

Systèmes Linéaires invariants 2 Examen de Travaux Pratiques

Boulahbal Houssem

Javier 2017

1. présentation du procédé

Le système dans cet exemple consiste en un pendule inversé monté sur un chariot motorisé. Le système de pendule inversé est un exemple couramment trouvé dans les manuels de système de contrôle et de la littérature de recherche. Sa popularité dérive en partie du fait qu'elle est instable sans contrôle, c'est-à-dire que le pendule tombera simplement si le chariot n'est pas déplacé pour l'équilibrer. De plus, la dynamique du système est non linéaire. L'objectif du système de contrôle est d'équilibrer le pendule inversé en appliquant une force sur le chariot auquel le pendule est attaché. Un exemple réel qui se rapporte directement à ce système de pendule inversé est le contrôle d'attitude d'une fusée d'appoint au décollage.

Dans ce cas, nous allons considérer un problème où le pendule est contraint de se déplacer dans le plan vertical montré dans la figure ci-dessous. Pour ce système, l'entrée de contrôle est la force F qui déplace le chariot horizontalement et les sorties sont la position angulaire du pendule θ et la position horizontale du panier x .¹

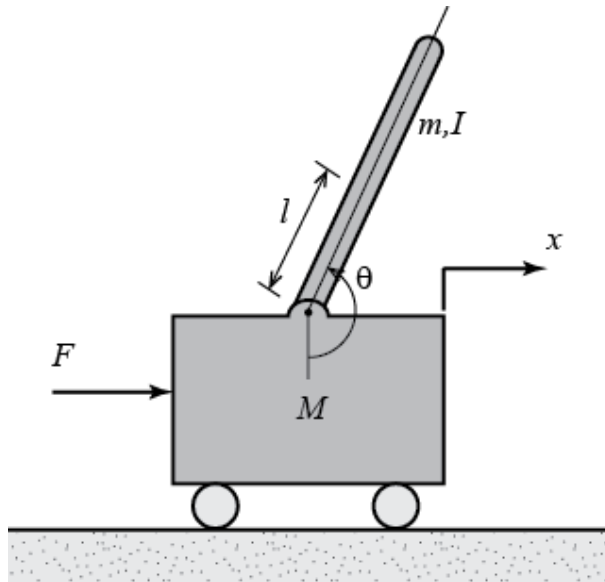


FIGURE 1 – Pendule inversé

- (M) mass du chariot 0.5 kg
- (m) mass du pendule 0.2 kg
- (b) coefficient du frottement 0.1 N/m/sec
- (l) longueur du pendule au center du mass 0.3 m
- (I) mass Moment d'inertie du pendule 0.006 $kg.m^2$
- (F) force appliqué au chariot
- (x) position coordinations
- (θ) l'angle du pendule

1. Control tutorial for matlab and Simulink Mechigan University

Le système est non linéaire on linéarisons nous obtenons l'espace d'état représentant le système :

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \\ \dot{\phi} \\ \ddot{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-(I+ml^2)b}{I(M+m)+Mml^2} & \frac{m^2gl^2}{I(M+m)+Mml^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{-mlb}{I(M+m)+Mml^2} & \frac{mgl(M+m)}{I(M+m)+Mml^2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \phi \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{I+ml^2}{I(M+m)+Mml^2} \\ 0 \\ \frac{ml}{I(M+m)+Mml^2} \end{bmatrix} u$$

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \phi \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

2. Propriété du système

Question 1 :

Quelle sont les valeurs propres du système ? quelle sont les modes du système ? Que pouvez-vous conclure sur la stabilité du système .

Question 2 :

Vérifier la commandabilité et l'observabilité du système .

Question 3

Nous souhaitons asservir le système par un retour d'état basé observateur .

Le système contient une valeur propre positive quelle est l'effet de cette valeur sur l'observateur

Question 4 :

Proposer un schéma bloc Simulink permettant de simuler le système en boucle ouverte .

3. Synthèse d'une loi de commande par retour d'état :

Question 5 :

calculer un gain de retour K et un précompensateur N afin de modifier les valeurs propres du système tel que :

$$V_p = [-5.3 + 2.35i \quad -5.3 - 2.35i \quad -0.6 + 0.25i \quad -0.6 - 0.25i]$$

Question 6 :

Proposer un schéma bloc Simulink permettant de simuler le système en boucle fermée.

4. Synthèse d'un observateur identité

Question 7 :

Déterminer un observateur permettant de faire converger l'erreur d'estimation en 0.3 sec .

Question 8 :

Proposer un schéma bloc Simulink permettant de vérifier l'observateur en utilisant un système augmenté pour le système initial.

5. Synthèse d'une observatrice minimale identité

Question 9 :

Déterminer un changement de base P permettant d'avoir $C = [C1 \ C2]$ tel que $C1$ est de rang plein.

Question 10 :

Déterminer une nouvelle représentation d'état par le changement de base P Proposer une observatrice minimale identité qui permet de faire converger l'erreur d'estimation en 0.3 sec.

Question 11 :

Proposer un schéma bloc Simulink permettant de vérifier l'observateur en utilisant un système augmenté pour le système initial.

6. Implémentation de retour d'état en utilisant les deux observateur

Question 12 :

Utiliser les deux observateurs pour implémenter le retour d'état du système .

Question 13 :

Comparer le résultat obtenu par l'asservissement par retour d'état basé observateur des deux observateurs, que remarquer vous.

Question 14 :

Conclure quant au théorème de séparation.