

Sujet de thèse

Titre de la thèse	Application de la planification automatique à la gestion de production industrielle
Encadrants	Damien Pellier, Humbert Fiorino, Laurent Auroy

Durée : 36 mois

Financement : CIFRE

Laboratoire: Laboratoire d'Informatique de Grenoble, 700 avenue Centrale, 38058 Grenoble cedex 9 ([Équipe Marvin](#))

Société : ProtoTIG, 29 rue Bernard Lathiere, 87000 Limoges

Mots clé : Intelligence artificielle, planification automatique, planification industrielle

Contexte : La planification de la production de biens et services est une tâche de plus en plus difficile à optimiser. Aujourd'hui, les exigences des clients sont nombreuses en termes de qualité, souplesse, disponibilité et délai de mise à disposition des produits. La diversité des produits augmente et la demande peut fluctuer brutalement. Les processus de production évoluent sans cesse. Les investissements peuvent être lourds et nécessitent une justification, chaque ressource matérielle doit être exploitée au mieux jusqu'à ce que son potentiel maximal soit atteint. 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 de traiter les problématiques suivantes :

- Prévisions des besoins en vue de dimensionner la production ;
- *Optimisation des investissements* : choix et séquençement des investissements à entreprendre sont des décisions stratégiques qui permettent de mieux dimensionner les unités de production ou le parc de matériel ;
- *Optimisation de la maintenance et du cycle de vie des équipements* : gestion des ressources en intégrant les contraintes de visites de maintenance, renouvellement des équipements au bon moment (vieillesse du parc, optimisation de la flotte), planification des tâches de maintenance ;
- *Optimisation des ressources de production* : répartition de la production sur différents moyens de production (notamment machine, 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 ;
- *Optimisation des procédés de fabrication* : optimisation de la formulation ou de la diversité.

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

2. Objectifs

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 plans typiquement pour l'exécution par un robot ou tout autre système autonome. 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 un temps atomique, un temps déterministe, une observabilité complète, etc. Un planificateur typique manipule trois entrées décrites dans un langage formel (tel que PDDL) qui utilise des prédicats logiques :

1. une description de l'état initial d'un monde,
2. une description d'un but à atteindre et
3. un ensemble d'actions possibles (parfois appelés opérateurs).

Chaque action est spécifiée par des préconditions qui doivent être satisfaites dans l'état actuel 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 descriptif commun permettant de modéliser facilement les processus de production en laissant la complexité de leur optimisation à un planificateur. Le cadre applicatif concret sera fourni par la société ProtoTIG¹ et sa filiale Innov'Decor.

3. Profile du candidat rechercher

Le candidat devra avoir:

- un master 2 en informatique avec une expérience de la recherche réussie
- des compétences avancées en programmation (conception et implémentation), notamment en Java
- un bon niveau académique attestant de sa capacité à allier pratique et théorie
- un niveau d'anglais professionnel oral et écrit
- des connaissances générales dans le domaine de l'intelligence artificielle
- une appétence pour les problématiques industrielles

4. Procédure et contact

Envoyer à Damien.Pellier@imag.fr:

- Votre diplôme de master 2 avec vos notes
- Votre CV
- Au moins une lettre de recommandation
- Votre mémoire de stage de master 2 et vos publications éventuelles

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

¹ <http://www.prototig.com>

PHD. Position

Thesis title	Application of automated planning to industrial production management
Supervisors	Damien Pellier, Humbert Fiorino, Laurent Auroy

Duration : 36 months

Funding : CIFRE

Research laboratory: Laboratoire d'Informatique de Grenoble, 700 avenue Centrale, 38058 Grenoble cedex 9

Compagny : ProtoTIG, 29 rue Bernard Lathiere, 87000 Limoges

Keywords: Artificial intelligence, automatic planning, industrial planning

1. Contexte :

Planning the production of goods and services is an increasingly difficult task to optimize. Today, customers have many requirements in terms of quality, flexibility, availability and delivery time. Product diversity is increasing and demand can fluctuate sharply. Production processes are constantly evolving. Investments can be heavy and require justification, each material resource must be exploited to the fullest until its maximum potential is reached. For all these reasons, the use of production planning software is necessary. This software can be seen as a decision support tool. It allows a company, in theory, to achieve the objectives it has set for itself in the simplest possible way.

A production planning software should in theory be able to deal with the following issues:

- Forecasting needs in order to size production;
- Optimization of investments: the choice and sequencing of investments to be undertaken are strategic decisions that make it possible to better size production units or equipment fleets;
- Optimization of equipment maintenance and life cycle: resource management by integrating the constraints of maintenance visits, equipment renewal at the right time (ageing of the fleet, fleet optimization), planning of maintenance tasks;
- Optimization of production resources: distribution of production on different means of production (including machines, operators), erasure, smoothing, detection and resolution of conflicts, etc.;
- Optimization of the production plan: assignment of production tasks to material resources, scheduling, optimal use of resources, optimization of energy contracts;
- Optimization of manufacturing processes: optimization of formulation or diversity.

In practice, there are no tools capable of addressing all its optimization and planning issues. Production planning software is primarily a visualization tool. Optimization and planning tasks are still largely the responsibility of human experts.

2. Objectives

In this context, the recruited doctoral student will have to (1) develop a state of the art on management tools and techniques for industrial production planning; (2) develop an original prototype production planning software capable of integrating the various problems mentioned above by relying on techniques derived from artificial intelligence and in particular from automated planning [1, 2]. In artificial intelligence, automated planning or more simply planning, aims to develop algorithms to produce plans typically for execution by a robot or any other autonomous system. Planning software that incorporates these algorithms is called planners. The difficulty of the planning problem depends on the simplification assumptions that are taken for granted, such as atomic time, deterministic time, full observability, etc. A typical planner manipulates three inputs described in a formal language (such as PDDL) that uses logical predicates:

- a description of the initial state of a world,
- a description of a goal to be achieved and

- a set of possible actions (sometimes called operators).

Each action is specified by preconditions that must be met in the current state for it to be applied, and post-conditions (effects on the current state). The interest of planning in this context is to use a common descriptive language that allows production processes to be easily modelled, leaving the complexity of their optimization to a planner. The concrete application framework will be provided by ProtoTIG and its subsidiary Innov'Decor.

3. Profile of the candidate looking for

The candidate must have:

- a Master 2 in Computer Science with successful research experience
- advanced programming skills (design and implementation), especially in Java
- a good academic level attesting to his ability to combine practice and theory
- a level of professional oral and written English
- general knowledge in the field of artificial intelligence
- an appetite for industrial issues

4. Procedure and contact

Send to Damien.Pellier@imag.fr:

- Your Master 2 diploma with your marks
- Your CV
- At least one letter of recommendation
- Your Master 2 internship thesis and any publications you may have

Applications are managed on a case-by-case basis. You will be informed promptly by email of the admissibility of your application and if you are invited to a first interview.

5. References

[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