Université Badji Mokhtar Annaba
Département d'électronique

TP3 : Master Système de télécommunications
Introduction au filtrage numérique

Objectif : Le but de ce TP est de commencer à utiliser et à analyser les filtres numériques. Il s'agit surtout d'apprendre à utiliser des instructions en Matlab qui vont nous permettre d'appliquer ces filtres numériques et aussi de les analyser. On rappelle que les filtres numériques sont divisés en deux familles à savoir :

- Les filtres numériques à réponse impulsionnelle de durée finie (RIF) : représentés dans le domaine temporel par une équation de convolution discrète.
- Les filtres numériques à réponse impulsionnelle de durée infinie (RII) : représentés dans le domaine temporel par une équation aux différences finies

Travail à réaliser : Partie 1 Dans cette partie, nous allons nous intéresser à l'implémentation d'un filtre numérique RIF à l'aide de l'instruction ***conv.*** Nous allons prendre deux filtres numériques simples l'un passe-bas et l'autre passe-haut composé chacun de trois échantillons uniquement. Ces filtres seront donc appliqués à des signaux de simulation.

- Générer un vecteur x contenant une somme de deux sinusoïdes de fréquences, par exemple, 15Hz et 30Hz et d'amplitude1 pour les deux composantes. Ce vecteur x doit contenir 100 échantillons.
- Tracer ce vecteur x.
- Rajouter à ce vecteur un bruit avec l'instruction ***rand*** dont l'amplitude est entre 0 et 1.
- Tracer de nouveau le vecteur résultat.
- Générez une réponse impulsionnelle d'un filtre passe-bas. (en utilise un filtre binomial dont la réponse impulsionnelle est ***h=[0.25 0.5 0.25]***)
- Génerez une réponse impulsionelle d'un filtre passe-haut. (en utilise un filtre binomial dont la réponse impulsionnelle est g***=[-0.25 0.5 -0.25]***)
- Filtrez le signal x en utilisant la fonction **conv** pour les 02 cas (ci-dessus : h et g).
- Pour chacun tracer les signaux obtenus y1 et y2 (y1 la sortie du passe-bas et y2 la sortie du passe-haut) et commentez.
- Vérifiez si y1+y2 est identique à x (signal d'entrée) en les traçant sur la même courbe avec deux couleurs différentes. Que pouvez-vous dire ?
- Refiltrez y1 et y2 respectivement en utilisant de nouveau h et g. Vérifiez les résultats obtenus et expliquez ce qui c'est passé.

Partie 2. Filtrage d'u signal audible Dans cette partie, nous allons appliquer les mêmes filtres (ci-dessus) à un signal de parole.

Remarque : *Si le fichier wave est* ***stéréophonique*** *alors ce fichier wave est composé de deux parties ou deux pistes(deux signaux gauche et droit). Il faut donc prendre un seul.*

Par exemple en écrivant:
x=wavread('c:\nom du fichier))
xd=x(:,1) ;
Puis l'addition du bruit et la convolution doivent être appliquées à xd et non pas à x

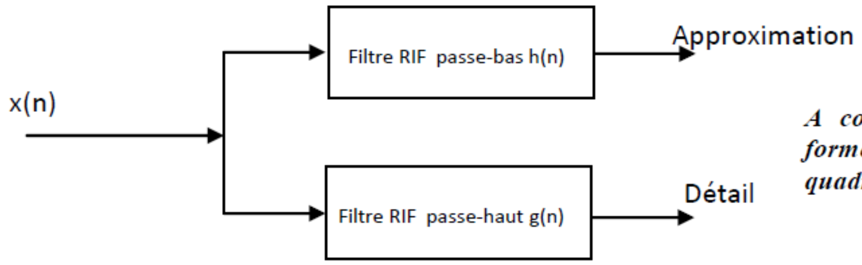
- Additionner un bruit au signal de la parole x (à lire d'un fichier wave).
- Générez une réponse impulsionnelle d'un filtre passe-bas. ***h=[0.25 0.5 0.25]***)
- Générer une réponse impulsionnelle d'un filtre passe-bas dont le nombre d'échantillons est 5 puis 9 par : ***h1= conv(h,h) puis h2=conv(h1,h1).***
- Génerez une réponse impulsionelle d'un filtre passe-haut. g***=[-0.25 0.5 -0.25]***)

- Générer une réponse impulsionnelle d'un filtre passe-haut dont le nombre d'échantillons est 5 puis 9 par : ***g1= conv(g,g) puis g2=conv(g1,g1)***.
- Filtrez le signal en utilisant la fonction **conv** pour les cas suivants : yb1=conv(x,h) yb2=conv(x,h1), yb3=conv(x,h2), yh1=conv(x,g), yh2=conv(x,g1), yh3=conv(x,g2)
- Dans chaque cas écouter le son filtré et tracer le ainsi que son spectre d'amplitude
- Que remarquez –vous ?
- Effectuez les opérations suivantes : xr1=yb1+yh1, xr2=yb2+yh2, xr3=yb3+yh3
- Tracez ces trois signaux résultats ainsi que leurs spectres d'amplitude et écoutez-les.
- Comparez ces trois signaux xr1, xr2 et xr3 au signal initial x. Que pouvez-vous conclure ?

Partie 3 Dans cette partie, nous allons appliquer les mêmes filtres (ci-dessus) à un signal de parole bruité. Comme nous allons aussi déterminer la réponse fréquentielle de ces filtres et nous introduisons la notion de **temps de groupe.** On rappelle que les filtres numériques RIF peuvent être à phase linéaire. C'est-à-dire que le déphasage apporté par ce type de filtre numérique peut varier d'une manière linéaire par rapport à f. Ceci est une caractéristique très sollicitée dans le cas des filtres numériques. Le temps de groupe est la dérivée par rapport à f de la phase du filtre.

$$\tau_g = \frac{d\varphi_H(f)}{df}$$

A cet effet, si la phase du filtre est linéaire par rapport à f, son temps de groupe sera une constante. Sinon, le temps de groupe varie. En fonction de la variabilité du temps de groupe nous pouvons déduire l'importance de la non linéarité de la phase du filtre par rapport à f. Egalement, nous allons introduire une nouvelle notion sur les filtres numériques à savoir les filtres miroirs en quadrature. Il s'agit de deux filtres numériques l'un passe-bas et le second passe-haut appliqués simultanément sur le même signal de sorte à partager son spectre en deux parties de largeurs spectrales égales l'une contenant les fréquences basses du signal et la seconde les fréquences hautes du signal. On dit alors que la sortie du filtre passe-bas c'est les approximations du signal et la sortie du passe-haut c'est les détails du signal.



A condition sur h(n) et g(n) forment deux filtres miroirs en quadrature

1. Charger un fichier audio (.wav) avec (**y=wavread('c:\nom du fichier)**)
2. Ecouter ce signal et afficher son spectre. (**plot(abs(fft())).**
3. Additionner un bruit blanc à ce signal.
4. Générer les deux filtres h,g dont les réponses impulsionnelles sont (h=[0.25 0.5 0.25], g[0.25 -0.5 0.25])
5. Quel est la nature de ces deux filtres ?
6. Tracer la réponse fréquentielle. (**Freqz()**) Est t-il à phase linéaire ?
7. En utilisant la fonction **grpdelay ()** donner le retard du groupe**.**
8. Préciser la fréquence de coupure fc.
9. Ces deux filtres h et g, respectivement passe-bas et passe-haut, peuvent être appelés Miroirs. Pourquoi ?
10. Générer h1=conv(h,h) et g1=conv(g,g).
11. Filtrer le signal bruité en utilisant h, h1. Ecouter le signal, affiché le spectre.
12. Même chose pour g, g1.
13. Comparer entre les filtres.