

Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Διπλωματική Εργασία II, Ηχητικές Τέχνες: «Δημιουργία
Μουσικής Εφαρμογής Αναπαραγωγής Ήχου».

Καρπούζης Παναγιώτης (M2016078)

Λώτης Θεόδωρος (Επιβλέπων Διδάσκων)

Κέρκυρα, Ιούνιος 2024

Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Διπλωματική Εργασία II, Ηχητικές Τέχνες: «Δημιουργία
Μουσικής Εφαρμογής Αναπαραγωγής Ήχου».

Καρπούζης Παναγιώτης (M2016078)

Λώτης Θεόδωρος (Επιβλέπων Διδάσκων)

Κέρκυρα, Ιούνιος 2024

Περίληψη

Στην παρακάτω διπλωματική εργασία περιγράφεται το περιβάλλον και η χρήση μίας μουσικής εφαρμογής, που έχει σκοπό την σύνθεση και εκτέλεση ηλεκτροακουστικής μουσικής, κυρίως, *musique concrete*. Αναλύονται οι δυνατότητες της εφαρμογής και ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν, καθώς και συγκεκριμένα οι παράμετροι του ήχου που έχει την ευκαιρία να επεξεργαστεί ο χρήστης σε πραγματικό χρόνο. Γίνεται παράλληλα σύγκριση με άλλες παρόμοιες εφαρμογές και μουσικά όργανα προκειμένου να αναδειχτεί η μοναδικότητα της εφαρμογής και οι καινοτομίες της. Παρατίθενται επίσης εικόνες από το ψηφιακό περιβάλλον της εφαρμογής και τέλος τα συμπεράσματα.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Κεφάλαιο 2^ο: Η μουσική εφαρμογή

Κεφάλαιο 3^ο: Η χρήση της κάμερας και ο κώδικας για την εύρεση συντεταγμένων

Κεφάλαιο 4^ο: Η αλλαγή των ήχων στον οριζόντιο άξονα (X)

Κεφάλαιο 5^ο: Η αλλαγή της συχνότητας αναπαραγωγής του ήχου στον κατακόρυφο άξονα (Y)

Κεφάλαιο 6^ο: Η αλλαγή της έντασης αναπαραγωγής του ήχου στον άξονα του χώρου (Z)

Κεφάλαιο 7^ο: Η χρήση των δύο βιβλιοθηκών ήχου

Κεφάλαιο 8^ο: Συμπεράσματα

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την δημιουργία μιας μουσικής εφαρμογής¹ ελεγχόμενης αναπαραγωγής ήχου, μέσα στο ψηφιακό περιβάλλον του Max 8 (Διαμαντόπουλος, 2014). Η βασική ιδέα είναι η αναπαραγωγή ενός ή, ταυτόχρονα, πολλαπλών ήχων και η δυνατότητα μεταβολής της συχνότητας² και της έντασης αναπαραγωγής σε πραγματικό χρόνο. Αυτό συμβαίνει με την αναγνώριση της θέσης των αντικειμένων που χρησιμοποιώ για την μεταβολή των παραπάνω, στον χώρο, χρησιμοποιώντας την θέση τους στους άξονες X, Y και Z για τον έλεγχο της επιλογής ήχου αναπαραγωγής, της συχνότητάς του και της έντασής του αντίστοιχα. Η αναγνώριση θέσης του αντικειμένου για την παραπάνω εφαρμογή γίνεται από μια κάμερα, συνδεδεμένη με τον υπολογιστή που τρέχει το πρόγραμμα (Max 8), ενώ το αντικείμενο που αναγνωρίζεται είναι τα δάκτυλα των χεριών του χρήστη, το κάθε ένα ξεχωριστά, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες φωτισμού. Ο παραπάνω τρόπος λειτουργίας μπορεί να θυμίζει το «PiDiP»³, το οποίο επίσης χρησιμοποιεί την ανίχνευση ενός φωτεινού αντικειμένου, ώστε ανάλογα με τη θέση του να δοθούν οι κατάλληλες πληροφορίες για την μορφή του ήχου που θα εξαχθεί, χωρίς ωστόσο να επιτρέπει τον συνδυασμό πολλών διαφορετικών ήχων και την ανίχνευση παραπάνω, από ενός, αντικειμένων. Οι ίδιες διαφορές ισχύουν και για το «Mictic»⁴, την εφαρμογή που επιτρέπει στον χρήστη την αναπαραγωγή του ήχου ενός οργάνου στην ένταση και το τονικό ύψος που επιθυμεί, καθώς και για το midi controller «MusiKraken TrueDepth»⁵. Επιπλέον έχω προσθέσει στον κώδικα μια παράμετρο

¹ Εφαρμογή (software application) ορίζεται ως ένα λογισμικό σχεδιασμένο για να πραγματοποιεί μια συγκεκριμένη διαδικασία και να βοηθά τον χρήστη. Μια εφαρμογή δίνει εντολή στον υπολογιστή να εκτελέσει διεργασίες και να επεξεργαστεί δεδομένα δοσμένα από τον χρήστη (Britannica, 2024).

² Συχνότητα (frequency) ονομάζεται ο αριθμός των επαναλήψεων ενός κύκλου στη μονάδα του χρόνου. Συχνότητα του ήχου ορίζεται ο αριθμός των παλμικών δονήσεων που επαναλαμβάνεται σε ένα δευτερόλεπτο. Μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hertz (Hz). Ως αποτέλεσμα, όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα ενός ήχου τόσο μεγαλύτερο είναι το τονικό του ύψος (Greated, C., 2001).

³ Kirn, Peter, (χωρίς ημερομηνία).

⁴ Συγγραφική ομάδα EuroUS Ventures, (χωρίς ημερομηνία).

⁵ MusiKraken, (χωρίς ημερομηνία).

κατά την οποία αλλάζει η βιβλιοθήκη ήχων που χρησιμοποιεί ο χρήστης, σε πραγματικό χρόνο, κάτι που πραγματοποιείται με την μεταβολή έντασης της κίνησης των χεριών του, την ευαισθησία της οποίας μπορεί να προσαρμόσει ο ίδιος και για όσες επιπλέον βιβλιοθήκες ήχων κρίνει ότι του είναι αναγκαίες. Έτσι εντάσσω στο ίδιο νοητό πλαίσιο χώρου την δυνατότητα να υπάρξουν πολλές αλλαγές σε σχέση με το επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα.

Η εργασία εντάσσεται στο πεδίο του μουσικού προγραμματισμού, απ' όπου προκύπτει η χρήση του Max/MSP, και κατ' επέκταση στην δημιουργία πατέντας. Το αποτέλεσμα που προκύπτει δίνει την αίσθηση ενός ελεγκτή ήχου (controller), η δομή του όμως προσφέρει στον χρήστη έναν ευκολότερο τρόπο μεταβολής τόσο των παραμέτρων του ήχου, όσο και έκφρασης ως προς το τελικό αποτέλεσμα, καθώς οι ήχοι που φορτώνονται σε αυτό προκύπτουν από την συλλογή του χρήστη και τοποθετούνται σε θέσεις στον άξονα Χ ανάλογα με το πώς εξυπηρετούν τον χρήστη καλύτερα, ενώ η συχνότητα αναπαραγωγής αυτών είναι ένας παράγοντας που επίσης μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με τις απαιτήσεις του.

Η χρήση της εφαρμογής μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Το γεγονός ότι είναι στην κρίση του χρήστη η επιλογή των ήχων που θα φορτώσει στην εφαρμογή, καθώς και την ταχύτητα συχνότητας αναπαραγωγής τους, είναι και οι παράγοντες που καθορίζουν τον τελικό σκοπό της. Προσωπικά, ο στόχος της εργασίας ήταν η δημιουργία μιας εφαρμογής για την ελεγχόμενη αναπαραγωγή και μεταβολή της συχνότητας και έντασης της αναπαραγωγής ενός ή πολλαπλών ήχων, σκεπτόμενος την ζωντανή εκτέλεση μιας *musique concrete*⁶. Το γεγονός ότι οι ήχοι επιλέγονται από τον χρήστη δεν αποτρέπει τον ζωντανό αυτοσχεδιασμό, καθώς το ηχόχρωμα και οι συνδυασμοί τους παραμένουν μεταβλητά στην κρίση του χρήστη. Επιπλέον χρήσεις της εφαρμογής μπορεί να είναι η φόρτωση ήχων μουσικών οργάνων, ώστε ο χρήστης να δημιουργήσει το ηχόχρωμα μιας ορχήστρας και η φόρτωση ενός οργάνου του οποίου η θέση θα αλλάζει ανά ημιτόνιο, ανάλογα με τη θέση του αντικειμένου στον άξονα Χ, χρησιμοποιώντας την έτσι ως μέσο για την άυλη εκτέλεσή του. Τα παραπάνω, εκτός από επαγγελματικούς και ψυχαγωγικούς λόγους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε διδακτικό επίπεδο.

Η εργασία είναι αποτέλεσμα τόσο έρευνας, όσο και πειραματισμού. Εξ' αιτίας της σχέσης της εργασίας με το περιβάλλον του Max 8, το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας

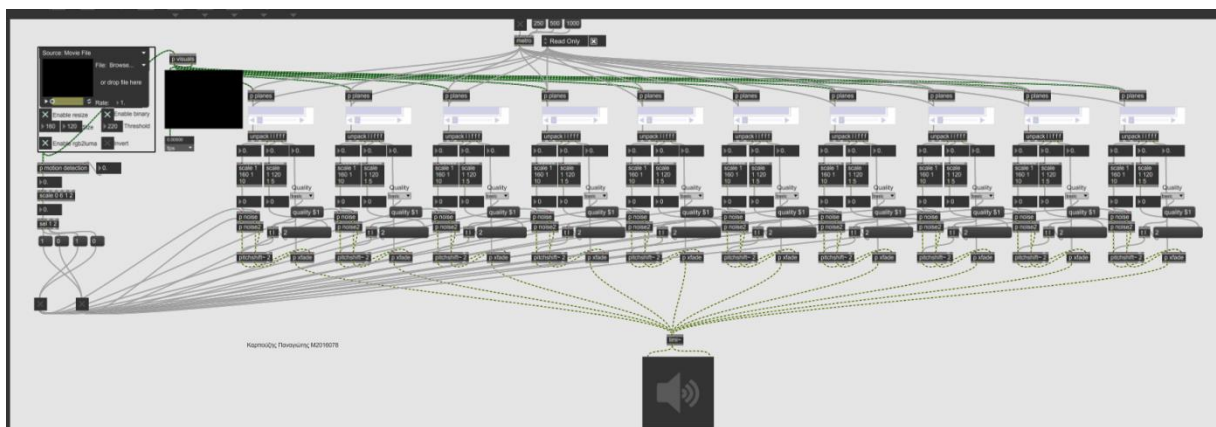
⁶ Περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στο Συγγραφική ομάδα Britannica , (27 Απριλίου 2018) και (Ulrich,1995).

καλύπτουν το διαδίκτυο, απαντήσεις σε forum σχετικά με το πρόγραμμα και στην σελίδα της Cyclin' 74. Οι τρόποι με τους οποίους λειτουργεί παραπέμπουν σε άλλα μουσικά όργανα και ηλεκτρονικές συσκευές, αλλά μοιάζουν μόνο σε χαρακτηριστικά τους. Η επιλογή χρήσης της κάμερας ως εργαλείο μεταβολής των τιμών των αξόνων προσφέρει μεγαλύτερη διαδραστική επιφάνεια, ενώ αποτελεί και ένα εργαλείο που είναι πιο εύκολο να το κατέχει κάποιος, διευκολύνοντας έτσι την πλειοψηφία των χρηστών. Για την καταγραφή της τοποθεσίας των δαχτύλων χρησιμοποιώ το `cv.jit.centroids`, ένα εργαλείο του `cv.jit`, που βρίσκεται στα «Extras» του Max 8, από όπου προκύπτουν και οι θέσεις των αντικειμένων στους άξονες X, Y και Z. Έπειτα, μεταφράζοντας την θέση των αντικειμένων στους άξονες σε αριθμούς, μεταβάλλω την επιλογή ήχου, την συχνότητα και την ένταση αναπαραγωγής του αντίστοιχα. Τέλος, η εναλλαγή βιβλιοθηκών ήχων γίνεται με την χρήση της ανίχνευσης κίνησης, χρησιμοποιώντας μια παράμετρο κατά την οποία, όταν η έντασή της υπερβαίνει ένα καθορισμένο σημείο, η επόμενη σε σειρά βιβλιοθήκη τίθεται σε λειτουργία και η προηγούμενη απενεργοποιείται, ενώ στην αντίθετη περίπτωση συμβαίνει το αντίστροφο.

Κεφάλαιο 2^ο: Η μουσική εφαρμογή αναπαραγωγής ήχου

Με τον όρο εφαρμογή αναφερόμαστε στην σύνθεση ενός λογισμικού στο περιβάλλον του υπολογιστή, το οποίο έχει δημιουργηθεί για να εκτελεί μία ή περισσότερες συγκεκριμένες εντολές από τον χρήστη. Το επιθυμητό αποτέλεσμα για την συγκεκριμένη εφαρμογή είναι η αναπαραγωγή ενός ή περισσότερων ηχητικών αρχείων και η εναλλαγή αυτών ή/και της συχνότητας και έντασης αναπαραγωγής τους σε πραγματικό χρόνο. Με τις δύο τελευταίες μεταβολές δίνονται περισσότερες επιλογές σε αποτελέσματα ηχητικού υλικού που μπορεί να προκύψουν σε σχέση με την απλή συνήχηση δύο ή περισσότερων τέτοιων αρχείων. Ο τρόπος λειτουργίας της εφαρμογής γίνεται πολύ εύκολα κατανοητός από τον χρήστη, ο οποίος καλείται να χρησιμοποιήσει τα δάχτυλα των χεριών του, σαν αντικείμενα εύρεσης συντεταγμένων από την κάμερα που έχουμε συνδέσει με το Max 8, το λογισμικό στο οποίο έχουμε «στήσει» την εφαρμογή. Η επιλογή των δαχτύλων ως αντικείμενα «παρακολούθησης» έγινε εξ' αιτίας της ευκολίας διαχείρισης της κίνησής τους από τον χρήστη, καθώς και των πολλαπλών σημείων αναφοράς που μπορούν να προκύψουν, τα οποία μπορούν να αποδώσουν σε περισσότερους συνδυασμούς ηχητικών αρχείων. Οι άξονες του χώρου, τον οποίο καλύπτει η κάμερα, χωρίζονται από τον χρήστη σε πλαίσια ανάλογα με τις ανάγκες του. Στον άξονα X, ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο βρίσκεται το σημείο αναφοράς,

ενεργοποιείται το αντίστοιχο ηχητικό αρχείο. Με την ύπαρξη δύο ή περισσότερων σημείων αναφοράς σε διαφορετικά πλαίσια του άξονα, προκύπτει η συνήχιση όλων των παραπάνω. Στον άξονα Y, τα πλαίσια, τα οποία πάλι ο χρήστης μπορεί να ορίσει σε σχέση με τις ανάγκες του, μεταβάλλουν την συχνότητα αναπαραγωγής του αρχείου που έχει τις συντεταγμένες του στο πλαίσιο του αντίστοιχου άξονα X, χωρίς να επηρεάζει δηλαδή τα υπόλοιπα αρχεία, των οποίων η συχνότητα καθορίζεται από την δικιά τους θέση στον άξονα Y. Στον άξονα Z, τα όρια που θέτει ο χρήστης στα πλαίσια έχουν κατά κύριο λόγο να κάνουν με την απόσταση που μπορούν να έχουν τα αντικείμενα αναφοράς με την κάμερα, προκειμένου να είναι ορατά από αυτήν, για μακρινή απόσταση, και προκειμένου να υπάρχει ένταση, αλλά και χώρος για ηχητικούς συνδυασμούς, για κοντινή απόσταση. Στην ενδιάμεση απόσταση, τα πλαίσια αντιστοιχούν σε σταδιακή αύξηση ή μείωση της έντασης, προκειμένου η μετάβασή της να γίνεται ομαλά από την μια κατάσταση στην άλλη. Τέλος, για την δημιουργία ακόμα περισσότερων συνδυασμών ηχητικών αρχείων, η εφαρμογή εμπεριέχει μία παράμετρο αλλαγής της ηχητικής βιβλιοθήκης απ' όπου προέρχονται οι ήχοι, που μεταβάλλεται από την ένταση της κίνησης των χεριών του χρήστη. Η ποσότητα και το περιεχόμενο των ηχητικών βιβλιοθηκών καθορίζεται από τις ανάγκες του χρήστη (εικ. 1).



Εικόνα 1 (ψηφιακό περιβάλλον εφαρμογής, αρχείο Καρπούζης Παναγιώτης)

Για την λειτουργία της εφαρμογής ο χρήστης, αρχικά, πρέπει να ανοίξει την κάμερα από την εφαρμογή και να ενεργοποιήσει το toggle πάνω από το metro. Έπειτα, πρέπει να επεξεργαστεί τα κελιά κάτω από το patch του planes έτσι ώστε το καθένα να διαβάζει διαφορετικό αντικείμενο αναφοράς από τα άλλα. Τέλος, πρέπει να περάσει τους ήχους που επιθυμεί στα patches noise και noise2 πριν ενεργοποιήσει το ηχείο του προγράμματος.

Η εφαρμογή έχει κοινά χαρακτηριστικά με άλλα όργανα και εφαρμογές, χωρίς όμως να αντιγράφει κάποιο από αυτά. Με μια πρώτη ματιά, η κίνηση των δαχτύλων και η μεταβολή του ήχου μπορεί να παραπέμψουν στο Theremin, το ηλεκτρονικό μουσικό όργανο, του οποίου ο χρήστης χρησιμοποιεί τα χέρια του για να ορίσει το τονικό ύψος και την ένταση του ήχου που παράγεται κουνώντας τα χέρια του, χωρίς να υπάρχει σωματική επαφή. Πέρα από την εμφανή διαφορά ότι το Theremin αποτελεί μουσικό όργανο και όχι εφαρμογή αναπαραγωγής ήχου, συνεπώς οι ήχοι που εξάγονται από αυτό δεν αποτελούν ηχογραφημένο και επεξεργασμένο υλικό, το ένα χέρι είναι δεσμευμένο στον έλεγχο της έντασης, κάτι που η εφαρμογή πετυχαίνει στην ελάχιστη χρήση απλώς με την ύπαρξη σημείου αναφοράς στον χώρο που «βλέπει» η κάμερα και ταυτόχρονα εξάγει και ήχο. Επιπλέον το Theremin δεν μπορεί να συνδυάσει ήχους σε πραγματικό χρόνο μόνο του, κάτι που επί το πλείστον είναι ο κύριος λόγος ύπαρξης της εφαρμογής. Άρα η ομοιότητά τους περιορίζεται σε χαρακτηριστικά του τρόπου λειτουργίας τους και όχι σε κοινό μηχανισμό, αποτέλεσμα και αισθητική χρήσης.

Κεφάλαιο 3^ο: Η χρήση της κάμερας και ο κώδικας για την εύρεση συντεταγμένων

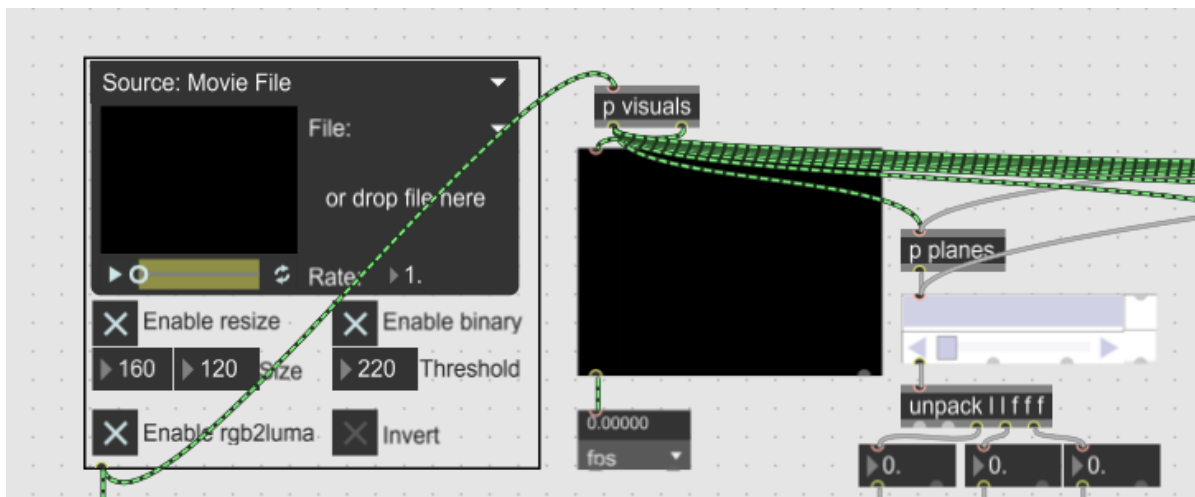
Η κάμερα, πέρα από εργαλείο για την εύρεση των συντεταγμένων των αντικειμένων αναφοράς, αποτελεί και το περιβάλλον δια δράσης του χρήστη με την εφαρμογή. Η επιλογή της για τη χρήση αυτή είναι τόσο ο παράγοντας των δυνατοτήτων, σε εύρος χώρου, που προσφέρει στην εφαρμογή, όσο της ευελιξίας κινήσεων που προσφέρει στον χρήστη καθώς και της άμεσης διαθεσιμότητας της και του χαμηλού της κόστους. Οι δύο τελευταίοι παράγοντες είναι αρκετά σημαντικοί, καθώς καθιστούν την χρήση της εφαρμογής εφικτή για μεγαλύτερο αριθμό χρηστών, με την προϋπόθεση ότι η κάμερά τους μπορεί να συνδεθεί με το πρόγραμμα.

Η εύρεση των συντεταγμένων αναφοράς γίνεται με την βοήθεια του cv.jit.cetroids που αποτελεί εργαλείο του cv.jit το οποίο βρίσκεται στα Extras του Max 8. Ο κώδικας (εικ. 2) δείχνει την επεξεργασία που επιδέχεται η εικόνα που λαμβάνει η κάμερα προκειμένου να παρουσιάσει τις συντεταγμένες του αντικειμένου αναφοράς. Συγκεκριμένα, το αντικείμενο `jit.rgb2luma`⁷ αυξάνει την παράμετρο «luminance» κι έπειτα, το αντικείμενο `binary` μετατρέπει την εικόνα της κάμερας από έγχρωμη σε ασπρόμαυρη επιτρέποντας στο εργαλείο

⁷ `jit.rgb2luma`.(χωρίς ημερομηνία). [jit.rgb2luma Reference \(cycling74.com\)](http://www.cycling74.com/jit-rgb2luma-reference)

cv.jit.centroids να ανιχνεύει το αντικείμενο αναφοράς μέσω της διαφοράς φωτεινότητας σε σχέση με το φόντο και να στοχεύει το κέντρο του, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτείται είτε να βρεθεί, είτε να κατασκευαστεί χώρος με τις κατάλληλες συνθήκες φωτισμού ώστε να είναι διακριτό το αντικείμενο αναφοράς⁸ (Jean-Marc Pelletier, χωρίς ημερομηνία).

Από την αριστερή έξοδο του patch visuals στέλνονται τα δεδομένα του κέντρου του αντικειμένου αναφοράς στην είσοδο του patch planes όπου αναγνωρίζονται και παίρνουν τιμή οι συντεταγμένες αυτού (X, Y), καθώς και το μέγεθος του σταυρού, δηλαδή του κέντρου του αντικειμένου αναφοράς (Z). Δεδομένων των παραπάνω, καταλαβαίνουμε τον τρόπο με τον οποίο βρίσκουμε τις συντεταγμένες του σημείου αναφοράς με τη χρήση της κάμερας.



Εικόνα 2 (αρχείο Καρπούζης Παναγιώτης)

Στο συγκεκριμένο σημείο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι υπάρχουν ήδη ειδικές κάμερες με ενσωματωμένο λογισμικό⁹ που αναγνωρίζει τα αντικείμενα αναφοράς και τις συντεταγμένες τους, ωστόσο με τη χρήση του παραπάνω κώδικα δίνεται η δυνατότητα να

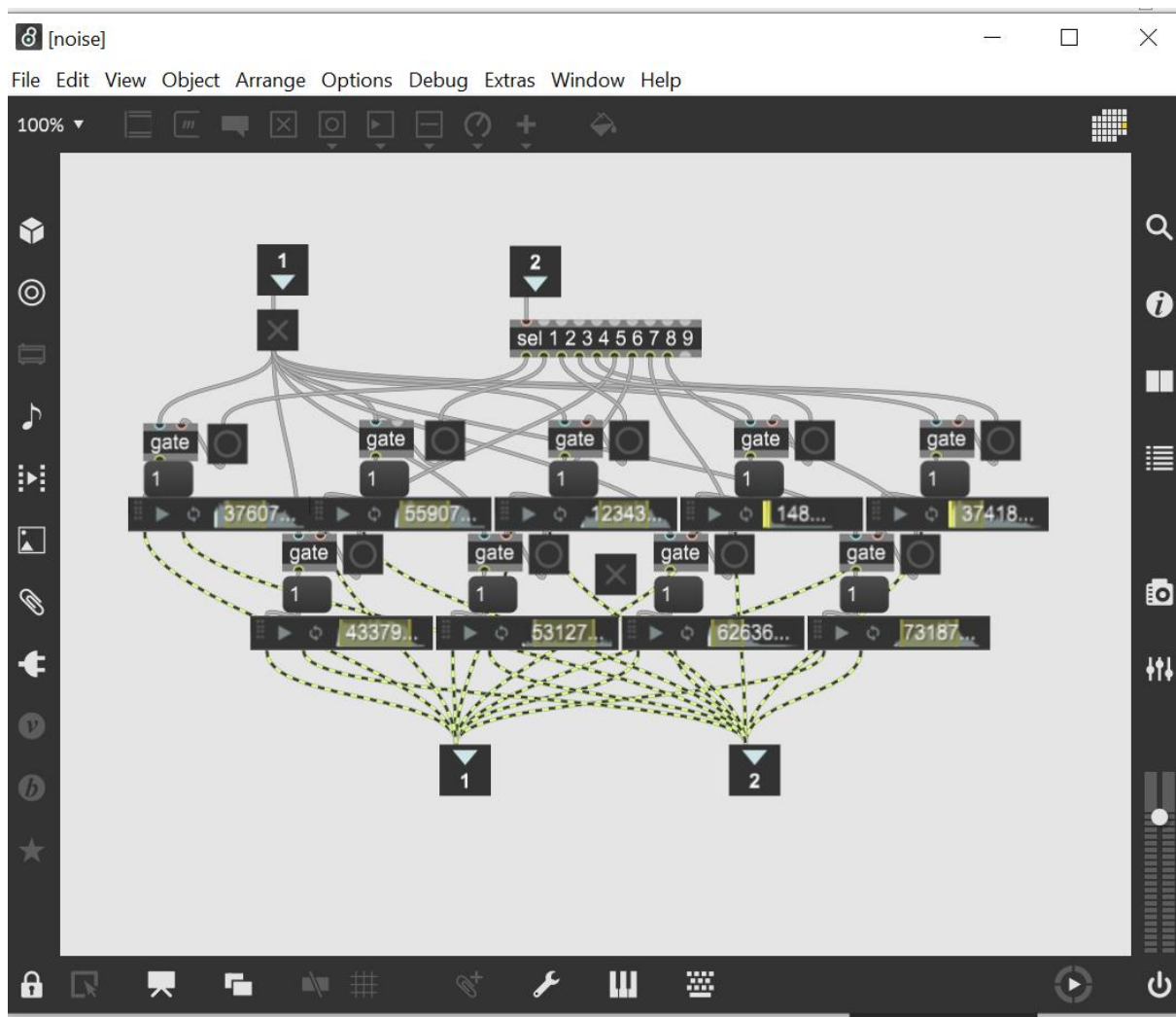
⁸ Για τον λόγο αυτόν, στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας κατασκευάστηκε ένα κουβούκλιο από χαρτόνι το οποίο μπλοκάρει το εξωτερικό φως. Στο ένα άνοιγμα του θαλάμου τοποθετείται η κάμερα με φακό και στο άλλο άνοιγμα τα χέρια του χρήστη. Η μεριά του χρήστη καλύπτεται από ύφασμα που αφήνει χώρο μόνο για τα χέρια, τα οποία είναι επίσης καλυμμένα με μαύρα γάντια με κομμένα τις άκρες των δακτύλων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται το ιδανικό περιβάλλον για την χρήση της εφαρμογής.

⁹ <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-high-quality-camera/>

χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή με οποιαδήποτε κάμερα μπορεί να συνδεθεί με τον υπολογιστή στον οποίο βρίσκεται αυτή.

Κεφάλαιο 4^ο: Η αλλαγή των ήχων στον οριζόντιο άξονα (X)

Όπως προείπαμε, ο άξονας X χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση διαφορετικών ηχητικών αρχείων, ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο βρίσκεται το αντικείμενο αναφοράς. Στον κώδικα (εικ. 4) φαίνεται ο διαμοιρασμός του άξονα σε εννέα ίσα πεδία με την βοήθεια του αντικειμένου scale, δηλαδή την μετατροπή των σημείων αναφοράς 1 έως 160 (τελευταίο σημείο αναφοράς του άξονα X) σε 1 έως 10. Η θέση του αντικειμένου αναφοράς λοιπόν μεταφράζεται στον αριθμό του πεδίου του άξονα X, ο οποίος εκφράζεται μέσω του number box που είναι συνδεδεμένο με την έξοδο του αντικειμένου. Ο αριθμός κάθε πεδίου αντιστοιχεί σε έναν ήχο μέσα στα patch noise και patch noise2, ανάλογα με τον αριθμό εξόδου του αντικειμένου select που αντιστοιχεί ο κάθε ήχος (εικ. 3). Οι εξοδοί των patches καταλήγουν στο αντικείμενο pitchshift~, το οποίο θα αλλάξει την συχνότητα αναπαραγωγής του ήχου ανάλογα με το πεδίο στο οποίο τις συντεταγμένες θα βρίσκεται το αντικείμενο αναφοράς στον άξονα Y.



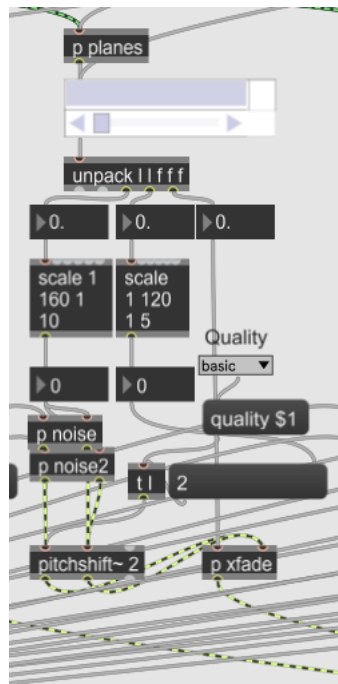
Εικόνα 3 (αρχείο Καρπούζης Παναγιώτης)

Το patch του noise, πέρα από την δυνατότητα που μας δίνει το toggle να ανοιγοκλείνουμε το gate και κατά συνέπεια μας δίνει την δυνατότητα χειρισμού παραπάνω βιβλιοθηκών ήχου, κάτι που θα αναλύσουμε σε επόμενο κεφάλαιο, δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δοκιμάσει επιλεγμένα σημεία του ηχητικού αρχείου που έχει φορτώσει στην βιβλιοθήκη.

Κεφάλαιο 5^ο: Η αλλαγή της συχνότητας αναπαραγωγής του ήχου στον κατακόρυφο άξονα (Y)

Τα πεδία στον άξονα Y χωρίζονται κατά τον ίδιο τρόπο με τα πεδία στον άξονα X. Λόγω του μεγέθους της εικόνας, ο άξονας Y έχει χωριστεί σε 120 σημεία αναφοράς. Με το

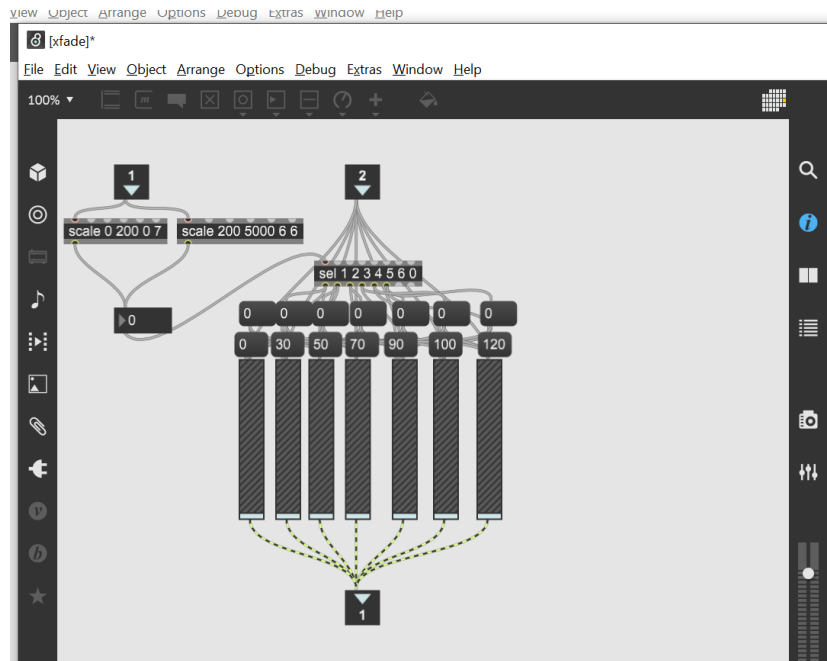
αντικείμενο scale το σύνολο του άξονα χωρίζεται σε τέσσερα πεδία, δηλαδή τα σημεία αναφοράς μετατρέπονται από 0 έως 120 σε 1 έως 5, τα οποία οριοθετούν τα τέσσερα πεδία. Ανάλογα με τον αριθμό του πεδίου, στο οποίο βρίσκεται το κάθε αντικείμενο αναφοράς, η συχνότητα του αντίστοιχου ήχου μεταβάλλεται με τη χρήση του αντικειμένου pitchshift (εικ.4). Συγκεκριμένα, το αντικείμενο αναφοράς μεταβάλλεται ένα ημιτόνιο κατά την αλλαγή του πεδίου του άξονα Y.



Εικόνα 4 (αρχείο Καρπούζης Παναγιώτης)

Κεφάλαιο 6^ο: Η αλλαγή της έντασης αναπαραγωγής του ήχου στον άξονα του χώρου (Z)

Η τρίτη συντεταγμένη (Z), που χρησιμοποιείται για την μεταβολή της ένταση του ήχου προκύπτει από τον συνδυασμό των σημείων των αξόνων X και Y. Αυτό συμβαίνει με τον εξής τρόπο: όσο πιο κοντά βρίσκεται το αντικείμενο αναφοράς στην κάμερα, τόσο μεγαλύτερο είναι και το ανιχνεύσιμο εμβαδό του, άρα τόσο μεγαλύτερο είναι και το μήκος και ύψος του σταυρού που παράγει το αντικείμενο cv.jit.centroids. Το patch xfade (εικ. 5) λαμβάνει τα δεδομένα των διαστάσεων του σταυρού και τα αποδίδει σε αυξομείωση της έντασης. Το αποτέλεσμα είναι ότι όσο μεγαλύτερο είναι το εμβαδό του αντικειμένου αναφοράς, δηλαδή όσο μεγαλύτερος είναι και ο σταυρός, τόσο αυξάνεται η ένταση του ήχου. Αντίστοιχα όσο μικρότερο είναι το εμβαδό του αντικειμένου αναφοράς τόσο μειώνεται η ένταση του ήχου.

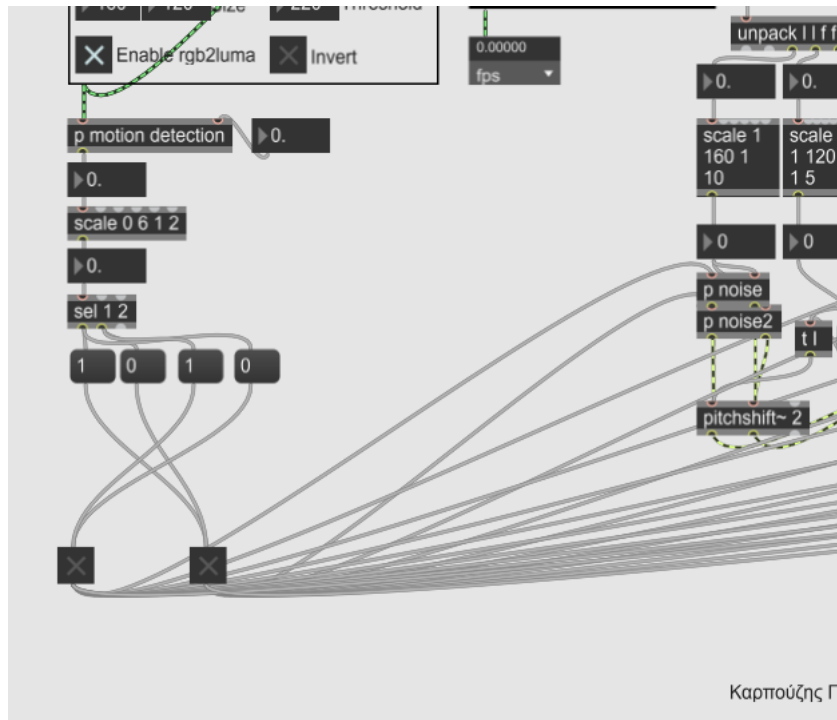


Εικόνα 5 (αρχείο Καρπούζης Παναγιώτης)

Το patch xfade εμπεριέχει τιμές έντασης του ήχου από τις οποίες η χαμηλότερη είναι το 0 και η υψηλότερη το 120 στην κλίμακα του gain. Οι ενδιαμέσες τιμές έχουν μικρή διαφορά μεταξύ τους ώστε αλλαγή της έντασης του ήχου να μη γίνεται απότομα από τιμή σε τιμή.

Κεφάλαιο 7^ο: Η χρήση των δύο βιβλιοθηκών ήχου

Ένα ακόμα από τα χαρακτηριστικά της εφαρμογής είναι ότι δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν δύο βιβλιοθήκες ήχων με τη βοήθεια του patch motion detection, το οποίο μετράει τον αριθμό των σημείων της εικόνας που μεταβλήθηκαν με κάθε ανανέωση. Μέσω του αντικειμένου scale οι αριθμοί από 0 έως 6 μετατρέπονται σε 1 έως 2. Αυτοί οι αριθμοί χρησιμοποιούνται ως παράμετροι για το αντικείμενο select, ώστε με τη μεταβολή τους να κλείνει η μία βιβλιοθήκη όταν ανοίγει η επόμενη (εικ. 6).



Εικόνα 6 (αρχείο Καρπούζης Παναγιώτης)

Κεφάλαιο 8^ο: Συμπεράσματα

Έπειτα από την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, επιτυγχάνεται ο πρωταρχικός στόχος της δημιουργίας μίας εφαρμογής που επιτρέπει στον χρήστη να συνδυάσει ήχους ώστε να συνθέσει κι έπειτα να εκτελέσει ένα έργο *musique concrete*. Επιπλέον, το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα της εφαρμογής αυτής είναι εύκολο ως προς τη χρήση, αλλά και την κατανόηση από μεριάς του χρήστη και του επιτρέπει την επεξεργασία των ήχων που έχει επιλέξει σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, ένα πρόβλημα που προκύπτει κάποιες φορές, είναι το ότι, ενώ δεν υπάρχουν αντικείμενα προς αναγνώριση, οι τιμές των συντεταγμένων μπορεί να παραμείνουν στους άξονες, ενεργοποιώντας τους ήχους και αυτοί να μην σταματήσουν αν δεν τελειώσει η διάρκειά τους ή αν δεν επαναφερθεί το αντικείμενο, προκειμένου να υπάρξει εκ νέου υπολογισμός.

Παρότι θεωρώ πως η τωρινή μορφή της εφαρμογής καλύπτει τις περισσότερες από τις πιθανές ανάγκες του χρήστη, είναι σχετικά εύκολο κάποιος να αλλάξει στοιχεία του κώδικα ώστε να ταιριάζουν στις δικές του προτιμήσεις. Ωστόσο, αν υπάρχει κάτι που μπορεί να αποτελέσει πεδίο επιπλέον έρευνας, αυτό θα ήταν η επίλυση του παραπάνω προβλήματος και η διαμόρφωση της εφαρμογής σε μια σταθερή μορφή για τη χρήση της σαν όργανο.

Βιβλιογραφία

Διαμαντόπουλος, Ταξιάρχης, (2014). *Η Μουσική των Υπολογιστών*. Περιστέρι: Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ.

Ulrich, Michels, (1995). *Ατλας της Μουσικής Τόμος II*. Αθήνα: Φίλιππος Νάκας.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

Συγγραφική ομάδα Britannica, (11 Ιανουαρίου 2024). application software. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/application-software>

Συγγραφική ομάδα Britannica , (27 Απριλίου 2018). musique concrète. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/art/musique-concrete>

Συγγραφική ομάδα Britannica, (9 Απριλίου 2024). theremin. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/art/theremin>

Συγγραφική ομάδα EuroUS Ventures, (χωρίς ημερομηνία). Mictic – this wearable wristband lets you play any musical instrument you want by moving your hands in the air!. EuroUS Ventures. [Mictic - this wearable wristband lets you play any musical instrument you want by moving your hands in the air! - EuroUS Ventures](#)

Greated, C., (2001). Frequency. Grove Music Online. <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.10215>

Kirn, Peter, (χωρίς ημερομηνία). Use a webcam to turn motion into sound. Make: vol. 4 <http://www.multimedialab.be/blog/?p=1016>

MusiKraken, (χωρίς ημερομηνία). TrueDepth. [MusiKraken](#)

Pelletier, Jean-Marc, (χωρίς ημερομηνία). cv.jit | Computer Vision for Jitter. [cv.jit | Computer Vision for Jitter – Jean-Marc Pelletier \(jmpelletier.com\)](#)

jit.rgb2luma, (χωρίς ημερομηνία). [jit.rgb2luma Reference \(cycling74.com\)](#)