

L3 EEEA/INFO

Traitement Avancé du Signal et des Images

TP N°3 : Filtres à réponse impulsionnelle infinie

Sébastien Adam & Maxime Berar & Aldo Moscatelli

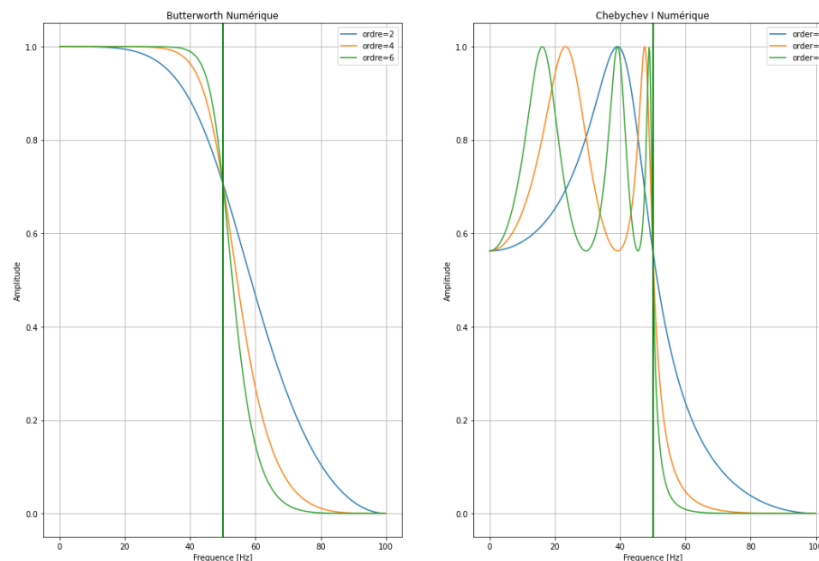
Exercice 1 – Comparaison des filtres standards

Comme vous l'avez vu en cours, une possibilité pour concevoir des filtres numériques est de transposer des filtres analogiques "connus" dans le monde du numérique. Pour ce faire, python et plus particulièrement le package `scipy.signal` s'occupent (quasiment) de tout grâce à deux fonctions importantes (ici dans le cas d'un filtre de Butterworth) :

- <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.signal.butter.html> : cette fonction permet de générer les coefficients a et b de la réponse d'un filtre à Réponse impulsionnelle infinie avec le modèle de Butterworth. Elle peut travailler en version "analogique" ou en "version numérique". On s'intéressera ici à la version numérique d'un filtre passe-bas. La fonction devra recevoir en entrée l'ordre du filtre et sa fréquence de coupure (lire la doc)
- <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.signal.cheby1.html> : cette fonction permet de générer les coefficients a et b de la réponse d'un filtre à Réponse impulsionnelle infinie avec le modèle de Chebychev de type I. Elle peut également travailler en version "analogique" ou en "version numérique". On s'intéressera ici à la version numérique d'un filtre passe-bas. La fonction devra recevoir en entrée l'ordre du filtre, sa fréquence de coupure (lire la doc) et l'atténuation souhaitée en bande passante.
- <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.signal.freqz.html> : cette fonction permet, à partir des coefficients a et b , de calculer la réponse fréquentielle d'un filtre donné.

On vous demande, dans cet exercice, de comparer les réponses spectrales des filtres de Butterworth et Chebychev I, dans leurs versions numériques, pour des valeurs d'ordre de 2, 4 et 6, afin de retrouver les propriétés importantes vues en cours. Vous étudierez aussi l'impact de la valeur de l'atténuation dans le cas de Chebychev.

Votre résultat devra ressembler à cela :



Exercice 2 – Application d’un filtre de Butterworth sur un signal

On considère le signal $x(t) = \sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi f_2 t) + \sin(2\pi f_3 t)$ avec $f_1 = 5Hz$, $f_2 = 20Hz$, $f_3 = 35Hz$. Pour ce TP, on considèrera ce signal pour des valeurs de $t \in [0, 1]$, avec une fréquence d’échantillonnage $F_e = 512$.

1. Tracer le signal $x(t)$ sur l’intervalle de temps $[0, 1]$
2. Afficher le spectre du signal $x(t)$ entre $-F_e/2$ et $F_e/2$ puis entre -40 et 40
3. On souhaite éliminer f_2 du signal. Quel type de filtre faut-il mettre en oeuvre ?
4. Faire la synthèse de ce filtre en utilisant un filtre de Butterworth. Faire varier les paramètres (largeur de bande, ordre du filtre). Pour cette partie, vous utiliserez la sortie ‘sos’ de la fonction **butter**
5. Appliquer ce filtre (**signal.sosfilt**) au signal x et afficher le signal resultat, ainsi que son spectre
6. Mesurer l’erreur entre le signal attendu et le signal obtenu. De quels échantillons vient cette erreur ?