

SySCO : Systems Structure and Control - [Approche structurelle pour la commande de systèmes]

L'approche structurelle pour l'analyse, la commande et l'observation des systèmes dynamiques a reçu des contributions remarquables depuis plus de 30 ans. Cette approche consiste à utiliser des informations structurelles bien précises (indices de commandabilité / d'observabilité, zéros finis / à l'infini, ordres d'essentialité, etc. et plus généralement les invariants de certains groupes de transformation), en lien direct avec la résolution de problèmes d'automatique (rejet de perturbations, poursuite de modèle, découplage, détection de pannes, placement de pôles, etc.). Elle repose sur un petit nombre d'équipes leaders, parmi lesquelles figure l'équipe Commande du LS2N (auparavant LAN, IRCyN, et IRCCyN).

Des résultats majeurs ont été obtenus, très souvent en collaboration avec des équipes françaises (à Grenoble principalement) ou internationales (à Prague et à Mexico, notamment), en mixant des approches géométriques et algébriques: sur les systèmes «classiques» (propres) durant les années 80, puis, à partir des années 90, sur les systèmes implicites (singuliers, généralisés, différentiels-algébriques, possiblement non propres), avec, plus récemment, une attention toute particulière pour les systèmes à commutations (hybrides).

Le formalisme implicite permet, en effet, de modéliser des systèmes complexes avec, par exemple, des contraintes sur les variables externes (entrées-sorties) ou internes («états»), ou bien la faculté d'exhiber plusieurs trajectoires possibles pour la même condition initiale et la même loi de commande. C'est cette plus grande capacité de description, et notamment le possible recours à des commandes généralisées (à base de dérivateurs et de leurs approximations) qui nous a permis de proposer de nouvelles méthodes de commande pour des systèmes hybrides. En fait, les prémisses de cette démarche se trouvaient déjà dans la thèse de Moisés Bonilla Estrada en 1991. Il a en effet très vite pris en charge ces problématiques particulièrement intéressantes et j'ai pu y occuper un petit second rôle, malgré ma disponibilité réduite.

La durée du projet est a priori de 12 mois.

Je souhaite d'une part continuer des études prospectives sur les modélisations, les commandes et les observations à base de systèmes implicites, et poursuivre avec Moisés Bonilla nos travaux, notamment sur les systèmes hybrides, qui sont en réelle rupture avec les démarches traditionnelles.

Nous sommes pour l'instant les seuls à modéliser ainsi différemment les systèmes hybrides et à utiliser des lois de commandes généralisées (avec des dérivateurs) qui sont ensuite approximées. Nous avons publié de manière assez régulière sur ce thème et je suis donc assez optimiste pour la suite.

L'originalité de notre approche mérite d'être poursuivie.

A la lumière de récentes contributions par Vladimír Kučera (Czech Technical University), avec qui j'ai également eu le plaisir de collaborer maintes fois par le passé, je souhaite également réexaminer des problèmes très difficiles où il serait a priori très risqué d'impliquer de jeunes chercheurs : la poursuite de modèle par retour d'état statique ou, de manière équivalente, le rejet de perturbation par retour de sortie statique, ainsi que par exemple le découplage général par retour d'état statique «non régulier». Ce deuxième axe de recherche est beaucoup plus risqué en termes de résultats, mais la compréhension de ce qui conditionne l'existence ou pas de solutions est un enjeu très important.