

M1 IPCC : Traitement du Signal 1

TP : Transformée de Fourier Discrète

Ce TP utilise scilab, un logiciel de simulation numérique. Pour le lancer, sous linux, placez-vous dans votre répertoire de travail et tapez "scilab &" dans une fenêtre terminal. On peut soit taper directement les instructions dans la fenêtre de commande qui apparaît (scilex), soit exécuter un script stocké dans un fichier toto.sce par l'instruction `exec("toto.sce")`. On peut afficher l'aide en ligne sur une fonction par `help` suivi du nom de la fonction.

Scilab calcule les TFD par FFT. Pour une séquence temporelle x , l'instruction est `fft(x, -1)` pour une TFD, `fft(X, 1)` pour une TFD inverse. La TFD qui résulte de l'instruction `fft` est représentée sur l'intervalle des fréquences normalisées $[0; 1]$. Pour obtenir la représentation habituelle sur $[-1/2; 1/2]$, il faut faire `X=fftshift(X)`.

Téléchargez dans votre répertoire de travail le contenu du fichier zip ci-joint.

1 Analyse spectrale d'un signal sinusoïdal

- 1) Ouvrez TP_1.sce. Ce programme scilab génère $N = 64$ échantillons d'un signal sinusoïdal de fréquence 7,5 kHz échantillonné à 16 kHz, calcule la FFT de cette séquence et représente dans la même fenêtre d'une part les 20 premiers échantillons du signal, d'autre part le spectre d'amplitude de ce signal.
 - Quel est le spectre théorique du signal ?
 - Après avoir analysé le programme, lancez-le et commentez les figures : pourquoi la sinusoïde échantillonnée ressemble-t-elle si peu à une sinusoïde ? En quoi et pourquoi le spectre observé diffère-t-il du spectre théorique ?
- 2) Changez la fréquence d'échantillonnage : 64 kHz au lieu de 16. Relancez le programme avec un nouveau numéro de fenêtre graphique (`xset("window", 1)`) pour ne pas effacer la figure précédente. Que se passe-t-il ? Cela améliore-t-il la finesse de l'analyse spectrale ? Pourquoi ?
- 3) En gardant cette fréquence d'échantillonnage de 64 kHz, augmentez le nombre d'échantillons du signal : $N = 4096$. Interprétez le résultat.



Gaël Mahé, Université Paris 5 / UFR math-info, 2004.

La diffusion de ce document est régie par une [Licence Creative Commons](#)

2 Analyse spectrale de signaux harmoniques

1) Reprendre le programme précédent avec les données suivantes : $F_e = 8000$ Hz et $N = 64$ ou 256 . Générer un signal x composé de 2 sinusôides de fréquences respectives 1000 et 1160 Hz. Observez le spectre pour les 2 valeurs de N et interprétez.

2) Le signal est maintenant chargé à partir d'un fichier son : $x = \text{wavread}('fe_a.wav')$;. On en prélève N échantillons pour l'analyse : $x = x(1 : N)$;. Il s'agit d'un [a] prononcé avec une fréquence fondamentale de 160 Hz. Ce signal est donc composé d'harmoniques dont les fréquences respectives sont espacées de 160 Hz. D'après les résultats de la question précédente, quelles est la valeur minimale de N pour observer la structure harmonique du spectre ? Testez votre proposition.

3) Ouvrez le fichier TP_2b.sce. Ce fichier génère et affiche un signal $x(n)$ triangulaire périodique de fréquence $f_0 = 70$ Hz, ainsi que son spectre. Le spectre théorique d'un tel signal est un spectre de raies tel que représenté sur la figure 2, avec une décroissance en $1/\nu^2$. Générez et affichez son spectre. Le nombre d'échantillons $N = 256$ est-il suffisant pour la résolution spectrale nécessaire ici ? Pourquoi le spectre ressemble-t-il si peu à un spectre de raies ? Proposez et testez une solution.

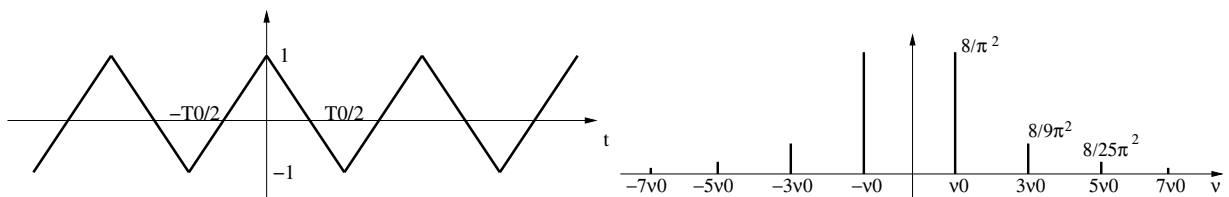


FIG. 1 – Représentations temporelle et fréquentielle d'un signal périodique triangulaire.

3 TFD et convolution

Ouvrez le fichier TP_3.sce. Ce programme génère une séquence discrète x de longueur N , et calcule puis affiche :

- $y1$ = convolution de x par lui-même ;
- $y2$ = TFD inverse de $X(k)^2$.

Quelles sont les longueurs respectives de $y1$ et $y2$. Pourquoi sont-ils différents ? Faites les modifications nécessaires pour que $y1 = y2$.

4 Sources

- L. Lecornu et D. Leroux, TP Analyse temps-fréquence, ENST Bretagne, 2004-2005.
- H. Chuberre, TP Signaux et systèmes, ENSSAT, 2000-2001.
- O. Sentieys, TP Traitement Numérique du Signal, ENSSAT, 2000-2001.