

Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα
«Προηγμένα Συστήματα Υπολογιστών και Επικοινωνιών»
3η κατεύθυνση
"Τεχνολογίες Ήχου και Εικόνας για την Παραγωγή και την Εκπαίδευση"

Μάθημα:
Σύγχρονα Μέσα Οπτικοακουστικής Δημιουργίας
[Εγγραφο Αναφοράς]

Υπεύθυνος Διδάσκων: Πάγκαλος Ορέστης

Μελισσάς Πασχάλης - melissap@ece.auth.gr
ΑΕΜ:427

Θερμές ευχαριστίες στους:

Ορέστης Πάγκαλος, Γεώργιος Παιδανικολάου, Πέων Βίτανος, Μαρία Χριστοπούλου, Μιχάλης Τρουλινός, Μιχάλης Κανακάκης, Ενές Αχμέτ Κεχαγιά, Μάνος Βρεκαρουδάκης, Ανδρέας Γερομόσχος, Δημήτρης Τσαρτζαμάνης, Δημήτρης Κόσσιδας και Ανδρέας Μελεσάς ...

...για τη μοναδική συνεισφορά του καθενός ξεχωριστά στους γενικότερους υλικούς και μη υλικοπονητικούς πόρους που κλήθηκε να αντιμετωπιστούν καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης και υλοποίησης, καθώς και για τις ενδιαφέροντες όμορφες ιδέες που προέκυψαν, ώστε η εργασία αυτή να διεκπεραιωθεί με έναν ευφάνταστο και δημιουργικό τρόπο..

Περιεχόμενα

1. Στόχος της εργασίας.....	4
2. Σύνοψη	4
2. Προεργασία	4
3. Κατασκευές και Πειράματα	5
3.1 <i>Ηχείο με νερό.....</i>	<i>5</i>
3.2 <i>Σκόνη.....</i>	<i>7</i>
3.3 <i>Λειζερ.....</i>	<i>8</i>
3.4 <i>Καπνός.....</i>	<i>9</i>
3.5 <i>Ντισκόμπαλα και μεγεθυντικοί φακοί.....</i>	<i>9</i>
3.6 <i>Αυτοσχέδιο μπάσο.....</i>	<i>9</i>
3.7 <i>Προβολείς</i>	<i>10</i>
4. Υλοποίηση	12
4.1 <i>Ψηφιακό οπτικό εφέ ήχου</i>	<i>12</i>
4.2 <i>Παραγωγή Μουσικής</i>	<i>12</i>
4.3 <i>Καταγραφή Αποτελεσμάτων</i>	<i>13</i>
4.4 <i>Μοντάζ και Δημιουργία Βίντεο</i>	<i>13</i>
5. Μελλοντικές βλέψεις.....	13
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	13
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ:	14

THE SMOD PROJECT

1. Στόχος της εργασίας

Ο αρχικός στόχος της εργασίας αυτής ήταν η δημιουργία και η κατασκευή ενός φωτορυθμικού μοντέλου, που απαρτίζεται από διάφορα υποσυστήματα που συνδυάζονται και αναπαράγουν ταυτόχρονα μια οπτικοακουστική εμπειρία στον θεατή. Χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές οπτικής αναπαράστασης του ήχου βάση των κυματικών φαινομένων που παρατηρούνται λόγω της φύσης του ως κύμα, σε συνδυασμό με τεχνικές εμφάνισης εικόνων που βασίζονται στην πρώιμη τεχνική αποτύπωσης, αυτή του σκοτεινού θαλάμου(κάμερα "Obscura"), αλλά και της σύγχρονης τεχνολογίας (αυτής των φωτογραφικών μηχανών-καμερών) με τη χρήση μεγεθυντικών φακών, να δημιουργηθεί δηλαδή κατά αυτό τον τρόπο ένα πολυσύνθετο φωτορυθμικό εφέ βάση του αναπαραγόμενου ήχου σε πραγματικό χρόνο. Τελικώς κατασκευάστηκαν μόνο τα επιμέρους υποσυστήματα καθώς και για την παρουσίαση της εργασίας αυτής επιλέχθηκε η σύνθεση των μεμονωμένων μαγνητοσκοπήσεων τους σε ένα και μοναδικό βίντεο το οποίο θα τα συμπεριελάμβανε στο σύνολο τους με μία καλλιτεχνική προσέγγιση, συνδυάζοντας κατά αυτό τον τρόπο το τεχνικό κομμάτι της εργασίας με την καλλιτεχνική προοπτική που θα μπορούσε να αποκτήσει το μοντέλο αυτό.

2. Σύνοψη

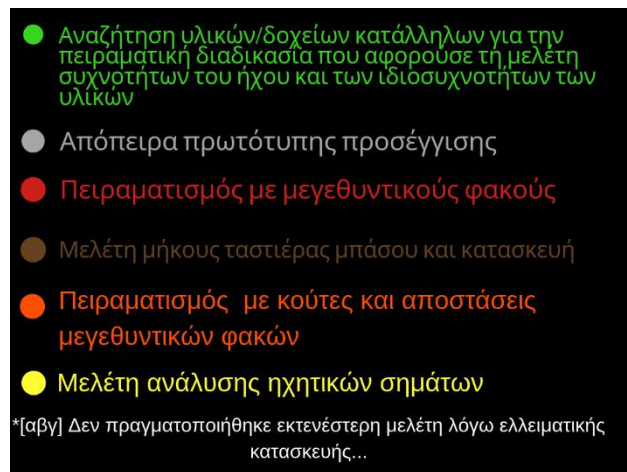
Το «THE SMOD PROJECT» αφορά τη πειραματική διαδικασία που πραγματοποιήθηκε βασισμένη αφ' ενός σε ήδη γνωστά πειράματα σχετικά με τα κυματικά φαινόμενα που παρατηρούνται μέσω διαφόρων υλικών φορέων, είτε υγρής, είτε στερεής, είτε αέριας μορφής, όταν μέσω αυτών προβάλλονται τα αποτυπώματα της διάδοσης του ήχου, η φύση του οποίου ως γνωστόν φέρει κυματικές ιδιότητες. Αφ' ετέρου βασίστηκε στην πρωτότυπη πειραματική κατασκευή πρόχειρων προβολέων από κούτες οι οποίοι προβάλλουν τα κυματικά φαινόμενα που προαναφέρθηκαν μέσω της αντίστροφης πρώιμης τεχνικής, αυτής της κάμερας "obscura", αλλά και της σύγχρονης τεχνικής που χρησιμοποιείται στις φωτογραφικές μηχανές-κάμερες, αυτής που γίνεται μέσω της χρήσης μεγεθυντικών φακών. Επίσης, συνδυαστικά με τα παραπάνω πραγματοποιήθηκε ανάπτυξη λογισμικού σε «MatLab» το οποίο υλοποιεί μια καλλιτεχνική προσέγγιση της οπτικής αναπαράστασης της φασματικής ανάλυσης του ήχου στα πλαίσια του εμπλουτισμού του περιεχομένου της εργασίας, αλλά κυρίως της εκμάθησης τεχνικών ανάλυσης του ήχου σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, στα πλαίσια της εργασίας αυτής, κατασκευάστηκε επιπροσθέτως ένα μονόχορδο ακουστικό μπάσο για την παραγωγή ήχων χαμηλού φασματικού εύρους, καθώς επίσης δημιουργήθηκε μουσική παραγωγή στην οποία ενσωματώθηκαν ήχοι στους οποίους βάση πειραματικών μεθόδων τα επιμέρους υποσυστήματα που υλοποιήθηκαν ανταποκρίνονται και που χρησιμοποιήθηκε ως μουσική επένδυση στο βίντεο της εργασίας.

2. Προεργασία

Η κατάτμηση της εργασίας έγινε χωρίζοντας την σε τμήματα όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα[2.1]. Η ανάλυση του κάθε επιμέρους τμήματος γίνεται στο παρακάτω κεφάλαιο.



2.1 Κατάτμηση εργασίας σε τμήματα



2.2 Επεξήγηση παραπάνω σχήματος-(εικόνα 2.1)

Ο χώρος διεξαγωγής πειραμάτων αλλά και μαγνητοσκόπησης τους επιλέχθηκε να είναι ο προσωπικός, οπότε και αναπροσαρμόστηκε στις απαιτήσεις της εργασίας. Τα υλικά που συγκεντρώθηκαν για τα επιμέρους τμήματα που έρχονταν κατασκευή αναλύονται στο παρακάτω κεφάλαιο για κάθε ένα από αυτά ξεχωριστά.



2.3 Μέρος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν-1



2.4 Μέρος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν-2



2.5 Μέρος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν-3



2.6 Αναπροσαρμογή χώρου για τη δημιουργία σκηνικών(sessions)

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε είναι:

- ένα μεγάφωνο “subwoofer”,
- ένας ενισχυτής 100W,
- μια κάρτα ήχου(Komplete Audio 6),
- δύο ενισχυτές κιθάρας που χρησιμοποιήθηκαν ενίοτε ως έξοδοι “Left” και “Right”,
- ένα ζευγάρι ηχείων «tweeter» τύπου usb,
- μια ψηφιακή κάμερα(FinePix S8300) με δυνατότητες καταγραφής βίντεο 1080p,
- ο προεπιλεγμένος φακός της κάμερας(Super EBC Fujinon lens),
- μία εξωτερική LCD οθόνη 15’,
- το σώμα μίας σπασμένης ηλεκτρικής κιθάρας,
- καλώδια και παρελκόμενα, καθώς και
- ο προσωπικός υπολογιστής.

Επιπλέον όσον αφορά το λογισμικό, για την διεκπεραίωση αυτής της εργασίας τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα ακόλουθα. Το λογισμικό “MatLab” για την ανάπτυξη του ψηφιακού εφέ καθώς και για την παραγωγή σύνθετων ημιτόνων για τα υποσυστήματα στα οποία αυτό κρίθηκε αναγκαίο, το πρόγραμμα μουσικής παραγωγής-DAW(Digital Audio Workstation) του “Ableton Live” για την παραγωγή της μουσικής, καθώς και το πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο του “Vegas Pro” για την παραγωγή του βίντεο. Επιπλέον για την καταγραφή της οθόνης του υπολογιστή έγινε χρήση του προγράμματος “OBS Studio” καθώς και το “VLC” για τη μετατροπή των αρχείων καταγραφής της οθόνης για λόγους συμβατότητας με το λογισμικό του “Vegas Pro”. Τέλος για τις μεγαλύτερο μέρος των πειραματικών δοκιμών που εφαρμόστηκαν στα διάφορα υποσυστήματα χρησιμοποιήθηκε μια τυχαία γεννήτρια καθαρών τόνων που διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο.

3. Κατασκευές και Πειράματα

3.1 Ηχείο με νερό

Η ιδέα: Τοποθετώντας ένα δοχείο στο οποίο εμπεριέχεται υγρής μορφής υλικό, και εφαιπτόμενο στην περιφέρεια του κώνου ενός ηχείου φασματικής απόκρισης χαμηλών συχνοτήτων, η ενέργεια του ήχου μεταφέρεται στην επιφάνεια του υγρού αποτυπώνοντας εκεί τα χνάριά της. Το φαινόμενο αυτό βάση πειραματικών αποτελεσμάτων παρατηρείται για

εύρος συχνοτήτων από 120Hz και κάτω, ενώ το μέγεθος του φαινομένου εξαρτάται άμεσα και κατά κύριο λόγο από τη στάθμη που παράγει το ηχείο και την συχνότητα που εκπέμπει αποτυπώνοντας ανάλογα με αυτά και διαφορετικά ίχνη-“patterns”. Η προσέγγιση υλοποίησης στην παρούσα εργασία διέφερε ως προς την τοποθέτηση του δοχείου, η οποία έγινε περιμετρικά του δακτυλίου στήριξης του μεγάφωνου εμφαντόμενο στην ανάρτηση του κώνου, για λόγους ασφάλειας της ακεραιότητας του μεγάφωνου.



3.1.1 Μέρη μεγαφώνου

Για την κατασκευή λοιπόν αυτής της ιδέας χρησιμοποιήθηκε ένα μεγάφωνο “subwoofer” με αποδοτική απόκριση σε χαμηλό εύρος συχνοτήτων (δοκιμάστηκε έως και τα 40Hz), χωρίς καμπίνα, αντίστασης 8Ω, το οποίο για να λειτουργήσει χρειάστηκε έναν ενισχυτή που να ενισχύει το σήμα εισόδου στην έξοδο του μεγαφώνου. Χρησιμοποιήθηκε για αυτό το σκοπό ένας ενισχυτής, και η διασύνδεση τους έγινε γυμνώνοντας τις άκρες ενός μονοφωνικού “jack” καλωδίου (καρφί) [3.1.1].



3.1.2 Διασύνδεση ενισχυτή (πάνω αριστερά) με το μεγάφωνο

Για την τοποθέτηση δοχείων χρειάστηκε να αναζητηθούν βαθιά σχετικά δοχεία που να εφάπτονται περιμετρικά του δακτυλίου στήριξης του μεγάφωνου, αλλά και να εμφανίζουν παράλληλα ιδιότητες συντονισμού στις χαμηλές συχνότητες. Κατάλληλα για αυτή την εργασία θα ήταν μεταλλικά δοχεία,

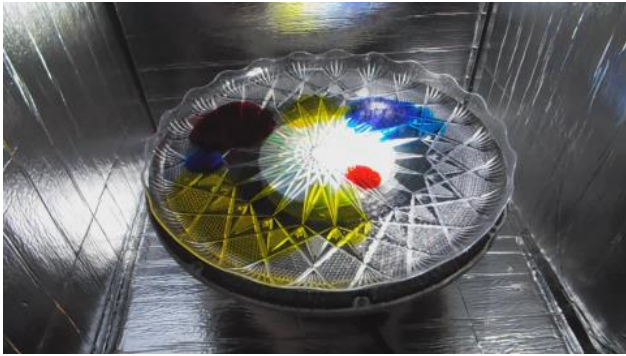
παρόλα αυτά επιλέχθηκαν πλαστικά λόγω του ότι είναι διαπερατά από το φως, γεγονός που εξυπηρετούσε στην περίπτωση που τοποθετούσαμε πηγές φωτός στο κάτω μέρος τους-ανάμεσα δηλαδή από αυτά και το μεγάφωνο, με απώτερο σκοπό την δημιουργία αυτοσχέδιων προβολέων.

Ως εναλλακτική και ασφαλής επιλογή από άποψη τυχόν αδυναμίας τοποθέτησης πηγών φωτός ανάμεσα από το δοχείο και το μεγάφωνο, έγινε αναζήτηση ανακλαστικών υλικών τα οποία είτε θα είχαν την μορφή ιζήματος στο εσωτερικό του δοχείου, είτε θα τοποθετούσαμε κάποιας μορφής ασημόχαρτο στο κάτω μέρος του σκεύους (είτε από την εσωτερική, είτε από την εξωτερική μεριά του). Τελικώς μια ικανοποιητική λύση βρέθηκε, και αυτή ονομάζεται “Glitter”. Το glitter είναι ένα ελαφρύ υλικό σε μορφή σκόνης, το οποίο δεν διαλύεται στο νερό και μάλιστα επιπλέει σε αυτό, καθιστώντας έτσι δυνατή την μη απωλεστική ανάκλαση του φωτός στην επιφάνεια του νερού όταν το φως πέφτει σε αυτό.



3.1.3 Μεγάφωνο και προσθήκη “glitter”

Επιπλέον πέρα από την χρήση “glitter”, αντ’ αυτού χρησιμοποιήθηκαν χρώματα ζαχαροπλαστικής τα οποία χαρακτηρίζονται από την διαφορετική ιδιότητα του ότι διαλύονται στο νερό και με την ανάμιξη τους κατά τη δημιουργία στάσιμων κυμάτων στο δοχείο λόγω του φαινομένου, συνθέταν ένα διαφορετικό αισθητικό αποτέλεσμα. Η προβολή αυτής της πρόσμιξης ήταν πιο δύσκολο να μεταφερθεί μέσω ενός προβολέα που μεταφέρει το ανακλώμενο φως σε κάποια επιφάνεια προβολής, και η ιδανικότερη περίπτωση θα ήταν αυτή που αναφέρθηκε προηγουμένως, του να τοποθετηθεί η πηγή του φωτός ανάμεσα από το μεγάφωνο και το σκεύος που εφάπτεται ώστε το φως να μεταφέρεται απευθείας, χωρίς την χρήση ανακλαστικών υλικών, παρόλα αυτά μιας και το να βρεθεί πρακτικά μικρή σε μέγεθος πηγή φωτός με αποδοτική για το πείραμα ισχύ, καθώς και του να αποτελεί οικονομική λύση για τη διεξαγωγή του πειράματος, μας οδήγησε στην καταφυγή λύσεων εναλλακτικών. Τοποθετήθηκε στο κάτω μέρος του σκεύους, ομόκεντρα του ένας ψηφιακός δίσκος - (CD), με την ανακλαστική του επιφάνεια (κάτω μέρος του δίσκου) γυρισμένη προς τα πάνω, ενώ το συνολικό σκεύος ενίοτε τυλίχθηκε από την κάτω μεριά του με ελαφρώς σιδερωμένο ασημόχαρτο. Τα αισθητικά αποτελέσματα που έφερε αυτή η παραλλαγή στις προβολές ήταν φυσικά διαφορετικά από τα προηγούμενα, και αναφέρονται παρακάτω (υπό-κεφάλαιο 3.7).



3.1.4 Μεγάφωνο και προσθήκη χρωμάτων ζαχαροπλαστικής

3.2 Σκόνη

Η κεντρική ιδέα αυτού του υποσυστήματος προέρχεται από αυτή του επωνομαζόμενου “Chladni dish/plates” και είναι η εξής. Συνδέοντας κατάλληλα την επίπεδη επιφάνεια του “Chladni dish” στην κεντρική μεμβράνη του κώνου ενός ηχείου απόκρισης μεσαίων προς υψηλών συχνοτήτων (tweeter), μέσω ενός μεταλλικού φορέα κατάλληλου από άποψη ιδιοσυχνότητας υλικού, που τοποθετείται κάθετα στις επιφάνειες των δύο, οι κυματικές ιδιότητες του ήχου μεταφέρονται σε αυτό και γίνονται ορατές αν πάνω στο πιάτο πέσει κάποιο στερεό υλικό όπως πχ. σκόνη, αλάτι, κτλ.



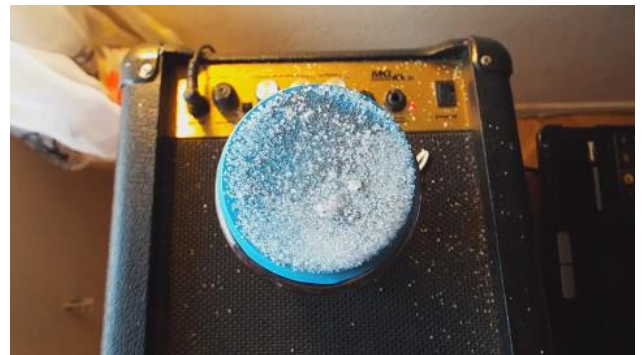
3.2.1 Chladni Dish (“Science vs Music”-Nigel Stanford)

Στην παρούσα εργασία η ιδέα αναπροσαρμόστηκε δοκιμάζοντας έναντι του “Chladni dish” να κατασκευαστεί μία πατέντα κυλινδρικής μορφής, διαμέτρου μικρότερης του δακτυλίου στήριξης και μεγαλύτερης του θολωτού καπακιού στην οποία το άνω άνοιγμα του κυλίνδρου να καλύπτεται από μια φωτό-διαπερατή επιφάνεια, ενώ το κάτω άνοιγμα να στερεωθεί επάνω στον κώνο με στόχο να τοποθετηθεί πηγή φωτός στο εσωτερικό της που να διαπερνά την επιφάνεια αυτή και να διοχετεύεται στο προβολέα. Οι δοκιμές που ακολούθησαν, έδειξαν πως η δημιουργία μίας τέτοιας κατασκευής χρήζει μεγαλύτερη μελέτη από ότι οι υπόλοιπες όσον αφορά την επιλογή των υλικών του κυλίνδρου και της διάφανης επιφάνειας στο άνω άνοιγμα του, αλλά και μεγάλη ακρίβεια στην κατασκευή τους καθώς πέρα από το ότι η διάφανη επιφάνεια θα πρέπει να “απλώνεται” παράλληλα του εδάφους καθ’ όλη την επιφάνεια της ώστε να μην αλλοιώνεται το φαινόμενο λόγω της βαρύτητας, θα πρέπει επίσης να γίνει ειδική κατασκευή για την τοποθέτηση των πηγών του φωτός με τρόπο τέτοιο ώστε να μη λειτουργούν αποσβεστικά στην όλη διαδικασία.



3.2.2 Προσεγγιστική τροποποίηση του Chladni Dish

Στο πείραμα αυτό κατασκευάστηκαν και δοκιμάστηκαν κύλινδροι πλαστικοί από μπουκάλια διαφόρων διαμέτρων και τοποθετήθηκαν ενίοτε στο μεγάφωνο, και ενίοτε σε έναν από τους δύο ενισχυτές κιθάρας που διαθέταμε. Ως διάφανες επιφάνειες στο άνω άνοιγμα δοκιμάστηκαν ζελατίνες, πλαστικές διάφανες σακούλες, μαθητικές διαφάνειες, και τέλος πέρα από τις διάφανες επιφάνειες δοκιμάστηκε επίσης να τοποθετηθεί αλουμινόχαρτο, μπαλόνια για τους μικρότερους από τους κυλίνδρους κα. Τέλος όσον αφορά τον κορμό της πατέντας, πέρα από το σχήμα του κυλίνδρου δοκιμάστηκαν και πάνω μέρη μεγάλων πλαστικών μπουκαλιών, τα οποία ως κατασκευές πληρούσαν τις προδιαγραφές της βάσης του κυλίνδρου, όπως αυτές προκείμενα περιγράφηκαν, ενώ στο άνω μέρος στο οποίο στένευαν δοκιμάστηκε να τοποθετηθούν πιο συμπαγή υλικά όπως τενεκεδένια κουτάκια τα οποία κοπήκαν και σιδερώθηκαν ώστε να αποκτήσουν επίπεδη επιφάνεια.



3.2.3. Τοποθέτηση κυλίνδρων σε οριζόντια τοποθετημένο ενισχυτή



3.2.4 Δοκιμή με επεξεργασμένη τενεκεδένια συσκευασία λεμονάδας



3.2.5 Δοκιμές με άλλα πειραματικά σκεύη(δεξιά)

Το φασματικό εύρος στο οποίο το φαινόμενο αυτό γινόταν ιδιαίτερα αισθητό διέφερε αισθητά από πατέντα σε πατέντα, ενώ σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκε πως η έντονη παρατήρηση του φαινομένου κυμαινόταν σε εκπομπές καθαρών τόνων από τα 40Hz έως και τα 300Hz σε οριακές στάθμες ακουστότητας. Η ενσωμάτωση προβολών σε αυτό το υποσύστημα δεν πραγματοποιήθηκε.

3.3 Λείζερ

Η ιδέα: Σε ένα κυλινδρικό σωλήνα, τοποθετώντας στην μία μεριά του μια τεντωμένη μεμβράνη, και παράγοντας ήχους στο άνοιγμα της εσόδου της αντίθετης μεριάς του, εξαναγκάζουμε τη τεντωμένη μεμβράνη να πάλλεται σύμφωνα με συχνότητα και την στάθμη έντασης των ήχων που διεισδύουν στο εσωτερικό του σωλήνα. Στερεώνοντας επομένως στο κέντρο της μεμβράνης ένα μικρό κομμάτι ενός καθρέφτη το οποίο σημαδεύουμε με ένα στερεωμένο λέιζερ απέναντι από αυτήν, και στρέφοντας το πίσω μέρος του σωλήνα(αυτό που δεν καλύφθηκε από την μεμβράνη) να εφάπτεται στο μεγάφωνο ενός ενισχυτή που αναπαράγει μουσική, η ανακλώμενη από τον καθρέφτη γραμμική δέσμη του λέιζερ μεταμορφώνεται σε φωτορυθμική δέσμη, που επηρεάζεται από το φασματικό περιεχόμενο των ήχων που εκπέμπει το ηχείο, καθώς και την στάθμη εκπομπής τους, δημιουργώντας διάφορα σχήματα και καμπύλες που αλλάζουν ανάλογα με τη μουσική που αναπαράγεται.



3.3.1 Κατασκευή φωτορυθμικού λέιζερ -1

Συνεπώς κάνοντας δοκιμές με σωλήνες σε διάφορα μήκη και διαμέτρους διαπιστώθηκε πως σωλήνες μικρής διαμέτρου ανταποκρίνονταν πιο αποδοτικά σε χαμηλότερα εύρη συχνοτήτων, ενώ μακρόστενοι σωλήνες μικρής διαμέτρου αντιδρούσαν καλύτερα σε μεγαλύτερα εύρη. Τοποθετώντας αντίστοιχα τον διαμετρικά μεγαλύτερο σωλήνα στο αριστερό

ηχείο της εικόνας 3.3.1 και αναπαράγοντας αποκλειστικά μέσω του ηχείου αυτού τα μπάσα, ενώ αντίστοιχα τοποθετώντας τον μακρόστενο σωλήνα στον δεξιό ενισχυτή της εικόνας 3.3.1 και αναπαράγοντας μέσω αυτού την υπόλοιπη παραγωγή χωρίς τα μπάσα, δημιουργήσαμε ένα στερεοφωνικό σύστημα φωτορυθμικών λέιζερ. Η ρύθμιση της αναπαράγόμενης μουσικής για τα δύο ηχεία έγινε μέσω της χρήσης του "Ableton Live".

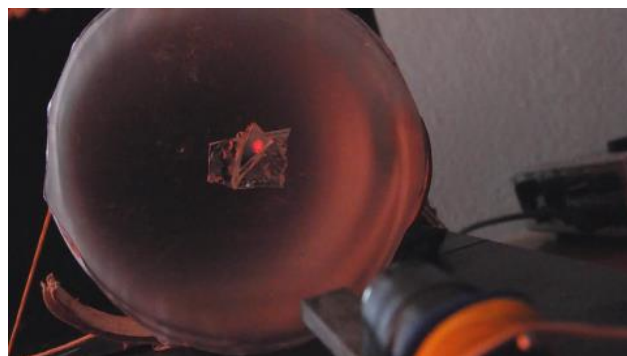
Τέλος για τον εμπλουτισμό και την προσθήκη καλλιτεχνικής διάθεσης στην εργασία αυτή, για την μαγνητοσκόπηση των ανακλώμενων λέιζερ, ως επιφάνειες πρόσπτωσης δημιουργήθηκαν χειροτεχνίες από οπτικούς δίσκους καθώς και από τα κάτω μέρη τενεκεδένιων κουτιών που περίσσεψαν από τη διαδικασία επεξεργασίας που πραγματοποιήθηκε για τμήματα της εργασίας, που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο.



3.3.2 Κατασκευή φωτορυθμικού λέιζερ -2 (κοντινό)



3.3.2 Κατασκευή φωτορυθμικού λέιζερ -3(άνω όψη)



3.3.2 Κατασκευή φωτορυθμικού λέιζερ -4 (κοντινό)

3.4 Καπνός

Η ιδέα: Σε ένα δοχείο σε σχήμα μπουκαλιού, αφήνοντας αναλλοίωτο το πάνω μέρος του στομίου, αφαιρώντας το κάτω μέρος της βάσης του, και καλύπτοντας το κάτω ανοιχτό μέρος που δημιουργήθηκε κατά την αφαίρεση, με μία μεμβράνη, δημιουργείται η εξής ιδιαίτερη κατασκευή. Γεμίζοντας το δοχείο με καπνό μέσω γεννητριών καπνού από το στόμιο και χτυπώντας ελαφρά την μεμβράνη του κάτω μέρους του, εξέρχονται από το στόμιο δαχτυλίδια καπνού.



3.4.1 Κατασκευές από μπουκάλια και αρωματικά "στίκς"

Η ιδέα αυτή αναπροσαρμόστηκε δημιουργώντας δύο κατασκευές από μπουκάλια διαφορετικού μεγέθους, ένα μικρό (χωρητικότητας 1 λίτρου) και ένα μεγάλο (5 λίτρων), ενώ στο στόμιο τοποθετήθηκαν στόμια μπαλονιών. Με τη χρήση αρωματικών "στίκς" έναντι γεννητριών καπνού, γεμίσαμε τα μπουκάλια με όσον το δυνατόν περισσότερο καπνό, και φέρνοντας τους ενισχυτές κιθάρας σε οριζόντιο επίπεδο, τοποθετήθηκαν όρθια στον κάθετο άξονα τα γεμάτα με καπνό μπουκάλια. Το φαινόμενο γινόταν ιδιαίτερα ορατό για τα πρώτα δευτερόλεπτα της επαφής των κατασκευών αυτών με τις πηγές του ήχου, παρόλα αυτά η ισχνή ποσότητα καπνού που διοχετεύονταν στα δοχεία, καθιστούσε το φαινόμενο αυτό δυσδιάκριτο μετά από λίγα δευτερόλεπτα γεγονόσ που επέφερε επίσης δυσκολίες ακόμη και στην μαγνητοσκόπηση των πλάνων αυτών. Παρόλα αυτά κάποια από τα πλάνα ενσωματώθηκαν στο τελικό βίντεο της εργασίας.

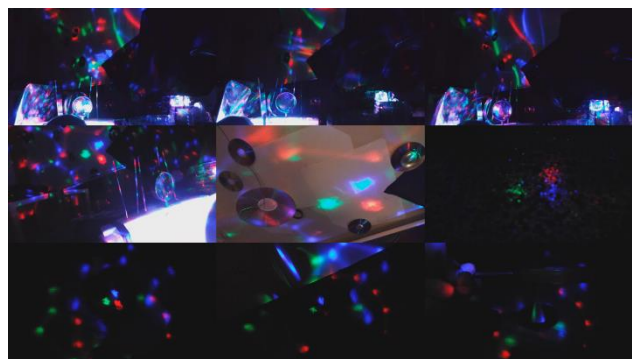
3.5 Ντισκόμπαλα και μεγεθυντικοί φακοί

Σε ένα κοινό φωτιστικό γραφείου, έναντι μιας κοινής λάμπας, ενσωματώθηκε μία λάμπα τύπου ντισκόμπαλας που εξέπεμπε μέσω αυτόματης περιστροφής τα τρία βασικά χρώματα σε ιδιαίτερες διατάξεις και σχήματα. Αυτή χρησιμοποιήθηκε ενίοτε ως βοηθητική πηγή φωτός στραμμένη στα φωτοανακλαστικά υποσυστήματα με σκοπό την προβολή των αντίστοιχων φαινομένων των υποσυστημάτων μέσω των προβολέων που δημιουργήθηκαν, είτε ως πηγή φωτός αυτούσια του οποίου η προβολή διερχόταν μέσα από έναν μεμονωμένο, ή και από πολλαπλούς μεγεθυντικούς φακούς, δημιουργώντας τελικώς ιδιαίτερου ενδιαφέροντος προβολές.



3.5.1 Το μοντέλο της ντισκόμπαλας που χρησιμοποιήθηκε

Τέλος πειραματικές δοκιμές, ανεξάρτητες της αναπαραγόμενης μουσικής έγιναν με χρήση της ντισκόμπαλας και πολλαπλούς μεγεθυντικούς φακούς, καταγράφοντας τις δοκιμές αυτές και ενσωματώνοντας τις στο τελικό βίντεο της εργασίας.



3.5.2 Ντισκόμπαλα και μεγεθυντικοί φακοί

3.6 Αυτοσχέδιο μπάσο

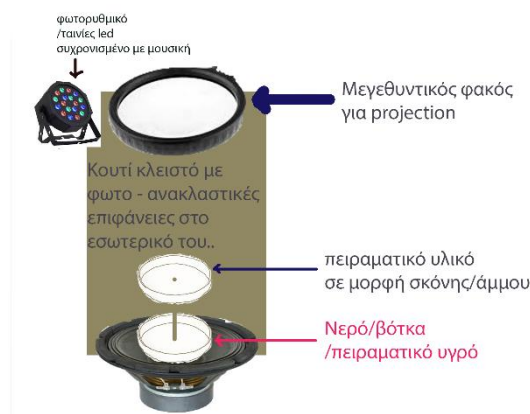
Για την κατασκευή του αυτοσχέδιου μπάσου χρησιμοποιήθηκε ένα συμπαγές ξύλο μήκους 1 μέτρου, στο οποίο τοποθετήθηκαν δοκοί στήριξης μίας και μεμονωμένης χορδής πάχους 1 περίπου εκατοστού (4^η χορδή ενός κοινού τετράχορδου μπάσου—"E bass string") και σε απόσταση τέτοια ώστε το μήκος της χορδής από τον άνω έως και τον κάτω καβαλάρη να ισούται με 87 περίπου εκατοστά (34άρων περίπου ιντσών), όσο δηλαδή ισχύει και στα πρότυπα του μήκους χορδών του μπάσου. Σκοπός ήταν το μπάσο να παράγει ήχους χαμηλών συχνοτήτων με κάτω κατώφλι περίπου τα 40Hz που αντιστοιχούν στην νότα της Μι ("E") της οποίας η θεμελιώδης συχνότητα βρίσκεται στα 41.2Hz (για κούρδισμα αναφοράς σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης -ISO- Λα=440Hz). Ο λόγος αυτής της ρύθμισης, έγινε για τον λόγο του ότι τα περισσότερα υποσυστήματα (όπως αυτό του νερού, του λείζερ, της σκόνης) εμφάνιζαν έντονη δραστηριότητα στο εύρος των χαμηλών συχνοτήτων, ενώ παράλληλα ως χαμηλότερο όριο απόκρισης συχνοτήτων για τις δοκιμές, αλλά και για την μουσική παραγωγή της τελικής εργασίας, τέθηκε αυτός ο περιορισμός των κάτω κατωφλίου των 40Hz για λόγους προστασίας και ακεραιότητας του μεγάλων που χρησιμοποιήθηκε.



3.6.1 Κατασκευή μπάσου και χρήση μαγνητών ηλεκτρικής

Τοποθετώντας τους μαγνήτες μίας σπασμένης ηλεκτρικής κιθάρας, σε παράλληλη και συνευθειακή διάταξη κατά μήκος της χορδής του μπάσου, χρησιμοποιήθηκαν ως μέσο μεταφοράς του σήματος του μπάσου στον ενισχυτή και από εκεί στο μεγάφωνο. Το μπάσο αυτό χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία της κεντρικής μπασσογραμμής της μουσικής παραγωγής που επένδυσε το τελικό βίντεο. Επιπλέον στην μουσική παραγωγή ενσωματώθηκαν επίσης κομμάτια δοκιμαστικών ηχογραφήσεων του μπάσου, τα οποία επεξεργάστηκαν ως δείγματα μέσω της χρήσης βασικών αλλά και πειραματικών φίλτρων στο "Ableton Live".

3.7 Προβολείς



3.7.1 Προσχέδιο προβολέα κατά τον πρώιμο σχεδιασμό του

Οι προβολείς οι οποίοι κατασκευάστηκαν, δημιουργήθηκαν στην λογική των ενδιάμεσων φορέων του φωτός που ως πηγή τους είχαν είτε το ανακλώμενο φως που διερχόταν από τα φωτοανακλαστικά υποσυστήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως, είτε το απευθείας φως της οθόνης του υπολογιστή για την προβολή του "Audio Visualizer", ή της ντισκόμπας, ενώ τελικό προορισμό είχαν τον τοίχο, ή κάποια επιφάνεια προβολής. Σημαντικό μειονέκτημα στην αποδοτικότητα των προβολέων παρουσίασε η έλλειψη κατάλληλων επιφανειών προβολής, καθώς και αυτή των ισχυρών πηγών φωτισμού, μιας και ως πειραματικό

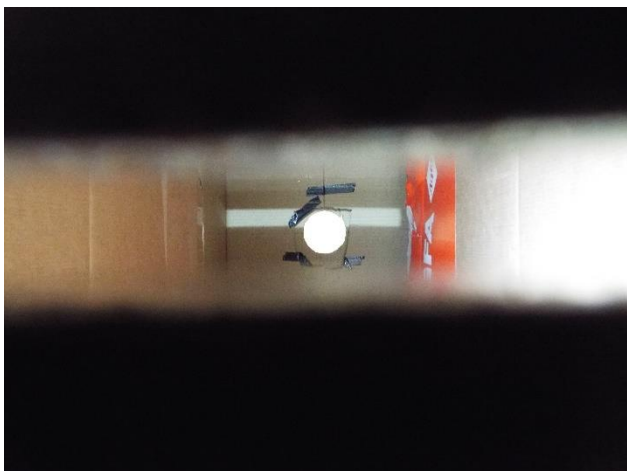
αποτέλεσμα παρουσίασαν μη ευκρινείς από άποψης έντασης φωτισμού προβολές των επιθυμητών φαινομένων. Οι προβολείς που κατασκευάστηκαν δημιουργήθηκαν από χάρτινες κούτες. Στις περισσότερες περιπτώσεις για τη δημιουργία ενός προβολέα, γινόταν χρήση 2 κλειστών κουτιών των οποίων οι πλευρές που μέιναν ανοιχτές, μέιναν ανοιχτές ώστε να επικοινωνούν η μία με την άλλη διαμορφώνοντας εν κατακλείδι ένα φωτιστικά στεγανό κιβώτιο μεταβλητού μήκους(για δυνατότητα μεταβλητής εστίασης), όπου στην μία άκρη του τοποθετήθηκε η πηγή του κατευθυντικής πηγής του φωτός σηματοδύοντας την φωτοανακλαστική επιφάνεια του υποσυστήματος στο εσωτερικό του έτσι ώστε το ανακλώμενο φως διερχόμενο από το υποσύστημα να οδηγείται στην άλλη άκρη της κούτας, στην οποία ανοίχτηκαν οπές είτε πολύ μικρής διαμέτρου χρησιμοποιώντας την αντίστροφη τεχνική του σκοτεινού δωματίου(κάμερα "Obscura"), είτε οπές μεγαλύτερες ώστε να στερεώνεται εκεί ένας μεγεθυντικός φακός. Επίσης δοκιμάστηκε η κατασκευή προβολέα απαρτιζόμενο από τρεις κούτες, όπου μία επιπλέον κούτα προσαρμόστηκε στο μπροστινό μέρος του προβολέα ενσωματώνοντας ένα δεύτερο μεγεθυντικό φακό στην λογική του πρώτου, συνευθειακά με τον πρώτο, για την παραγωγή ειδώλου μεγαλύτερης ευκρίνειας. Οι παρακάτω εικόνες παρατίθενται προς σαφήνεια της περιγραφής αυτής.



3.7.2 Χρήση 2 χαρτόκουτων για τη δημιουργία προβολέα-1



3.7.3 Χρήση 2 χαρτόκουτων για τη δημιουργία προβολέα-2



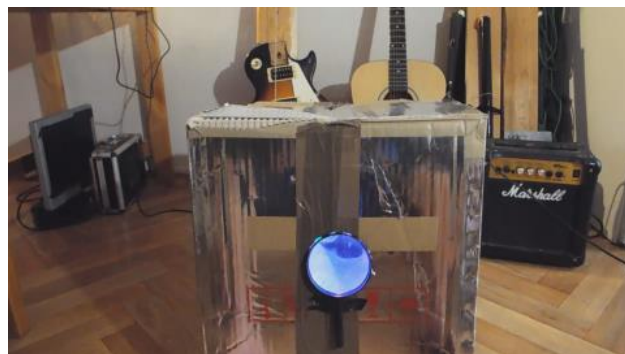
3.7.4 Εσωτερικό προβολέα



3.7.5 Χάρτινες κούτες που χρησιμοποιήθηκαν



3.7.6 Οπή για τη δημιουργία προβολέα που ενσωματώνει την αντίστροφη τεχνική της κάμερας "obscura"



3.7.7 Δοκιμή χρήσης κούτας από φωτοανакλαστικό υλικό.

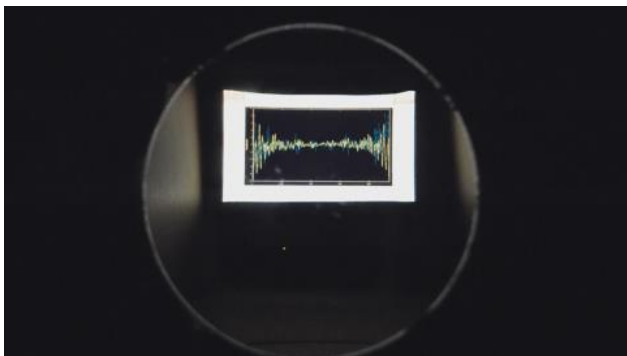
Η γενικότερη λογική της τοπολογίας των αντικειμένων που απάρτιζαν το παρών σύστημα ήταν η εξής. Έστω ότι λ είναι η απόσταση της πηγής του φωτός(για το υποσύστημα που χρησιμοποιήθηκε η λογική των ανακλαστικών μέσων-αυτού του μεγάλων με το νερό, ως πηγή θεωρήθηκε η επιθυμητή προς προβολή ανακλαστική επιφάνεια) από την τελική επιφάνεια προβολής, σε απόσταση περίπου $\lambda/2$ σχεδιάστηκε να τοποθετηθεί ο μεγεθυντικός φακός. Η συνολικότερη απόσταση του συστήματος από την τελική επιφάνεια προβολής(τοίχος ή εναλλακτική επιφάνεια προβολής) επηρέαζε ταυτόχρονα το μέγεθος της προβολής καθώς και την ανάλυση της. Για τη δεδομένη τοπολογία καθώς και για περαιτέρω δοκιμές στις οποίες οι αποστάσεις επιλέχθηκαν πιο αυθαίρετα, δοκιμάστηκε η χειροκίνητη χρήση ενός δεύτερου μεγεθυντικού φακού, μεταξύ του προβολέα και τελικής επιφάνειας προβολής, ο οποίος για καθορισμένες θέσεις έδειξε πως δύναται να υπερ-ενισχύει την ανάλυση της προβολής περιγραμμικά αλλά και χρωματικά για ένα μικρότερο χωρικό απόσπασμα της συνολικής επιφάνειας που προβαλλόταν. Έτσι ενσωματώνοντας στην αρχική κατασκευή μία τρίτη κούτα συνδέοντας την στην λογική διασύνδεσης των κουτιών όπως αυτή περιγράφηκε παραπάνω, δημιουργήθηκε ένα πρόχειρο σύστημα προβολέα στο οποίο μετακινώντας τις κούτες άλλαζε η εστίαση έχοντας ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη ευκρίνεια στην προβολή. Για τις δοκιμές και τις πειραματικές ενέργειες που έγιναν, κρατήθηκε αρχείο καταγραφής των αποστάσεων μεταξύ πηγής φωτισμού με τους μεγεθυντικούς φακούς και την τελική επιφάνεια προβολής. Αξίζει να σημειωθεί πως εναλλακτικός τρόπος προς διερεύνηση και που προτείνεται για περαιτέρω μελέτη είναι η χρήση φωτογραφικού φακού κάμερας χειροκίνητης εστίασης(δεν διαθέταμε) έναντι των μεγεθυντικών φακών που χρησιμοποιήθηκαν.



3.7.8 Άνω όψη προβολέα μεγάλων κατά τη προσθήκη χρωμάτων ζαχαροπλαστικής

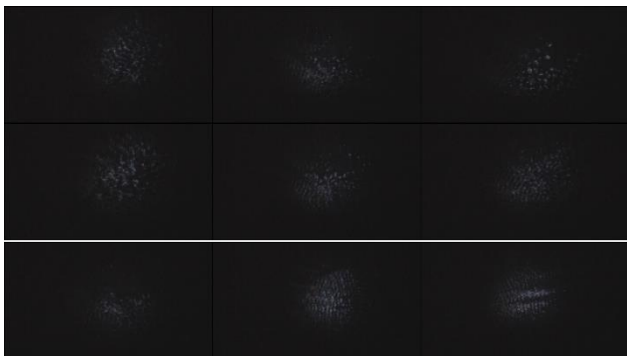


3.7.9 Άνω όψη προβολέα μεγάφωνου κατά τη προσθήκη “glitter”



3.7.9 Εξωτερική οθόνη στο εσωτερικό του προβολέα

Αν και η κατασκευές αυτές μελετήθηκαν σε σχεδιαστικό επίπεδο για τα υποσυστήματα 1(νερό), 2(σκόνη), 4(καπνός), 5(ντισκόμπαλα), και 8(“Audio Visualizer”), η υλοποίηση τους έγινε αποκλειστικά για τα υποσυστήματα 1,5 και 8, μιας και τα υποσυστήματα 2 και 4 χαρακτηρίστηκαν ως μη αποδοτικά για την δημιουργία προβολών που να προβάλλει τα προσδοκώμενα κυματικά φαινόμενα. Επίσης η εφαρμογή προβολέα για το υποσύστημα 8 παρήγαγε ισχνές προς μαγνητοσκόπηση προβολές είτε στον τοίχο, είτε σε εναλλακτικές επιφάνειες προβολής που επιλέχθηκαν να δοκιμαστούν, ενώ οι προβολές των 1 και 5 οι οποίες αν πραγματοποιήθηκαν και μαγνητοσκοπήθηκαν με επιτυχία, τελικώς θεωρήθηκαν λίγες στο πλήθος ώστε με αυτές και μόνο να δημιουργηθεί μία ενιαία προβολή που να συνδυάζει τις προβολές των επιμέρους υποσυστημάτων σύμφωνα με την προσδοκώμενη επιθυμητή πληρότητα που είχαμε εξ’ αρχής.



3.7.10 Προβολές στον τοίχο (Glitter)

4. Υλοποίηση

4.1 Ψηφιακό οπτικό εφέ ήχου

Η δημιουργία του “SMOD_Sound_Visualizer” έγινε μέσω του λογισμικού “Matlab” και της χρήσης του πρόσθετου “DSP System Toolbox” το οποίο παρέχει δυνατότητες ψηφιακής επεξεργασίας σήματος σε πραγματικό χρόνο. Αρχικά διαβάζεται το αρχείο ήχου(44100 δείγματα/δευτερόλεπτο και διάρκεια περίπου 2,3 λεπτά) σε μπλοκς των 1024 δειγμάτων/δευτερόλεπτο μέσω της συνάρτησης “AudioFileReader” εξάγοντας ένα πίνακα μεγέθους 2x1024 δειγμάτων (μία στήλη για κάθε κανάλι) για κάθε μπλόκ. Η συνάρτηση “AudioDeviceWriter” χρησιμοποιείται για την ταυτόχρονη αναπαραγωγή του μουσικού αρχείου με την επιθυμητή οπτική αναπαράσταση του εφέ που δημιουργήθηκε. Έπειτα κάνοντας χρήση “Γρήγορου Μετασχηματισμού Fourier - FFT” σε πραγματικό χρόνο, πραγματοποιήθηκε μια εξαγωγή των φασματικών τιμών του σήματος.

Εξάγοντας 512 τιμές(σε μορφή μιγαδικών αριθμών) για κάθε μπλοκ, επιτεύχθηκε μια ικανοποιητική σύμβαση μεταξύ της φασματικής ευκρίνειας και του συγχρονισμού με την αναπαραγόμενη μουσική παραγωγή για τον σκοπό της εργασίας. Οι τιμές αυτές καταχωρήθηκαν σε νέους πίνακες που αναπροσαρμόστηκαν ανάλογα με την οπτική αναπαράσταση που κλήθηκε να πραγματοποιήσουμε κατά την δημιουργία του τελικού βίντεο της εργασίας. Τελικώς περνώντας τις τιμές αυτές στην συνάρτηση “dsp.ArrayPlot” και αναπροσαρμόζοντας με δοκιμές τα προεπιλεγμένα ορίσματα τα οποία αυτή παρέχει, πραγματοποιήθηκε μια οπτική αναπαράσταση των φασματικών τιμών του ηχητικού σήματος παρέχοντας τελικώς 2 γραμμές που εμφανίζονται παράλληλα και αναπαριστούν το πραγματικό και το φανταστικό μέρος των μιγαδικών τιμών του μετασχηματισμού αυτού. Ο κώδικας που αναπτύχθηκε αναρτάται στο “Παράρτημα της εργασίας”.

4.2 Παραγωγή Μουσικής

Η παραγωγή της μουσικής που επένδυσε το τελικό βίντεο πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα “Ableton Live”. Ο ρυθμός δειγματοληψίας(Sample Rate) ορίστηκε να είναι 44100 δείγματα/δευτερόλεπτο, ενώ το βάθος κβάντισης ορίστηκε να είναι 24 bit. Στο συντρυπτικό μέρος της παραγωγής(τύμπανα και στερεοφωνικοί ψηφιακοί ήχοι) έγινε χρήση ηχητικών δειγμάτων-“samples” που παρέχει το “Ableton” κατά την εγκατάστασή του, ενώ η κύρια μπάσο-γραμμή που αναπαράγεται καθ’ όλη τη διάρκεια του τραγουδιού, καθώς και μέρος της τελικής γέφυρας, μορφοποιήθηκαν μέσω μίξης του ηχογραφημένου αυτοσχέδιου μπάσου.

Κατά την διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων, τα εύρη συχνότητων τα οποία αποδείχτηκε πειραματικά πως ενισχύουν τα επιθυμητά προς αποτύπωση κυματικά φαινόμενα στα αντίστοιχα υποσυστήματα, στις διάφορες πειραματικές μορφές που δοκιμάστηκαν και σε διάφορες διατάξεις, σημειώθηκαν. Έτσι, γνωρίζοντας τα επιθυμητά εύρη συχνότητων για το κάθε υποσύστημα, συντέθηκαν ήχοι σε συχνότητες εντός αυτών των ορίων, αντιστοιχίζοντας τις νότες των οποίων οι θεμελιώδεις συχνότητες βρίσκονταν ανάμεσα σε αυτά. Όσον αφορά τη στάθμη εκπομπής η ρύθμιση γινόταν μέσω του προγράμματος κατά την τελική μαγνητοσκόπηση σε διάφορες στάθμες έντασης.

4.3 Καταγραφή Αποτελεσμάτων

Μετά λοιπόν το πέρας των πειραμάτων, χρησιμοποιώντας μια ψηφιακή κάμερα(FinePix S8300) με δυνατότητα καταγραφής βίντεο 1080p πραγματοποιήθηκαν καταγραφές βίντεο σε ανάλυση 1080p, και οι ρυθμίσεις φωτισμού που επιλέχθηκαν ποικίλουν λόγω του ότι τα γυρίσματα πραγματοποιήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας, υπό διαφορετικές συνθήκες φωτισμού. Παρόλα αυτά το μεγαλύτερο μέρος των γυρισμάτων πραγματοποιήθηκε κατά τις βραδινές ώρες που δεν υπήρχε εξωτερικό φως ώστε να αλλοιώνει τις προβολές που θέλαμε να δημιουργήσουμε, οι οποίες προϋπέθεταν την χρήση κατευθυνόμενου φωτός και εκμηδενισμού του εξωτερικού "θορύβου". Σε αυτές τις συνθήκες ρυθμίστηκε κατά κύριο κόρο η καταγραφή να γίνεται με το μεγαλύτερο άνοιγμα διαφράγματος(το μικρότερο διαθέσιμο f), και μεγάλες έως και τη μέγιστη τιμή ISO για πολλές από τις περιπτώσεις.

Για το μεγαλύτερο μέρος των γυρισμάτων, πραγματοποιήθηκε δημιουργία σκηνικών του δωματίου, το οποίο προϋπέθετε το στήσιμο του εξοπλισμού καθώς και της κάμερας, μολονότι στην παροχή του εξοπλισμού δεν υπήρξε τρίποδας, χρειάστηκε να βρίσκονται συνεχώς νέοι τρόποι στησίματος της κάμερας, καθώς και κάποια από τα πλάνα να γυρίζονται στο χέρι.

Ακόμη από οργανωτική άποψη, πέρα από τα πλάνα που αφορούσαν τη ντισκόμπαλα, όλες οι καταγραφές ορίστηκαν να καταγράφουν τα φαινόμενα από την αρχή της μουσικής παραγωγής έως και το τέλος, ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη και αποδοτικότερη οργάνωση των αρχείων. Τέλος οι καταγραφές του κάθε υποσυστήματος οργανώθηκαν σε διαφορετικούς φακέλους και σε κάθε φάκελο κρατήθηκαν σημειώσεις των σημαντικότερων αρχείων αλλά και πλάνων που ήταν επιθυμητά προς ενσωμάτωση στο τελικό βίντεο.

4.4 Μοντάζ και Δημιουργία Βίντεο

Για τη δημιουργία του τελικού βίντεο χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα "Vegas Pro" ως εργαλείο συρραφής των πλάνων. Σημειώτων πως στο τελικό βίντεο δεν πραγματοποιήθηκε η ενσωμάτωση οποιουδήποτε φίλτρου επεξεργασίας εικόνας-εφέ. Σημειώτων πως η συρραφή των πλάνων πραγματοποιήθηκε σταδιακά και διασπάστηκε σε 7 διαφορετικά αρχεία λόγω του υπολογιστικού φόρτου που αυτή απαιτούσε ενώ στο τελικό βίντεο επιλέχθηκε γίνει υποβάθμιση της ανάλυσης σε 720p μιας και θεωρήθηκε ασφαλέστερη επιλογή λόγω του ότι η ανάλυση της οθόνης στην οποία δημιουργήθηκε ήταν αρκετά μικρότερη(1024x768).

5. Μελλοντικές βλέψεις

Μιας και ο αρχικός και μεγαλύτερος στόχος της εργασίας, αυτός της επιτυχημένης δημιουργίας όλων των υποσυστημάτων και της ταυτόχρονης σύνθεσης τους με ένα συνδυαστικό τρόπο σε μία ενιαία επιφάνεια προβολής, δεν επιτεύχθηκε με επιτυχία, μελλοντικά θα θέλαμε να επανεξετάσουμε τα τεχνικά ζητήματα που αφορούν την υλοποίηση των επιμέρους υποσυστημάτων ξεχωριστά, να οριστεί ένας πιο συγκεκριμένος στόχος των επιθυμητών προβαλλόμενων αποτελεσμάτων, να σχεδιαστεί αποδοτικά σε κατασκευαστικό επίπεδο ένας προβολέας που να ενσωματώνει έστω ένα υποσύνολο των υποσυστημάτων που παρουσιάστηκαν, καθώς και να υλοποιηθεί το τελικό σύστημα σε μορφή μιας φωτορυθμικής πατέντας σε πραγματικό χρόνο.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Books:

[2014]Introduction to AUDIO ANALYSIS_A MATLAB Approach - THEODOROS GIANNAKOPOULOS,AGGELOS PIKRAKIS

Papers:

[2017]Real time digital signal processing using Matlab- Jesper Nordström

[2016]VISUALIZER: REAL-TIME AUDIO VISUALIZER IN MATLAB- Víctor Piedrafita Mateo, R. Bowen Gillie

[2019]Real-Time Aural and Visual Feedback for Improving Violin Intonation-Laurel S. Pardue* and Andrew McPherson

Reviewd Apps:

[2016] Music Visualizer-NathanM

[2011]Live audio stream analyser and voice coach-Steve Lawrence

Videos & Links:

[\[2016\]Realtime Audio Visualization in Python-Scott W Harden](#)
[Physics of music-Notes](#)

[Online Tone Generator](#)

[The Resonant Frequency of a Liquid](#)

[Ιδιοσυχνότητα, σκόνη και γεωμετρία.](#)

[Cymatics:Science vs. Music- Nigel Stanford](#)

[Sounds of Science - Cool Science Experiment](#)

[Musical Fire Table!](#)

[Experiment on sound | Physics](#)

[Laser + mirror + sound](#)

[DIY Sound Visualizer](#)

[How to Make Laser Music Visualizer](#)

[What Does Sound Look Like? | SKUNK BEAR](#)

[Sound Waves in Action | Waves | Physics for All | FuseSchool](#)

[Beautiful Propagation of waves in smoke](#)

[Seeing sound with light: strobos and resonance](#)

[The Coolest Things Sound Waves Do](#)

[22 EXCITING DIYS TO HAVE FUN](#)

[The Sci Guys: Science at Home - SE1 - EP8: Physics of Sound - Part 1:](#)

[Singing Wine Glass](#)

[Sound Visualizer & Chladni Patterns Formed on a Plastic Bucket //](#)

[Homemade Science with Bruce Yeany](#)

[Frequencies Sound+Vibration](#)

[Build a smartphone projector!\(using Shoebox\)](#)

[Αρχές λειτουργίας τεχνολογίας MERUS](#)

[7 Guitar Gadgets You May Not Know About](#)

[DIY:Electric Slide Guitar](#)

[The easiest bottle neck slide guitar](#)

[5 Guitar Accessories you should make](#)

[Simple Audio Amplifier-DIY](#)

[How to make Super simple powerful audio amplifier, diy easy amplifier](#)

[Μελέτη και κατασκευή ενεργού φορητού ηχητικού συστήματος για μουσικούς](#)

[Κατασκευή και λειτουργία ηχείων 2011-Διονύσης Χάλαρης Arduino](#)

[Based Bi-color LED Matrix Audio Spectrum Visualizer](#)

[We took the streets | a documentary on street performance in a modern day](#)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κώδικας του Matlab script που υλοποιήθηκε:

```
%SMOD_Sound Visualizer
```

```
frameLength = 1024;
```

```
%reads the wav song
```

```
song =
```

```
dsp.AudioFileReader('SmoD_final_mix.wav', 'SamplesPerFrame', frameLength); %'ReadRange', [120*44100 inf]
```

```
%for playback the song
```

```
playbackSong =
```

```
audioDeviceWriter('SampleRate', song.SampleRate);
```

```
%getting the microphone input
```

```
%%KompleteMicReader =
```

```
audioDeviceReader();
```

```
%initialize fft
```

```
ft =
```

```
dsp.FFT('FFTLengthSource', 'Property',
```

```
... 'FFTLength', 512);
```

```
%increases input signal's gain func
```

```
process = @(x) x.*9;
```

```
scope = dsp.ArrayPlot( ...
```

```
'SampleIncrement', 1, ...
```

```
'PlotType', 'Line', ...
```

```
'AxesScaling', 'Manual', ...
```

```
'MaximizeAxes', 'Off', ...
```

```
'Name', 'ArrayPlotVisualizer', ...
```

```
'ShowGrid', false);
```

```
disp('Start...')
```

```
tic
```

```
while toc<155%155→song's length in sec
```

```
song_signal = song();
```

```
%%mic = KompleteMicReader();
```

```
%microphone signal
```

```
pr_ss = process(song_signal);
```

```
ft_s=ft(pr_ss);
```

```
L=length(ft_s);
```

```
    %MODE 1
```

```
    %left channel --> mono to right side of fft --> zoomed(+L/25)-remove part of the high frequencies
```

```
left=ft_s(L/2+round(L/25):end,1);
```

```
    %right channel --> mono to
```

```
left side of fft --> zoomed(-L/25)
```

```
right=ft_s(1:L/2-
```

```
round(L/25),2);
```

```
    %concatenate the selected values into a mono double side fft final_fft=[right;left];
```

```
    %MODE 2
```

```
    %{
```

```
        final_fft=[left;right];
```

```
    %}
```

```
    %MODE 3_end %concatenate
```

```
only the parts of the specrum where
```

```
%specific song's ending theme
```

```
visualization is maximum for both
```

```
channels
```

```
    %{
```

```
left_out=ft_s(7:round(L/7),1);
```

```
    left_in=ft_s(end-
```

```
round(L/7):end-7,1);
```

```
right_in=ft_s(7:round(L/7),2);
```

```
    right_out=ft_s(end-
```

```
round(L/7):end-7,2);
```

```
final_fft=[left_out;left_in;right_in;right_out];
```

```
    %}
```

```
    %Further...(optional)
```

```
    %{
```

```
        %convert stereo fft to
```

```
mono fft
```

```
        %1.convert fft to mono
```

```
flip=flipud(left);
```

```
fsum=right+flip;
```

```
mono_averaged_right_and_left=fsum./2;
```

```
        %calculate magnitudes
```

```
abs_mono_averaged_right_and_left=abs(mono_averaged_right_and_left);
```

```
    %}
```

```
    playbackSong(song_signal);
```

```
    scope(final_fft);
```

```
end
```

```
disp('End ...')
```

```
release(song);
```

```
release(playbackSong);
```

```
release(scope);
```

```
%release(KompleteMicReader);
```

~Τέλος~