



Traitement du signal - TP1

MAIN 4 - 2019-2020

H. Boutin

NB: plusieurs signaux sont destinés à être écoutés durant ce TP. Pour éviter tout risque de dommage auditif, avant chaque écoute, veuillez à réduire le son du haut-parleur de votre ordinateur!

Partie 1: Signaux temporels

On souhaite créer avec matlab quatre signaux temporels de durée 2 s pour $t \in [-1s, 1s]$, échantillonnés à $F_s = 8 \text{ kHz}$:

- un échelon $U(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ 1 & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$
- une rampe de pente a : $r(t) = at$
- un signal rectangulaire de fréquence $f = 55 \text{ Hz}$, d'amplitude A et de rapport cyclique α
- une sinusoïde de fréquence $f = 55 \text{ Hz}$, d'amplitude A et de phase à l'origine ϕ

Pour cela :

1. créer un vecteur temporel t_{vect} ;
2. créer les vecteurs correspondant à chaque signal, pour différentes valeurs de a , A , α et ϕ :
 - $a = 0.1, 1$ et 5 ;
 - $A = 1$ et 2 ;
 - $\alpha = 0.1, 0.5$ et 0.75 ;
 - $\phi = 0, \pi/4$ et $\pi/2$
3. affichage:
 - exécuter la commande **plot(x)** de matlab pour les différents signaux x définis, et afficher les résultats sur une même figure (p.ex. **figure(1), hold on;**);
 - exécuter la commande **plot(t, x)** de matlab pour les différents signaux x définis, et afficher les résultats sur une même figure (p.ex. **figure(2), hold on;**);
 - comparer les figures et interpréter les commandes exécutées.
4. Calculer et comparer la puissance moyenne des signaux en fonction de a , A , α et ϕ .

Partie 2: Synthèse additive

Deux signaux audio ont été enregistrés à la fréquence d'échantillonnage 44.1 kHz, et leurs harmoniques ont été séparées à l'aide d'un banc de filtres. Ils sont sauvegardés sous forme de 2 matrices: "son1.mat" et "son2.mat". Chaque colonne correspond à une harmonique du signal audio.

1. Importer ces sons dans matlab. Pour cela, placer ces fichiers dans le répertoire courant, puis exécuter les instructions suivantes: `load("son1.mat"); load("son2.mat");`

2. Visualiser les différentes harmoniques.

Pour l’affichage, il faut créer un vecteur temporel **t_vect** de même taille que le signal audio. Pour cela, il faudra déterminer le nombre de points N du signal audio en utilisant la fonction **size** de matlab. Le vecteur temporel s’écrit alors: $\mathbf{t_vect} = (0 : N - 1) / F_{ech}$.

3. Visualiser les spectres des différentes harmoniques.

Pour cela, on utilisera la fonction **fft** de matlab (utiliser **help fft**; si besoin). Pour chaque harmonique (i.e. chaque colonne des matrices), le résultat est un spectre de même taille que le signal temporel, N points, représentant les fréquences de l’intervalle $[0, F_{ech}]$.

Pour l’affichage, il faudra donc créer un vecteur de N points fréquentiels : $kF_{ech}/N, k \in [0, N - 1]$.

4. Calculer et afficher l’énergie totale de chaque harmonique en fonction de sa fréquence.

5. Reconstituer le signal par **synthèse additive**:

- ajouter chaque harmonique une à une.
- après l’ajout de chaque harmonique, observer et écouter le résultat.

De quel type de signal audio s’agit-il? A partir de quel harmonique perçoit-on des différences; quelles sont leurs fréquences? Quelles sont ces différences?

Partie 3: Mesures vibratoires

On souhaite mesurer la réponse fréquentielle de la table d’harmonie d’une guitare classique, c’est-à-dire l’amplitude de sa vibration lorsqu’elle est excitée aux fréquences audibles comprises entre 20 Hz et 6 kHz. Pour cela, on connecte la table d’harmonie à un pot vibrant alimenté par un "sinus glissant" (signal sinusoïdal de fréquence variant linéairement avec le temps), puis on mesure sa vibration à l’aide d’un accéléromètre.

1. créer avec la fonction **chirp** de matlab le signal d’excitation à envoyer au pot vibrant, d’une durée de 3 s et échantillonné à 8 kHz. (Utiliser **help chirp**; si besoin).
2. Observer (**plot**) et écouter (**soundsc**) le signal obtenu. (Avant chaque écoute, veillez à réduire le son du haut-parleur de votre ordinateur!)
3. Décrire le phénomène observé / écouté, et corriger le signal pour l’adapter à la mesure sur l’intervalle de fréquences souhaité.