Résolution du problème de tournées sur arc avec fenêtres de temps souples

H. Murat Afsar,

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

Mots-Clés : *Tournées sur arcs, génération de colonnes, plus court chemin non-élémentaire*

1 Introduction

Nous étudions une variante du problème de tournées sur arc avec contrainte de fenêtre de temps (PTAft). C'est un problème de service d'une certain nombre d'arêtes avec une demande sachant que chaque arête a une fenêtre de temps de préférence. Si le véhicule arrive à l'arête avant le début ou après la fin de cette fenêtre, un coût extra de service est considéré. Le problème de tournées sur arc (PTA) est NP-difficile, présenté par Golden et Wong [2]. Ils proposent aussi une méthode heuristique (augment-merge) relativement simple. Les solutions heuristiques sont améliorées par les méta-heuristiques comme le tabou [1] ou les algorithmes mémétiques [8]. Hirabayashi *et al.* [9] suggèrent une méthode exacte (Branch and Bound) pour résoudre PTA. Plus tard, les inégalites valides et une méthode de cutting plane sont proposées par Belenguer et Benavent [4, 5]. Récemment Labadi *et al.* [7] donne une méthode GRASP pour résoudre le PTAft. Tagmouti *et al.* [6] proposent la décomposition de Dantzig-Wolfe et Branch-and-Price pour résoudre le PTAft souples sur les graphes orientés. Ils transforment le PTAft dans un problème de tournées véhicules sur sommets avec fenêtres de temps souples et ils autorisent les véhicules de ne pas quitter le dépôt en même temps. Johnson et Wohlk [3] résolvent le PTAft rigides par une approche de génération de colonnes mais ils génèrent toutes les colonnes dès le début de la procédure et ils les ajoutent au fur et à mesure. Nous proposons une méthode heuristique basée sur la génération de colonnes pour résoudre le problème de tournées de véhicule sur arc avec fentêtres de temps souples. Dans la section 2 nous définissons le problème. La méthode est détaillée dans la section 3 et enfin nous présentons des résultats préliminaires dans la section 4.

2 Description du probléme

Soit $G = (V, E \cup E_R)$ un graphe non-orienté où V est l'ensemble des sommets, E l'ensemble d'arêtes non-nécessaires et E_R l'ensemble d'arêtes qui doivent être servis. Chaque arête a un coût et un temps de traversée. Les arêtes nécessaires ont un un coût et un temps de service, ainsi qu'une demande positive et une fenêtre de temps de préférence. Un ensemble de K véhicules de capacité Q est disponible pour servir les arêtes. L'objectif du PTAft est de trouver un ensemble de tournées de coût minimal pour servir toutes les arêtes.

3 Génération de colonnes et sous-problème

Le probème maître correspond aux contraintes de couverture de services des arêtes nécessaires par K tournées. Vu le nombre important des tournées réalisables, les variables sont générées dynamiquement par une approche heuristique et par une méthode exacte de programmation dynamique. Le modèle de programmation dynamique cherchce le plus court chemin en terme de coût réduit *non-élémentaire*. La tournée partielle p sur le sommet v est dominée par la tournée partielle p' si et seulement si la charge de p est inférieure à la charge de p', le coût réduit de p est inférieure à celui de p' et le moment d'arrivée sur le sommet v de p est exactement égal à l'arrivée de p'.

4 Résultats numériques

Une fois que la procédure de la génération de colonnes est terminée, le modèle PLNE avec les colonnes générées jusqu'à maintenant est résolu, afin d'avoir une solution rélisable. Même si cette solution est de très bonne qualité, elle n'est pas forcement optimale. Les résultats préliminaires sont présentés dans le tableau 1.

TAB. 1 – Résultats de la génération de colonnes

Instance	Borne inf.	Borne sup. (le Tabou)	Borne sup. (le PLNE)	temps (sec.)	écart PLNE
15A	115,3	145	116	9	0,61%
23A	505,4	594	519	372	2,69%
23B	472	515	479	135	1,48%
23C	429,9	494	439	219	2,12%
31B	352,2	396	377	122	7,04%
69C	1315,5	3551	1386	31646	5,36%
69D	1603,2	7425	1653	13795	3,11%
90A	1798	4278	1841	13526	2,39%

Références

[1] Hertz A., Laport G., and Mittaz M. A tabu search heuristic for the capacitated arc routing problem. *Operations Research*, 48 :129–135, 2000.

[2] Golden B.L. and Wong R.T. Capacitated arc routing problems. *Networks*, 11 :305–315, 1981.

[3] Johnson E.L. and Wohlk S. Solving capacitated arc routing problem with time windows using column generation. *Working Paper*, L-2008-9 :***–***, 2009.

[4] Belenguer J.M. and Benavent E. A branch and cut algorithm for the capacitated arc routing problem. *Workshop on Algorithmic Approaches to Large and Complex Combinatorial Optimization Problems*, Giens, France, 1994.

[5] Belenguer J.M. and Benavent E. The capacitated arc routing problem : valid inequalities and facets. *Computational Optimization and Applications*, 10 :165–187, 1998.

[6] Tagmouti M., Gendreau M., and Potvin J.-Y. Arc routing problems with time-dependent service costs. *European Journal of Operational Research*, 181 :30–39, 2007.

[7] Labadi N., Prins C., and Reghioui M. Grasp with path relinking for the capacitated arc routing problem with time windows. *Lecture Notes in Computer Science*, 4448 :722–731, 2007.

[8] Lacomme P., Prins C., and Ramdane-Cherif W. Competitive memetic algorithms for arc routing problems. *Annals of Operational Research*, 131 :59–85, 2004.

[9] Hirabayashi R., Saruwatari Y., and Nishida N. Tour construction algorithm for the capacitated arc routing problem. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 9 :155–175, 1992.