

Conception combinatoire de lignes de transfert avec unités d'usinage multi-broches

Xavier Delorme¹, Alexandre Dolgui¹, Mikhail Y. Kovalyov²

¹ Laboratoire en Sciences et Technologies de l'Information (LSTI), École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne,
158 cours Fauriel, F42023 Saint-Étienne Cedex 2 - FRANCE
Delorme,Dolgui@emse.fr

² United Institute of Informatics Problems, National Academy of Sciences of Belarus,
Surganova 6, 220012 Minsk, Belarus
kovalyov_my@newman.bas-net.by

Mots-Clés : *Lignes de transfert, Équilibrage de ligne, Opérations parallèles, Optimisation combinatoire, Clique de poids maximum, Set packing*

1 Conception de lignes de transfert avec équipements standard

Nous étudions ici un problème de conception de ligne de transfert [1, 2]. La ligne considérée doit être utilisée pour la fabrication en grande série d'un seul produit qui requiert la réalisation d'un ensemble connu d'opérations. La ligne est organisée comme une suite de stations de travail dont nous devons décider le nombre. Il est possible d'affecter à chaque station une ou plusieurs unités d'usinage, les opérations correspondantes étant réalisées en parallèle. L'ensemble des unités d'usinage existantes, leur coût ainsi que les opérations qu'elles permettent d'effectuer, sont connues.

Le problème est de concevoir une ligne complète en minimisant le coût qui dépend du nombre de stations et des unités d'usinage choisies, tout en respectant le temps de cycle imposé pour garantir la productivité de la ligne. Pour cela, il convient de prendre en compte des contraintes d'inclusion, d'exclusion et de précédences qui limitent les affectations possibles.

2 Optimisation à l'aide d'un graphe de stations réalisables

Nous proposons ici une approche de résolution originale qui est basée sur la notion de station réalisable. En effet, la plupart des contraintes technologiques (à l'exception des précédences) et de productivité peuvent s'exprimer entièrement à l'échelle des stations de travail, et l'ensemble des stations permettant de respecter ces contraintes peut être facilement obtenu.

Le problème peut alors s'exprimer comme la recherche d'une clique de poids maximum dans un graphe. Il est ensuite possible de définir des inégalités valides et de formuler ce problème comme un set packing afin de le résoudre à l'aide d'un programme linéaire en variables binaires. En outre, différentes techniques de preprocessing peuvent être utilisées et réduire fortement la taille du problème.

Des expérimentations ont été réalisées sur des instances tests générées aléatoirement, et montrent que notre approche est compétitive avec les meilleures approches de la littérature. De plus elle peut se montrer très efficace pour certaines classes d'instances industrielles dans lesquelles le nombre d'unités d'usinage placées sur une même station ne peut pas dépasser trois.

Cette approche pourrait être étendue pour résoudre une gamme de plus large de problèmes de conception et d'équilibrage de lignes de transfert en s'appuyant sur ce nouveau concept de station réalisable.

Références

- [1] S. Belmokhtar, A. Dolgui, N. Guschinsky, and G. Levin. Integer programming models for logical layout design of modular machining lines. *Computers & Industrial Engineering*, 51 :502–518, 2006.
- [2] A. Dolgui, B. Finel, N. Guschinsky, G. Levin, and F. Vernadat. MIP approach to balancing transfer lines with blocks of parallel operations. *IIE Transactions*, 38 :869–882, 2006. Best paper award 2008.