

PhD. Research Proposal

Titre :

Stratégies événementielles tolérantes aux défauts pour systèmes multi-agents.

Event-Triggered Fault-Tolerant Strategies of Multi-Agent Systems

Directeur de thèse : Prof. Mohammed Chadli

Co-encadrant : Dr. Meriem Labourel

Contact: mohammed.chadli@univ-evry.fr; meriem.labourel@icam.fr

Laboratory: Laboratoire d'Informatique Biologie Intégrative & Systèmes Complexes (IBISC, EA 4042), 40 Rue du Pelvoux, 91020 Evry.

Résumé :

Les Systèmes Cyber-Physiques (SCP) ont profondément transformé nos approches traditionnelles des systèmes et de leurs fonctionnalités. Les SCP, qui incluent les systèmes multi-agents (MAS), sont considérés comme un élément clé pour soutenir la croissance dans de nombreux domaines technologiques (industrie 4.0, transport, robotique, énergie,...). Ainsi, depuis les deux dernières décennies, de nombreux travaux ont été consacrés à différents aspects des MAS. Cependant, il n'en reste pas moins que le problème de la surveillance et la sécurité des MAS reste largement ouvert car il donne lieu à toute une série de questions méthodologiques nouvelles et multidisciplinaires. Le sujet proposé considère le cas des MAS organisés en réseau partitionné en plusieurs clusters ayant la capacité de communiquer entre eux (par exemple via des leaders) dans le but d'accomplir un objectif global. Ces interactions sont souvent coûteuses puisqu'elles requièrent des échanges sur de longues distances et pas suffisamment protégées et sécurisées. L'objectif étant de proposer différentes stratégies de commande tenant compte des pertes de paquets, de défaillances des capteurs/actionneurs et de saturation de réseau. Particulièrement, ce dernier point sera abordé par les techniques de commande événementielle. L'objectif est de mettre l'accent sur l'apport de la technique événementielle, par rapport aux approches quasi-périodiques classiques, permettant une meilleure optimisation du coût et de la consommation d'énergie.

Le sujet cible des applications portées dans le projet du laboratoire IBISC et plus spécifiquement de l'équipe SIAM et liées aux systèmes coopératifs ainsi que leur sécurité (comme une flotte de véhicules communicants). Ainsi, une mise en œuvre est envisagée sur simulateur de trafic et véhicule instrumenté immergé dans un environnement simulé.

Mots clés/ Keywords :

Multi-Agents Systems, Event-triggered control, Packet Losses, Fault-Tolerant Control, Security.

Summary :

Cyber-Physical Systems (CPS), which include Multi-Agent Systems (MAS), are considered as a key element to support growth in many technological fields (industry 4.0, transportation, robotics, energy,...). Thus, over the last two decades, a lot of work has been devoted to different aspects of MAS. However, the problem of monitoring and security of MAS remains largely open as it gives rise to a whole series of new and multidisciplinary methodological issues. The proposed topic considers the case of MAS organised as a network partitioned into several clusters with the capacity to communicate with each other (e.g. via leaders) in order to achieve an overall objective. These interactions are often costly as they require exchanges over long distances and not sufficiently protected and secured. The objective is to propose different control strategies taking into account packet loss, sensor/actuator failures and network saturation. This last point will be particularly addressed by event-triggered control techniques. The objective is to focus on the contribution of these techniques, compared to the classical quasi-periodic approaches, allowing a better optimization of cost and energy consumption.

References:

- G Wang, M Chadli, H Chen, Z Zhou. Event-triggered control for active vehicle suspension systems with network-induced delays. *Journal of the Franklin Institute* 356 (1), 147-172, 2019.
- R. Olfati-Saber and R. M. Murray, "Consensus problems in networks of agents with switching topology and time-delays," *IEEE Trans on Automatic Control*, vol. 49, no. 9, pp. 1520–1533, 2004.
- V. Dolk, M. Heemels. Event-triggered control systems under packet losses. *Automatica* 80, 143–155, 2017.
- C. Viel, S. Bertrand, M. Kieffer, H. Piet-Lahanier. Distributed event-triggered control strategies for multi-agent formation stabilization and tracking. *Automatica* 106 110–116, 2019.
- M. Chadli, M. Davoodi, N. Meskin. Distributed State Estimation, Fault Detection and Isolation Filter Design for Heterogeneous Multi-Agent LPV Systems. *IET Control Theory & Applications*, Vol. 11 (2), 254-262. 2016.
- S. Ifqir, D. Ichalal, NA. Oufroukh, S. Mammar. Adaptive Threshold Generation for Vehicle Fault Detection using Switched TS Interval observers. *IEEE Trans on Industrial Electronics*, 67(6) 2019.
- M Rehan, CK Ahn, M Chadli. Consensus of One-Sided Lipschitz Multi-Agents under Input Saturation. *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*. 2019
- Y. Xu, M. Fang, ZG. Wu, M. Chadli, T. Huang. Input-based event-triggering consensus of multiagent systems under denial-of-service attacks. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2018.
- A. Chibani, M. Chadli, S. X. Ding. Design of Robust Fault Detection Filter for Polynomial Systems with New Finite Frequency Specifications. *Automatica*, 93, 42–54. 2018.

Objectifs de la thèse :

- Développer des stratégies de commande événementielle multi-objective pour des systèmes multi-agents (MAS). Ces stratégies doivent être capable de faire face aux problèmes de pertes de paquets, de retards et les défauts des capteurs / actionneurs, puis maintenir le MAS dans une zone de performance requise, même en cas de défaillances survenant dans des agents.
- Étendre ces travaux pour une classe de MAS linéaire à des MAS non linéaires. En particulier, les MAS non linéaires, ou chaque agent est sous forme LPV ou qLPV (systèmes T-S), seront considérés afin d'augmenter la validité de ces stratégies pour des systèmes réels.

Le laboratoire IBISC disposant d'une arène de drones, le doctorant pourra effectuer des tests et valider ses résultats théoriques

Profil du candidat :

Le(a) candidat(e) doit avoir un niveau Bac+5 (Master ou ingénieur), une solide formation en automatique (linéaire et non linéaire) et en mathématiques appliquées.

Il est aussi attendu du candidat d'être capable de travailler de manière autonome, créative et avoir l'esprit d'équipe.

The candidate must have a level Bac+5 (Master or engineer), a solid training in automation (linear and non-linear) and applied mathematics. The candidate is also expected to be able to work independently, creatively and as a team player.

Financement

Concours d'accès aux contrats doctoraux des établissements d'enseignement supérieur.
Financement d'une durée de 3 ans.

Candidature :

Envoyer un CV, une lettre de motivation ainsi que les relevés de notes des deux dernières années (M1+M2) avant le 20 Mai 2020.

Mohammed Chadli (mohammed.chadli@univ-evry.fr)