

Sujet de thèse :
Application de techniques d'IA à la gestion de production industrielle pour la prise en compte du dilemme performance santé

Durée : 36 mois

Lieu: Université Grenoble Alpes (UGA), Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG), 150 Place du Torrent 38400 Saint Martin d'Hères ([Équipe Marvin](#))

Financement : Agence Nationale de la recherche – Projet Prod4Human

Encadrants : Damien Pellier, Humbert Fiorino

Date de début de contrat : 01/01/2025

Salaire : ~2100€/brut + possibilité de faire des vacances d'enseignement

Mots clé : Intelligence Artificielle, planification automatique, planification/optimisation de production industrielle.

1. Contexte

La planification de la production de biens et de services est une tâche de plus en plus difficile à optimiser. Aujourd'hui, les exigences des clients sont nombreuses en termes de qualité, disponibilité et délai de mise à disposition des produits. La diversité des produits augmente et la demande peut fluctuer brutalement. Le secteur de la vente à distance, dénommé "usine à colis" est particulièrement tributaire de ces variations. La planification de la logistique est souvent traitée en silo et reste encore largement dévolue au savoir-faire et à l'expertise humaine sans support numérique. Lorsque des algorithmes existent, ils n'intègrent pas les contraintes et normes ergonomiques liées aux capacités humaines sur les chaînes de production ou les chaînes logistiques : charge pouvant être portée, ordre des opérations imposé qui conduit à des troubles musculosquelettiques ou du contrôle accru du travail. Ceci a pour conséquence une augmentation constante des troubles de santé physique, psychologique et/ou cognitif et une usure professionnelle d'autant plus marquée qu'elle est combinée au vieillissement de la population au travail. Il s'avère dès lors nécessaire d'intégrer les capacités humaines (physique, psychique, cognitive et sociale) dans les algorithmes de planification [1] au sein de MES (Manufacturing Execution System). Pour toutes ces raisons, l'utilisation d'un logiciel de planification de production est nécessaire. Ce logiciel peut être vu comme un outil d'aide à la décision. Il permet à une entreprise théoriquement d'atteindre les objectifs qu'elle s'est fixés de la manière la plus simple possible.

Un logiciel de planification de production doit en théorie être capable par exemple de traiter les problématiques suivantes :

- Prévisions des besoins en vue de dimensionner la production,
- Minimisation des risques liés à la santé des travailleurs,
- Optimisation des ressources de production* : répartition de la production sur différents moyens de production (notamment machines, opérateurs), effacement, lissage, détection et résolution de conflits, etc.
- Optimisation du plan de production* : affectation des tâches de production aux ressources matérielles, ordonnancement, exploitation optimale des ressources, optimisation des contrats énergétiques,

En pratique, il n'existe pas d'outils capables d'adresser toutes ces problématiques d'optimisation et de planification. Les logiciels de planification de production sont avant tout des outils de supervision. Les tâches d'optimisation et de planification restent encore largement dévolues à des experts humains.

2. Objectifs de la thèse

Dans ce contexte, le doctorant recruté devra (1) élaborer un état de l'art sur les outils de gestion et techniques pour la planification de production industrielle ; (2) développer un prototype de logiciel original de planification de production capable d'intégrer les différentes problématiques précédemment mentionnées en s'appuyant sur des techniques issues de l'Intelligence Artificielle et en particulier de la planification automatique [1, 2]. En Intelligence Artificielle, la planification automatique (automated planning en anglais) ou plus simplement planification, vise à développer des algorithmes pour produire des ensembles de actions appelés plans devant être exécutées pour atteindre un objectif (par exemple, une certaine quantité de produits). Les logiciels de planification qui incorporent ces algorithmes s'appellent des planificateurs. La difficulté du problème de planification dépend des hypothèses de simplification qu'on tient pour acquises, par exemple des actions instantanées, déterministes, une observabilité complète de leurs effets, etc. Un planificateur typique manipule trois entrées décrites dans un langage formel (tel que PDDL) déclaratif :

1. Une description de l'état initial d'un monde,
2. Une description d'un objectif à atteindre,
3. Un ensemble d'actions possibles.

Chaque action est spécifiée par des préconditions qui doivent être satisfaites dans l'état courant du système de production pour qu'elle puisse être appliquée, et des postconditions (effets sur l'état actuel). L'intérêt de la planification dans ce contexte est d'utiliser un langage de modélisation des systèmes de production en laissant la complexité de leur optimisation à un planificateur.

3. Profil du candidat recherché

Nous recherchons un candidat ayant des compétences dans au moins un des domaines suivants : **algorithmique, programmation par contraintes, SAT/SMT, recherches heuristiques, optimisation, Recherche Opérationnelle, planification automatique**. Par ailleurs, le candidat devra :

- Être titulaire d'un M2,
- Avoir des compétences avancées en développement (conception et implémentation) dans un langage de programmation tel que C/C++, Python, Java, Rust etc.
- Avoir un bon niveau académique attestant de sa capacité à allier pratique et théorie,
- Avoir un niveau d'anglais professionnel oral et écrit,
- Avoir des connaissances générales dans le domaine de l'Intelligence Artificielle,
- Avoir une appétence pour les problématiques industrielles.

4. Procédure et contacts

Envoyer à Damien.Pellier@imag.fr et Humbert.Fiorino@imag.fr :

- Vos notes et rapport de M2,
- CV et lettre de recommandation.

Nous invitons les candidats intéressés à se familiariser avec la planification automatique et à réaliser le tutoriel en ligne à l'adresse <http://pddl4j.imag.fr/>. Les candidatures sont gérées au fil de l'eau. Vous serez prévenu rapidement par mail de la recevabilité de votre candidature et si vous êtes invité à un premier entretien.

5. Références

[1] M. Ghallab, D. Nau and P. Traverso, "Automated Planning", Morgan-Kaufman, 2017.

[2] S. Russell and P. Norvig, "Artificial Intelligence: A Modern Approach", chapter XI", Prentice Hall, 2002