

JOURNÉE SCIENTIFIQUE DE LA FÉDÉRATION CHARLES HERMITE

« ESTIMATION DES SYSTÈMES DYNAMIQUES »

JEUDI 6 OCTOBRE 2016 – 9 H 15 A 16 H 00
ENSEM-CRAN – salle 124 jaune

Dans de nombreuses applications, les variables requises pour la commande ou la surveillance ne sont pas accessibles par la mesure. Une solution consiste alors à estimer ces variables en utilisant un modèle des dynamiques et les données fournies par les capteurs disponibles : on parle d'observateur. Des solutions efficaces existent pour les systèmes linéaires en dimension finie, mais de nombreux problèmes fondamentaux restent ouverts pour les systèmes non-linéaires et les systèmes de dimension infinie en général. L'objectif de cette journée est de rassembler des acteurs nationaux du domaine et d'échanger sur leurs récentes contributions qu'elles soient théoriques ou applicatives.

PROGRAMME DE LA JOURNÉE

- 9h15 Accueil – Romain Postoyan et Julie Valein
- 9h30 - 10h15 **« Sur la généricité de l'observabilité pour les systèmes non linéaires »**
Jean-Claude Vivalda (IECL)
- 10h15 - 10h30 Pause café
- 10h30 - 11h15 **« Observers for finite dimensional nonlinear systems and the left inversion problem »**
Vincent Andrieu (LAGEP)
- 11h15 - 12h00 **« Low-power high-gain observers »**
Daniele Astolfi (CRAN)
- 12h00 - 13h30 Pause déjeuner : Buffet
- 13h30 - 14h15 **« Systèmes linéaires invariants en temps de dimension infinie : un aperçu »**
Ghislain Haine (ISAE)
- 14h15 – 15h00 **« Observateurs pour les systèmes stochastiques »**
Michel Zasadzinski (CRAN)
- 15h00 – 15h45 **« Théorie du contrôle et chiffreurs auto-synchronisants pour les communications sécurisées »**
Gilles Millérioux (CRAN)
- 15h45 – 16h30 Discussions

Résumés

9h30 – 10h15 **« Sur la généricité de l'observabilité pour les systèmes non linéaires »**
Jean-Claude Vivalda (IECL)

Il est bien connu que l'observabilité d'un système linéaire ne dépend pas de l'entrée mais seulement des matrices d'état A et de sortie C ; c'est-à-dire que la fonction qui états initial vers trajectoire de sortie est injective pour tout contrôle ou bien n'est injective pour aucun contrôle. D'autre part l'ensemble des couples de matrices (A,C) qui rendent le système observable est un ouvert partout dense.

La situation est toute différente pour les systèmes non linéaires. Considérons un tel système que nous écrivons $\dot{x} = f(x, u), y = h(x, u)$ avec $x \in M$, une variété différentielle de dimension n , $u \in U \subseteq R_u^d$ et $y \in R_y^d$.

Depuis les travaux de J.P. Gauthier et I. Kupka, on sait que les couples (f, h) qui rendent le système observable est partout dense pourvu que le nombre de sorties d_y soit strictement supérieur au nombre d'entrées d_u . Ce résultat a été étendu aussi à la classe des systèmes en temps discret.

Dans cet exposé, nous nous proposons de faire un historique de la question, tout en indiquant quels outils mathématiques sont utilisés pour attaquer ce type de problème.

10h30 – 11h15 **« Observers for finite dimensional nonlinear systems and the left inversion problem »**
Vincent Andrieu (LAGEP)

In this talk, I will present some of the main techniques allowing to synthesis an observer when dealing with finite dimensional nonlinear systems. Some conditions (named detectability) that ensure the convergence of the estimate to the state of the system will be presented. Based on these properties, we will investigate the possibility to design an observer. In a second step, assuming stronger assumption (observability), we will then introduce two important classes of nonlinear observers: the high-gain observer and the nonlinear Luenberger observer.

In both cases, the idea is to immerse the given system dynamic into a bigger one having a structure more appropriate for building an observer. The main drawback of such a procedure is the need for inverting on-line an injective immersion. In this work we suggest a solution to overcome this difficulty based on an extension of the initial state space.

11h15 – 12h00 **« Low-power high-gain observers »**
Daniele Astolfi (CRAN)

High-gain observers have been extensively used in nonlinear control since the end of the 80's for their tunability property, namely the fact that the rate of convergence of the observer can be tuned by acting with one single high-gain parameter. This important feature is motivated by the use of observers in output feedback control and it has been proved that this tunability property plays a key role in establishing a nonlinear separation principle. Despite the evident benefits of this class of observers, their use in real applications is questionable due to some drawbacks. Mainly: numerical issues due to the fact that we need to implement coefficients which increases polynomially with the system dimension; the well-known peaking phenomenon; high sensitivity to measurement noise. Motivated by these considerations, we propose a new class of nonlinear high-gain observers, denoted as "low-power high-gain observers", that preserves the same high-gain features but which substantially overtakes (or improves) the aforementioned drawbacks. The low-power high-gain observers are characterized by having coefficients which does not grow with the system dimension, by avoiding the peaking phenomenon and by improving the sensitivity to high-frequency measurement noise. The proposed observers can be used without loss of generality with respect to standard high-gain observers in frameworks of observations, output feedback or output regulation.

13h30 – 14h15 **« Systèmes linéaires invariants en temps de dimension infinie : un aperçu »**
Ghislain Haine (ISAE)

Un système linéaire invariant en temps (continu) Σ décrit l'évolution d'un système dynamique linéaire, et dont la dynamique est statique. À une donnée initiale z_0 et une entrée $u(\cdot)_{[0,t]}$, elle fait correspondre un état courant $z(t)$ et une sortie $y(\cdot)_{[0,t]}$. C'est une modélisation bien connue en automatique, c'est-à-dire quand les espaces vectoriels sous-jacents (où « vivent » $u(t), z_0, z(t)$, et $y(t)$ pour tout $t \geq 0$) sont de dimension finie. En particulier, un résultat classique nous dit qu'il existe quatre matrices A, B, C , et D , de dimensions appropriées, telles que l'on ait la représentation d'état

$$\dot{z}(t) = Az(t) + Bu(t) \quad \forall t \geq 0$$

$$y(t) = Cz(t) + Du(t) \quad \forall t \geq 0$$

où \dot{z} désigne la dérivée temporelle de z . Équations que l'on complète par la donnée initiale $z(0) = z_0$.

Dans cette présentation, nous parlerons de la généralisation de ces systèmes et des concepts de contrôlabilité/stabilisabilité et d'observabilité/déteçtabilité qui sous-tendent l'existence d'observateurs (en horizon infini) lorsque l'on s'intéresse à des espaces de Hilbert en toute généralité. En effet, il s'agit du cadre classique de la réécriture d'un grand nombre d'équations aux dérivées partielles (linéaires) sous la forme qui nous intéresse.

14h15 – 15h00 **« Observateurs pour les systèmes stochastiques »**
Michel Zasadzinski (CRAN)

Après un rappel succinct sur les équations différentielles stochastiques à temps continu, le calcul d'Itô et quelques notions de stabilité du point d'équilibre de ces équations, le problème de la synthèse d'un observateur pour un système décrit par ces équations est posé en considérant la stabilité exponentielle presque sûre du point d'équilibre comme critère de stabilité de l'erreur d'observation. La synthèse de la classe d'observateurs considérée est basée sur un résultat de découplage associé au type de stabilité considéré et sur une extension de la formule d'Itô aux équations algébro-différentielles stochastiques. Cette approche permet d'utiliser une approche descripteur avec des fonctions de Lyapunov polynômiales pour une classe particulière d'équations différentielles stochastiques non linéaires. Un exemple numérique est proposé pour illustrer l'approche mise en œuvre.

15h00 – 15h45 **« Théorie du contrôle et chiffreurs auto-synchronisants pour les communications sécurisées »**
Gilles Millérioux (CRAN)

La sécurité des échanges d'informations numériques constitue actuellement un enjeu majeur aussi bien pour les réseaux de grande taille (internet, smart grids) ou de plus petite échelle (systèmes embarqués). Dans ce contexte, la cryptographie est indéniablement centrale. Parmi de nombreuses classes de chiffreurs, les chiffreurs autosynchronisants, bénéficient d'une facilité d'implémentation adaptée à des systèmes légers possédant des ressources limitées en capacité de calcul et/ou bande passante. Dès le début des années 90, certaines constructions ont été proposées, mais toutes les cryptanalyses, sans exception, ont révélé des failles. L'objectif de la présentation est de montrer que l'exploitation conjointe des outils de la théorie du contrôle, de la théorie des graphes et de l'analyse structurelle, permet de proposer de nouvelles architectures autosynchronisantes. Il est en particulier montré que la reconstruction d'état, une question importante en Automatique, joue un rôle essentiel.