

Traitement de signal TP : Modélisation autorégressive

1. Modélisation autorégressive d'un signal de bruit de structure

Le signal à modéliser $b(t)$ est issu du contrôle non destructif ultrasonore d'une pièce d'acier. Il s'agit d'un signal de bruit de structure. En utilisant l'instruction `load bruit_structure`, le signal $b(t)$, le vecteur des temps et la fréquence d'échantillonnage sont chargés dans l'environnement de travail.

1. Déterminez un estimateur de la fonction d'autocorrélation du signal à l'aide de la fonction `xcorr.m` utilisée avec l'argument d'entrée 'biased'.
2. Proposez un modèle autorégressif à 10 coefficients du signal de bruit de structure à partir des fonctions `levinson.m`, `randn.m` et `filter.m`.
3. Afin de vérifier la pertinence de la modélisation dans un premier temps dans le domaine temporel, calculez la fonction d'autocorrélation du signal autorégressif synthétisé et comparez-la à la fonction d'autocorrélation du bruit de structure. Vous pourrez les superposer sur la même figure.
4. Vous allez comparer les contenus fréquentiels du bruit de structure et du signal autorégressif synthétisé. A partir des coefficients du modèle et de la variance du bruit blanc d'entrée, déterminez la densité spectrale de puissance (DSP) théorique $S_{th}(f)$ du signal modélisé. Calculez également les périodogrammes de Welch $\hat{S}_b(f)$ du bruit de structure et $\hat{S}_i(f)$ du signal synthétisé à l'aide de la fonction `pwelch.m`. L'utilisation est la suivante :

$$[\hat{S}, f] = pwelch(x, hanning(K), K/2, K, f_e);$$

Le premier argument contient le signal à étudier, le deuxième stipule la fenêtre de pondération utilisée avec son nombre de points K , le troisième indique le nombre de points de recouvrement, le quatrième le nombre de points pour l'algorithme FFT et le cinquième, la fréquence d'échantillonnage.

5. Vous allez maintenant chercher l'ordre N du modèle le plus pertinent pour la modélisation en utilisant le critère d'Information d'Akaike (AIC) ou celui de l'erreur de prédiction finale (FPE).

$$FPE(N) = \sigma^2 \left(\frac{M + N + 1}{M - N - 1} \right)$$

$$AIC(N) = \ln(\sigma^2) + 2N/M$$

N désigne l'ordre du modèle, M le nombre de points du signal et σ^2 la variance du bruit blanc à l'entrée du modèle autorégressif. Ensuite pour l'ordre sélectionné, affichez la densité spectrale de puissance du signal synthétisé.

Note : ici pour simplifier la programmation vous pouvez faire appel à la fonction *aryule.m* pour obtenir directement les coefficients du modèle autorégressif.