox

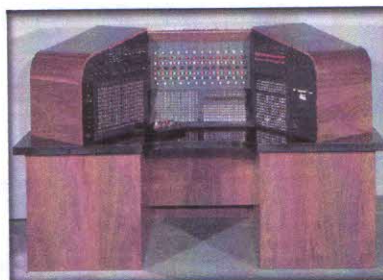
Το 1959 ο Raymond Scott κατασκευάζει το clavinox το οποίο είναι ένα είδος theremin, έχει πληκτρολόγιο, κουμπιά για τον έλεγχο του βιμπράτο



και μπορούσαν να παιχθούν ανεξάρτητες νότες (Shapiro, 2000).

Π.2.12. Το **electronium**

Δημιουργείται το 1959 από τον Raymond Scott και παράγει τυχαίες μελωδίες και ρυθμούς με βάση προηγούμενο προγραμματισμό. Το αποτέλεσμα αυτού του προγραμματισμού είναι αδύνατον να προβλεφθεί.



Και τα δύο παραπάνω όργανα δεν γνωρίζουν επιτυχία διότι ο εφευρέτης τους δεν τα γνωστοποιεί για να μη του αντιγράψουν τα σχέδια (Shapiro, 2000).

Π.2.13. Το **Electronic Sackbut**

Ο Hugh Le Caine το 1945 κατασκευάζει το Electronic Sackbut, το πρώτο synthesizer που ελέγχεται με διαβαθμίσεις της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Ο ήχος του είναι μεταλλικός και μπορούσε να παράγει πριονωτή ή παλμική κυματομορφή. Το όργανο είναι μονοφωνικό και το πληκτρολόγιό του είναι

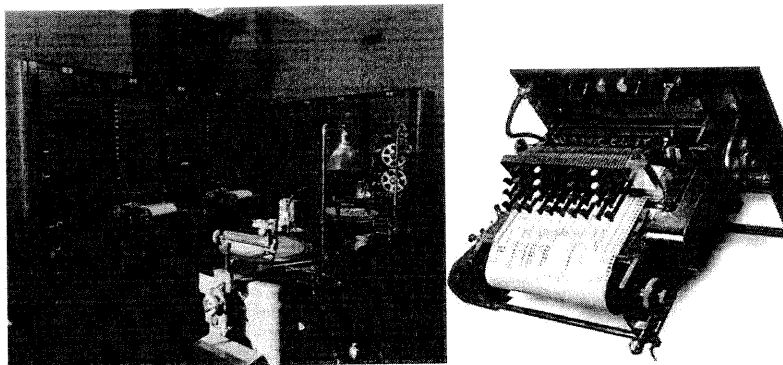


ευαίσθητο στην πίεση. Μπορεί τέλος, να γίνει αλλαγή ηχοχρώματος μέσω ενός χειριστηρίου στο αριστερό χέρι.

Αξίζει να αναφέρουμε κι ακόμη ένα όργανο του Hugh Le Caine, το polyphone synthesizer, το οποίο κατασκευάζεται το 1970, είναι πλήρως πολυφωνικό και κάθε πλήκτρο μπορεί να έχει διαφορετικό ηχοχρώμα (εξαιρετικά ενδιαφέρον για την εποχή) (Vail, 2000).

Π.2.14. Το synthesizer της RCA

Δημιουργείται τη δεκαετία του 1950 από τους Harry Olsen και Herbert Belar. Ο όγκος του είναι μεγάλος, δουλεύει με λυχνίες και ο προγραμματισμός του γίνεται με την λεπτομερή εισαγωγή κάθε χαρακτηριστικού του ήχου μέσω μιας ειδικής συσκευής. Έργα γι' αυτό γράφει μεταξύ άλλων ο Milton Babbitt (Vail, 2000).



Εικόνες Π.2.5, Π.2,6: Το RCA synthesizer και το “πληκτρολόγιο” που τρυπά τις καρτέλες

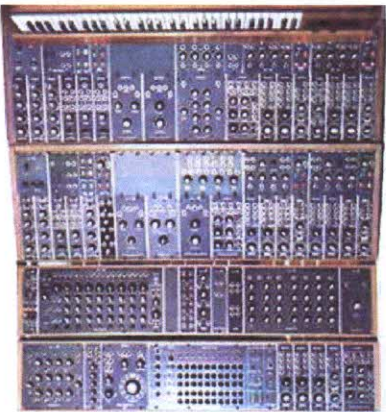
Π.2.15. Το Synthesizer της Siemens

Το 1959 οι Helmut Klein και W.Schaaf κατασκευάζουν ένα synthesizer παρόμοιο με αυτό της RCA με τη διαφορά το ότι διαθέτει ένα scanner που σαρώνει εικόνες, βάση των οποίων ελέγχονται κάποια από τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου ήχου (Vail, 2000).

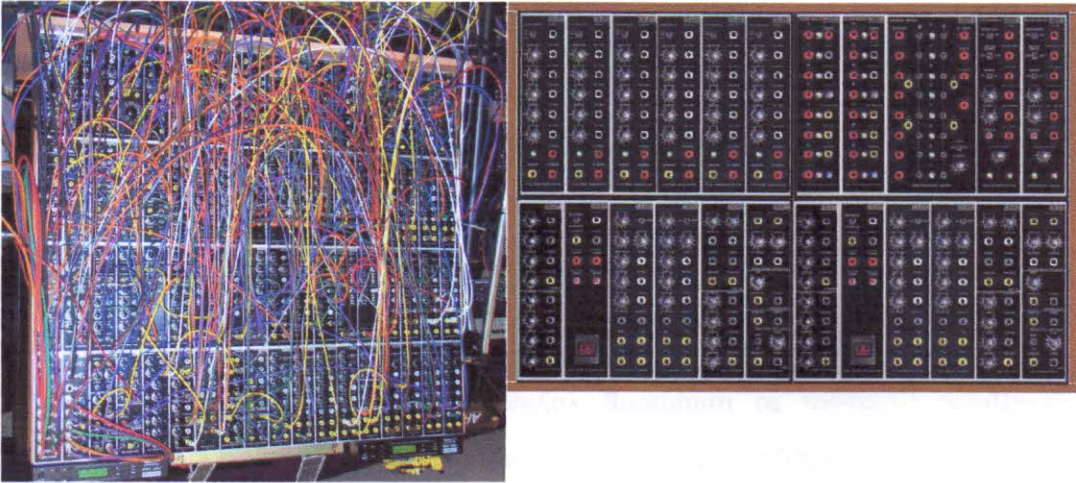


Η.2.16. Το Moog Synthesizer

Ο Robert Moog κατασκεύαζει το 1964 ένα synthesizer το οποίο αποτελείται από δύο ταλαντωτές, ενισχυτές και δύο κλαβιέ. Όπως και το Electronic Sackbut, έτσι κι αυτό ελέγχεται με διαβαθμίσεις του ηλεκτρικού πεδύματος και κάθε πλήκτρο ή διακόπτης δίνει σαφής εντολές. Έτσι από πολλές προπονήσεις, το παρτανάω όργανο αποτελείται από πολλά ξεχωριστά κομμάτια-μονάδες (ενισχυτές, τριποποιήσεις, το παρτανάω όργανο αποτελείται από φίλτρα, εφε, γεννήτριες θορύβου, κτλ) τα οποία αγοράζει ο εκτελεστής ανάλογα με τις απαιτήσεις του. Έντορες τράστια και αναγωγή από το κοινό (Holmes, 1985).



Εικόνες Η.2.7, Η.2.8: Το Moog Synthesizer χωρίς τις απαραίτητες συνδεσμολογίες (απίστευτά) και με αυτές (δέξια) (Holmes, 1985).



II.2.17. Το minimoog

Το 1969 ο Robert Moog συνέχισε την επανημετέλη πορεία του κατασκευάζοντας ένα ακόμη όργανο, το minimoog. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα μικρότερο synthesizer αλλά μικρότερο σε όγκο χάρη στην εισαγωγή διακοπών στη θέση των καλωδιακών συνδέσεων. Είναι επίσης το πρώτο όργανο με pitch bender και modulation wheel. Το συγκεκριμένο όργανο είναι μεγάλη εμπορική επιτυχία ακόμη και σήμερα.



Σήμερα υπάρχει ένα ακόμη πιο εξελγμένο μοντέλο, το minimoog voyager (Holmes, 1985).



II.2.18. Το Buchla Synthesizer

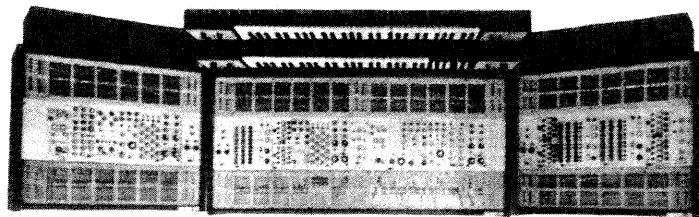
Ο Donald Buchla το 1966 κατασκευάζει το Buchla Synthesizer, μια παραλλαγή του Moog Synthesizer. Δεν έχει πλήκτρολόγιο αλλά δύο επαφές ευαίσθητες στην πίεση οι οποίες ορίζουν παραμέτρους.



Πρέπει να αναφέρουμε εδώ πως τα synthesizer του Moog και του Buchla δεν ήταν εύχρηστα λόγω των περιττών συνδεσιολογιών που έπρεπε να κάνει ο εκτελεστής (Holmes, 1985).

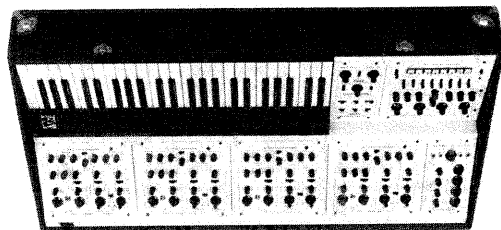
Η.2.19. Το synthesizer της ARP

Το synthesizer της ARP κατασκευάζεται το 1970 και ήταν κάτι διαφορετικό από όλα τα υπόλοιπα όργανα της εποχής. Λειτουργεί με πινακές οι οποίες διαθέτουν οριζόντια και κάθετα στοιχεία ενοποιημένα με βύσματα, αντί των patch chords (Chadabe, 1997).



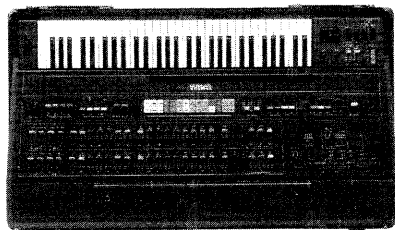
Η.2.20. Το Four Voice

Κατασκευάζεται το 1974 από τον Tom Oberheim, το οποίο έχει μνήμη RAM (χωρίς παραμέτρους) και τέσσερις φωνές πολυφωνία (Chadabe, 1997).



Η.2.21. Το Yamaha CS-80

Κατασκευάζεται το 1976 με οκτώ φωνές πολυφωνία, είναι εύχρηστο και διαθέτει πληκτρολόγιο με ευαισθησία στην πίεση των δακτύλων (Chadabe, 1997).



Π.2.22. Το Prophet-5

Κατασκευάζεται το 1978, έχει πέντε νότες πολυφωνία και υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης παραμέτρων (Vail, 2000).



Π.2.23. Το Roland Jupiter 8

Κατασκευάζεται το 1980 και έχει 8 νότες πολυφωνία (Vail, 2000).



Π.2.24. Το Emulator

Κατασκευάζεται το 1981, έχει οκτώ νότες πολυφωνία, μνήμη RAM 128 KB και μπορεί να αποθηκεύσει ήχους σε δισκέτα 5 ^{1/4} (Shapiro, 2000).



Π.2.25. Το Emulator II

Κατασκευάζεται το 1984, είναι ίδιο με το προηγούμενο μοντέλο με τη διαφορά ότι έχει μεγαλύτερη μνήμη (512 KB) και μπορεί να αποθηκεύσει ήχους σε δύο δισκέτες 5 ^{1/4} (Shapiro, 2000).



Π.2.26. Το Yamaha DX7

Κατασκευάζεται το 1980, χρησιμοποιεί την FM τεχνική σύνθεσης ήχου και είναι το πρώτο ψηφιακό synthesizer με MIDI interface. Έχει δεκαέξι νότες πολυφωνία, πληκτρολόγιο ευαίσθητο στην πίεση και εσωτερική μνήμη (Kettlewell, 2002).



Π.2.27. Το Neuron

Χρησιμοποιεί την μέθοδο Analysis/Resynthesis, οι παράμετροι ελέγχονται μέσω ενός joystick, μπορούν να ρυθμίζονται σε πραγματικό χρόνο και τέλος υποστηρίζει ήχο surround 5.1 (Kettlewell, 2002).



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barthes R. (1977). *Musica Practica*. New York: Hill&Wang, pp. 149-154.
- Boethius, A.M.S. (1989) [c.500]. *Fundamentals of Music*. Translated by Calvin M. Bower. New Haven&London: Yale University Press.
- Bongers, Bert. (1998). An Interview with Sensorband. *Computer Music Journal* 22 (1) 13-24. Retrieved 22 December 2005 from the World Wide Web: <http://mitpress.mit.edu/journals/COMJ/sample-article.html>.
- Bongers, Bert. (2000). *Physical Interfaces in the Electronics Arts. Interactions Theory and Interfacing Techniques for Real-Time Performances*. Engineering Design Centre. University of Cambridge. UK.
- Cadoz, C. (1988). Instrumental gesture and musical composition. *In Proceedings of the International Computer Music Conference*, San Francisco: International Computer Music Association, pp. 1-12.
- Cadoz, C., and Wanderley, M. M. (2000). Gesture – Music. In M. M. Wanderley and M. Battier (eds.) *Trends in Gestural Control of Music*, pp. 71–94. Paris, France: IRCAM.
- Camurri, Antonio. (1996). “Multimodal Environments.” In *ISEA 1996 Book of Abstracts*, p.14.
- Chadabe Joel. (1997). *Electric Sound, the Past and Promise of Electronic Music*. Upper Saddle River, NJ:Prentice Hall.
- Chadabe, Joel. (2000). *Devices I have known and loved*. Albany, New York, USA.
- Choi, Insook. (1998). “From motion to emotion: Synthesis of interactivity with gestural primitives.” *Emotional and Intelligent: The Tangled Knod of Cognition, AAAI Fall Symposium*, October 22-25, Orlando, Florida.
- Choi, Insook. (2000). *Gestural Primitives and the context for computational processing in an interactive performance system*. University of Illinois at Urbana-Campaign.
- Coker, W. (1972). *Music and Meaning: A Theoretical Introduction to Musical Aesthetics*. New York: The Free Press.
- Delalande, Francois (1988). “Le Geste, outil d’ analyse: quelques enseignements d’ une recherche sur la gestique de Glenn Gould.” *Analyse Musicale*, ier trimestre, 1988.

- Ekman, P. and Freisen, W. (1969). The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage and coding. *Semiotica*, 1, 49-98.
- Erikson, T. (1990). *Working with Interface Metaphors*. In B.Laurel (ed.), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Glinsky Albert. (1992). *The Theremin in the Emergence of Electronic Music*. School of Education, Health, Nursing, and Arts Professions, New York University, USA.
- Glinsky, Albert. (2000). *Theremin: Ether Music and Espionage*. Urbana-Champaign, IL: University of Illinois Press.
- Helmholtz, Hermann L.F. von. (1954). *On The Sensations Of Tone. Psychological Basis for Theory of Music*. New York: Dover Publications.
- Holmes, Thomas B. (1985). *Electronic & Experimental Music*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Iazzetta, F. (2000). Meaning in musical gesture. In M. M. Wanderley and M. Battier (eds.) *Trends in Gestural Control of Music*, pp. 259-68. Paris, France: IRCAM.
- Kendon, A. (1981). *Nonverbal Communication, Interaction and Gesture*. Paris, New York: Mouton Publishers.
- Kettlewell, Ben. (2002), *Electronic Music Pioneers*. ProMusic Press. ISBN 1-931140-17-0.
- Kurtenbavh, G. and Hulteen, E.A. (1990). *Gestures in Human Computers Interaction*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. pp. 309-317.
- Loomis, J.M. and Leederman, S.J. (1986). Tactual Perception. *Handbook of Perception and Human Performance*. Chap.31.
- Mattis, Olivia. (1989). Interviews Leon Theremin, Interpreter: Patrick Lemoine, Translated by: Nina Boguslawsky and Alejandro Tkaczewski, Bourges. *Keyboard magazine*.
- Mattis, Olivia, and Moog Robert. (1992). Leon Theremin: Pulling music out of thin air. *Keyboard*, February, 45-54.
- McNeill, David. (1992). *Hand and mind: what gestures reveal about thought*. Chicago: University of Chicago Press.
- Moralez, Anthony. (2002). A Theremin-based Human Interface Device Department of Electrical Engineering University of California Riverside EE175.

- Morita, H., S. Hashimoto and S. Ohteru. (1991). A computer music system that follows a human conductor. *IEEE Computer*, July, 44-53.
- Mulder, Axel G.E. (1998). *Design of Gestural Constraints Using Virtual Musical Instruments*. PhD thesis. School of Kinesiology, Simon Fraser University, Canada.
- Orton, Richard and Hugh Davies. "Theremin." in the New Grove Dictionary of Music and Musicians, London: Macmillan Publishers Limited, 2001.
- Roads, Curtis. (1996), *The Computer Music Tutorial*. The MIT press. ISBN 0-262-68082-3.
- Rowe, R. (1993). *Interactive Music Systems: Machine Listening and Composing*. Cambridge: MIT Press.
- Schillinger Joseph. (1931) Electricity, a Musical Liberator. *Modern Music*. 8 (3) (Mar.-Apr., 1931), 26-31.
- Schomaker, Lambert, Stefan Munch and K. Hartung, eds. (1995). *A Taxonomy of Multimodal Interaction in the Human Information Processing System*. Report of the ESPRIT project 8579: MIAMI.
- Shackel, B. (1990). Human factors and usability. In J. Preece and L. Keller (Eds.), *Human-computer interaction: Selected readings*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall.
- Shapiro, Peter. (2000). *Modulations- A History of Electronic Music: Throbbing Words on Sound*. Caipirinha Productions Inc, New York.
- Smith Joshua, White Tom, Dodge Christopher, Allport David, Paradiso Joseph, Gershenfeld Neil. (1998). *Electric Field Sensing for Graphical Interfaces*. Physics and Media Group MIT Media Laboratory. Cambridge, MA. VSIS Incorporated Sunnyvale, CA.
- Sterritt, David. (1995). Theremin Plays Instrumental Role in Music History. *Christian Science Monitor* 87 (207) 13.
- Tanaka, Atsu. (1993). "Musical Technical Issues in Using Interactive Instrument Technology with Application to the BioMuse." *In Proceedings of the International Computer Music Conference*, San Francisco: International Music Assosiation, pp. 124-126.
- Taub Eric. (April 22, 1999). The Theremin: Music at Your Fingertips, or Your Elbows or Knees. *The New York Times* on the Web. Retrieved 22 December, 2005.

- Ussachevsky Vladimir. (1958). The Processes of Electronic Music. *Journal of the Audio-Engineering Society*. 6 (3) (July 1958) 202-09.
- Vail, Mark (2000), *Vintage Synthesizers*, Miller Freeman Books, San Fransisco. ISBN 0-87930-603-3.
- Waisvisz, Michael. 1985. "The Hands, a set of Remote MIDI-controllers." *In Proceedings of the International Computer Music Conference*, San Francisco: International Computer Music Association, pp. 313-318.
- Wegner, Kristen. (1998). *Surgical Navigation System and Method Using Audio Feedback*. Computer Aided Surgery Incorporated. New York, U.S.A. ICAD.

NTOKIMANTEP KAI CD

- "Portrait of the Doctor: Jekyll and Hyde of the Ether Waves," (26 page liner note booklet, CD box set), Basta Audio/Visuals, The Netherlands, 1999.
- Martin, Steven. 1995. *Theremin. An Electronic Odyssey*. Los Angeles: Orion Home Video 5080, VHS video tape, 84 minutes.
- *Rockmore, Clara*. 1998. Asheville: Big Briar, VHS video tape, 58 minutes.

ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ INTERNET

- <http://www.oddmusic.com/theremin/index.html>
- http://www.obsolete.com/120_years
- <http://theremin.info/>
- <http://www.thereminworld.com/>
- <http://www.moogmusic.com/>
- <http://home.att.net/~theremin1/>
- <http://www.infusion-systems.com>