

PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Quantification de la théorie statistique de l'apprentissage pour l'identification de systèmes dynamiques

ENCADRANTS : Marion GILSON (CRAN), Fabien LAUER (LORIA)

Date : Octobre 2024

En automatique, l'identification joue un rôle essentiel dans l'obtention d'un modèle mathématique du système considéré à partir de données expérimentales, et il est crucial de pouvoir garantir les performances de ce modèle. La théorie statistique de l'apprentissage permet d'obtenir des garanties probabilistes et non asymptotiques sur la précision des modèles estimés sur des données avec un minimum d'hypothèses. Cependant, cette théorie repose en grande partie sur une hypothèse d'indépendance des données, qui n'est pas respectée lorsque celles-ci proviennent de l'observation du comportement d'un système dynamique.

Différentes pistes ont été explorées pour lever cette difficulté, notamment en s'appuyant sur la notion de processus mélangeants [4]. Le sujet proposé ici vise quant à lui au développement d'une nouvelle approche reposant sur la prise en compte de la précision limitée des machines sur lesquelles les modèles sont implémentés, et en particulier sur la quantification des paramètres des modèles. Cette approche pourrait conduire à de nouvelles pistes pour l'obtention de garanties pour les modèles dynamiques tout en réduisant l'écart entre la théorie et la pratique.

Une attention particulière sera accordée aux systèmes dynamiques hybrides qui commutent entre plusieurs modes de fonctionnement. Ces systèmes offrent un cadre pour l'étude de nombreux systèmes cyberphysiques, mais leur identification est complexifiée dès lors que le mode de fonctionnement est inconnu. Bien que ces problèmes algorithmiques aient été largement étudiés [3], la question des garanties statistiques sur leurs performances reste ouverte. En effet, la plupart des travaux récents qui tentent d'adapter la théorie de l'apprentissage à l'identification des systèmes dynamiques [5, 1, 2] se limitent bien souvent aux systèmes linéaires.

Candidatures Les candidats recherchés possèdent de bonnes compétences en automatique et/ou informatique et/ou apprentissage machine et/ou mathématiques appliquées, ainsi qu'un certain goût pour les travaux théoriques.

Les candidats intéressés par ce sujet de thèse sont invités à contacter Marion Gilson (marion.gilson@univ-lorraine.fr) et Fabien Lauer (fabien.lauer@loria.fr) le plus tôt possible pour préciser le projet et son adéquation à leur profil.

Références

- [1] M.K.S. Faradonbeh, A. Tewari, and G. Michailidis. Finite time identification in unstable linear systems. *Automatica*, 96 :342–353, 2018.
- [2] Y. Jedra and A. Proutière. Finite-time identification of linear systems : Fundamental limits and optimal algorithms. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 68(5) :2805–2820, 2023.
- [3] F. Lauer and G. Bloch. *Hybrid System Identification : Theory and Algorithms for Learning Switching Models*. Springer, 2019.
- [4] L. Massucci, F. Lauer, and M. Gilson. A statistical learning perspective on switched linear system identification. *Automatica*, 145 :110532, 2022.

- [5] M. Simchowitz, H. Mania, S. Tu, M.I. Jordan, and B. Recht. Learning without mixing : Towards a sharp analysis of linear system identification. In *Proc. of the 31st Conf. On Learning Theory (COLT)*, pages 439–473, 2018.