

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής



Πτυχιακή εργασία

**Υλοποίηση loopers στην Python με χρήση αυτοσχέδιου
αναλογικού ποδο-διακόπτη**

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΖΕΚΑΚΗΣ

Επιβλέπων: **ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ**

Επίκουρος Καθηγητής

Ρέθυμνο, Νοέμβριος 2021



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής

Τομέας Ηχητικών Συστημάτων

Πτυχιακή Εργασία

**Υλοποίηση Isoper στην Python με χρήση αυτοσχέδιου
αναλογικού ποδο-διακόπτη**

Του

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΤΖΕΚΑΚΗ

Επιβλέπων: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ

Επίκουρος Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την [Ημερομηνία ...η].

.....

XXX XXX

Βαθμίδα

.....

XXX XXX

Βαθμίδα

.....

XXX XXX

Βαθμίδα

Ρέθυμνο, [ημέρα] [μήνας] [έτος]

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Νικόλαος Τζεκάκης, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας & Ακουστικής του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου Νικόλαο Στεφανάκη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση κατά την εκπόνηση της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση του επαναληπτικού ποδο-διακόπτη (looper pedal) είναι πολύ δημοφιλής στις μέρες μας είτε για εξάσκηση είτε για χρήση σε ζωντανή μουσική εκτέλεση. Η γκάμα των επιλογών είναι μεγάλη και φυσικά του οικονομικού κόστους τους. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μετασκευή ενός οικονομικού ποδο-διακόπτη του εμπορίου σε ενεργό με την κατασκευή ενός κυκλώματος παραγωγής παλμών το οποίο θα είναι ενσωματωμένο στο σώμα της συσκευής. Συνδέοντας τον σε υπολογιστή, μέσω κάρτας ήχου, μαζί με μια μουσική πηγή, θα έχουμε έτσι την δυνατότητα εγγραφής και αναπαραγωγής από τον υπολογιστή της μουσικής εκτέλεσης. Για τον σκοπό αυτό αναπτύχθηκε εφαρμογή σε γλώσσα Python.

Στον μετασκευασμένο αυτό διακόπτη αντικαταστήσαμε τον διακόπτη με ένα push-button ώστε να είναι δυνατή η αναγνώριση και της διάρκειας του πατήματος του διακόπτη. Με την βοήθεια ενός καλωδίου 2 σε 1 συνδέσαμε τόσο τον ποδο-διακόπτη όσο και την μουσική πηγή στην γραμμή εισόδου της κάρτας ήχου υπολογιστή. Με την εφαρμογή που αναπτύχθηκε υπάρχει δυνατότητα ανίχνευσης της διάρκειας ενεργοποίησης του ποδο-διακόπτη και αυτή η πληροφορία αξιοποιείται για τη μετάβαση από τη μία λειτουργία του looper στην άλλη.

ABSTRACT

The use of looper pedal is very popular in recent days, either for training or for live musical performance. There is a wide a variety of choices and price options. The goal of this project is the remodeling of a cheap commercial foot switch from passive to active by implementing a pulse generator circuit which will be fitted inside the body of the device. By connecting this device to a computer, via the sound card, together with the audio source, it will enable us to record and play the audio signal at the computer. An application was developed for this purpose using Python programming language.

On this remodeled foot switch we replaced the switch with a push button in order to enable the device to detect the duration that the button is on. Using a 2 in 1 audio cable we connected the foot switch and the audio source to the Line in port of the computer's sound card. The application developed is capable of detecting the duration that the button is activated and can use this as the control signal for switching between the different functionalities of the looper.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT	Error! Bookmark not defined.
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	vii
ΕΙΚΟΝΕΣ	viii
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	ix
Πρόλογος.....	1
Εισαγωγή	2
Βασικά Στοιχεία Θεωρίας.....	4
Επαναληπτικός Ποδο-διακόπτης – Foot Switch Looper/Looper Pedal.....	4
Ιστορία.....	4
Τι είναι ο επαναληπτικός ποδο-διακόπτης;.....	4
Πως δουλεύουν;.....	5
Πως χρησιμοποιείται;.....	5
Είδη ποδο-διακόπτη στην αγορά.....	5
Περιγραφή Υλοποίησης	7
Κατασκευή.....	7
Σύνδεση	11
Προγραμματισμός.....	11
Αξιολόγηση.....	16
Συμπεράσματα και Μελλοντικές Προεκτάσεις.....	20
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	21
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	22
Κώδικας Python.....	22
Ερωτηματολόγιο	22
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ	29

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Ορισμένα δημοφιλή looper: α). TC Electronic Ditto Looper series β). Boss RC-1 γ). Electro Harmonix 360 Nano Looper δ). Harley Benton Mini Looper	6
Εικόνα 2: Ποδο-διακόπτης Stagg SSWB1	7
Εικόνα 3: Σχηματικό διάγραμμα κυκλώματος	9
Εικόνα 4: Μετασκευή του ποδο-διακόπτη με την χρήση κυκλώματος παραγωγής παλμών και τροφοδοσίας.....	10
Εικόνα 5: Ο μετασκευασμένος πλέον ποδο-διακόπτης με ενσωματωμένο το κύκλωμα μετατροπής.....	10

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Ανάλυση κόστους και μετασκευής ποδό-διακόπτη	11
Πίνακας 2: Σε ποιο είδος κιθάρας θεωρείτε τον εαυτό σας πιο έμπειρο;	16
Πίνακας 3: Πως θα χαρακτηρίζατε το επίπεδο σας ως κιθαρίστα;	16
Πίνακας 4: Πόση εμπειρία έχετε με τη χρήση looper pedal;	16
Πίνακας 5: Πόση εμπειρία έχετε με τη χρήση μονάδων εφφέ για κιθάρα;	17
Πίνακας 6: Πόσο εύκολη σας φάνηκε η χρήση της συσκευής με το looper pedal;	17
Πίνακας 7: Μείνατε ικανοποιημένοι από την εμπειρία σας με το όλο σύστημα;	17
Πίνακας 8: Σε σχέση με τις συσκευές που διατίθενται στο εμπόριο, το συγκεκριμένο σύστημα:	17
Πίνακας 9: Μείνατε ικανοποιημένοι από την εμπειρία σας με το όλο σύστημα;	Error!
Bookmark not defined.	
Πίνακας 10: Ερωτήσεις σχετικά με την όλη εμπειρία σας σήμερα;	17

Πρόλογος

Η εργασία αυτή ξεκίνησε στις αρχές Ιουνίου 2021 και διήρκησε μέχρι το τέλος Οκτωβρίου. Έγινε υπό την επίβλεψη και πολύτιμη καθοδήγηση του Επίκουρου Καθηγητή Νικόλαου Στεφανάκη. Ενώ στο κατασκευαστικό μέρος της, καθοριστική ήταν η συμβολή του Στέλιου Πιοτογιαννάκη.

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην χρήση της Python για τη δημιουργία ενός εφέ που μιμείται τις δυνατότητες ενός σύγχρονου looper pedal. Το σύστημα θα επιτρέψει τη διάδραση του χρήστη με τον ΗΥ σε πραγματικό χρόνο, ενώ για τον έλεγχο της εφαρμογής θα μετασκευαστεί αναλογικός ποδο-διακόπτης ο οποίος θα επικοινωνεί με την εφαρμογή μέσα από κανάλι αναλογικής εισόδου (audio input) ώστε να εγγράφει/αναπαράγει ηχητικά αρχεία με σκοπό την προσομοίωση ενός foot switch looper. Η εργασία αυτή αποτελείται από δύο μέρη, το κατασκευαστικό και το προγραμματιστικό.

Στο κατασκευαστικό μέρος θα φτιάξουμε έναν ενεργό ποδό-διακόπτη. Κατά το πάτημα του διακόπτη η συσκευή θα στέλνει έναν παλμό στην θύρα αναλογικής εισόδου της κάρτας ήχου του υπολογιστή (audio input). Για τον σκοπό αυτό θα κατασκευαστεί κύκλωμα με τροφοδοσία από μπαταρία το οποίο θα είναι ενσωματωμένο στο σώμα του ποδο-διακόπτη.

Με το προγραμματιστικό μέρος της εργασίας επιδιώκεται η ανίχνευση του παλμού αυτού με χρήση της προγραμματιστικής γλώσσας Python. Στόχος μας είναι να γίνεται ανίχνευση όχι μόνο του απλού πατήματος του διακόπτη αλλά και του χρόνου πατήματος (σύντομο/μακρύ) ώστε να ενεργοποιούνται διαφορετικές λειτουργίες αντιστοίχως.

Αυτή την στιγμή υπάρχουν πολλές συσκευές στην αγορά που κάνουν αυτή την λειτουργία. Η συγκεκριμένη λύση όμως έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Οικονομία: είναι μια πολύ οικονομική λύση σε σχέση με αυτές της τρέχουσας αγοράς.
2. Χρόνος εγγραφής: λόγω της χρήσης του υπολογιστή για την εγγραφή και αναπαραγωγή του αρχείου ο χρόνος εγγραφής είναι πρακτικά απεριόριστος.
3. Ευελιξία: Λόγω της χρήσης προγράμματος σε γλώσσα Python, το οποίο είναι ελεύθερα προσβάσιμο, μπορεί οποιοσδήποτε να επέμβει στην εφαρμογή και με

αυτό τον τρόπο να προσαρμόσει την λειτουργία της συσκευής ανάλογα με τις ανάγκες του.

4. Επεκτασιμότητα: Για τον ίδιο λόγο μπορεί κάποιος να επεκτείνει τις λειτουργίες της εφαρμογής παρεμβαίνοντας στον κώδικα της.

Κατασκευαστικά η πρόκληση ήταν να κατασκευάσουμε κύκλωμα το οποίο να έχει την επιθυμητή συμπεριφορά, δηλαδή παραγωγή παλμού ικανού να ανιχνευτεί στην είσοδο της κάρτας ήχου. Το μέγεθος του κυκλώματος όμως θα έπρεπε να είναι τέτοιο ώστε μαζί με την πηγή τροφοδοσίας του να εφαρμόζει εσωτερικά στο σώμα ενός ποδο-διακόπτη του εμπορίου και έτσι να έχουμε ένα άρτιο αισθητικό και λειτουργικό αποτέλεσμα.

Προγραμματιστικά θα έπρεπε να βρούμε τρόπο ανίχνευσης του πατήματος του διακόπτη, του παλμού δηλαδή στην είσοδο της κάρτας ήχου ενώ επίσης να διαχωρίσουμε το σήμα ελέγχου (παλμός) από το ωφέλιμο σήμα (εγγραφή μουσικού). Τέλος κατά την αναπαραγωγή της εγγραφής έπρεπε το πρόγραμμα να χειρίζεται ασύγχρονα την αναπαραγωγή και την ανίχνευση του πατήματος του διακόπτη.

Βασικά Στοιχεία Θεωρίας

Επαναληπτικός Ποδο-διακόπτης – Foot Switch Looper/Looper Pedal

Ίσως να σας έχει τύχει να ακούσετε κάποιο μουσικό να παίζει σόλο και να ακούγονται μαζί διάφορα όργανα σαν να συμμετέχει ολόκληρο συγκρότημα. Πως γίνεται αυτό; Είναι πολύ πιθανό αυτό να έχει γίνει με την χρήση ενός επαναληπτικού ποδοδιακόπτη (looper footswitch/pedal). Ένα εργαλείο ζωντανής εκτέλεσης που επιτρέπει στους μουσικούς να προσθέσουν επίπεδα ήχου ζωντανά, κατά την εκτέλεση ενός κομματιού.

Ιστορία

Η ιδέα της «ατομικής» μπάντας υπήρχε από δεκαετίες. Όλοι μας έχουμε την εικόνα του μουσικού με μια φουσαρμόνικα προσαρμοσμένη στο στόμα, ακορντεόν κρεμασμένο στο σώμα, ντραμς στα πόδια κ' άλλα πιθανών ακόμα όργανα ανάλογα την περίπτωση. Το 2017, στο φεστιβάλ του Glastonbury, η σύγχρονή εκδοχή της «ατομικής» μπάντας έγινε ευρέως γνωστή. Με μια κιθάρα και ένα κουτάκι στο πόδι ο Ed Sheeran κατάφερε να δημιουργήσει μουσικό όγκο ικανό να «γεμίσει» μια από τις μεγαλύτερες σκηνές του κόσμου και όλα αυτά χάρη στη μικρή αυτή συσκευή στο πόδι του.

Το 1953 ο κιθαρίστας και οργανοποιός Les Paul ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τέτοια συσκευή και από τότε έχει περάσει από διάφορα στάδια και η χρήση της έχει γίνει ευρεία πλέον.

Τι είναι ο επαναληπτικός ποδο-διακόπτης;

Loop pedal ή looper pedal, είναι μια ηλεκτρονική συσκευή με την βοήθεια της οποίας δημιουργούμε στιγμιαίες εγγραφές μουσικής εκτέλεσης τις οποίες μπορούμε να αναπαράγουμε και επαναλάβουμε σε πραγματικό χρόνο. Δίνοντας έτσι την δυνατότητα στον μουσικό να κάνει ηχογραφήσεις διαφόρων δικών του εκτελέσεων στον ίδιο χώρο, τις οποίες μπορεί να επικαλύψει αργότερα και έτσι να δημιουργήσει μια πολυφωνική εκτέλεση. Δημιουργείται έτσι η αίσθηση στον ακροατή μιας ζωντανής μουσικής μπάντας.

Επιπλέον, οι συγκεκριμένες συσκευές χρησιμοποιούνται ευρέως από τους μουσικούς για εξάσκηση τόσο στον χρονισμό όσο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων χειρισμού του οργάνου τους. Με την στιγμιαία αναπαραγωγή της ηχογράφησης ο μουσικός μπορεί άμεσα να αξιολογήσει την εκτέλεση του και να την τελειοποιήσει επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία με την χρήση του looper.

Οι ποδο-διακόπτες αυτοί είναι μικρά κουτιά τα οποία τοποθετούνται στο πάτωμα και ενεργοποιούνται από το πόδι του μουσικού. Παλαιότερα για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο χρειάζονταν μεγάλες κονσόλες εγγραφής για την εγγραφή της εκτέλεσης και την αναπαραγωγή σε επιθυμητή ποιότητα ήχου. Ενώ σήμερα πολλοί από τους (μικρούς σε μέγεθος) loopers παρέχουν δυνατότητες πολλών λεπτών εγγραφής και πολλαπλών επιπέδων εγγραφής.

Πως δουλεύουν;

Συνήθως κάνουν εγγραφή του ήχου που τους δίνεται μέσω ενός XLR καλωδίου και ηχογραφούν δημιουργώντας ένα WAV αρχείο, το οποίο αποθηκεύεται είτε σε ενσωματωμένη μνήμη είτε σε εξωτερική SD κάρτα. Κατόπιν με την χρήση του διακόπτη ο μουσικός μπορεί να αναπαράγει το μουσικό κομμάτι.

Πως χρησιμοποιείται;

Η χρήση των περισσότερων looper είναι αυτονόητη με συνήθως την χρήση ενός διακόπτη ή πετάλ. Ο μουσικός πατώντας τον διακόπτη με το πόδι του εκκινεί την διαδικασία εγγραφής και με το επόμενο πάτημα ενεργοποιεί την διαδικασία αναπαραγωγής η οποία γίνεται επαναληπτικά. Δηλαδή μόλις τελειώσει το κομμάτι εγγραφής ξεκινάει από την αρχή. Με επόμενο πάτημα μπορεί να ξεκινήσει ξανά καινούργια εγγραφή ή να τερματίσει τελείως την διαδικασία.

Είδη ποδο-διακόπτη στην αγορά

Σήμερα κυκλοφορούν διάφορα είδη τέτοιων συσκευών στην αγορά με ποικιλία δυνατοτήτων και λειτουργιών. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους είναι:

Χρόνος εγγραφής: Από λεπτά μέχρι ώρες εγγραφής.

Κανάλια επανάληψης: Τα περισσότερα παρέχουν μόνο ένα κανάλι επανάληψης ενώ κάποια μπορούν να αναπαράγουν ήχο σε περισσότερα του ενός κανάλια.

Πρόσθετες λειτουργίες: Κατεύθυνση αναπαραγωγής, αυξομείωση ρυθμού εκτέλεσης ή ακόμα και ενσωματωμένοι ήχοι οργάνων.

Είσοδοι: Οι περισσότεροι διακόπτες έχουν ένα κανάλι εισόδου αλλά υπάρχουν και με δύο εισόδους οι οποίοι είναι χρήσιμοι στους μουσικούς πλήκτρων για παράδειγμα.



Εικόνα 1: Ορισμένα δημοφιλή looper: α). TC Electronic Ditto Looper series β). Boss RC-1 γ). Electro Harmonix 360 Nano Looper δ). Harley Benton Mini Looper

Περιγραφή Υλοποίησης

Κατασκευή

Για την υλοποίηση της εργασίας κάναμε χρήση ενός απλού ποδο-διακόπτη. Οι ποδο-διακόπτες χρησιμοποιούνται από τους μουσικούς για ευκολία στον έλεγχο του ενισχυτή. Αφού συνδεθεί ο ποδο-διακόπτης στον ενισχυτή με το καρφί (jack) επιλέγεται η λειτουργία που θέλουμε να εκτελεί ο διακόπτης (preset). Υπάρχουν τέτοιες συσκευές με παραπάνω από ένα διακόπτες για τον ταυτόχρονο έλεγχο περισσότερων λειτουργιών του ενισχυτή.

Προμηθευτήκαμε λοιπόν ένα ποδο-διακόπτη Stagg SSWB1 με καλώδιο μήκους 5 m. Οι διακόπτες αυτοί είναι παθητικοί με ένα κουμπί ON/OFF, απλά ανοίγουν ή κλείνουν το κύκλωμα δηλαδή.



Εικόνα 2: Ποδο-διακόπτης Stagg SSWB1

Χαρακτηριστικά διακόπτη:

Διαστάσεις: 9.652 Υ x 16.51Μ x 13.208 Π (cm)

Συμβατότητα με όλους τους ενισχυτές

Βάρος: 840 gr

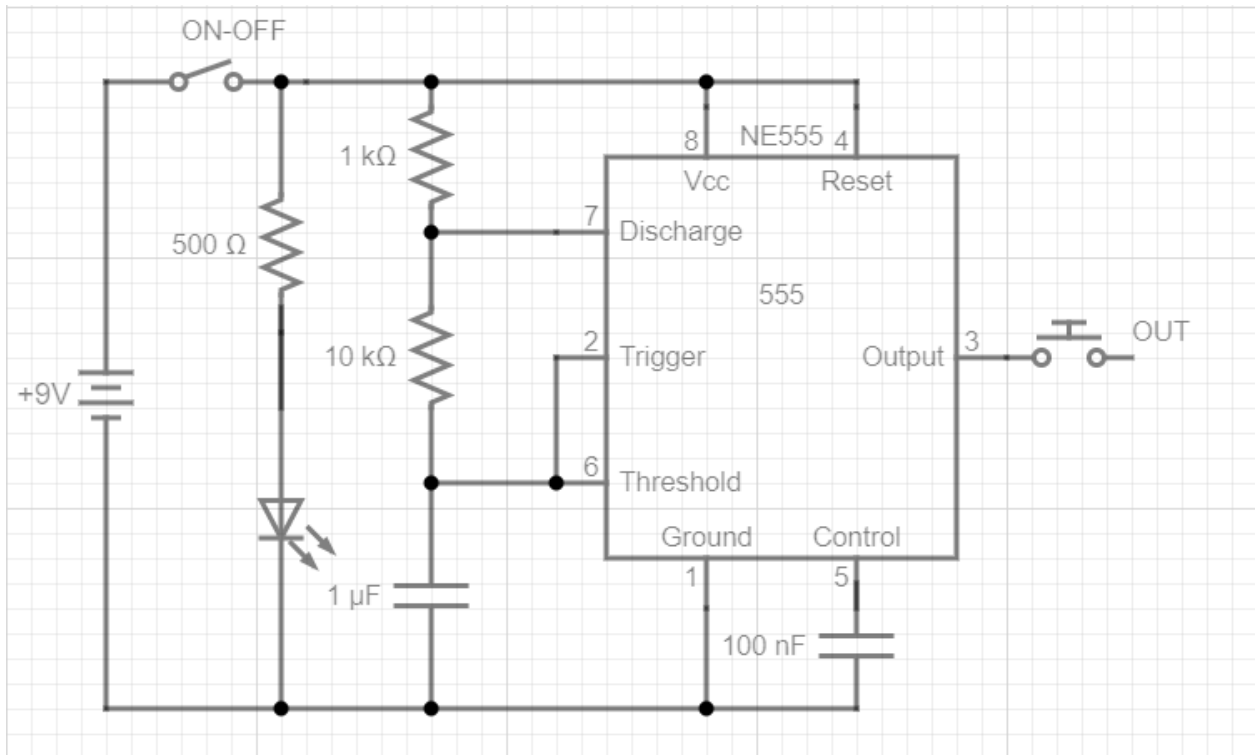
Χώρα Προέλευσης : Κίνα

Για να την προσαρμόσουμε στις ανάγκες τις εργασίας μας κάναμε τις εξής μετατροπές στην παραπάνω συσκευή:

1. Κατασκευή κυκλώματος παραγωγής παλμού με τροφοδοσία από μπαταρίες.
2. Προσαρμόσαμε διακόπτη ON/OFF για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του παραπάνω κυκλώματος.
3. Λυχνία για τον οπτικό έλεγχο της κατάστασης λειτουργίας του κυκλώματος.
4. Αλλαγή του ON/OFF διακόπτη της συσκευής με έναν push button ώστε να έχουμε την δυνατότητα ανίχνευσης της διάρκειας πατήματος του διακόπτη (κοντό/μακρύ).

Επειδή το foot switch είναι ένα παθητικό κύκλωμα, ένας διακόπτης ON/OFF, θα έπρεπε να το μετατρέψουμε σε ενεργό ώστε να είναι ανιχνεύσιμο κατά την σύνδεση του με την γραμμή εισόδου της κάρτας ήχου του υπολογιστή. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε η κατασκευή ενός κυκλώματος παραγωγής τετραγωνικού παλμού με duty cycle 50%. Η συχνότητα του είναι 1000Hz και το πλάτος 1Vp-p. Δοκιμάζοντας την συγκεκριμένη κυματομορφή στην είσοδο της κάρτας ήχου διαπιστώσαμε ότι επιτυγχάνεται πλήρως η διάκριση των τιμών μεταξύ της κυματομορφής και του ανοικτού κυκλώματος.

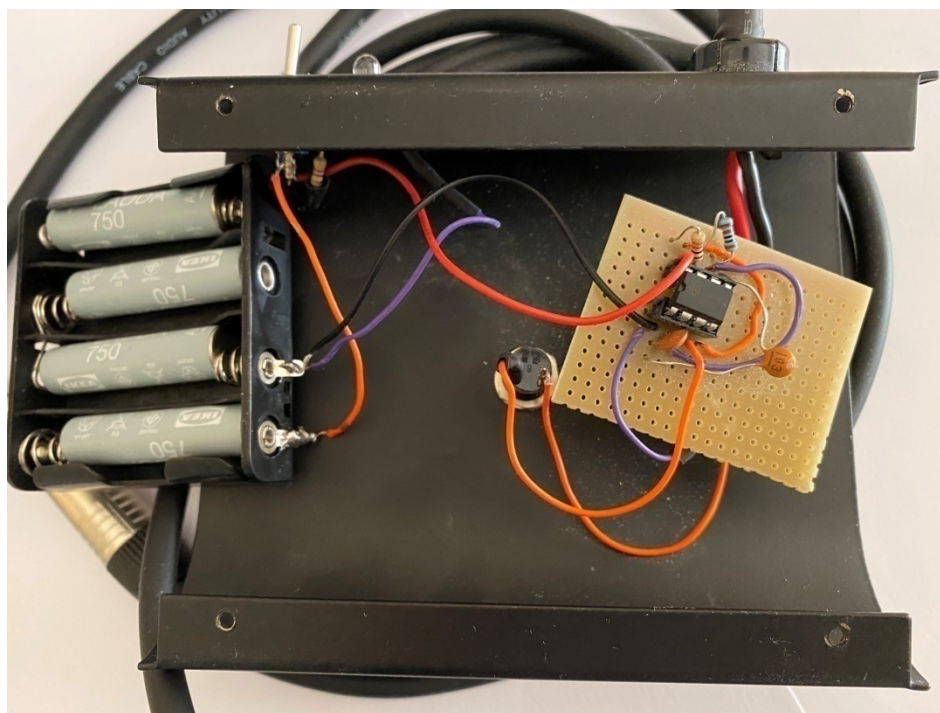
Έτσι προχωρήσαμε στην υλοποίηση του κυκλώματος το οποίο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3: Σχηματικό διάγραμμα κυκλώματος

Για την υλοποίηση του τετραγωνικού παλμού χρησιμοποιήσαμε τον δημοφιλή χρονοστή NE555. Για τροφοδοσία χρησιμοποιήσαμε μια 9V μπαταρία με τις αντιστάσεις 1kΩ και 10 kΩ να διαιρούν την τάση στο άκρο 7 του χρονοστή. Για την αποφυγή μεταβατικών φαινομένων κατά την ενεργοποίηση του κυκλώματος με push button της εξόδου τοποθετήθηκε διακόπτης ON/OFF με ενδεικτική λυχνία LED ώστε το κύκλωμα να τροφοδοτείται συνεχώς κατά την περίοδο λειτουργίας του.

Παρακάτω βλέπουμε φωτογραφία με την υλοποίηση του συγκεκριμένου κυκλώματος πάνω στο foot switch.



Εικόνα 4: Μετασκευή του ποδο-διακόπτη με την χρήση κυκλώματος παραγωγής παλμών και τροφοδοσίας



Εικόνα 5: Ο μετασκευασμένος πλέον ποδο-διακόπτης με ενσωματωμένο το κύκλωμα μετατροπής.

Σύνδεση

Η συσκευή αυτή χρειάζεται λοιπόν να συνδεθεί με τον υπολογιστή ώστε να γίνεται ο έλεγχος εγγραφής και αναπαραγωγής του σήματος που έρχεται από τον μουσικό. Άρα πρέπει να συνδέσουμε δύο γραμμές στην είσοδο (Line-in) της κάρτας ήχου. Την γραμμή από το looper (γραμμή ελέγχου) και την γραμμή από το μουσικό (γραμμή σήματος). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε ένα καλώδιο 2 in 1. Όπου από την μια μεριά έχει δύο θηλυκά mono jacks και από την άλλη ένα αρσενικό stereo jack.

Το συνολικό κόστος για την υλοποίηση της συσκευής του looper φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1: Ανάλυση κόστους και μετασκευής ποδό-διακόπτη

Είδος	Κόστος (€)
Stagg SSWB1	23,5
Χρονιστής NE555	1
Push Button	2
Πλακέτα	1
2 πυκνωτές, 3 αντιστάσεις, λυχνία	3
Διακόπτης	1
Μπαταριοθήκη	0,6
9V επαναφορτιζόμενη μπαταρία	4
Καλώδιο 2 in 1	7
ΣΥΝΟΛΟ:	43.1€

Προγραμματισμός

Για τον προγραμματισμό της εφαρμογής χρησιμοποιήσαμε την γλώσσα Python και την ακουστική βιβλιοθήκη της PyAudio. Η ανάπτυξη της έγινε χρησιμοποιώντας την έκδοση 3.9.1 της Python σε περιβάλλον Windows 10. Η δοκιμή της έγινε σε περιβάλλον Windows 10.

Για την εγκατάσταση της Python πρέπει να πάμε στο <https://www.python.org/downloads/windows/> και να κατεβάσουμε την έκδοση που

αντιστοιχεί στις προδιαγραφές του υπολογιστή μας. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε για την εργασία ήταν η 3.9.1. Αφού κατεβάσουμε το αρχείο της εγκατάστασης το εκτελούμε, επιλέγουμε "ADD Python 3.9 to PATH" κατά την εγκατάσταση. Μετά την εγκατάσταση της Python πρέπει να εγκαταστήσουμε και τις απαιτούμενες βιβλιοθήκες. Για την εγκατάσταση της PyAudio ανοίγουμε ένα παράθυρο γραμμής εντολών (command line) με τα πλήκτρα Windows Key + R, πληκτρολογούμε cmd και μετά πατάμε OK. Στο command line περιβάλλον πληκτρολογούμε τις εξής εντολές:

```
pip install pipwin
```

```
pipwin install pyaudio
```

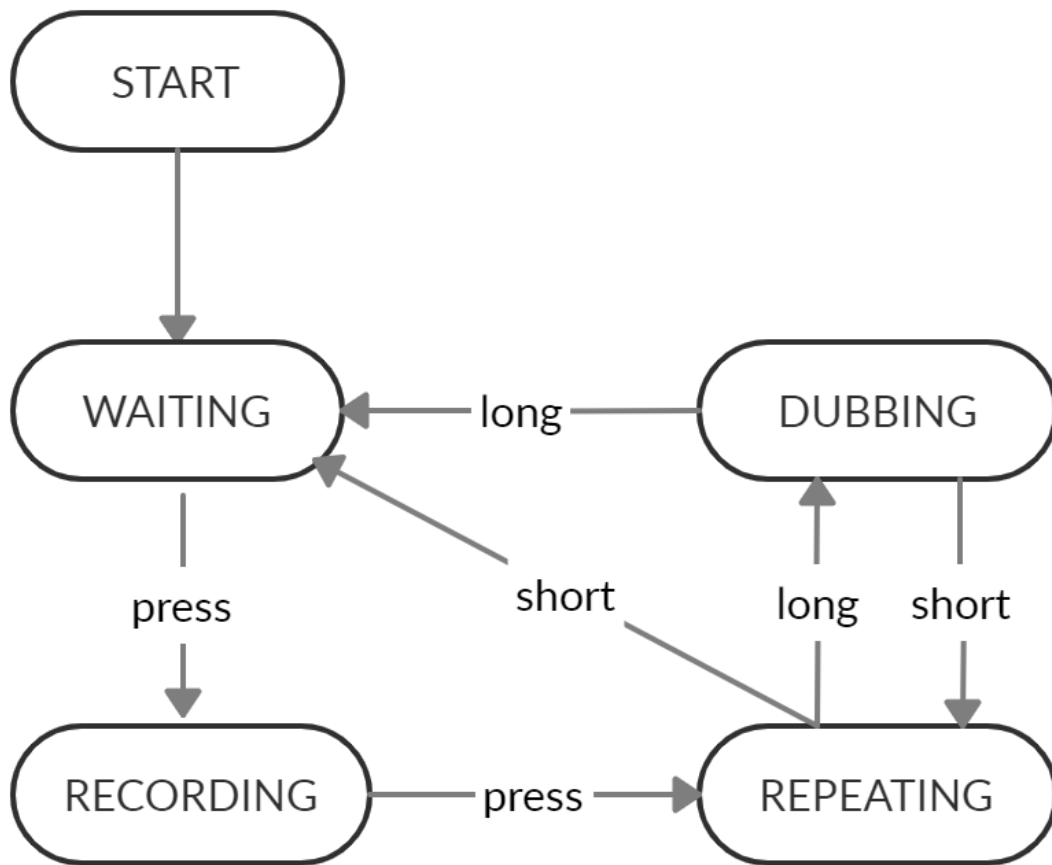
Πρέπει επίσης να εγκαταστήσουμε την βιβλιοθήκη numpy που χρησιμοποιείται για πολύπλοκους μαθηματικούς υπολογισμούς:

```
pipwin install numpy
```

Είμαστε πλέον έτοιμοι να εκτελέσουμε την εφαρμογή.

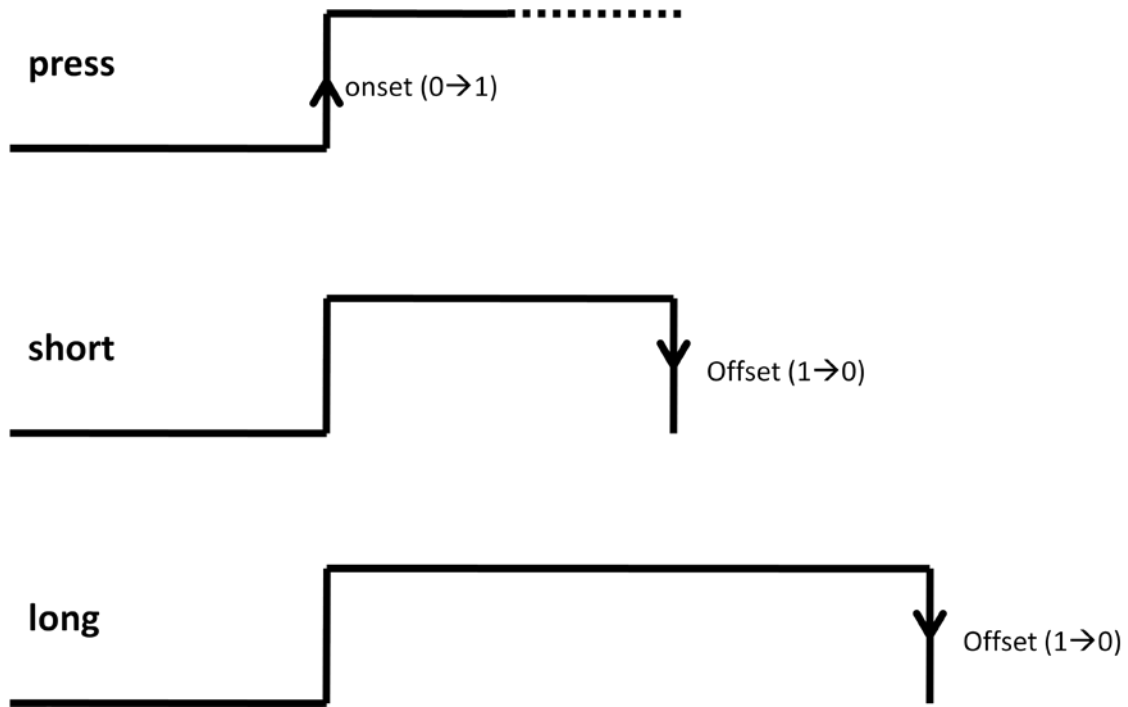
Κατά την εκκίνηση του προγράμματος η εφαρμογή είναι σε αναμονή περιμένοντας να πατηθεί το κουμπί. Όταν συμβεί αυτό ξεκινάει η εγγραφή η οποία σταματάει με το επόμενο πάτημα του κουμπιού. Με το που σταματήσει η εγγραφή ξεκινάει αμέσως η αναπαραγωγή της εγγραφής επαναλαμβανόμενα. Στην κατάσταση επαναληπτικής αναπαραγωγής, με κοντό (μικρής διάρκειας) πάτημα του κουμπιού η εφαρμογή γυρνάει πάλι στην κατάσταση αναμονής. Αν αντί κοντού έχουμε παρατεταμένο πάτημα, πηγαίνουμε στην κατάσταση Dubbing όπου έχουμε υπέρθεση της προηγούμενης εγγραφής με μια νέα που καταγράφεται σε αυτή την κατάσταση. Από την κατάσταση Dubbing με κοντό πάτημα κουμπιού επιστρέφουμε στην κατάσταση επαναληπτικής αναπαραγωγής, ενώ με κοντό πάτημα επιστρέφουμε στην κατάσταση αναμονής.

Αυτή η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί όσες φορές χρειαστεί. Στην Εικόνα 6 φαίνεται το διάγραμμα ροής του προγράμματος.

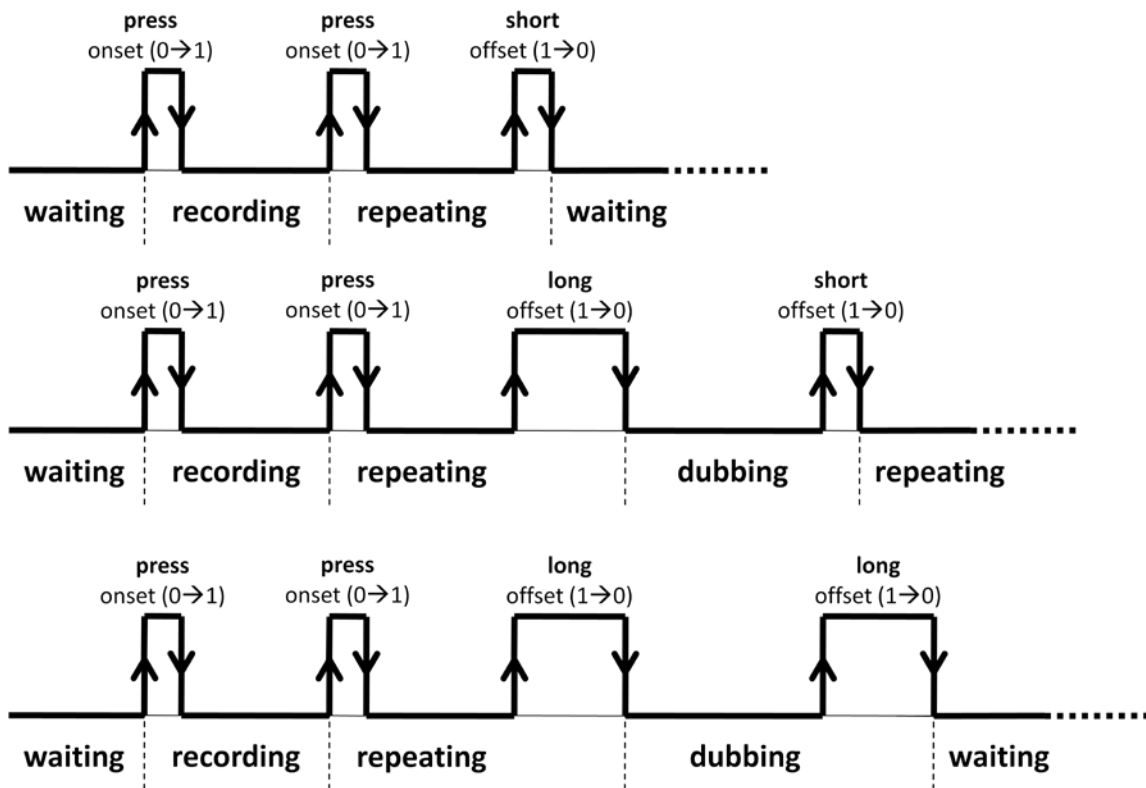


Εικόνα 6: Το διάγραμμα ροής του προγράμματος

Στην Εικόνα 7 ορίζονται οι τρεις διαφορετικοί τρόποι χρήσης του κουμπιού για την μετάβαση από την μια κατάσταση στην άλλη. Στην Εικόνα 8 παριστάνονται οι βασικοί τρόποι μετάβασης από την μια κατάσταση λειτουργίας στην άλλη με την απεικόνιση του σχετικού παλμού που πυροδοτεί την μετάβαση.



Εικόνα 7: Επεξήγηση των διαφορετικών τρόπων χρήσης του κουμπιού για την μετάβαση από την μια κατάσταση λειτουργίας στην άλλη.



Εικόνα 8: Παλμοί μετάβασης από την μια κατάσταση λειτουργίας στην άλλη

Για την διαχείριση των ακουστικών σημάτων δημιουργήσαμε ένα αντικείμενο της PyAudio, το ονομάσαμε *p*, και δημιουργήσαμε ένα αντικείμενο *stream* για την εγγραφή και για την αναπαραγωγή της.

```
stream = p.open(...)
```

Τα δεδομένα εισόδου τα «κομματιάζουμε» σε CHUNKs των 128 Bytes:

```
data = stream.read(CHUNK)
```

Δημιουργούμε έναν πίνακα δεκαδικών από τον buffer:

```
sIN = np.frombuffer(data)
```

Χωρίζουμε τα δύο κανάλια εισόδου, το σήμα ελέγχου (από τον ποδοδιακόπτη) και το ακουστικό σήμα:

```
idxL=np.arange(0,2*frameSize,2)
```

```
sLeft = sIN[idxL]
```

```
idxR=np.arange(1,2*frameSize,2)
```

```
cIN = sIN[idxR]
```

```
sTemp=np.tile(sLeft,(2,1))
```

```
sPlay=sTemp.T.flatten()
```

Για την ανίχνευση του πατήματος του κουμπιού του ποδοδιακόπτη υπολογίζουμε την μέση τετραγωνική ρίζα του σήματος ελέγχου:

```
power = np.linalg.norm(cIN)
```

Έτσι ελέγχοντας την τιμή αυτή μπορούμε να διαπιστώσουμε αν πατήθηκε ή όχι ο διακόπτης και με ποια διάρκεια όταν ξεπεράσει κάποια τιμή. Όταν λοιπόν διαγνώσουμε ότι πατήθηκε ο διακόπτης χρησιμοποιούμε μια μεταβλητή *activity* την οποία την κάνουμε ΑΛΗΘΗ. Επίσης χρησιμοποιούμε μια μεταβλητή *onsetPending* για να ανιχνεύουμε αν το πάτημα του κουμπιού είναι στην «αρχή» του ή στο τέλος του.

Αξιολόγηση

Για την αξιολόγηση του τελικού συστήματος ζητήθηκε από 7 φοιτητές του τμήματος Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής του ΕΛΜΕΠΑ να το δοκιμάσουν σε συνδυασμό με τη χρήση μιας ηλεκτροακουστικής κιθάρας που χρησιμοποιήθηκε ως ηλεκτρική πηγή ήχου.

Περιγραφή του Setup

Χώρος δοκιμής: Εργαστήριο Ηχητικών Συστημάτων, στο τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής του ΕΛΜΕΠΑ

Λειτουργικό σύστημα PC: Windows 10

Κιθάρα: Ibanez AEG70L-TIH

Κάρτα ήχου: Scarlet 2i2

Κονσόλα: Αυτοενισχυόμενη κονσόλα εργαστηρίου Ηχητικών Συστημάτων

Ηχείο: Behringer: B2030P

Κατόπιν τους δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο ([Παράρτημα 2](#)) όπου καταγράφηκε η εμπειρία τους με το συγκεκριμένο σύστημα. Παρακάτω παρουσιάζονται σε πίνακες τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της αξιολόγησης που έγινε από τους φοιτητές.

Πίνακας 2: Σε ποιο είδος κιθάρας θεωρείτε τον εαυτό σας πιο έμπειρο;

Επιλογές	Αριθμός απαντήσεων
Κλασσική	3
Ηλεκτρική	3
Ακουστική	1

Πίνακας 3: Πως θα χαρακτηρίζατε το επίπεδο σας ως κιθαρίστα;

Επιλογές	Αριθμός απαντήσεων
Σχετικά έμπειρο	3
Αρκετά έμπειρο	3
Αρχάριο	1

Πίνακας 4: Πόση εμπειρία έχετε με τη χρήση looper pedal;

Επιλογές	Αριθμός απαντήσεων
Πολύ λίγη	4
Καθόλου	3
Αρκετή	0

Πίνακας 5: Πόση εμπειρία έχετε με τη χρήση μονάδων εφέ για κιθάρα;

Επιλογές	Αριθμός απαντήσεων
Πολύ λίγη	5
Καθόλου	1
Αρκετή	1

Πίνακας 6: Πόσο εύκολη σας φάνηκε η χρήση της συσκευής με το looper pedal;

Επιλογές	Αριθμός απαντήσεων
Εύκολη	5
Έτσι και έτσι	2
Δύσκολη	0

Πίνακας 7: Μείνατε ικανοποιημένοι από την εμπειρία σας με το όλο σύστημα;

Επιλογές	Αριθμός απαντήσεων
Πολύ	3
Αρκετά	3
Λίγο	1
Καθόλου	0

Πίνακας 8: Σε σχέση με τις συσκευές που διατίθενται στο εμπόριο, το συγκεκριμένο σύστημα:

Επιλογές	Αριθμός απαντήσεων
Λειτουργεί εξίσου καλά	5
Δεν έχω εμπειρία για να κρίνω	2
Λειτουργεί καλύτερα	0
Υστερεί σημαντικά	0

Πίνακας 9: Ερωτήσεις σχετικά με την όλη εμπειρία σας σήμερα;

Ερωτήσεις	Αριθμός απαντήσεων		
	Συμφωνώ	Ουδέτερο	Διαφωνώ
Ενδιαφέρουσα	0	0	7
Είχε κάποιες δυσκολίες αλλά θεωρώ ότι κάτι έμαθα	4	3	0
Μάλλον έχασα το χρόνο μου	0	0	7
Δεν έχω εξοικειωθεί με την συγκεκριμένη κιθάρα	1	2	4
Θα χρειαζόμουν περισσότερο χρόνο μέχρι να εξοικειωθώ με τις λειτουργίες του Looper Pedal	5	1	1
Μου φάνηκε ότι ο ήχος είχε καθυστέρηση	0	2	5
Το looper ανταποκρινόταν στα πατήματα μου	3	3	1
Έχω ξανά παίξει με Looper στο παρελθόν και θεωρώ ότι το συγκεκριμένο σύστημα είναι για τα μάζα	0	1	6

Από τις παραπάνω απαντήσεις λοιπόν βλέπουμε ότι όλοι θεώρησαν ότι είχαν μια ενδιαφέρουσα εμπειρία και ότι δεν έχασαν το χρόνο τους με μια συσκευή που τουλάχιστο δεν είναι για πέταμα! Επίσης, παρά τις δυσκολίες, οι περισσότεροι θεωρούν ότι κάτι πήραν από την συγκεκριμένη εμπειρία.

Οι περισσότεροι δήλωσαν ότι ήταν εξοικειωμένοι με τον συγκεκριμένο τύπο κιθάρας αλλά θα χρειαζόταν περισσότερο χρόνο για να εξοικειωθούν με τις λειτουργίες του Looper Pedal.

Τέλος, είναι θετικό, ότι κανείς δεν αισθάνθηκε ότι υπήρχε καθυστέρηση στον ήχο και ότι μόνο ένας θεώρησε ότι το looper δεν ανταποκρινόταν στο πάτημα του. Αυτό ίσως να οφείλεται στην ευαισθησία του push button που χρησιμοποιήθηκε το οποίο σε συνδυασμό με την απειρία χρήσης του χρήστη μπορεί να ανιχνεύει διπλό πάτημα όταν το πάτημα δεν είναι «κοφτό» και απότομο.

Κατόπιν οι φοιτητές ερωτήθηκαν «αν υπάρχει κάτι το οποίο πιστεύουν ότι θα μπορούσε να διορθωθεί ώστε να βελτιωθεί η εμπειρία τους ως χρήστες». Ένας από τους ερωτούμενος δήλωσε ότι θα επιθυμούσε να ήταν πιο ξεκάθαρη η διαφορά μεταξύ του τύπου πατήματος, δηλαδή η διάρκεια του πατήματος που διαχωρίζει ένα πάτημα από «μακρύ» σε «κοντό».

Επίσης, κάποιιοι δήλωσαν ότι θα ήθελαν να υπάρχει κάποια ένδειξη κατά το πάτημα του κουμπιού όπου θα καταγράφεται το είδος του πατήματος που έχει γίνει την στιγμή που γίνεται και όχι μετά που θα τελειώσει η λούπα. Μια απαίτηση που είναι λογική καθώς δεν ξέρεις τι είδος πατήματος έχει καταγραφεί παρά μόνο όταν τελειώσει η λούπα.

Πολλοί επίσης ανέδειξαν ότι θα ήταν καλύτερο όταν κάποιος αποφασίζει να διαγράψει την εγγραφή του και να γυρίσει πίσω στην κατάσταση αναμονής να μην χρειάζεται να περιμένει να τελειώσει η επανάληψη της εγγραφής αλλά με το κατάλληλο πάτημα να τερματίζεται άμεσα.

Τέλος, όταν ρωτήθηκαν τι παραπάνω λειτουργίες θα επιθυμούσαν να έχουν πήραμε τις εξής προτάσεις:

1. Μετρονόμος
2. Να μπορεί να κάνει κάποιος dubbing πάνω σε ένα ήδη ηχογραφημένο μουσικό αρχείο
3. Δυνατότητα απόρριψης μόνο του τελευταίου layer εγγραφής στην κατάσταση dubbing ή ακόμα και επιλογή συγκεκριμένου layer εγγραφής για διαγραφή
4. Οθόνη με ένδειξη για το layer εγγραφής που παίζει
5. Δυνατότητα παράκαμψης της κατάστασης αναμονής ώστε μετά την κατάσταση επανάληψης να πηγαίνουμε κατευθείαν στην κατάσταση εγγραφής.

6. Κάποιος χρήστης προχώρησε ένα βήμα παραπέρα και περιέγραψε ένα σύστημα στο οποίο κατά την εκκίνηση του ο χρήστης θα επιλέγει με το κουμπί μεταξύ δύο καταστάσεων λειτουργίας του συστήματος, α) πειραματισμού όπου η συσκευή θα δουλεύει όπως είναι τώρα και β) ζωντανής ηχογράφησης όπου θα παραλείπεται η κατάσταση της επανάληψης και από την κατάσταση εγγραφής θα πηγαίνει κατευθείαν στην κατάσταση dubbing.

Συμπεράσματα και Μελλοντικές Προεκτάσεις

Η υλοποίηση ενός οικονομικού looper pedal είναι εφικτή, σχετικά εύκολα, με την μετατροπή ενός απλού ποδοδιακόπτη τον οποίο συνδέουμε στον υπολογιστή μαζί με το ακουστικό σήμα. Με την χρήση της εφαρμογής μπορούμε να ανιχνεύουμε το πάτημα του διακόπτη και να ελέγχουμε την εγγραφή και αναπαραγωγή του μουσικού σήματος. Επίσης δίνεται η δυνατότητα να αποθηκεύουμε τις εγγραφές και να φτιάχναμε layers αναπαραγωγής όπου η μια εγγραφή θα παίζει πάνω στην άλλη. Δεν υπάρχει πρακτικά περιορισμός στον αριθμό και την διάρκεια των εγγραφών.

Λόγω του ότι η λειτουργία του looper pedal ελέγχεται από εφαρμογή μπορούμε πολύ εύκολα να επεκτείνουμε τις δυνατότητες του. Θα μπορούσαμε για παράδειγμα να υπάρχει η δυνατότητα διαγραφής κάποιου layer (με παρατεταμένο πάτημα π.χ.). Ακόμα θα μπορούσαμε να αλλάζουμε την ταχύτητα αναπαραγωγής της εγγραφής. Όπως προτάθηκε και στο στάδιο της αξιολόγησης θα ήταν χρήσιμο να μπορεί να γίνει επεξεργασία ενός ήδη προϋπάρχον αρχείου. Τέλος η πρόταση των δύο καταστάσεων λειτουργίας του συστήματος είναι πολύ ενδιαφέρουσα και χρήσιμη.

Η διαρροή σήματος από το κανάλι ελέγχου (σήμα από τον ποδοδιακόπτη) στο κανάλι του ήχου μετρήθηκε γύρω στα 79db. Για την περαιτέρω μείωση της διαρροής αυτής και την βελτίωση της λειτουργίας του συγκεκριμένου συστήματος θα προτείναμε την μείωση της έντασης του παλμού που παράγει το κύκλωμα του ποδοδιακόπτη με την χρήση αντιστάσεων στην έξοδο του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://www.redbull.com/int-en/history-of-loop-pedal-in-seven-songs>

<https://www.eleccircuit.com/simple-555-pulse-generator-circuit/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Κώδικας Python

```
import pyaudio
import numpy as np

FORMAT = pyaudio.paFloat32
Fs = 48000 #sampling rate
frameSize = 128 #frame size
dataBuffer = np.zeros((Fs*60,), dtype=float)
cursor = 0 #time location in the loop
going = True;

inputChan=11
outputChan=11

waiting = True
recording = False
repeating = False
dubbing = False
change2repeating=False
change2waiting=False
change2dubbing=False
onsetPending = False
cursorEnd = np.inf #this will be set to finite value when the foot switch is pressed for the second
time
history=[0,]

idxL=np.arange(0,2*frameSize,2) # indexes for the left channel
idxR=np.arange(1,2*frameSize,2) # indexes for the right channel

attenuationFactor = 0.9
normThreshold = 1.9
durationThreshold = 300

def control(cIN, history, onsetPending, waiting, recording, repeating, dubbing):
    pressDetected = False #command is generated at the onset of the control gesture
    longPressDetected = False #command is generated at the offset of the control gesture
    shortPressDetected = False #command is generated at the offset of the control gesture
    power = np.linalg.norm(cIN)
    if power>normThreshold:
        activity = True
    else:
        activity = False
    #####
    if waiting:
    if activity:
```

```

if history[-1]==0:
pressDetected = True
onsetPending=True
history=[1,]
else:
onsetPending=False
else:
history =[0,]
#####
elif recording:
if activity:
if history[-1]==0:
pressDetected = True
onsetPending=True
history=[1,]
else:
onsetPending=False
else:
history =[0,]
#####
elif repeating:
if activity and history[-1]==0:
onsetPending = True
history = [1,]
if activity and onsetPending:
history.append(1)
elif activity and not onsetPending:
history = [1,]
if not activity:
ifonsetPending and history[-1]==1:
ifnp.sum(history)>=durationThreshold:
longPressDetected = True
elifnp.sum(history)>120:
shortPressDetected = True
onsetPending = False
history=[1,]
else:
history=[0,]
#####
elif dubbing:
if activity and history[-1]==0:
onsetPending = True
history = [1,];
if activity and onsetPending:
history.append(1)
elif activity and not onsetPending:
history = [1,]
if not activity:

```



```

if onsetPending and history[-1]==1:
    if np.sum(history)>=durationThreshold:
        longPressDetected = True
    else:
        shortPressDetected = True
        onsetPending = False
        history=[1,]
    else:
        history = [0,]

return history,onsetPending,pressDetected,shortPressDetected,longPressDetected

p = pyaudio.PyAudio() #instatiatesPyAudio which sets up the portaudio system

stream = p.open(format=FORMAT, #opens a stream to record/play audio
channels=2,
rate=Fs,
frames_per_buffer=frameSize,
input=True,
input_device_index=inputChan,
output=True,
output_device_index=outputChan)

while going:

while waiting:
    data = stream.read(frameSize,exception_on_overflow=False) #read audio data from the stream
    sIN=np.frombuffer(data,datatype=np.float32)
    sLeft = sIN[idxL] #audio signal
    cIN = sIN[idxR] #control signal
    sTemp=np.tile(sLeft,(2,1))
    sPlay=sTemp.T.flatten()
    sWrite=np.tile(sPlay,4)
    stream.write(sWrite.astype(np.float32)) #play back only the left channel
    history,onsetPending,pressDetected,shortPressDetected,longPressDetected = control(cIN,
    history,onsetPending, waiting, recording, repeating, dubbing)
    if pressDetected:
        recording = True
        waiting = False
        print('recording')

while recording:
    data = stream.read(frameSize,exception_on_overflow=False)
    sIN=np.frombuffer(data,datatype=np.float32)
    sLeft = sIN[idxL]
    cIN = sIN[idxR]
    dataBuffer[cursor:cursor+frameSize] = sLeft #update dataBuffer
    sTemp=np.tile(sLeft,(2,1)) #play back only the left channel

```

```

sPlay=sTemp.T.flatten()
sWrite=np.tile(sPlay,4)
stream.write(sWrite.astype(np.float32))
cursor += frameSize
history,onsetPending,pressDetected,shortPressDetected,longPressDetected = control(cIN,
history,onsetPending, waiting, recording, repeating, dubbing)

```

```

if pressDetected and onsetPending:

```

```

    recording = False
    repeating = True
    cursorEnd=cursor
    durationDefined = True
    cursor = 0 # reset time
    print('repeating')

```

```

while repeating:

```

```

    data = stream.read(frameSize,exception_on_overflow=False)
    sIN=np.frombuffer(data,datatype=np.float32)
    sLeft = sIN[idxL]
    cIN = sIN[idxR]
    history,onsetPending,pressDetected,shortPressDetected,longPressDetected = control(cIN,
    history, onsetPending, waiting, recording, repeating, dubbing)
    sOUT = sLeft + dataBuffer[cursor:cursor+frameSize]
    sTemp=np.tile(sOUT,(2,1)) #play back only the left channel
    sPlay=sTemp.T.flatten()
    sWrite=np.tile(sPlay,4)
    stream.write(sWrite.astype(np.float32))
    cursor += frameSize
    if shortPressDetected:
        change2waiting = True
    if longPressDetected:
        change2dubbing = True
    if cursor >= cursorEnd:
        cursor = 0
    if change2waiting:
        repeating = False
        waiting = True
        print('waiting')
        change2waiting = False
    if change2dubbing:
        repeating = False
        dubbing = True
        print('dubbing')
        change2dubbing = False

```

```

while dubbing:

```

```

    data = stream.read(frameSize,exception_on_overflow=False)
    sIN=np.frombuffer(data,datatype=np.float32)

```

```

sLeft = sIN[idxL]
cIN = sIN[idxR]
sOUT = dataBuffer[cursor:cursor+frameSize] + sLeft
dataBuffer[cursor:cursor+frameSize] = attenuationFactor*dataBuffer[cursor:cursor+frameSize] +
sLeft #update dataBuffer
sTemp=np.tile(sOUT,(2,1)) #play back only the left channel
sPlay=sTemp.T.flatten()
sWrite=np.tile(sPlay,4)
stream.write(sWrite.astype(np.float32))
cursor += frameSize
history,onsetPending,pressDetected,shortPressDetected,longPressDetected = control(cIN,
history, onsetPending, waiting, recording, repeating, dubbing)
ifshortPressDetected:
    change2repeating = True
eliflongPressDetected:
    change2waiting = True

if cursor >= cursorEnd:
    cursor = 0
    if change2repeating:
        dubbing = False
        repeating = True
        print('repeating')
        change2repeating = False
    if change2waiting:
        dubbing = False
        waiting = True
        #going = False # end process
        print('waiting')
        cursor=0
        change2waiting = False

stream.stop_stream() #pause playing/recording
stream.close() #terminate the stream
p.terminate() #terminate portaudio session

```

Ερωτηματολόγιο

1. Σε ποιο είδος κιθάρας θεωρείτε τον εαυτό σας πιο έμπειρο

κλασσική	ακουστική	ηλεκτρική

2. Πως θα χαρακτηρίζατε το επίπεδό σας ως κιθαρίστα

Αρχάριο	Σχετικά έμπειρο	Αρκετά έμπειρο

3. Πόση εμπειρία έχετε με τη χρήση looper pedal?

Καθόλου	Πολύ λίγη	Αρκετή

4. Πόση εμπειρία έχετε με τη χρήση μονάδων εφφέ για κιθάρα?

Καθόλου	Πολύ λίγη	Αρκετή

5. Πόσο εύκολη σας φάνηκε η χρήση της συσκευής με το looperpedal?

Δύσκολη	Έτσι κι έτσι	Εύκολη

6. Μείνατε ικανοποιημένος με την εμπειρία σας με το όσο σύστημα?

Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ

7. Σε σχέση με τις συσκευές που διατίθενται στο εμπόριο, το συγκεκριμένο σύστημα

Υστερεί σημαντικά	Λειτουργεί εξίσου καλά	Λειτουργεί καλύτερα	Δεν έχω εμπειρία για να κρίνω

Ερωτήσεις σχετικά με την όλη εμπειρία σας σήμερα

	Διαφωνώ	Ουδέτερο	Συμφωνώ
Ενδιαφέρουσα			
Είχε κάποιες δυσκολίες αλλά θεωρώ ότι κάτι έμαθα			
Μάλλον έχασα το χρόνο μου			
Δεν έχω εξοικειωθεί με την συγκεκριμένη κιθάρα			
Θα χρειαζόμουν περισσότερο χρόνο μέχρι να εξοικειωθώ με τις λειτουργίες του Looperpedal			
Μου φάνηκε ότι ο ήχος είχε καθυστέρηση			
Το looper δεν ανταποκρινόταν στα πατήματά μου			
Δεν έχω ξαναπαίξει με Looper στο παρελθόν αλλά μετά τη σημερινή εμπειρία θα το σκεφτόμουν να αγοράσω ένα			
Έχω ξαναπαίξει με Looper στο παρελθόν και θεωρώ ότι το συγκεκριμένο σύστημα είναι για τα μπάζα			

- Υπάρχει κάτι το οποίο πιστεύετε ότι θα μπορούσε να διορθωθεί ώστε να βελτιωθεί η εμπειρία σας ως χρήστης;

.....

.....

.....

.....

.....

- Θα επιθυμούσατε να έχει κάποιες παραπάνω λειτουργίες;

.....

.....

.....

.....

.....

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Foot pedal / Foot switch

Ποδο-διακόπτης

Looper pedal /Foot switch looper

Επαναληπτικός ποδοδιακόπτης