Chapitre 2

BE2 : Traitement stochastique de signaux discrets

2.1 Etudes de quelques signaux à l'aide des fonctions de corrélation

Charger le fichier de données $data\_BE1.mat$. Celui-ci comprend les données suivantes :

— F_s la fréquence d'échantillonnage des signaux ;

— Sig_q1 : les échantillons d'un signal bruité destiné à l'étude de la question 2.1.1 ;

— Sig_emis et Sig_retour : les signaux pour l'étude de la question 2.1.2 ;

— $Sig\_spectral$: un signal pour l'étude de la question 2.1.3.

2.1.1 Extraction d'un signal du bruit

1. Charger le fichier de données $data\_BE1.mat$.
2. Représenter le signal Sig_q1 et son autocorrélation (xcorr) calculée sur environ 100 points.
3. Peut-on en déduire les caractéristiques du signal ?

2.1.2 Mesure d'un temps de parcours

Le signal Sig_emis est généré par une source. Sa réflexion sur un obstacle permet de récupérer le signal Sig_retour.

1. Représenter les deux signaux.
2. Calculer et représenter, pour un décalage maximum de 1000, les fonctions d'autocorrélation des deux signaux.
3. Calculer et représenter l'intercorrélation du signal retour et du premier signal émis.
4. Quelle courbe permet de calculer le temps de parcours ? Pourquoi ?
5. Quel est ce temps de parcours ?

2.1.3 Estimation spectrale

1. Représenter le signal $Sig\_spectral$
2. Calculer et représenter l'autocorrélation de ce signal avec un décalage maximum de 20 points. Que peut-on en déduire ?
3. Périodogramme simple : analyse spectrale simple. Calculer et représenter le module de la transformée de Fourier du signal étudié.
4. Corrélogramme du signal. Calculer la transformée de Fourier de la fonction de corrélation du signal et représenter son module.

2.2 Utilisation des fonctions de corrélation pour la caractérisation des systèmes

Avec les propriétés des différentes fonctions de corrélation des signaux entrée/sortie d'un système excité par un signal de type bruit blanc, il est possible de caractériser un certain nombre de paramètres de la fonction de transfert modélisant ce système.
Un système linéaire discret invariant dans le temps peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$y(t) = \sum_{k=0}^{+\infty} h_k x(t - kT_e)$$

où les h_k sont les coefficients de la réponse impulsionnelle du système. A partir de l'expression précédente il apparaît que

$$R_{yx}(i) = \sum_{k=0}^{+\infty} h_k R_{xx}(i-k)$$

Si le signal d'excitation $x(t)$ est assimilable à un bruit blanc on a $R_{xx}(i) = \sigma^2\delta(i)$, l'expression de l'intercorrélation $R_{yx}(i)$ est alors donnée par :

$$R_{yx}(i) = h_i R_{xx}(0) = h_i\sigma^2$$

Ainsi cette intercorrélation permet de retrouver les coefficients de la réponse impulsionnelle du système.

2.2.1 Filtre à réponse impulsionnelle finie

Générer un signal aléatoire seuillé (fonction **randn** et **sign**) de longueur 127. En utilisant la fonction **filter**, calculer la réponse du système

$$G(z) = 2 + 3z^{-1}$$

à ce signal. Calculer et tracer les différentes intercorrélations et autocorrélations. Retrouver les paramètres de la fonction de transfert avec ces fonctions.

2.2.2 Filtre à réponse impulsionnelle infinie

Calculer la réponse du système suivant

$$G(z) = \frac{0.3}{1 - 0.7z^{-1}}$$

au signal aléatoire seuillé. Calculer et tracer les différentes intercorrélations et autocorrélations. Que peut-on obtenir comme renseignement sur la fonction de transfert ?

2.2.3 Cas général

Charger le fichier `mystere.mat`, ce fichier de données contient les variables suivantes :

- Fs : la fréquence d'échantillonnage des signaux.
- mystere : les échantillons de l'entrée et de la sortie d'un système.

Que pouvez-vous dire sur les différentes caractéristiques de la fonction de transfert modélisant ce système.