



Sujet de Thèse CIFRE

MODELISATION ET EVALUATION ANALYTIQUE DU TEMPS DE REPONSE DES SYSTEMES DE CONTROLE-COMMANDE DISTRIBUES EN UTILISANT DES AUTOMATES TEMPORISES AVEC GARDES MULTI-HORLOGES ET L'ALGEBRE MAX-PLUS

DESCRIPTIF :

EDF exploite et conçoit des moyens de production d'électricité. Ces usines mettent en œuvre des systèmes de contrôle-commande pour en assurer le pilotage et la maintenance. Les systèmes d'automatisme sont actuellement à base 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 entre l'acquisition d'un signal, son traitement par les automates et sa restitution au procédé. En particulier pour certains systèmes, il est demandé de développer un modèle permettant de calculer un majorant du temps de réponse du système (de l'acquisition à la restitution).

La modélisation et l'analyse 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. Une des techniques identifiées est une approche analytique à base d'automates temporisés avec gardes et mettant en œuvre les formalismes de l'algèbre Max-Plus pour déterminer les bornes du temps de réponse du système modélisé [1], [2] et [3].

L'objectif de nos travaux est de mettre en œuvre cette approche sur un cas d'étude, 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 calculer un majorant du temps de réponse du système distribué complet.

L'objet de la thèse est d'étendre les résultats existants sur les automates temporisés avec gardes multi-horloges et l'algèbre Max-Plus, afin de modéliser des mécanismes mis en œuvre dans des systèmes distribués, mal intégrés actuellement par les approches de modélisation. En complément, la thèse explorera les approches permettant de calculer, en plus d'un majorant du temps de réponse, la distribution du temps de réponse du système.

S'agissant d'une thèse CIFRE, un cas d'étude représentatif sera transmis par EDF. Ce cas d'étude regroupe divers mécanismes de synchronisation et de partage de ressources, rencontrés sur les systèmes de contrôle-commande distribués. En complément des travaux théoriques sur les formalismes de modélisation, une part importante consistera à outiller l'approche de modélisation et de calcul du temps de réponse du système, par le développement de prototype. Le cas d'étude servira également à s'assurer que l'approche outillée passe à l'échelle d'un cas industriel.

L'encadrement industriel est réalisé par EDF, et l'encadrement de recherche par le Laboratoire Universitaire de Recherche en Production Automatisée (LURPA) de l'Ecole Supérieure Paris-Saclay.

Le descriptif de la thèse est également consultable sur le site internet de l'Université Paris-Saclay, pour l'école doctorale Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), dans la spécialité Automatique.

RÉFÉRENCES :

- [1] B. Addad, S. Amari and J.-J. Lesage. "Client-Server Networked Automation Systems Reactivity: Deterministic and Probabilistic Analysis". IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, Vol: 8(3), Pages: 540-548. 2011.
- [2] R. Ammour, S. Amari. "Modelling and temporal performances evaluation of networked control systems using (max, +) algebra". International Journal of Systems Science, Vol. 46, pp. 18-30, 2015.
- [3] F. Tamssaouet, S. Amari. "Modelling and temporal evaluation of networked control systems using timed automata with guards and (max,+) algebra," International Journal of Systems Science, Vol: 49(10), pp: 2073-2088. 2018.

ETUDIANTS CONCERNÉS :

Elève diplômé d'un Master 2.

COMPETENCES SOUHAITEES :

Connaissances des systèmes temps-réel et des protocoles de communication.

Connaissance en modélisation de systèmes distribués.

Compétences requises : formalismes des systèmes à événements discrets (automates à états finis, réseaux de Petri, automates temporisés, algèbre Max-Plus...).

ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE :

Logiciels de bureautique standard.

CONTACTS :

OURGHANLIAN Alain
alain-1.ourghanlian@edf.fr

AMARI Saïd
samari@ens-paris-saclay.fr

Lieu

EDF R&D
6 quai Watier
78401 Chatou Cedex

et

LURPA
ENS Paris-Saclay
61 avenue du Président Wilson
94235 Cachan Cedex