

Problème de tournées de véhicules avec collecte & livraison et tarification par groupe

Maelys VRANA, H. Murat AFSAR

LIST3N, Université de Technologie de Troyes, France

{maelys.vrana,murat.afsar}@utt.fr

Mots-clés : *Tournées de véhicules, collecte & livraison, tarification par groupe*

1 Introduction

Depuis la crise de la COVID-19, les livraisons à domicile ont considérablement augmentées, notamment dans le domaine de l'alimentaire. Des services comme Uber Eats© ou Delivero© ont été de plus en plus sollicités. Ces services sont assimilables à un problème de tournées de véhicules avec collecte & livraison pour la livraison d'une commande entre un restaurant et le domicile du client. Cette problématique peut s'étendre à divers services comme le transport de personnes (problématique de Dial a Ride problem) ou encore à la livraison à domicile depuis un commerçant local notamment dans les villes.

Les problèmes de collecte & livraison sont récurrents dans les problématiques de tournées de véhicules. Ils s'agit de satisfaire un ensemble de requêtes qui sont émises par des clients, elles comprennent une origine, une destination et une demande. L'objectif est la construction d'une tournée permettant la satisfaction des requêtes tout en minimisant le coût de cette dernière.

Diverses variantes ont été développées avec des contraintes supplémentaires comme les fenêtres de temps, les capacités de véhicules ou encore des contraintes de chargement.

Les problèmes de collecte & livraison sélectifs sont apparus en assouplissant la contrainte selon laquelle tous les sommets de collecte doivent être visités. Plus précisément, le SPDP vise à trouver l'itinéraire le plus court qui peut fournir aux sommets de livraison les produits demandés à partir de certains sommets de collecte. Ce problème peut réduire considérablement les coûts de transport et s'adapte à des scénarios logistiques réels [4].

Dans une autre version de ce problème, l'objectif est la maximisation du profit lié aux requêtes. Un certain revenu est attribué à chaque demande, déterminé par des attributs, tels que la distance entre l'origine et la destination, ainsi que la charge. Il n'y a pas d'exigences de priorité ou de routage entre les différentes demandes [3].

Dans ce papier nous proposons la version "plusieurs-à-plusieurs" du problème de tournées de véhicules avec collecte & livraison avec le but de maximiser le profit où un prix commun est proposé aux groupes de requêtes. Chaque client (requête) a un seuil d'acceptance connu à l'avance, au-delà duquel il refusera le service. Nous allons particulièrement étudier les impacts du regroupement des clients.

2 Définition du problème

Le problème est défini sur un graphe complet $G = (V, A)$ et un ensemble de requêtes \mathbb{R} où chaque requête $m \in \mathbb{R}$ a un sommet d'origine ($r_o(m)$), un sommet de destination ($r_d(m)$), une demande d_m et un seuil d'acceptance ($s(m)$) associés. L'ensemble des requêtes est divisé en k sous-ensembles disjoints ($\mathbb{R} = \mathbb{R}_1 \cup \mathbb{R}_2 \cup \dots \cup \mathbb{R}_k$). L'ensemble de sommets V contient aux sommets d'origine, de destination des requêtes, ainsi que le dépôt. Les arcs correspondent aux trajets entre chaque couple de sommet (u, v) . Traverser un arc (u, v) génère un coût $c_{u,v}$.

Afin de maximiser son profit, le transporteur doit prendre deux décisions :

- Un prix de service (p_i) par ensemble de requêtes (\mathbb{R}_i $i \in \{1, \dots, k\}$)
- Construire une tournée réalisable qui satisfait les requêtes dont le seuil est supérieur au prix proposé pour son groupe.

La fonction objectif peut-être exprimé donc par

$$\max \Theta = \sum_{i=1}^k \sum_{m \in R_i} y_m p_i - \sum_{(u,v) \in A} x_{u,v} c_{u,v}$$

où y_m est la variable de décision d'acceptance de service et $x_{u,v}$ est l'indicateur de traverser l'arc (u, v) . Cette fonction objective est linéarisée d'une manière similaire à [1], en démontrant que le prix optimal à proposer pour un groupe des requêtes est toujours égal à l'un des seuils.

3 Génération de données

Après la liéarisation, le modèle mathématique obtenu est validé validé sur des petites instances, basées sur celles de [2]. Dans ce modèle, les sous-tours sont éliminés avec les contraintes MTZ levées.

Pour chaque client, un seuil est calculé en fonction de la distance entre son origine et destination ($s(m) = \alpha \times c_{r_o(m), r_d(m)}$ où $\alpha \in [0.8, 1.2]$).

Deux types de regroupement de clients sont étudiés : en fonction des position géographique et de la distance entre l'origine et destination. Dans le premier cas, la carte est divisé en 4 "arrondissements" et deux requêtes entre le même couple d'arrondissements sont ajoutés dans le même groupe.

Dans le deuxième cas, un requête est dans le groupe i , si $(i-1) \times dist < c_{r_o(m), r_d(m)} \leq i \times dist$ où $dist = \frac{d_{max}}{4}$. Comme, dans les instances de [2], les coordonnées des sommets sont générées entre -10 et 10, d_{max} est pris 28 pour toute instance, autrement dit, $dist = 7$.

D'après les tests préliminaires, la décomposition géographique génère plus de profit, en satisfaisant moins de requêtes. Les résultats numériques détaillés seront partagés lors de la présentation.

Références

- [1] Hasan Murat Afsar, Sezin Afsar, and Juan José Palacios. Vehicle routing problem with zone-based pricing. *Transportation Research Part E : Logistics and Transportation Review*, 152 :102383, 2021.
- [2] Jean-François Cordeau. A Branch-and-Cut Algorithm for the Dial-a-Ride Problem. *Operations Research*, 54(3) :573–586, jun 2006.
- [3] Xiaoqiu Qiu, Stefan Feuerriegel, and Dirk Neumann. Making the most of fleets : A profit-maximizing multi-vehicle pickup and delivery selection problem. *European Journal of Operational Research*, 259(1) :155–168, 2017.
- [4] Chuan-Kang Ting and Xin-Lan Liao. The selective pickup and delivery problem : Formulation and a memetic algorithm. *International Journal of Production Economics*, 141(1) :199–211, 2013. Meta-heuristics for manufacturing scheduling and logistics problems.