

Ordonnancement robuste d'un atelier flow-shop

Porteur : Meriem TOUAT

Co-Encadrants : Arthur KRAMER – Gabriel ZAMBRANO – Christophe GUILLET

Présentation du laboratoire et Institut d'accueil

Créé en janvier 2018, le laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Physiques et Numériques (LISPEN) résulte de la fédération des anciennes équipes UMR INSM-LSIS (Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes) et VAIM-LE2I (Laboratoire d'Électronique, Informatique et Image). Cette jeune unité, placée sous la tutelle unique de l'établissement Arts et Métiers Sciences et Technologies, met en synergie des compétences en ingénierie numérique au sein d'une communauté de plus de 100 membres, répartis sur trois sites : le campus Arts et Métiers d'Aix-en-Provence, l'Institut Arts et Métiers de Chalon-sur-Saône (rattaché au campus Arts et Métiers de Cluny) et le campus Arts et Métiers de Lille.

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'une collaboration avec l'École des Mines de Saint-Étienne (EMSE), et plus particulièrement avec l'Institut Henri Fayol (Lieu d'accueil). Il pourra s'appuyer avantageusement sur la plateforme IT'm Factory de l'Institut Henri Fayol, dédiée aux usages de l'industrie du futur et dotée de technologies et démonstrateurs de pointe (cobotique, intelligence artificielle, etc.). Cette collaboration s'articulera également avec les équipes et les différentes plateformes technologiques du laboratoire LISPEN travaillant sur ces thématiques.

Description de la mission

Afin de se conformer aux exigences visant à transformer l'industrie actuelle vers l'industrie du futur, laquelle s'appuie sur des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle (IA) et la cobotique, de nouveaux défis de gestion se posent, en particulier pour les fonctions d'ordonnancement. En effet, différentes ressources humaines et robotiques, interagissent pour accomplir des tâches complexes, ce qui nécessite le déploiement de nouvelles approches d'ordonnancement capables d'orchestrer efficacement ces ressources hétérogènes.

Quel que soit le système considéré, des incertitudes, provenant de sources internes ou externes, peuvent survenir à tout moment, perturbant son fonctionnement et rendant les données imprécises et incomplètes. Ces perturbations peuvent entraîner des pertes en termes de temps (retards de livraison), de quantité (consommation de ressources), de qualité (souvent difficile à mesurer) ou encore de profit (coûts financiers). Pour faire face à ces enjeux, des approches dynamiques et robustes, capables de réagir rapidement afin de ramener le système à un état de fonctionnement nominal, sont essentielles pour garantir la résilience et la robustesse des systèmes de production.

Les systèmes multi-agents constituent une approche particulièrement adaptée pour représenter des contextes complexes dans lesquels la prise de décision doit être réalisée de manière décentralisée. Ils permettent notamment de gérer l'ordonnancement lors de l'apparition d'aléas. En effet, leurs caractéristiques de coopération, de communication et d'autonomie leur permettent de négocier et de prendre des décisions à l'échelle locale, tout en contribuant à la performance globale du système.

Par ailleurs, la théorie des croyances de Dempster-Shafer représente un outil pertinent pour la modélisation des ignorances (connaissances incertaines), en permettant de représenter les informations imparfaites ou incomplètes, notamment en situation de manque d'information.

L'objectif de ce travail est de proposer un modèle d'ordonnancement à base d'agents capable de fonctionner en présence d'incertitudes, en intégrant la théorie des croyances dans le

comportement décisionnel des agents. Cette approche vise à répondre efficacement aux aléas survenant dans l'atelier et à permettre le retour à un fonctionnement normal du système de production.

Etapes

- Définir les sources d'incertitudes pouvant surgir dans l'atelier
- Proposer un système pour prendre en compte ces incertitudes
- Mesurer la robustesse du système
- Collecter les données à partir de la plateforme IT'm Factory ou les plateformes du laboratoire LISPEN

Mots clés : Ordonnancement flow-shop, Cobotique, Systèmes multi-agent, Théorie de croyances - Dempster-Shafer

Références

- [1] De Sousa, A. L., & de Oliveira, A. S. (2024). Deadlock-free production using Dempster–Shafer and preset methods in predictive scheduling for multi-agent controlled flexible manufacturing systems. *Applied Soft Computing*, 152, 111234.
- [2] Li, Y., Liu, Q., Li, X., & Gao, L. (2025). Manufacturing resource-based self-organizing scheduling using multi-agent system and deep reinforcement learning. *Journal of Manufacturing Systems*, 79, 179-198.
- [3] Xu, W., Gu, J., Zhang, W., Gen, M., & Ohwada, H. (2025). Multi-agent reinforcement learning for flexible shop scheduling problem: a survey. *Frontiers in Industrial Engineering*, 3, 1611512.

Profil recherché

Bac +4 ou Bac +5 dans l'une des disciplines suivantes :

- Génie industriel
- Informatique
- Recherche opérationnelle

Connaissance approfondie de Python 3. La maîtrise de FlexSim et des systèmes multi-agents (SMA) serait un plus.

Date de début de stage : Mars 2026

Durée du stage : 6 mois

Lieu d'accueil : Institut Henri Fayol, Saint Etienne

Gratification : Suit la norme tarifaire des stagiaires

Candidature : CV + Lettre de motivation + Relevés de notes à envoyer à : meriem.touat@ensam.eu avant le **10/02/2026**