

Commande événementielle

I. Introduction

Romain Postoyan

`romain.postoyan@univ-lorraine.fr`

Schéma de commande idéal

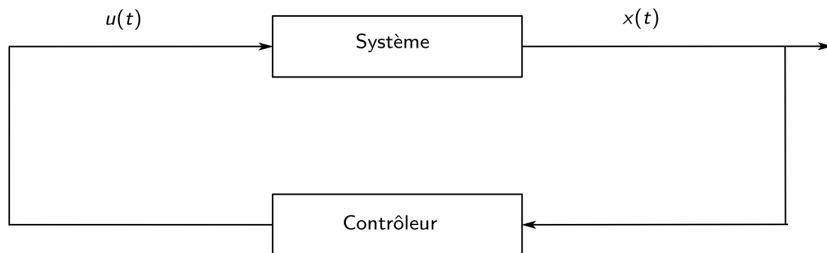
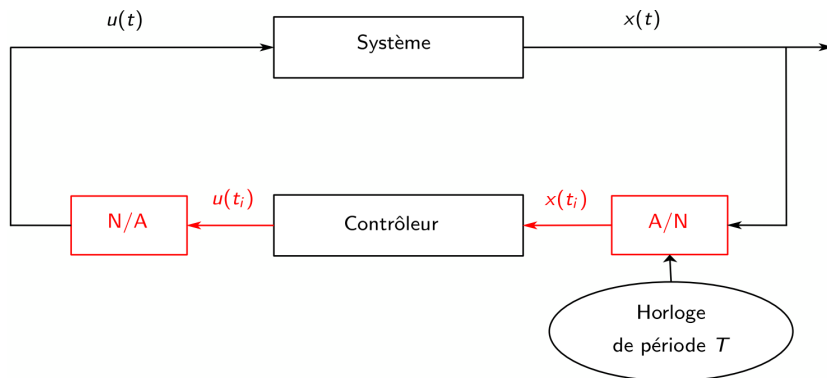


Schéma de commande en pratique

Cours de commande numérique



Instants de transmission ou d'échantillonnage définis par

$$\exists T > 0 \quad \forall i \in \mathbb{Z}_{\geq 0} \quad t_{i+1} = t_i + T$$

Commande numérique

Systèmes linéaires

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t_i), \quad t \in [t_i, t_{i+1})$$

- Discrétisation : $x(t_{i+1}) = \tilde{A}_T x(t_i) + \tilde{B}_T u(t_i)$ pour tout $i \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$
- Transformée en z
- Analyse et synthèse de contrôleurs numériques

Limites

- Échantillonnage périodique

Commande numérique

Systèmes linéaires

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t_i), \quad t \in [t_i, t_{i+1})$$

- Discrétisation : $x(t_{i+1}) = \tilde{A}_T x(t_i) + \tilde{B}_T u(t_i)$ pour tout $i \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$
- Transformée en z
- Analyse et synthèse de contrôleurs numériques

Limites

- Échantillonnage périodique

Systèmes sous contraintes de ressources

- **Communication**

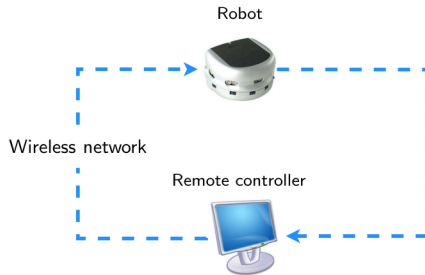


Figure – Robot contrôlé via un réseau sans fil

Systèmes sous contraintes de ressources

- **Communication**

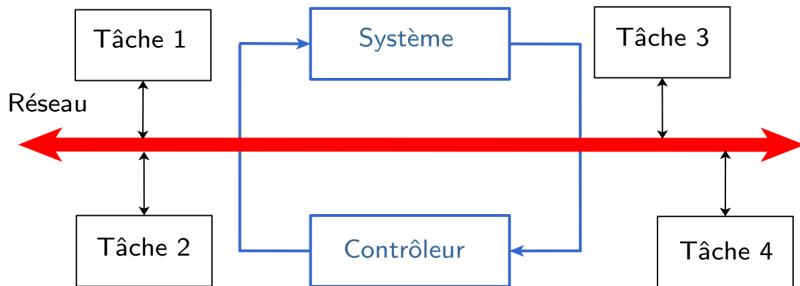


Figure – Système commandé par réseau

Systèmes sous contraintes de ressources (suite)

- Calcul

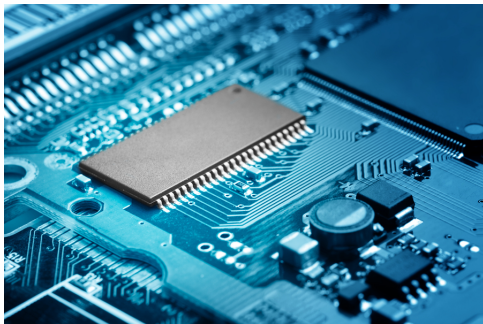


Figure – Système embarqué (<http://hsc.com>)

Systèmes sous contraintes de ressources (suite)

- Énergie

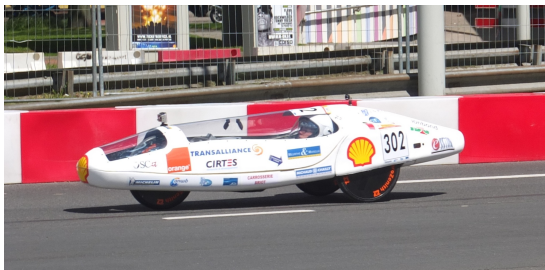


Figure – Véhicule électrique Shell Eco-marathon de Polytech Nancy
(www.ecomotionteam.org)

Systèmes sous contraintes de ressources (suite)

Lois de commande qui communiquent avec le système uniquement lorsque cela est nécessaire

Idée

Rappel : échantillonnage périodique

$$\exists T > 0 \quad \forall i \in \mathbb{Z}_{\geq 0} \quad t_{i+1} = t_i + T$$

Adapter T en fonction de l'état du système $\rightarrow T(x(t))$

$$t_{i+1} = t_i + T(x(t_{i+1})) \quad (1)$$

Échantillonnage événementiel

Questions

Comment définir :

- le contrôleur ?
- la fonction $T(x(t))$ via un critère du type :
 $\text{si } \Gamma(x(t), x(t_i)) \geq 0 \text{ alors } t_{i+1} = t$

Nous allons donc construire Γ et non T directement

Idée

Rappel : échantillonnage périodique

$$\exists T > 0 \quad \forall i \in \mathbb{Z}_{\geq 0} \quad t_{i+1} = t_i + T$$

Adapter T en fonction de l'état du système $\rightarrow T(x(t))$

$$t_{i+1} = t_i + T(x(t_{i+1})) \quad (1)$$

Échantillonnage événementiel

Questions

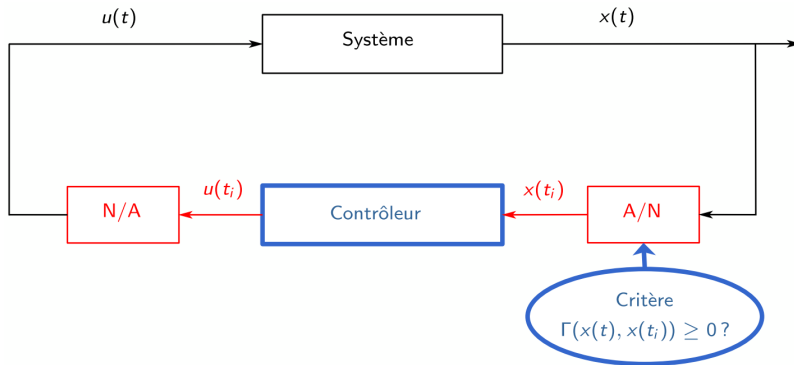
Comment définir :

- le contrôleur ?
- la fonction $T(x(t))$ via un critère du type :
si $\Gamma(x(t), x(t_i)) \geq 0$ alors $t_{i+1} = t$?

Nous allons donc construire Γ et non T directement

Schéma

Échantillonnage événementiel ("event-triggered control")



Cadre du cours

Système linéaire

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

où

- $x \in \mathbb{R}^n$ est l'état, $n \in \mathbb{Z}_{>0}$
- $u \in \mathbb{R}^m$ est l'entrée de commande, $m \in \mathbb{Z}_{>0}$

Objectif

Construire une loi de commande par retour d'état à échantillonnage événementiel pour :

- stabiliser l'origine du système (CM);
- le bon fonctionnement d'une flotte de voitures autonomes (TD et TP).

Ce que j'attends de vous

- ❶ Savoir ce qu'est la commande (à échantillonnage) événementiel(le) et en quoi cela est utile
- ❷ Connaître les techniques de base
- ❸ Être capable de simuler de tels systèmes à l'aide de Matlab

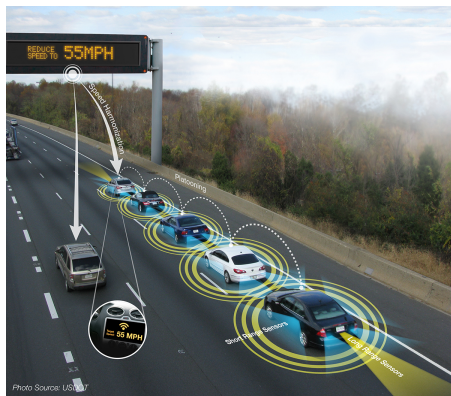
Ce que j'attends de vous

- ❶ Savoir ce qu'est la commande (à échantillonnage) événementiel(le) et en quoi cela est utile
- ❷ Connaître les techniques de base
- ❸ Être capable de simuler de tels systèmes à l'aide de Matlab

Ce que j'attends de vous

- ❶ Savoir ce qu'est la commande (à échantillonnage) événementiel(le) et en quoi cela est utile
- ❷ Connaître les techniques de base
- ❸ Être capable de simuler de tels systèmes à l'aide de Matlab

Application : commande d'une flotte de véhicules autonomes



Voir vidéos

Pré-requis

Automatique linéaire

Systèmes non-linéaires : stabilité et stabilisation

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

Organisation

Commande événementielle

4 x 2h de CM : alternances planches / polycopié

2 séances de TD de 2h

2 séances de TP de 4h

Évaluation :

- oral + 1 compte-rendu par binôme à la fin de la 2ème séance de TP