

Commande événementielle

II. Présentation générale

Romain Postoyan

`romain.postoyan@univ-lorraine.fr`

Historique



1892

stabilité au sens de Lyapunov



années 1960

contrôlabilité, observabilité
filtres de Kalman, observateurs
commande LQ



années 1980-90

commande non linéaire



1989

stabilité entrée-état



1999

échantillonnage événementiel
(seuil fixe)



2007

échantillonnage événementiel
(seuil relatif)

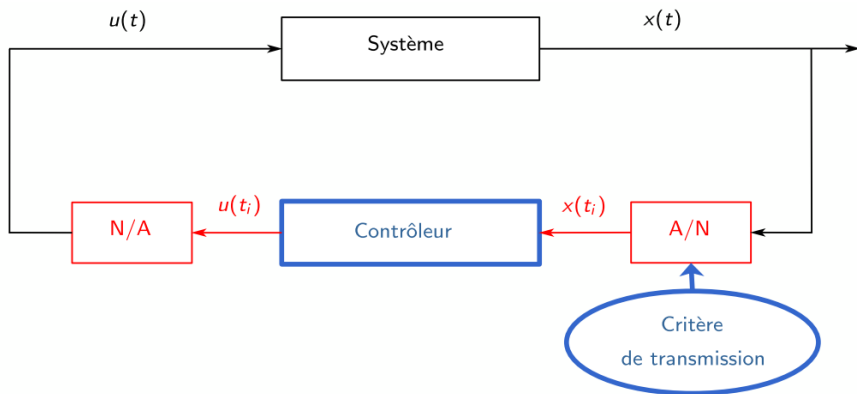
?

Historique

Commande événementielle :

- idées similaires dans des applications (années 60, 70, 80)
- pas encore répandue dans l'industrie

Rappel du schéma



Les paradigmes

- Mesure continue de $x(t)$
→ Commande événementielle (« event-triggered control »)
- Mesure périodique de $x(t)$
→ Commande périodico-éventementielle (« periodic event-triggered control »)
- A partir du dernier échantillon $x(t_i)$
→ Commande auto-éventementielle (« self-triggered control »)

Les paradigmes

- Mesure continue de $x(t)$
→ Commande événementielle (« event-triggered control »)
- Mesure périodique de $x(t)$
→ Commande périodico-événementielle (« periodic event-triggered control »)
- A partir du dernier échantillon $x(t_i)$
→ Commande auto-événementielle (« self-triggered control »)

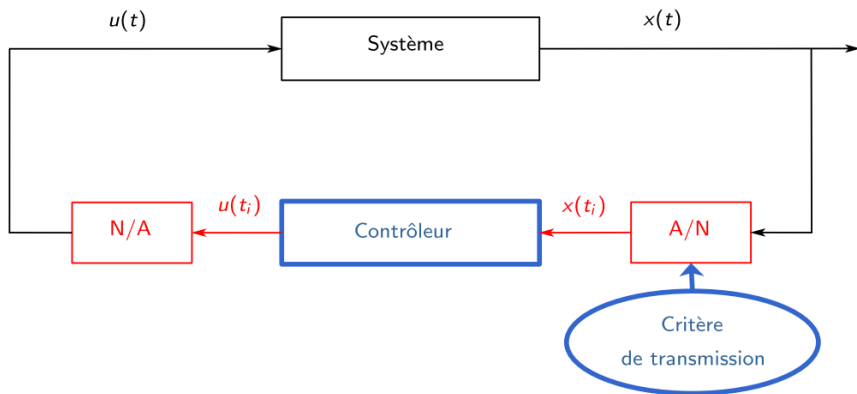
Les paradigmes

- Mesure continue de $x(t)$
→ Commande événementielle (« event-triggered control »)
- Mesure périodique de $x(t)$
→ Commande périodico-événementielle (« periodic event-triggered control »)
- A partir du dernier échantillon $x(t_i)$
→ Commande auto-événementielle (« self-triggered control »)

Les paradigmes

- **Mesure continue de $x(t)$**
→ **Commande événementielle** (« event-triggered control »)
- **Mesure périodique de $x(t)$**
→ **Commande périodico-événementielle** (« periodic event-triggered control »)
- **A partir du dernier échantillon $x(t_i)$**
→ **Commande auto-événementielle** (« self-triggered control »)

Deux approches



Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- Co-synthèse

- Prise en compte de l'échantillonnage
- Modèle
- Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Deux approches

- **Émulation**

- ① Construction de la loi de commande en temps continu
- ② Prise en compte de l'échantillonnage
- ③ Modèle
- ④ Synthèse du critère de transmission et analyse

- **Co-synthèse**

- ① Prise en compte de l'échantillonnage
- ② Modèle
- ③ Synthèse du contrôleur ET du critère de transmission

Émulation : les étapes

1. Résoudre le problème en ignorant l'échantillonnage des données



Émulation : les étapes

Modèle du système à contrôler (linéaire)

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

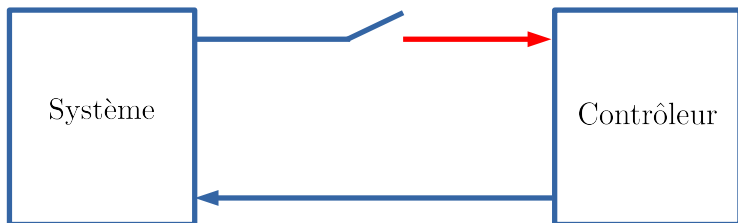
Si (A, B) contrôlable (stabilisable), $u = Kx$ où K est tel que $A + BK$ est Hurwitz

Plus généralement, on pourrait avoir un contrôleur :

- P, PI, PID ;
- optimal pour un critère quadratique ;
- basé observateur lorsque l'état complet du système n'est pas mesuré.

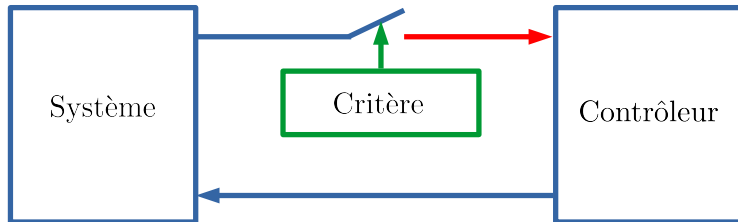
Émulation : les étapes

2. Prendre en compte l'échantillonnage des données et en déduire un modèle du système



Émulation : les étapes

3. Construire et analyser la loi d'échantillonnage



Plan du cours

- ❶ Introduction ✓
- ❷ Présentation générale ✓
- ❸ Modèle
- ❹ Lois d'échantillonnage
- ❺ Temps d'inter-transmission : quelles garanties ?
- ❻ Commande par retour de sortie
- ❼ Commande robuste
- ❽ Validation expérimentale
- ❾ Conclusion