

Ordonnancement multi-objectif de flow-shop hybride réentrant

Frédéric Dugardin¹, Lionel Amodeo¹, Farouk Yalaoui¹

Institut Charles Delaunay - Université de Technologie de Troyes
12, rue Marie Curie, 10010 Troyes Cedex, France
frederic.dugardin@utt.fr

Mots-Clés : *ordonnancement, optimisation multi-objectif, algorithme génétique, algorithme à colonies de fourmis, dominance de Lorenz*

1 Introduction

Ce travail s'intéresse à l'ordonnancement des ateliers de type flow-shop hybride réentrant dans un cadre multi-objectif. Dans un atelier réentrant, les tâches à réaliser peuvent être traitées plusieurs fois sur la même machine. Du fait de l'utilisation de ce type d'atelier dans des secteurs en plein essor (industries électroniques, bâtiments et travaux publics, machines flexibles, etc.), les systèmes de types réentrants sont de plus en plus étudiés comme le montre l'article de Gupta et Sivakumar [4].

2 Description du problème

Cette étude porte sur une ligne composée d'étages parallèles. Chaque étage $e \in \{1, \dots, E\}$ comprend un nombre M_e de machines identiques. Chaque tâche doit passer successivement par l'ensemble des étages e , un nombre de L fois. Chaque tâche i possède, d'une part, un temps d'exécution p_{ij}^l à l'étage j et à la couche l et d'autre part une date de fin d_i . Chaque tâche est affectée à la machine la moins chargée de l'étage.

Nous considérons deux modélisations différentes du problème. D'abord, une modélisation où les temps opératoires sont stochastiques et où les objectifs sont la minimisation du temps de cycle ainsi que la maximisation du taux d'utilisation de la machine goulet. Nous envisageons également ce problème avec une modélisation déterministe. Dans ce cas, les objectifs sont la minimisation du temps maximum d'exécution des tâches ($C_{max} = \max_{i \in \{1, \dots, N\}} c_i$) ainsi que la minimisation du retard total des tâches ($\sum_{i=1}^N T_i$ où $T_i = \max(c_i - d_i; 0)$).

3 Méthodes de résolution

Concernant la modélisation stochastique de ce problème nous utilisons une modélisation par un réseau de files d'attente. La priorité des tâches, au sein de chaque file d'attente est gérée au moyen de huit règles de priorité choisies dans la littérature [3]. Chaque solution de ce problème d'optimisation est constituée par le choix, pour chaque file d'attente parmi ces huit règles de priorité.

Nous avons résolu ce problème à l'aide de plusieurs algorithmes : un algorithme à colonies de fourmis multi-objectif (avec et sans recherche locale), des algorithmes génétiques de type NSGA2 et SPEA2. Nous utilisons un algorithme à dominance de Lorenz (L-NSGA) : cet algorithme utilise la dominance de Lorenz en lieu et place de l'habituelle dominance de Pareto.

Chaque méthode est couplée à un simulateur à événements discrets pour l'évaluation de chaque solution. Cette méthode étant stochastique, nous évaluons les solutions à plusieurs reprises.

Concernant la modélisation déterministe du problème nous utilisons un modèle mathématique. Chaque solution est alors constituée par l'ordre des tâches à l'entrée du système. Les tâches sont alors réalisées dans l'ordre et affectées, à chaque étage, à la machine la moins chargée. Nous appliquons les algorithmes génétiques NSGA2 et SPEA2 ainsi que notre algorithme à dominance de Lorenz auquel nous avons appliqué des recherches locales.

4 Essais et résultats

Nous testons nos algorithmes sur plusieurs instances. Ainsi, les instances qui concernent la modélisation stochastique, ont été générées en faisant varier plusieurs paramètres [3] : le nombre de tâches $N = \{2, 5, 8, 15\}$ le nombre de couches $L = \{3, 5\}$, le nombre de machines dans le premier étage $M_1 = \{1, 3\}$ et dans le deuxième étage $M_2 = \{1, 3, 6\}$ ainsi que le nombre de couches $L = \{3, 5\}$ et enfin l'intervalle de génération des temps opératoires qui est soit $p_{i,j}^l \in [15; 30]$ soit $p_{i,j}^l \in [30; 60]$. Pour la modélisation déterministe les instances ne sont évidemment pas identiques mais les instances sont générées de manières similaires en ajoutant la génération de dates de fin d_i .

Nous utilisons des plans d'expériences lors de l'application de recherches locales afin régler au mieux l'équilibre existant entre l'algorithme de base et les recherches locales appliquées [1, 2].

Les résultats montrent que l'algorithme utilisant la dominance de Lorenz (L-SNGA) est le plus performant de tous les algorithmes testés. De plus l'utilisation de recherches locales avec l'algorithme à dominance de Lorenz a encore amélioré les performances du L-NSGA.

Références

- [1] F. Dugardin, L. Amodeo, and F. Yalaoui. Méthodes multi-objectif pour l'ordonnancement de lignes réentrantes. *Journal of Decision System*, pages 231 – 255, 2008.
- [2] F. Dugardin, F. Yalaoui, and A. Amodeo. Improving multi-objective methods to solve reentrant shops scheduling problems. *Computer & operations research*, 2009. soumis.
- [3] F. Dugardin, F. Yalaoui, and L. Amodeo. New multiobjective method to solve reentrant hybrid flow shop scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 2008. accepted.
- [4] A. K. Gupta and A. I. Sivakumar. Job shop scheduling techniques in semi conductor manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 27 :1163–1169, 2006.