



Sujet de stage de recherche Master 2

Proposé par : Saïd AMARI (samari@ens-paris-saclay.fr)

Alain OURGHANLIAN (alain-1.ourghanlian@edf.fr)

Louis BAL DIT SOLLIER (louis.bal-dit-sollier@edf.fr)

Titre : Modélisation et évaluation de performances temporelles des systèmes de contrôle-commande distribués à l'aide des approches probabilistes.

Les architectures d'automatisation sont actuellement basées sur de systèmes informatiques temps-réel, et s'appuient sur des matériels industriels standards du marché. Ces systèmes pilotent les actionneurs (vannes, moteurs, disjoncteurs, ...) et acquièrent des informations de capteurs (mesure de débit, de niveau, de température, position d'une vanne, ...). Dans les années 1980-1990 l'acquisition et la commande des actionneurs étaient faites dans les armoires de traitement, et transmises aux actionneurs ou collectés du capteur par des boucles de courant de type 4-20 mA. Afin de réduire la volumétrie de câblage, les fournisseurs proposent de plus en plus des solutions réparties, où les acquisitions des capteurs et la commande des actionneurs se font à proximité des matériels, et sont ensuite échangées via des réseaux avec les automates localisés dans des bâtiments climatisés.

Pour certains procédés critiques, il est important de s'assurer du temps de réponse maximal et sa distribution entre l'acquisition d'un signal, son traitement par les automates et sa restitution au procédé. En particulier pour certains systèmes, il est demandé d'étudier le profil du temps de réponse, afin de s'assurer que sa réactivité est compatible avec les attentes des opérateurs pilotant une installation industrielle.

La modélisation et l'analyse de performances d'un système distribué peut se faire à l'aide de méthodes non exhaustives (comme des mesures expérimentales, ou des simulations) ou exhaustives (par model-checking ou par des méthodes analytiques). Pour les systèmes les plus critiques, l'approche doit être exhaustive.

Le premier but de ce stage est de proposer un cadre de modélisation pour les systèmes de contrôle-commande distribués en utilisant des formalismes probabilistes (algèbre tensorielle,

chaînes de Markov, équations Max-Plus stochastiques, réseaux bayésiens ou réseaux de Petri stochastiques).

Le deuxième objectif de ce stage est de mettre en œuvre cet outil de modélisation analytique sur un cas d'étude réaliste, utilisant des systèmes d'exploitation temps réel du marché, et échangeant ses informations avec des modules d'entrées/sorties déportées. Ces échanges mettant en œuvre des protocoles de communication standard, comme Ethernet/IP ou Profinet. Ce modèle devra permettre de déterminer la distribution du temps de réponse du système distribué complet.

Références

- [1] Baccelli, F., Cohen, G., Olsder, G., & Quadrat, J. Synchronization and linearity: an algebra for discrete event systems, Wiley.1992
- [2] Bernd F. Heidergott. Max-Plus Linear Stochastic Systems and Perturbation Analysis. The International Series on Discrete Event Dynamic Systems, Heidelberg. 2006
- [3] Himrane o., A Ourghanlian, S Amari (2020). Response time evaluation of industrial-scale distributed control systems by discrete event systems formalisms. doi.org/10.1080/00207179.2020.1798021.