

## **Supervision distribuée d'un système de production flexible utilisant des robots mobiles collaboratifs pour la tâche de transport.**

Le contexte économique actuel est soumis à plusieurs contraintes de compétitivité, d'environnement économique et de comportement de marchés de plus en plus dynamiques et imprévisibles [1]. La réduction des coûts, la qualité des produits et la réponse rapide aux attentes des clients sont les trois principaux objectifs que toute entreprise doit satisfaire pour rester compétitive [2]. Dans cet environnement, les systèmes de production doivent être plus flexibles [3], reconfigurables [4], robustes, et évolutifs [5] [6]. Afin d'atteindre de telles performances, de plus en plus d'outils numériques et d'objets connectés sont utilisés dans les ateliers de production [7]. La gestion des flux matériel dans les ateliers flexibles est une tâche centrale qui affecte d'autres activités tels que la production, le contrôle qualité, la maintenance ou encore la gestion des stocks, ....

L'utilisation des robots mobiles ou des manipulateurs mobiles pour le transport des produits est une pratique qui commence à émerger dans les ateliers production flexibles afin de réduire la pénibilité des tâches répétitives et sans grande valeur ajoutée. Ceci ouvre des perspectives intéressantes dans le contexte de l'usine de futur et de l'internet des objets [8].

D'autres part, l'utilisation de ces nouvelles technologies augmente la complexité du système de production et rend sa gestion difficile. Plusieurs approches ont été développées pour contrôler ce genre de systèmes [9].

Les approches centralisées ou sous forme de grille, ne sont pas capable de gérer la complexité des systèmes de production flexibles. Afin d'éviter ce genre de limitations, des architectures alternatives basées sur des systèmes distribués ont montré leur efficacité [10]. Ce genre d'architecture propose une solutions distribuée, adaptative et autonome du système de production. La différence principale, entre les systèmes conventionnels et ces architectures distribuées, réside dans leur capacité d'adaptation rapide aux changements internes et externes grâce à leur modularité et leurs capacités d'auto-organisation [11] [12].

Dans le cadre du projet Européen CoRoT, nous proposons le développement d'un système robotisé pour le transport de produits dans un atelier de production flexible. Ce système est composé de robots mobiles collaboratifs, de bras manipulateurs collaboratifs et d'un système de contrôle et de supervision distribué.

Le but de la thèse est le développement et la mise en place de ce système de contrôle et de supervision. Cela va permettre de fournir un support pour la planification des tâches et d'appuyer la collaboration des différentes composantes du système (base mobile, bras manipulateurs, opérateurs humain, machines, ...).

### **Objectifs :**

Les objectifs de la thèse peuvent se décliner dans les points suivants :

- Positionnement des développements à travers un état de l'art sur les domaines en lien avec le sujet de thèse tels que : la supervision et la commande des systèmes complexes, la simulation et l'optimisation des flux, les systèmes distribués collaboratifs.
- Développement d'un simulateur d'atelier de production flexible basé sur une architecture multi-agents et utilisant des manipulateurs mobiles modulaires pour assurer le transport des pièces. Nous préférons l'utilisation d'une approche (dynamically integrated manufacturing systems) DIMS [11] pour la gestion des interactions entre les différents organes du système.
- Développement et intégration (dans le simulateur) d'une architecture permettant l'optimisation de la collaboration entre les différents organes du système.
- Développement d'un système de supervision et de contrôle d'un FMS capable de suivre l'évolution de tout le système en temps réel et d'intervenir à différents niveaux de fonctionnement du système (planification et opération).
- Etablissement des connexions entre le système de supervision, le simulateur et l'ERP gérant toutes les activités en plus de la production.

### **Compétences :**

Diplôme : Master recherche en robotique industrielle/ informatique industrielle ou génie industriel.

Personnalité: autonome, esprit critique et d'analyse.

Le candidat recherché devra avoir de bonnes compétences en systèmes embarqués et robotiques notamment l'environnement ROS. Il doit également avoir des compétences en informatique décisionnelle et/ou en mathématiques. Une bonne connaissance des outils informatiques est indispensable (développement, manipulation de bases de données). Il doit aussi avoir des connaissances en génie industriel tels que les méthodes d'ordonnancement ou de planification des tâches dans les ateliers flexibles.

## Références

- [1] J. Eloundou, M. Sahnoun, A. Louis, D. Baudry and A. Bensrhair, "Evaluation of the routing flexibility of a manufacturing system," in *X<sup>e</sup>me Conférence Internationale: Conception et Production Intégrées*, 2015.
- [2] H. ElMaraghy, "Flexible and reconfigurable manufacturing systems paradigms," *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, vol. 17, no. 4, pp. 261-276, 2005.
- [3] Y. Koren and M. Shpitalni, "Design of reconfigurable manufacturing systems," *Journal of manufacturing systems*, vol. 29, no. 4, pp. 130-141, 2010.
- [4] Y. Koren, "Reconfigurable manufacturing systems: Key to future manufacturing," *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2010.
- [5] E. Francalanza, J. Borg and C. Constantinescu, "Deriving a Systematic Approach to Changeable Manufacturing System Design," *Procedia CIRP*, vol. 17, pp. 166-171, 2014.
- [6] P. Ferreira and N. Lohse, "Configuration model for evolvable assembly systems," in *4th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems--CATS 2012, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA, May 21-22, 2012*.
- [7] M. Hess, "Review of" Foucault, Governmentality and Organization: Inside the Factory of the Future" by Alan McKinlay and Philip Taylor," *Global Labour Journal*, vol. 7, 2016.
- [8] Z. Bi, L. Da Xu and C. Wang, "Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 10, pp. 1537-1546, 2014.
- [9] D. Z. Zhang, A. Anosike and M. K. Lim, "Dynamically integrated manufacturing systems (DIMS)—A multiagent approach," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, vol. 37, pp. 824-850, 2007.
- [10] D. Trentesaux, "Distributed control of production systems," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 22, no. 7, pp. 971-978, 2009.
- [11] N. He, "Agent-based Hierarchical Planning and Scheduling Control in Dynamically Integrated Manufacturing System," 2011.
- [12] J. P. Müller and K. Fischer, "Application Impact of Multi-agent Systems and Technologies: A Survey," *Agent-Oriented Software Engineering: Reflections on Architectures, Methodologies, Languages, and Frameworks*, pp. 27-53, 2014.