

Εργασία 2- Τεχνολογία Πολυμέσων

Ξάνθος Ξανθόπουλος – 3170125

Απαιτούμενα:

- .NET Framework 4.8
- ASIO Audio drivers
- NAudio library
- Visual Studio 2019

Περιγραφή Λογισμικού

Το λογισμικό που αναπτύχθηκε είναι ένας ψηφιακός συνθέτης ήχου. Παρέχει δυνατότητα τόσο για Additive Synthesis, Subtractive Synthesis καθώς και FM Synthesis. Είναι ανεπτυγμένο εξ ολοκλήρου σε C# και για το GUI χρησιμοποιήθηκε το WPF. Για την διασύνδεση της εφαρμογής με την κάρτα ήχου χρησιμοποιείται το NAudio framework. Οι δυνατότητες που παρέχει είναι:

- 3 Oscillators με επιλογή ανάμεσα σε 5 κυματομορφές με βασικές δυνατότητες waveshaping, ρυθμιστές συχνότητας(Coarse, Fine, Detune, Phase Offset, Multiplier, Offset) και μη γραμμικό ADSR Envelope
- Master ADSR Envelope
- Biquad filter με δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε LP, BP, και HP και ADSR Envelope για τον έλεγχο του cutoff
- 3x3 FM Matrix για την υλοποίηση οποιουδήποτε αλγόριθμου μεταξύ των διαφορετικών Oscillator
- Delay effect
- Flanger effect
- Polyphony με δυνατότητα 20 φωνών
- Γραφική αναπαράσταση της κυματομορφής κάθε Oscillator ξεχωριστά

Για την γρήγορη παραγωγή και επεξεργασία των samples σε κάποια σημεία χρησιμοποιήθηκαν εντολές AVX για την παραλληλοποίηση κάποιων εντολών. Η κάθε φωνή εκτελείται σε διαφορετικό νήμα. Κάθε φωνή έχει δικούς της Oscillator, Envelopes και FM Matrix τα οποία όμως ελέγχονται ταυτόχρονα από κοινού. Πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με την υλοποίηση του FM που λόγω μια παρανόησης του τύπου και μια απροσεξίας στην υλοποίηση το ηχητικό αποτέλεσμα δεν ήταν το αναμενόμενο ωστόσο το 'λάθος' εντοπίστηκε και διορθώθηκε. Παρακάτω παραθέτω και μια φασματική ανάλυση του FM. Στο αριστερό τμήμα είναι ένας Feedback αλγόριθμος ενώ στο δεξί ένας modulator με έναν carrier.

Επεξήγηση λειτουργιών

- Phase Offset: Αλλάζει την φάση της παραγόμενης κυματομορφής στο δεξί κανάλι από -π έως π.
- Detune: Προσθέτει ή αφαιρεί cents στην νότα που ακούγεται από το δεξί κανάλι.
- Coarse: Προσθέτει ή αφαιρεί semitones από την νότα που παίζεται και στα δύο κανάλια.
- Fine: Προσθέτει ή αφαιρεί cents από την νότα που παίζεται και στα δύο κανάλια.
- Multiplier: Πολλαπλασιάζει την συχνότητα του oscillator. Χρήσιμο ιδιαίτερα στο FM Synthesis
- Offset: Προσθέτει τόσα hertz στην συχνότητα του oscillator. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί καταλληλά σαν LFO.

- Tension: Υψώνει την κυματομορφή σε δύναμη.
- Skew: Επηρεάζει την φάση με τον να την κάνει μη γραμμική ως προς τον χρόνο.

Το σύνθεση των τριών Oscillator γίνεται στο FM Matrix. Κάθε κελί (i, j) ορίζει το πόσο ο Oscillator j κάνει modulate τον Oscillator i . Η παράμετρος που ορίζουν είναι το modulation index. Τα όρια αυτής της παραμέτρου έχουν βρεθεί πειραματικά με βάση την ανάλυση άλλων εμπορικών FM Synth. Η παράμετρος Output ορίζει το ποσοστό του σήματος που βγαίνει από τον κάθε oscillator ώστε να μπορεί να γίνει το επιθυμητό mixing. Η τιμή για κάθε έναν είναι ανεξάρτητη. Δίνεται η δυνατότητα έτσι να παραχθεί οποιοσδήποτε αλγόριθμος FM με 3 Oscillators.

Η υλοποίηση του polyphony γίνεται ως εξής. Για κάθε φωνή υπάρχουν διαφορετικοί oscillators και FM Matrices, Filter και Flanger. Αυτό δίνει την δυνατότητα παράλληλα να υπολογίζονται οι τιμές των Oscillators για διαφορετικά πλήκτρα. Το σήμα από τον κάθε Oscillator διαμορφώνεται από τον ADSR envelope του και πηγαίνει στο FM Panel. Εκεί γίνεται το FM modulation και το mixing και καταλήγουμε με ένα stereo σήμα. Το σήμα αυτό περνάει μέσα από το φίλτρο έπειτα μέσα από το Flanger και τέλος διαμορφώνεται από τον master ADSR envelope. Η το σήμα της κάθε φωνής ενώνεται και περνάει συγκεντρωτικά μέσα από το Delay. Αυτός ο σχεδιασμός μας δίνει την δυνατότητα κάθε φωνή να κάνει retrigger τα envelopes και το filter modulation και επιτρέπει την παραλληλοποίηση με ένα μικρό κόστος στην μνήμη.

Η βιβλιογραφία που μελετήθηκε είναι η παρακάτω:

- Sound Synthesis and Sampling - Martin Russ
- FM Theory & Applications - John Chowning, David Bristow
- The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing - Steven W. Smith
- Computer Sound Design Synthesis Techniques and Programming - Eduardo Reck Miranda
- Designing Audio Effect Plug-Ins in C++ - Will Pirkle