

PROPOSITION DE SUJET DE STAGE DE RECHERCHE MASTER M2

Comment bien choisir son expérience de collection de données pour obtenir un modèle précis d'un système dynamique pour sa commande optimale ?

Encadrant : Kévin COLIN (CRAN – CID – Projet DATA)

Mots-clefs : modélisation basée données, identification des systèmes, système dynamiques, informativité des données.

Sujet : La commande optimale dépend d'une connaissance précise des dynamiques du système considéré, souvent inconnues. En collectant des données sur le système avec une excitation définie par l'utilisateur, on peut estimer un modèle des dynamiques du système puis concevoir un correcteur basé sur ce modèle. C'est le principe de l'identification des systèmes pour la commande. Toutefois, les données sont souvent bruitées entraînant des incertitudes ce qui dégrade les performances de commande. Augmenter le nombre de données peut réduire ces incertitudes. Cependant ceci n'est possible que si une propriété fondamentale est garantie : l'informativité des données.

L'informativité des données garantit que les données collectées contiennent suffisamment d'information pour identifier un modèle unique. Sinon, une ambiguïté apparaît et plusieurs modèles expliquent les données de la même façon optimale. Les algorithmes d'identification des systèmes peuvent alors renvoyer un modèle complètement erroné. Ceci peut devenir extrêmement dangereux si un correcteur est ensuite synthétisé à partir de ce modèle puisque des instabilités peuvent se produire. Des travaux ont lié l'informativité des données à la persistance de l'excitation [6, 7, 5, 4, 2, 3, 1]. Mais la plupart de ces études reposent sur des hypothèses asymptotiques [6, 5, 4, 2, 3, 1] ou sur l'hypothèse d'absence de bruit dans les données [7], ce qui est irréaliste pour les systèmes réels. Le verrou scientifique de ce projet de stage de master M2 est de développer des méthodes pour vérifier l'informativité des données à partir **d'un nombre fini** de données qui présentent du bruit.

Ce défi sera étudié théoriquement pour les systèmes linéaires temps invariant avec des techniques de commande telles que la commande adaptative linéaire quadratique, la commande prédictive quadratique, etc. Des méthodes de vérification de l'informativité des données seront aussi développées. Pour l'analyse de l'informativité des données, l'approche nouvelle suivie dans [4, 2] semble très prometteuse puisqu'elle peut se transposer aussi dans le cas d'une nombre fini de données. Une autre stratégie à considérer est de modéliser le bruit de façon non-paramétrique comme proposé dans [7] pour les dynamiques non bruitées du système.

Durée : avril 2025 - septembre 2025 (6 mois)

Lieu : CRAN site Polytech, 2 rue Jean Lamour, 54514 Vandoeuvre cedex, France

Profil attendu : Nous recherchons un étudiant en master M2 en automatique, apprentissage automatique ou mathématiques appliquées qui **souhaiterait poursuivre en doctorat** au sein du CRAN. Le candidat choisi sera alors présenté au concours doctoral de l'Université de Lorraine. Une bonne maîtrise de l'anglais est souhaitée, la maîtrise du français n'est pas obligatoire.

References

- [1] X. Bombois, K. Colin, P. M. J. Van den Hof, and H. Hjalmarsson. On the informativity of direct identification experiments in dynamical networks. *Automatica*, 148:110742, 2023.
- [2] K. Colin, X. Bombois, L. Bako, and F. Morelli. Closed-loop identification of MIMO systems in the Prediction Error framework: Data informativity analysis. *Automatica*, 121:109171, 2020.
- [3] K. Colin, X. Bombois, L. Bako, and F. Morelli. Data Informativity for the Identification of particular Parallel Hammerstein Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2):1102–1107, 2020.
- [4] K. Colin, X. Bombois, L. Bako, and F. Morelli. Data informativity for the open-loop identification of MIMO systems in the prediction error framework. *Automatica*, 117:109000, 2020.
- [5] M. Gevers, A. S. Bazanella, X. Bombois, and L. Miskovic. Identification and the information matrix: How to get just sufficiently rich? *IEEE Transactions on Automatic Control*, 54(12):2828–2840, 2009.
- [6] K. S. Narendra and A. M. Annaswamy. Persistent excitation in adaptive systems. *International Journal of Control*, 45(1):127–160, 1987.
- [7] H.J. Van Waarde, J. Eising, H.L. Trentelman, and M.K. Camlibel. Data informativity: a new perspective on data-driven analysis and control. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 65(11):4753–4768, 2020.