

Nouvelles méthodes de conception de lignes

Hicham Chehade, Farouk Yalaoui, Lionel Amodeo

Institut Charles Delaunay, Équipe Optimisation des Systèmes Industriels, Université de Technologie de Troyes ; 12, rue Marie Curie, 10000 Troyes, France
{hicham.chehade, farouk.yalaoui, lionel.amodeo}@utt.fr

Mots-Clés : *Conception, Buffers, Equipements, Colonies de fourmis, Optimisation multiobjectif*

1 Introduction

De nos jours, les entreprises s'intéressent de plus en plus aux problèmes de conception et de re-conception et entendent les résoudre de manière rigoureuse. Dans ce travail, nous nous intéressons aux problèmes de conception de lignes de production liés au dimensionnement de buffers et à la sélection des machines à affecter aux stations de travail. Pour résoudre ces problèmes, nous proposons différentes méthodes de résolution. Ces méthodes sont basées sur des algorithmes d'optimisation par colonies de fourmis que nous hybridons par la suite par une recherche locale guidée.

2 Description du problème

Ce problème de conception concerne des lignes avec N stations de travail et $N-1$ buffers intermédiaires. Dans un premier temps, nous cherchons à affecter à chaque station une machine parmi une liste de machines candidates qui se différencient par leurs coûts et leurs performances. Ensuite, nous visons à dimensionner les buffers dont chacun a une capacité bornée par deux valeurs. Nous nous intéressons à deux paramètres : les coûts et le taux de sortie. Pour cela, nous avons tenté d'abord de résoudre le problème en monocritère. Ainsi nous avons identifié deux sous-problèmes : le primaire en cherchant à minimiser les coûts sous la contrainte d'un taux de performance donné, et le dual avec la maximisation du taux de sortie avec un budget maximal comme contrainte. Ensuite, nous prenons en considération les deux critères simultanément (configuration multicritère).

3 Méthodes de résolution

3.1 Algorithmes d'optimisation par colonies de fourmis

Afin de résoudre ce problème de conception, nous avons développé des algorithmes d'optimisation par colonies de fourmis. Des fourmis parallèles sont utilisées pour l'affectation des machines à des stations et pour le dimensionnement des buffers. La construction des chemins des fourmis est basée sur la quantité de phéromones et sur le facteur de visibilité [1].

3.2 Recherche locale guidée

Afin d'éviter le piège des optimums locaux, nous hybridons les algorithmes avec une recherche locale guidée (GLS). La première étape consiste à appliquer une recherche locale basée sur la recherche en voisinage. Ensuite, nous effectuons une modification de la fonction objective en intégrant des pénalités associées à des caractéristiques (*features*) se trouvant dans l'optimum local. La recherche locale continue à explorer en utilisant la fonction objective modifiée. Cette dernière est utilisée pour guider la recherche locale en dehors d'un optimum local en rendant ce dernier moins intéressant (selon le critère étudié) que les autres solutions dans l'espace de recherche au voisinage.

4 Applications numériques

Afin d'évaluer les différentes méthodes développées, nous avons étudié trois lignes de production différentes par le nombre de stations de travail : $N = 3, 7$ et 9 . Pour chacune de ces lignes, nous avons testé plusieurs valeurs pour chaque contrainte prise en considération. Le nombre de machines candidates pour chaque station de travail est de 3 . La taille de chaque buffer est comprise entre une valeur inférieure égale à 5 et une valeur supérieure égale à 15 . Les coûts et les caractéristiques techniques des différentes machines candidates sont prises du travail de Jeong et Kim [2].

En ce qui concerne le cas monocritère, le problème primal montre que les algorithmes de colonies de fourmis hybridés par une recherche locale guidée montrent des avantages par rapport aux autres méthodes appliquées : les heuristiques de Jeong et Kim [2] et les algorithmes classiques de colonies de fourmis [3]. L'efficacité de cette hybridation a été confirmée avec le problème duale où notre méthode a été comparée avec des colonies de fourmis sans hybridation et une méthode exacte qui consiste à énumérer toutes les solutions possibles. Les résultats montrent que, dans la plupart des cas testés, notre méthode donne des solutions optimales [4]. Pour le cas multicritère, trois métriques (nombre de solutions dans le front de Pareto, distance de Riise et mesure de Zitzler) ont été adoptées pour comparer un algorithme multiobjectif de colonies de fourmis hybridé avec une recherche locale et un autre sans hybridation. Les résultats ont montré que l'hybridation améliore la qualité des solutions obtenues et cela selon les trois métriques utilisées [5].

Références

- [1] M. Dorigo and L. Gambardella. Ant colonies for the travelling salesman problem. *Biosystems*, 43: 73–81, 1997.
- [2] K. Jeong and Y. Kim. Heuristics for selecting machines and determining buffer capacities in assembly systems. *Computers and Industrial Engineering*, 38: 341–360, 2000.
- [3] H. Chehade, L. Amodéo and F. Yalaoui. A new efficient hybrid method for selecting machines and sizing buffers in assembly lines. *Journal of Operations and Logistics*, 3(1): III.1–III.22, 2009.
- [4] H. Chehade, F. Yalaoui and L. Amodéo. Solving single and multiobjective models for an assembly line design problem through ant colony algorithms. *Mathware and Soft Computing*, 16: 133–160, 2009.
- [5] H. Chehade, L. Amodéo and F. Yalaoui. A new hybrid multiobjective algorithm for assembly lines design. *Proceedings of the International Conference on Genetic and Evolutionary Methods GEM'09*: 210–216, Las Vegas, USA, 2009.