

FIEB07AM : Traitement du Signal

Contrôle Final - Durée de l'épreuve : 1h

Vous écrierez tout le code dans un script nommé *CC_FIEB07AM_VotreNom.m*. *VotreNom* étant bien sûr à remplacer par votre nom ! Vous déposerez ce script sur AMETICE en fin de séance en vérifiant que le dépôt a bien été effectué. Tout script non reçu équivaldra à une note de zéro ! Les réponses qui nécessitent un développement mathématique seront rédigées directement dans ce script, sous forme de commentaires. N'oubliez pas de commenter votre code et de reporter les numéros des questions. Tous documents et accès à internet interdits.

Partie I. Analyse du Signal (11 points)

1. En utilisant la commande *audioread*, charger les données contenues dans le fichier *13918_AV.wav*. Ce signal correspond à l'enregistrement sonore d'un battement cardiaque, un phonocardiogramme de la valve aortique¹ (1 point).
2. Créer le vecteur temporel associé à ce signal (1 point).
3. Tracer le signal en fonction du temps (1 point).
4. Nommer les axes et mettre un titre (1 point).
5. Calculer la transformée de Fourier discrète de ce signal (spectres bilatéraux) (1 point).
6. Calculer le module et la phase de cette transformée de Fourier (1 point).
7. Créer le vecteur fréquentiel associé à ces spectres (1 point).
8. Tracer le spectre bilatéral en amplitude, nommer les axes et mettre un titre (1.5 point).
9. Sur le même graphe, tracer le spectre bilatéral en phase, nommer les axes et mettre un titre (1.5 point).
10. En vous appuyant sur l'écoute du signal (*soundsc*), quels signaux parasites souhaiteriez-vous supprimer ? (1 point).

Partie II. Traitement du Signal (9 points)

On va maintenant chercher à supprimer cette bande de fréquences parasites en utilisant un filtre numérique passe bas d'ordre quatre et de fréquence de coupure 120Hz . L'équation aux différences caractérisant ce type de filtre dans le domaine temporel est la suivante :

$$s(n) + a_1 \cdot s(n-1) + a_2 \cdot s(n-2) + a_3 \cdot s(n-3) + a_4 \cdot s(n-4) = b_1 \cdot e(n) + b_2 \cdot e(n-1) + b_3 \cdot e(n-2) + b_4 \cdot e(n-3) + b_5 \cdot e(n-4)$$

1. S'agit-il d'un filtre récursif ou non récursif ? Vous justifierez votre réponse (0.5 point).
2. Exprimer la transformée en z de l'équation précédente (1 point).
3. En déduire l'expression de la fonction de transfert $H(z)$ de ce filtre (1 point).
4. Identifier les vecteurs A , en fonction de a_1 , a_2 , a_3 et a_4 , et B , en fonction de b_1 , b_2 , b_3 , b_4 et b_5 , à fournir à la fonction *filter* de Matlab (1 point).
5. En utilisant la fonction *butter* de Matlab, générer les vecteurs A et B puis filtrer le signal (1 point).
6. Afficher le signal filtré dans un nouveau graphe (0.5 point).
7. Calculer et afficher dans un nouveau graphe les spectres de module et de phase monolatéraux de la FFT de ce nouveau signal. (2 points).
8. En utilisant la fonction Matlab : $[h,f] = \text{freqz}(b, a, N, fs)$, affichez la réponse en amplitude de ce filtre. Pourquoi le résultat est-il satisfaisant ? (2 points).

1. https://physionet.org/content/circor-heart-sound/1.0.1/training_data/