

Commande et estimation basées optimisation : combinaison avec des méthodes analytiques et applications aérospatiales

S. Bertrand - ONERA

La commande prédictive (MPC) et l'estimation à horizon glissant (MHE) sont souvent considérés comme des problèmes duaux où le calcul de la commande ou de l'estimée nécessite la résolution en ligne d'un problème d'optimisation à horizon fini. Si cela peut s'avérer coûteux en terme de temps de calcul, et donc parfois plus complexe à mettre en œuvre sur des systèmes à dynamique rapide que des approches analytiques, ces méthodes offrent cependant différents avantages comme la prise en compte de contraintes sur différentes grandeurs du problème considéré (état, commande, estimée). De nombreux travaux ont été menés dans la littérature afin de donner des garanties de stabilité pour ce types d'approches et d'en améliorer le temps de calcul.

Dans cette présentation, nous traitons de l'utilisation simultanée d'approches MPC (respectivement MHE) avec des lois de commande (respectivement des observateurs) analytiques. L'idée sous-jacente est de combiner ces deux classes d'approches afin de tirer parti des avantages de chacune.

Dans le cas de la commande prédictive, la commande appliquée au système est calculée comme la somme de deux termes : un bouclage analytique et un terme de commande prédictive. Plusieurs exemples d'approches sont proposés dans cette présentation, puis illustrés sur le problème de commande d'un drone miniature : estimation en ligne de paramètres par une loi adaptative, évitement d'obstacle, robustesse vis-à-vis de perturbations.

Dans le cas de l'estimation à horizon glissant, l'approche présentée repose sur l'utilisation conjointe d'un observateur analytique. Celui-ci permet d'éviter d'avoir à calculer la séquence optimale de bruit d'états sur l'horizon de mesures lors de la résolution du problème d'optimisation. Un gain de temps de calcul est ainsi obtenu par cette modification de la structure de l'estimateur. Des conditions de stabilité sont données dans le cas de systèmes non linéaires à temps discret et un exemple d'application sur l'estimation de trajectoires de débris spatiaux lors de la phase de rentrée atmosphérique est proposé.