



Εργασία 3

(Προθεσμία: 20 Ιουνίου 2022)

1. Προσθετική Σύνθεση

Να γραφεί μια ρουτίνα “add_synth.m” σε περιβάλλον MATLAB, η οποία θα υλοποιεί προσθετική σύνθεση.

```
y=add_synth(f0, T, fs, profile_name);
```

Η ρουτίνα θα παίρνει ως είσοδο τη θεμελιώδη συχνότητα της νότας f_0 που πρέπει να συνθέσει, τη χρονική διάρκεια που πρέπει να έχει η νότα T sec, τη συχνότητα δειγματοληψία της παραγόμενης νότας fs και το προφίλ της σύνθεσης που πρέπει να ακολουθήσει $profile_name$. Στο φάκελο Εργασίες, θα βρείτε πολλά αποθηκευμένα προφίλ οργάνων A_i , που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε. Η προσθετική σύνθεση θα υλοποιηθεί με τη σχέση:

$$y(t) = \sum_{k=1}^N A_k \cos(2\pi k f_0 t)$$

Στην έξοδο $y(t)$ θα εφαρμοστεί ADSR προφίλ που θα προσεγγίζεται από τη σχέση:

$$env(t) = (1 - e^{-80t})e^{-5t}$$

2. Αφαιρετική Σύνθεση

Να γραφεί μια ρουτίνα “sub_synth.m” σε περιβάλλον MATLAB, η οποία θα υλοποιεί την αφαιρετική σύνθεση ως εξής.

```
y=sub_synth(f0,T,osc_type1,fc1,osc_type2,fc2,fs);
```

Η συνάρτηση θα ξεκινάει με 2 ταλαντωτές. Ο χρήστης θα μπορεί να διαλέξει από 3 τύπους ταλαντωτών (‘rect’, ‘sawtooth’, ‘triangle’), οι οποίοι θα παράγουν αντίστοιχα τετραγωνικούς, πριονωτούς ή τριγωνικούς παλμούς συχνότητας f_0 , ανάλογα με την επιλογή του χρήστη για χρονικό διάστημα T secs. Άρα θα υπάρχουν 2 διαφορετικοί ταλαντωτές, ο καθένας θα φιλτράρεται από διαφορετικό LPF φίλτρο με συχνότητα αποκοπής $fc1$ ή $fc2$ ανάλογα με τον ταλαντωτή. Η συνάρτηση μεταφοράς του LPF δίνεται από τη σχέση:

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}$$

	b_0	b_1	b_2	a_1	a_2
Lowpass	$\frac{K^2 Q}{K^2 Q + K + Q}$	$\frac{2K^2 Q}{K^2 Q + K + Q}$	$\frac{K^2 Q}{K^2 Q + K + Q}$	$\frac{2Q \cdot (K^2 - 1)}{K^2 Q + K + Q}$	$\frac{K^2 Q - K + Q}{K^2 Q + K + Q}$

$$\text{όπου } K = \tan(\pi f_c / f_s) \text{ και } Q = 1/\sqrt{2}.$$

Τα δύο σήματα προστίθενται και στο τελικό εφαρμόζεται το ADSR προφίλ, που είχατε εφαρμόσει και στην προσθετική σύνθεση.

3. Σύνθεση FM

Να γραφεί μια ρουτίνα “fm_synth.m” σε περιβάλλον MATLAB, η οποία θα υλοποιεί τη σύνθεση FM:

$$y = \text{fm_synth}(f_0, T, Q, B, f_s);$$

Η εξίσωση που υλοποιεί τη σύνθεση FM δύο σταδίων είναι η ακόλουθη:

$$y(t) = F_{1env}(t) \cos(2\pi f_0 t + B F_{2env}(t) \sin(2\pi f_m t)),$$

$$\text{όπου } f_m = Q f_0 \text{ και}$$

$$F_{1env}(t) = \begin{cases} 100t^2 & , 0 \leq t < 0.1 \text{ sec} \\ 1 & , 0.1 \leq t < 0.95T \text{ sec} \\ e^{-220.5(t-0.95T)} & , 0.95T \leq t \leq T \text{ sec} \end{cases}$$

$$F_{2env}(t) = e^{-10t}$$

4. Υλοποίηση Μουσικού Κομματιού

Δημιουργείστε ένα πρόγραμμα στο MATLAB που θα δημιουργεί το ακόλουθο μουσικό κομμάτι:



Το κομμάτι ξεκινάει από τη νότα ΝΤΟ στην 4^η οκτάβα (C4). Χρησιμοποιείτε τη σελίδα για να βρείτε τις συχνότητες f_0 των νοτών του κομματιού (<https://pages.mtu.edu/~suits/notefreqs.html>). Για ευκολία, θεωρήστε χρονική διάρκεια του κάθε τετάρτου 0.5 sec και του μισού 1 sec.

α) Χρησιμοποιείτε τον προσθετικό συνθέτη για να υλοποιήσετε το μουσικό κομμάτι, χρησιμοποιώντας τα προφίλ του πιάνου, κλαρινέτου και φλάουτου. Συγκρίνετε τα φασματογραφήματα των παραχθέντων ήχων. Συχνότητα δειγματοληψίας θεωρείστε τα 44100 Hz για μέγιστη πιστότητα.

β) Χρησιμοποιείτε τον αφαιρετικό συνθέτη για να υλοποιήσετε το μουσικό κομμάτι, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα προφίλ:

Προφίλ	osc_type1	fc1 (Hz)	osc_type2	fc2 (Hz)
A	rect	500	sawtooth	700
B	sawtooth	1300	triangle	900
Γ	rect	400	triangle	1000

Συχνότητα δειγματοληψίας θεωρείστε τα 44100 Hz για μέγιστη πιστότητα. Συγκρίνετε τα φασματογραφήματα των τριών προφίλ.

γ) Χρησιμοποιείτε τον FM συνθέτη για να υλοποιήσετε το μουσικό κομμάτι, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα προφίλ:

Προφίλ	Q	B
Δ	1	5
E	2/3	15
ΣΤ	7/5	15

Συχνότητα δειγματοληψίας θεωρείστε τα 44100 Hz για μέγιστη πιστότητα. Συγκρίνετε τα φασματογραφήματα των τριών προφίλ.

5. Υλοποίηση Εφέ Παραμόρφωσης

Να γραφεί μια ρουτίνα “dist.m” σε περιβάλλον MATLAB, η οποία θα υλοποιεί το εφέ της παραμόρφωσης:

$$y = \text{dist}(x, \text{drive});$$

Η τιμή της μεταβλητής drive παίρνει τιμές από 1 ως 95, και δείχνει το ποσό της παραμόρφωσης, που θα προστεθεί στο σήμα. Η παραμόρφωση θα υλοποιηθεί από τις σχέσεις:

$$\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{\text{drive} + 1}{101}\right)$$

$$k = \frac{2a}{1-a}$$

$$y = \frac{(1+k)x}{1+k|x|}$$

Χρησιμοποιήστε τις μελωδίες που βγάλατε από τους 3 συνθέτες πιο πάνω και περάστε την έξοδο τους από το εφέ dist για τιμές drive=50 και drive=90. Δείτε τα φασματογραφήματα που βγάζουν και συγκρίνετε τα με τα αρχικά. Τι παρατηρείτε ?

Ξάνθη, 24/5/2022

Note	Frequency (Hz)
C3	130.81
D3	146.83
E3	164.81
F3	174.61
G3	196.00
A3	220.00
B3	246.94