Reconfiguration des lignes d'usinage de transfert

Fatme Makssoud, Olga Battaïa, Alexandre Dolgui

▶ To cite this version:

Fatme Makssoud, Olga Battaïa, Alexandre Dolgui. Reconfiguration des lignes d'usinage de transfert. Quatorzième congrès annuel de la Société Française de recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF 2013), Feb 2013, Troyes, France. Session S74 : Conception optimisée de lignes de production. emse-00904022

HAL Id: emse-00904022
https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-00904022

Submitted on 13 Nov 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Reconfiguration des lignes d'usinage de transfert

Fatme Makssoud, Olga Battaïa, Alexandre Dolgui

EMSE-FAYOL (CNRS UMR6158, LIMOS), Ecole des Mines de Saint-Etienne
158, Cours Fauriel, 42023 Saint-Etienne cedex, France
{makssoud, battaia, dolgui}@emse.fr

Mots-clés *: Lignes de transfert; Reconfiguration; MIP.*

1 Description et modélisation du problème

Une ligne de transfert est composée d'une séquence de machines où des blocs d'opérations sont exécutés de façon séquentielle par des têtes d'usinage [1]. Le but de la reconfiguration d'une ligne est de minimiser le coût de passage d'un produit à un autre. Pour ce problème, nous proposons un modèle mathématique qui tient compte des contraintes liées à la réutilisabilité des équipements existants.

	Définitions
Indices	
k	Indice d'une station, $k=1,\dots, m$
q	Indice d'un bloc, e.g, pour le bloc l de la station k, $q = (k\text{-}1)\, n_0 + l$
q_0	Valeur maximale possible de q, $q_0 = m_0 n_0$
l	Indice des blocs dans la ligne initiale
Q_0^*	Valeur maximale possible de l
n_0	Nombre maximal de blocks par station
m_0	Nombre maximal autorisé de stations
Ensembles	
N	Ensemble des opérations qui sont nécessaires pour l'usinage des nouvelles pièces
$N' \in N$	Ensemble des anciennes opérations, i.e. opérations qui existaient pour la pièce initiale
N_k	Ensemble des opérations assignées à la station k
N_{kl}	Ensemble des opérations assignées au block l de la station k
$Pred(j)$	Ensemble des prédécesseurs directs de $j \in N$
$B(k)$	Ensemble d'indices de blocs pour la station k, $B(k) = \{(k\text{-}1)\, n_0 + 1,\dots, kn_0\}$
$Q(j)$	Ensemble d'indices de blocs q où l'opération j peut être assignée
$K(j)$	Ensemble d'indices de la station k où l'opération j peut être assignée
e	Ensemble d'opérations qui représentent un élément de *IS*, *ES* or *EB*
N_q	Ensemble d'opérations assignées au bloc q dans la solution initiale
Temps	
t_j	Temps d'exécution de l'opération $j \in N$
T_0	Temps de cycle maximal de la ligne
τ^b	Temps d'activation d'une tête multibroche
τ^s	Temps de chargement / déchargement de la pièce sur une machine
Variables	
X_{jq}	Binaire: 1 si l'opération i est assignée au bloc q dans la nouvelle ligne, 0 sinon
B_{lq}	Binaire : 1 si l'ancien bloc l est réutilisé au bloc q de la nouvelle ligne, 0 sinon

Y_q	Binaire: 1 si le bloc *q* existe dans la nouvelle ligne, 0 sinon
Z_k	Binaire: 1 si la station *k* existe dans la nouvelle ligne, 0 sinon
Coûts	
C_1	Coût d'une nouvelle machine
C_2	Coût d'un nouveau bloc
C_3	Bénéfice de réutilisation d'un ancien bloc dans la nouvelle ligne

L'objectif est de minimiser le coût de la nouvelle ligne :

$$Min\ C(P) = C_1 \sum_{k=1}^{m_0} Z_k + C_2 \sum_{q=1}^{q_0} Y_q - C_3 \sum_{l=1}^{q_0^*} \sum_{q=1}^{q_0} B_{lq},\ with\ C_3 < C_2 < C_1; \qquad (1)$$

– Toutes les opérations de *N* doivent être affectées à un seul bloc exactement:

$$\sum_{q \in Q(j)} X_{jq} = 1; j \in N; \qquad (2)$$

– Contraintes de précédence entre les opérations:

$$\sum_{q' \in Q(i)} q' X_{iq'} \geq \sum_{q \in Q(j)} q X_{jq}; i \in PredD(j); j \in N; \qquad (3)$$

– Certaines opérations doivent être affectées à la même machine :

$$\sum_{q \in Q(i) \cap B(k)} X_{iq} = \sum_{q \in Q(j) \cap B(k)} X_{jq}; i, j \in e; e \in IS; k \in K(i); \qquad (4)$$

– Certaines opérations ne peuvent pas être affectées au même bloc :

$$\sum_{j \in e} X_{jq} \leq |e| - 1; e \in EB; q \in \bigcap_{j \in e} Q(j); \qquad (5)$$

– Certaines opérations ne peuvent pas être affectées à la même machine :

$$\sum_{j \in e} \sum_{B(k) \cap Q(j)} X_{jq} \leq |e| - 1;\ e \in ES; k \in \bigcap_{j \in e} K(j); \qquad (6)$$

– Temps d'exécution d'un bloc est égal à l'opération la plus lente du bloc:

$$F_q \geq (t_j + \tau^b) X_{jq},\ j \in N, q \in Q(i); \qquad (7)$$

– Tous les blocs d'une machine doivent être exécutés sous le temps de cycle:

$$\sum_{q \in B(k)} F_q \leq T_0 - \tau^s, k = 1, 2, ..., m_0; \qquad (8)$$

$$Y_q \geq X_{jq},\ j \in N, q \in Q(j); \qquad (9)$$

$$Z_k \geq Y_q, k = 1, 2, ..., m_0, q = (k-1)n_0 + 1; \qquad (10)$$

$$Y_{q-1} - Y_q \geq 0, q \in B(k) \setminus \{(k-1)n_0 + 1\}, k = 1, 2, ..., m_0; \qquad (11)$$

$$Z_{k-1} - Z_k \geq 0, k = 2, 3, ..., m_0; \qquad (12)$$

– Un ancien bloc peut être réutilisé au maximum une fois:

$$\sum_{q=1}^{q_0} B_{lq} \leq 1,\ l = 1, ..., q_0^*; \qquad (13)$$

– Un nouveau bloc peut recevoir au maximum un ancien bloc:

$$\sum_{l=1}^{q_0^*} B_{lq} \leq 1,\ q = 1,\ ...,\ q_0; \qquad (14)$$

– Dans un ancien bloc, des opérations peuvent être supprimées, mais pas ajoutées :

$$X_{iq} + B_{lq} \leq 1, \forall i \notin N_{kl}, l = 1, ..., q_0^*, q = 1, ..., q_0; \qquad (15)$$

Ce modèle a été résolu avec ILOG Cplex, des tests ont été faits pour des cas industriels.

Références:

[1] O. Battaïa, E. Gurevsky, F. Makssoud, A. Dolgui. Equipment Location in Machining Transfer Lines with Multi-spindle Heads. Journal of Mathematical Modelling and Algorithms, DOI: 10.1007/s10852-012-9196-2, 2012..