



Conception et évaluation d'un système de supervision coopératif basé sur la théorie du contrôle de supervision et la conception centrée sur l'opérateur humain

Date de début : octobre 2019 (3 years)

Financement : ANR project - HUMANISM (HUman-MACHines Cooperation for flexible production Systems)

Encadrement de la thèse :

<p>Co-Directeur : Serge Debernard, Professeur des Universités LAMIH UMR CNRS 8201 Campus du Mont Houy Université Polytechnique des Hauts-de-France 59313 Valenciennes Cedex 09 Email : serge.debernard@uphf.fr Web : http://www.uphf.fr/LAMIH/</p>	<p>Co-Directeur : Bernard Riera, Professeur des Universités CReSTIC, EA 3804 UFR Sciences Exactes et Naturelles Université de Reims Champagne-Ardenne Moulin de la Housse - BP 1039 51687 REIMS Cedex 2 Email : bernard.riera@univ-reims.fr Web : http://crestic.univ-reims.fr/</p>
---	--

Inscription: Ecole Doctorale Sciences Pour l'Ingénieur Université Lille Nord-de-France



Sujet:

La thèse de doctorat s'inscrit dans la problématique de l'industrie 4.0 et de l'utilisation massive des systèmes cyberphysiques pour concevoir des systèmes de fabrication intelligents (IMS) aux propriétés auto-organisatrices permettant une plus grande flexibilité de production et une meilleure adaptation aux risques. Néanmoins, ces approches ne garantissent pas une optimisation globale de la performance ainsi que de la sécurité d'exploitation. De plus, l'utilisation d'une approche de commande auto-organisée peut générer des comportements émergents de la partie opérative conduisant, par exemple, à des situations de blocage ou de congestion, qui peuvent être difficiles à comprendre pour un opérateur de supervision, en particulier lors de dérives lentes des paramètres.

La recherche à mener doit donc considérer l'Opérateur Humain (HO) au centre du système pour le surveiller, le comprendre, décider et le piloter en lui proposant des outils de supervision avancés qui lui permettent d'optimiser la production d'une part, et de gérer des situations anormales et imprévues du Système Homme-Machine, ce qui constitue un enjeu crucial pour la sécurité de ce système. Les différents niveaux de contraintes du processus de fabrication et sa nature dynamique impliquent d'identifier puis de combiner l'information de manière significative afin que l'opérateur puisse garder le contrôle de ce système.

L'approche sera double en combinant les approches des Systèmes à événement discrets (SCT, filtre logique, etc.) et l'approche d'automatisation centrée sur l'homme (Coopération Homme-Machine, outils d'assistance, etc.), avec une application à la fois sur la cellule flexible de l'AIP à Valenciennes, et des jumeaux numériques :



- Dans la première approche, le contrôleur (PLC ou autre) est considéré comme une boîte noire. Les méthodes et outils orientés SCT développés par le CReSTIC sont basés sur la définition d'un filtre, vérifié hors ligne par model checking, pour garantir la sécurité du système de production, et ce indépendamment du contrôleur. Il est donc possible de garantir formellement la sécurité des systèmes de contrôle auto-organisés, dont les comportements, par définition, ne sont pas prévisibles. De plus, en cas de défaillance de l'IMS, une reprise en mode manuel ou semi-automatique par l'opérateur humain sera nécessaire. L'approche par filtre offre des possibilités intéressantes pour la conception d'outils de coopération homme-machine qui devraient être développés. Enfin, le filtre repose sur l'identification et la modélisation du processus à travers la définition des contraintes logiques. Ces derniers ont un fort pouvoir explicatif et peuvent a priori permettre le développement d'outils d'identification, de suivi et de prévision fournissant à l'opérateur des informations pertinentes pour garantir sa compréhension de la situation et pour appuyer sa prise de décision.
- La seconde approche vise à modifier les algorithmes actuels des systèmes de contrôle auto-organisés afin de créer des points d'interaction possible avec l'opérateur de supervision, ces points permettant, d'une part à cet opérateur d'accéder aux Informations lui permettant de comprendre

la situation autrement qu'en considérant les sorties de ce système, et d'autre part en lui donnant la possibilité de contrôler la partie opérationnelle par des commandes de niveau plus élevés que ceux agissant directement sur le système physique. Pour ce faire, la méthode Cognitive Work Analysis (CWA) sera déployée pour définir les besoins informationnels humains et les approches de coopération homme-machine du LAMIH seront utilisées pour définir les outils et les interfaces associées.

Les algorithmes et interfaces H-M proposés seront testés à l'aide d'outils de simulation, puis implémentés sur la cellule AIP et le logiciel FACTORY I/O, pour une évaluation avec des opérateurs de supervision.

Le doctorant sera situé à l'Université de Valenciennes mais plusieurs voyages sont à prévoir à l'Université de Reims.

Financement :



Public: ANR Project HUMANISM

Salaire:

< 25,000 € brut annuel

Compétences / Profil du candidat : Les candidats doivent avoir une solide expérience en automatisation et en informatique industrielle, en particulier dans les systèmes à événements discrets, et parler couramment l'anglais.

Contact : Serge Debernard, Professeur des Universités, serge.debernard@uphf.fr

Les candidatures doivent être envoyées avant le 15 septembre 2019 à : serge.debernard@uphf.fr. Un CV détaillé comprenant les notes de M1 et M2 ainsi qu'une lettre de motivation et tout document jugé utile par le candidat (lettres de recommandation, références des responsables de cours...) seront demandés.

Références:

Botti Vicent & Adriana Giret. ANEMONA. Springer Series in Advanced Manufacturing eBook ISBN:978-1-84800-310-1. Springer-Verlag London, 2008.

Cherubini A., Passama R., Crosnier A., Lasnier A., Fraisse P. (2016) Collaborative manufacturing with physical human–robot interaction, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 40, 1–13.

Debernard S., Guiost B., Poulain T., Crévits I., Annebicque D., Millot P. (2009). Integrating Human Factors in the Design of Intelligent Systems: an example in Air Traffic Control. *International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications*, 7, 2, pp. 205-226

Dencker K., Fasth Å., Stahre J., Mårtensson L., Lundholm T., Akillioglu H. (2009) Proactive assembly systems-realising the potential of human collaboration with automation. *Annual Reviews in Control*, 33(2), 230–237.

Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems: Situation awareness. *Human Factors*, 37(1), 32–64.

Frohm J., Lindström V., Stahre J., Winroth M. (2008) Levels of Automation in Manufacturing. *Ergonomia - an Int. Journal of Ergonomics and Human Factors*, 30(3), 1–28.

- Grosse E. H., Glock C. H., Neumann W. P. (2015) Human Factors in Order Picking System Design: A Content Analysis, *IFAC-PapersOnLine* 48-3, 320–325
- Leal, A. B., Cruz, D.L.L., & Hounsell, M.S. (2009). Supervisory Control Implementation into Programmable Logic Controllers. In *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - ETFA*, pp. 899-905, Palma de Mallorca, 2009.
- Leitao P., Restivo F. (2006) ADACOR: A holonic architecture for agile and adaptive manufacturing control, *Computers in Industry*, 57, 121–130
- Lindström V., Winroth M. (2010) Aligning manufacturing strategy and levels of automation: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 27(3-4), 148–159.
- Oborski P. (2004) Man-machine interactions in advanced manufacturing systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 23(3-4), 227–232.
- Pacaux-lemoine M., Debernard S., Godin A., Rajaonah B., Anceaux F., Vanderhaegen F. (2011). Levels of automation and human-machine cooperation: Application to human-robot interaction. 18th IFAC World Congress, Milano, Italy, August.
- Parasuraman R., Sheridan T., Wickens C. (2000) A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A*, may, 30(3), 286-297.
- Pires J. N. (2005) Semi-autonomous manufacturing systems: The role of the human-machine interface software and of the manufacturing tracking software. *Mechatronics*, 15(10), 1191–1205.
- Queiroz, M. H. de & Cury, J. E. R. (2000). Modular supervisory control of large scale discrete event systems, In *Discrete Event Systems: Analysis and Control*. 1st Ed. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, pp. 103-110. Proc. WODES 2000.
- Ramadge, P.J., & Wonham, W.M. (1987). Supervisory control of a class of discrete event processes. *SIAM J Control Optim.*, 25(1), 206 -230.
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and human-machine interaction*. Amsterdam: North Holland.
- Ribeiro Luis, Jose Barata. (2011). Re-thinking diagnosis for future automation systems: An analysis of current diagnostic practices and their applicability in emerging IT based production paradigms. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2011.03.001>
- Riera B. Philippot A., Coupat R., Gellot F., Annebicque D. A non-intrusive method to make safe existing PLC Program. 9th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes (SAFEPROCESS'15), Paris, France.
- Riera, B. Vigario, B (2013). Virtual Systems to Train and Assist Control Applications in Future Factories. *IFAC Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems*, Volume # 12 | Part# 1, pp 76-81, Elsevier, Las Vegas, août 2013.
- Romero D., Noran O., Stahre J., Bernus P., Fast-Berglund Å. (2015) Towards a Human-Centred Reference Architecture for Next Generation Balanced Automation Systems: Human-Automation Symbiosis, *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 460, Springer Verlag, pp. 556-566
- Sheridan, T.B.: *Telerobotics, automation, and human supervisory control*. MIT Press (1992).
- Vieira, A. D., Santos E. A. P., Queiroz, M. H., Leal A. B., Neto A. D. P., & Cury, J. E. R. (2017). A method for PLC implementation of supervisory control of discrete event systems. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 25(1), 175-191.
- Zaytoon J., B. Riera (2017) Synthesis and implementation of logic controllers – A review, *Annual Reviews in Control*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2017.03.004>