

Proposition de sujet de thèse GeoLMI

4 décembre 2011

Résumé

Le projet ANR Blanc GeoLMI finance sur la période septembre 2011 - août 2015 une thèse de doctorant de 36 mois co-encadrée par Didier Henrion au LAAS-CNRS de Toulouse et Mohab Safey El Din au LIP6-UPMC de Paris. Ce document décrit le contenu scientifique de la thèse.

Titre

Algorithmes de géométrie algébrique réelle en automatique avec applications aérospatiales.

Encadrants

- Didier Henrion, Directeur de recherche CNRS au LAAS du CNRS de Toulouse
homepages.laas.fr/henrion
- Mohab Safey El Din, Maître de conférence au LIP6 de l'Université Pierre et Marie Curie de Paris
www-salsa.lip6.fr/~safey

Descriptif scientifique

La thèse se focalise sur l'utilisation de techniques algorithmiques de géométrie algébrique réelle en automatique et théorie du contrôle, avec applications aérospatiales.

En effet, de nombreux problèmes d'automatique se réduisent à la résolution d'équations polynomiales à variables réelles (p.ex. la détermination d'états d'équilibre), à la recherche de points dans des ensembles semi-algébriques (p.ex. la stabilisation par régulation autour d'un état d'équilibre), ou encore à l'optimisation de fonctions semi-algébriques dans des ensembles semi-algébriques. Un système de régulation (par exemple dans un avion, un lanceur ou un satellite) est conçu à partir d'un modèle mathématique, des équations différentielles en général polynomiales ou rationnelles. Les exigences de stabilité et de performance (p.ex. réponse suffisamment rapide, absence d'oscillations, rejet de perturbations) du système physique se formulent très souvent comme des inégalités polynomiales.

Il est donc crucial de disposer d'outils efficaces et robustes pour résoudre ces problèmes de décision et d'optimisation sur les polynômes.

Les outils existants, utilisés pour résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus, se basent essentiellement sur l'arithmétique à virgule flottante. Ainsi, la plupart d'entre eux délivrent un résultat qui n'est pas rigoureusement garanti et validé. Dans certaines configurations extrêmes, cela peut avoir des conséquences fâcheuses sur la fiabilité et le bon fonctionnement des systèmes.

Dans le cadre de la thèse, il est proposé de développer et d'étudier l'applicabilité de techniques de calcul formel et rigoureux, utilisant des représentations et calculs exacts. En particulier, la plupart des problèmes mentionnés ci-dessous se modélisent sous la forme de systèmes d'équations et d'inégalités polynomiales à variables dans les réels. Il est ainsi naturel de s'appuyer et développer dans ce contexte des algorithmes exacts relevant de la géométrie algébrique réelle. L'équipe INRIA/UPMC SALSA [2] a proposé de nouvelles techniques algorithmiques permettant d'atteindre de bons niveaux d'efficacité pratique tout en étant dans les meilleures classes de complexité connues.

Il s'agira donc dans un premier temps d'évaluer l'applicabilité de ces techniques aux problèmes de contrôle et d'optimisation évoqués ci-dessus. L'identification des verrous et étapes critiques permettra, par la suite, de concevoir des outils dédiés exploitant la géométrie des problèmes étudiés.

Il pourra également être envisagé d'utiliser ces techniques de géométrie algébrique réelle pour résoudre des problèmes à caractère industriel. En effet, l'équipe d'accueil Toulousaine, le groupe MAC [1], collabore depuis les années 1980 avec les industriels du domaine aérospatial (CNES, Safran-Snecma, EADS Airbus, EADS Astrium), et ses nombreux interlocuteurs sont généralement intéressés par des études préliminaires d'applicabilité, voire par un possible transfert industriel.

Références

- [1] Groupe MAC (méthodes et algorithmes de commande) du LAAS-CNRS, Toulouse.
www.laas.fr/MAC
- [2] Équipe INRIA/UPMC SALSA (Solvers for Algebraic Systems and Applications),
www-salsa.lip6.fr