Université de Relizane
Master II : Automatique et Système **2021/2022**
Module : Commande prédictive et adaptative

Série de TD : 01

Exercice 01 :

On utilise la commande GPC pour la prédiction du comportement d'un modèle entrée/sortie par fonction de transfert de type CARIMA (Controlled Auto Regressive Moving Average).

1. Tracer le schéma de principe d'une commande prédictive ;
2. Donner la structure du modèle de CARIMA ;
3. Donner la prédiction de la sortie à l'instant j ;
4. Trouver la structure du prédicteur optimal en fonction des solutions des équations diophantiennes pour $C(q^{-1}) = 1$ et $C(q^{-1}) \neq 1$.
5. Trouver la relation entre les polynômes diophantiens pour que le $C(q^{-1}) = 1$ et $C(q^{-1}) \neq 1$.

Exercice 02:

On donne ci-dessous les fonctions transferts discrètes des systèmes.

$$G(q^{-1}) = \frac{1.344q^{-1}+3.024q^{-2}}{1-0.98q^{-1}-0.02q^{-2}} \; ; S(q^{-1}) = \frac{0.19q^{-1}+0.065q^{-2}+0.014q^{-3}}{1-2.61q^{-1}+2.21q^{-2}-0.61q^{-3}} \; ;$$

Trouver le modèle de CARIMA avec un bruit blanc filtré par cette fonction de transfert $\frac{1}{\Delta(q^{-1})} = \frac{1}{1-q^{-1}}$ et donner votre conclusion ;

Exercice 03 :

Un système sous la forme CARIMA aux paramètres suivants:

$$\begin{cases} A = 1 - 0.7q^{-1} \\ B = 0.9 - 0.6q^{-1} \\ C = 1 \end{cases}$$

1. Calculer les équations de prédiction du système à 3 pas en avant ;
2. Déterminer la forme matricielle de ce système $\hat{y} = G\hat{u} + f$;
3. Calculer le contrôle optimal différentiel $\Delta u(t)$;
4. Calculer le contrôle optimal absolu u(t).

Exercice 04 :

Soit un système élémentaire G(z) constitué uniquement par un retard :

$$G(z) = z^{-1}$$

1. Mettez ce système en forme CARIMA. Donner les expressions de A (q^{-1}) et B (q^{-1}).
2. Déterminer la forme matricielle de ce système;

3. Pour λ= 0 (aucune influence de l'énergie du signal de commande dans la fonction de coût) et pour $N_u = N_2$, déterminer ûopt.
4. Seul le premier échantillon ûest appliqué au système. Déterminez la loi de contrôle u(t) = f (u (t-1); w (t + 1); y (t)) avec w (t + 1) la référence un pas en avant dans le futur.

<u>Exercice 05 :</u>

Dans cet exercice, nous traiterons le cas d'un système intégrateur pur :

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

1. Réécrivez ce système dans le formulaire CARIMA. Donner les expressions de A (q^{-1}) et B (q^{-1}) ;
2. Écrire l'équation de prédiction sous forme matricielle ;
3. Vérifiez que G est constitué des échantillons de la réponse de l'étape du système.
4. Pour λ= 0 et pour $N_u = N_2$, calculez ûopt ;
   4.1 Application numérique: N_2 = 3, r = $[0\ 1\ 1]^T$. Donne l'expression de ûopt si l'initiale de la condition est nulle.
   4.2 Même question avec N_2 = 10, r = $[0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1]^T$.
5. Répondez à la question 4 si λ= 1.

<u>Exercice 06 :</u>

On considère le système numérique suivant :

$$(1-0.5q^{-1})y(t) = (0.7-0.4q^{-1})u(t-1) + \frac{1}{\Delta(q^{-1})}e(t)$$

1- Calculez les prédictions $\hat{y}(k+j)$ pour 1 à 2 pas dans le futur.

2- Ecrivez les résultats sous la forme:

$$\hat{y}(t+j) = F_j(q^{-1})y(t) + G_j(q^{-1})\Delta u(t+j-1) + H_j(q^{-1})\Delta u(t-1)$$

3- Déduire $G_j(q^{-1}),\ F_j(q^{-1})\ et\ H_j(q^{-1}),\ E_j(q^{-1}),\ \ (j=1,2)$

4- Mettez l'équation de prédiction $\hat{y}(t+j)$ sous la forme matricielle.

5- On suppose un horizon de commande N_u=2 et un coefficient de pondération de commande $\lambda = 0.1$, Calculer $\Delta u_{opt}(t)$.

<u>Exercice 07 :</u>

En utilisant les informations sur le système numérique de l'exercice 04.

Trouver la structure polynomiale du régulateur RST équivalent.