École Centrale de Lyon - INSA de Lyon - Université Claude Bernard Lyon 1

Ampère

Unité Mixte de Recherche du CNRS - UMR 5005

Génie Électrique, Automatique et Bio-Ingénierie

Offre de Stage:

Sujet : Commande résiliente et scalable des systèmes dynamiques interconnectés

Domaine et contexte scientifiques :

Les systèmes dynamiques interconnectés occupent une place croissante dans de nombreux domaines d'application, tels que les réseaux électriques, les systèmes multi-agents, les formations de véhicules autonomes et les systèmes cyber-physiques. Leur fonctionnement repose sur les interactions entre un grand nombre de sous-systèmes, souvent représentées par une structure de graphe. La conception de lois de commande garantissant la stabilité et les performances de ces systèmes constitue un défi important, notamment lorsque le nombre de sous-systèmes devient élevé.

Les méthodes de commande fondées sur la décomposition des systèmes permettent de réduire considérablement la complexité des problèmes d'analyse et de synthèse, en exploitant les propriétés spectrales des matrices d'interconnexion. Toutefois, ces approches doivent également prendre en compte les modifications de la structure du réseau, susceptibles de résulter de défaillances, de reconfigurations ou de cyberattaques.

Des travaux récents menés au laboratoire Ampère ont permis de développer une méthode de synthèse convexe de lois de commande résilientes, fondée sur des inégalités matricielles linéaires (LMI), dont la complexité de calcul est indépendante du nombre de sous-systèmes. Ces résultats ouvrent plusieurs perspectives de recherche, notamment concernant la réduction du conservatisme des conditions de synthèse, l'intégration de nouveaux critères de performance et la prise en compte de descriptions plus précises des incertitudes affectant les interconnexions.

Objectifs du stage :

L'objectif de ce stage est de poursuivre et d'approfondir les travaux de recherche sur la commande résiliente des systèmes décomposables, dans la perspective de consolider les résultats théoriques existants et de préparer la soumission d'un article scientifique.

Le travail s'appuiera sur une méthode récente de synthèse de correcteurs distribués garantissant la stabilité exponentielle de systèmes interconnectés soumis à des perturbations bornées de leur structure de réseau. Une attention particulière sera portée à l'amélioration des conditions de synthèse et à l'évaluation des performances des correcteurs.

Les principales activités envisagées sont les suivantes :

- Étudier l'état de l'art sur la commande robuste et résiliente des systèmes interconnectés, les méthodes de décomposition et la synthèse par LMI.
- Étudier des extensions de la méthode de synthèse, notamment par l'introduction de nouveaux critères de performance ou de nouvelles descriptions des incertitudes sur les interconnexions.
- Développer et mettre en œuvre des simulations numériques sous MATLAB, afin de vérifier les propriétés de stabilité et de comparer les différentes approches.
- Évaluer la résilience des lois de commande face à différentes perturbations du réseau, telles que les suppressions de liens, les modifications de topologie ou les actions d'agents compromis.
- Participer à la rédaction, à la révision et à la préparation d'un article scientifique.

Mots-clefs : Commande robuste, commande résiliente, systèmes multi-agents, systèmes interconnectés, inégalités matricielles linéaires (LMI), optimisation convexe, scalabilité.

Profil du/de la candidat(e) recherché(e) :

- Être inscrit(e) en Master ou en école d'ingénieur dans les domaines de l'automatique, du génie électrique, des mathématiques appliquées ou dans une discipline proche.
- Posséder de bonnes connaissances en automatique, notamment en analyse de stabilité, représentation d'état et commande des systèmes linéaires.
- Avoir des bases solides en commande robuste et en optimisation convexe.
- Maîtrise de MATLAB et expérience avec les outils de résolution LMI (Yalmip ou autre).
- Faire preuve d'autonomie, de rigueur scientifique, d'esprit critique et d'une bonne capacité à travailler en équipe.

Encadrants : Paolo Massioni, Cédric Escudero

Date de début du stage : 01/03/2027

Durée du stage : 6 mois.

Pour postuler : envoyer son cv à paolo.massioni@insa-lyon.fr et cedric.escudero@insa-lyon.fr
À cause du nombre très élevé de candidatures que nous recevons normalement, nous allons répondre seulement aux candidat(e)s retenu(e)s pour auditions, et nous en excusons ; toutes les candidatures sont examinées.