

TP 2: Filtrage numérique

Olivier Company*

2011

1 Partie 1 : Influence de la fréquence d'échantillonnage

Nous allons travailler à partir du fichier *TP2.xls* onglet *sin10Hz*. Ce fichier correspond à l'acquisition d'une mesure en fonction du temps (une mesure toutes les 0.001s). Le signal est un sinus parfait à 10Hz. La première colonne du fichier représente le temps auquel a été faite la mesure (les temps sont classés dans l'ordre chronologique). La seconde colonne représente la mesure.

Compléter le tableau pour des fréquences d'échantillonnage de 100Hz, 25Hz et 12,5Hz.

Tracer l'évolution de la mesure en fonction du temps pour chacune des fréquences d'échantillonnage.

Déterminez la fréquence apparente dans chacun des cas. Que constatez-vous et pourquoi ?

2 Influence de la quantification

Nous allons travailler à partir du fichier *TP2.xls* onglet *sin1Hz*. Les données (sinus à 1Hz) sont échantillonnées à 100Hz avec un pas de quantification plus petit que 10^{-8} .

Compléter le tableau pour des pas de quantification de 0,01, 0,1 et 0,2.

Tracer l'évolution de la mesure en fonction du temps pour chacun des pas de quantification.

Commentez le résultat.

3 Filtrage avec moyenne ou médiane glissante

Nous allons travailler à partir du fichier *TP2.xls* onglet *Signal avec bruit*. Le signal est composé d'un sinus à 5Hz avec un bruit aléatoire de grande amplitude. De plus, le pas de quantification est grand (0,1).

Compléter la feuille pour la moyenne et la médiane glissante sur 5 et 1 à éléments.

Tracez les signaux obtenus

Quelle est la fonction réalisée par ce type de traitement numérique de l'information ?

4 Filtre récursif

Nous allons travailler à partir du fichier *TP2.xls* onglet *Filtre*.

A partir d'un signal présentant les mêmes caractéristiques que celui de la partie précédente, nous allons maintenant mettre en place des filtres passe-bas récursifs (voir explications dans la partie *Annexe*) du premier ordre dont les fréquences de coupure sont respectivement 10, 2 et 20 Hz.

Compléter la feuille pour les 3 filtres récursifs.

Tracer le signal de sortie pour les 3 filtres récursifs.

Le résultat obtenu est-il celui attendu ?

D'après vous, quel est le filtre le plus efficace entre la moyenne ou médiane glissante et le filtre récursif du premier ordre

Annexe

Filtre récursif

On suppose qu'on veut reproduire en numérique la fonction de transfert $H(j\omega)$. On remplace dans H , $j\omega$ par :

$$\frac{2}{T_e} \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} \quad (1)$$

*Université Montpellier 2 (company@lirmm.fr)

On obtient alors une fonction $H(z)$ qui peut se mettre sous la forme :

$$H(z) = \frac{A_0 + A_1 z^{-1} + A_2 z^{-2} + \dots}{1 + B_1 z^{-1} + B_2 z^{-2} + \dots} \quad (2)$$

ce qui nous donne l'équation de récurrence

$$y_k = -B_1 y_{k-1} - B_2 y_{k-2} - \dots - A_0 x_k + A_1 x_{k-1} + A_2 x_{k-2} + \dots \quad (3)$$

Application pour un passe-bas du premier ordre

Par exemple, pour un passe bas du premier ordre, nous avons la fonction de transfert :

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}} \quad (4)$$

Donc, en remplaçant selon l'équation (??) :

$$H(z) = \frac{1}{1 + \frac{2}{\omega_0 T_e} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}} \quad (5)$$

$$H(z) = \frac{\omega_0 T_e (1 + z^{-1})}{\omega_0 T_e (1 + z^{-1}) + 2(1 - z^{-1})} \quad (6)$$

$$H(z) = \frac{\frac{\omega_0 T_e}{\omega_0 T_e + 2} + \frac{\omega_0 T_e}{\omega_0 T_e + 2} z^{-1}}{1 + \frac{\omega_0 T_e - 2}{\omega_0 T_e + 2} z^{-1}} \quad (7)$$