Analyse Spectrale - TP n2

Mathieu Chalvidal

January 2019

1 Analyse spectrale haute résolution

On dispose d'un signal bruité contenant plusieurs composantes harmoniques dont on désire estimer les fréquences. Le signal est disponible dans le fichier signal.mat, il a été échantillonné à Fe = 1 kHz et est constitué de N = 100 échantillons.

1.1 1.1 Estimation du nombre de composantes

Représenter les valeurs propres de la matrice de corrélation (utiliser une échelle logarithmique pour l'axe des ordonnées). Conclure sur le nombre de composantes harmoniques présentes dans ce signal.

La figure présente les valeurs propres ordonnées de la matrice de corrélation $R = y.y^t$ en échelle logarithmique. Le tracé distingue 2 valeurs propres non négligeables (droite du tracé)

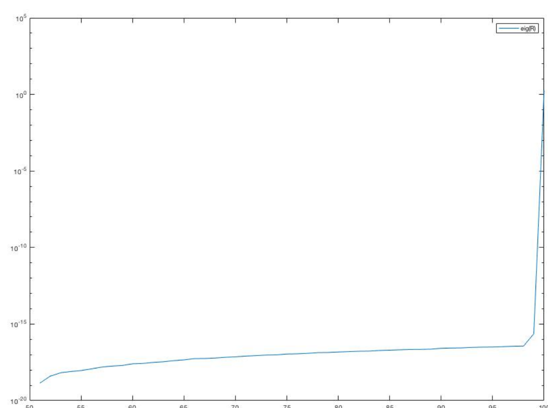

Figure 1: Valeurs propres ordonnées de la matrice de corrélation R en échelle logarithmique

1.2 Estimation des fréquences, méthodes non paramétriques

Nous utilisons une méthode paramétrique d'estimation des composantes fréquentielles du système par périodogramme que nous superposons à la transformée de Fourier du signal et la transformée de Fourier du signal filtré par une fenêtre de Hamming (figure 2 et 3). Les tracés en échelle linéaires et logarithmiques confirment la présence de 2 composantes fréquentielles distinctes. Sachant la fréquence d'échantillonage Fe = 1 kHz, Nous obtenons des composantes fréquentielles proche de 0.032 0.033 HZ.

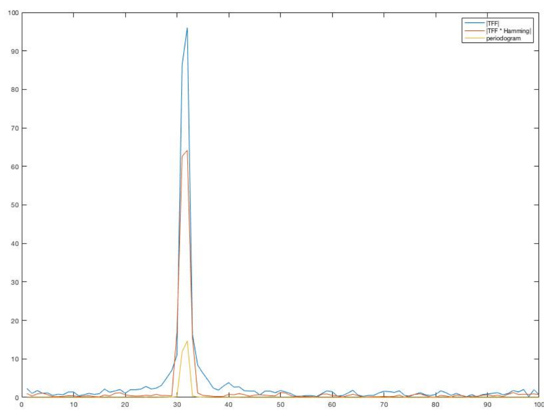

Figure 2: Tracé du périodogramme, FFT direct et FFT avec fenêtre de Hamming en échelle linéaire

1.3 Estimation des fréquences, méthodes paramétriques

Nous utilisons ici les critère de MUSIC et ESPRIT pour estimer plus précisement les composantes fréquentielles du signal à l'aide de la matrice de corrélation estimée du signal Y.

Le pseudo-spectre MUSIC est tracé à partir de la fonction pmusic(y,[4 10]) où 4 désigne la dimension maximale du sous-espace propre non nul de la matrice de corrélation et 10 est le seuil tel que les vecteurs propres de valeur propre supérieure à $\lambda_{min} * 10$ soient associé au sous-espace propre associé au bruit. Nous obtenons donc un résultat similaire avec des composantes fréquentielles proche de 0.032 0.033 HZ.

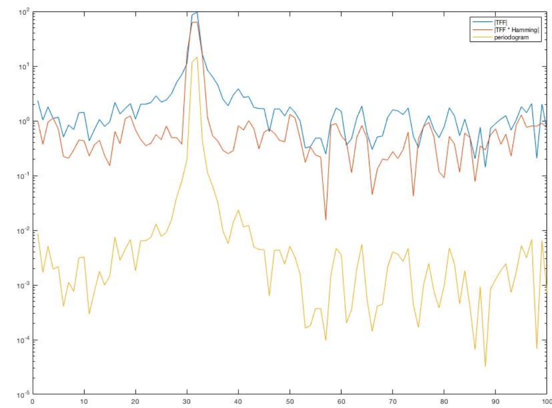

Figure 3: Tracé du périodogramme, FFT direct et FFT avec fenêtre de Hamming en échelle logarithmique

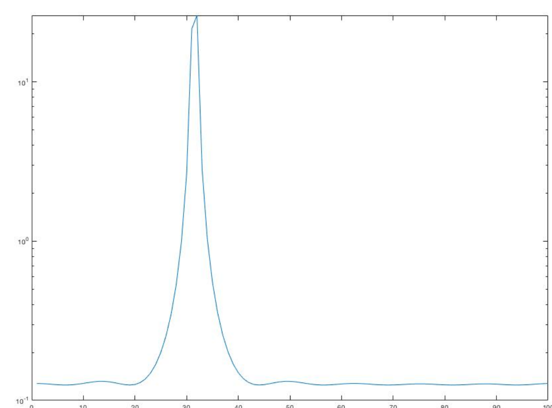

Figure 4: Tracé du pseudospectre de MUSIC pour un sous-espace propre de dimension<4 et tel que $\lambda > 10\lambda_{min}$

Nous utilisons enfin la méthode ESPRIT par minimisation des moindres carrés afin d'obtenir les fréquences des composantes sinusoïdales. Nous utilisons la fonction esprit ls(Y,2,50) qui permet de calculer les fréquences des 2 plus grandes valeurs du critère pour une fenêtre de 50. A nouveau nous obtenons des valeurs proches des résultats précédents.

$argmaxESPRIT = \{0.3081, 0.2997\}$