

Tournées de véhicules électriques E-VRPTW

MPRO – module RORT (2019-2020)

Alain Faye – Dimitri Watel



Electric vehicle routing problem with time windows with recharging stations

- E-VRPTW problème de tournées de véhicules électriques
- Flotte de véhicules électriques identiques
- Clients à visiter dans leurs fenêtres de temps (une fenêtre par client)
 - Visite du client i dans une fenêtre de temps $[e_i, l_i]$
 - Apporter au client i une quantité de produit q_i (éventuellement nulle)
 - Les véhicules partent du dépôt chargés et rentrent au dépôt à la fin de la tournée
- Minimiser la distance totale parcourue.
- Stations de rechargement de batteries disponibles sur le terrain nécessaires pour pouvoir faire les tournées

Modélisation

- Graphe
 - Sommets de 2 types : clients à desservir et stations de rechargement
 - Arcs bi-valués : longueur d_{ij} et temps parcours t_{ij}
 - 2 sommets dépôt : un pour le départ et un pour le retour
- Données batterie
 - Capacité batterie Q
 - Taux consommation r (quantité d'électricité consommée/unité de longueur parcourue) .
Consommation linéaire en fonction de la distance parcourue
 - Taux de rechargement g (temps/quantité électricité à charger) . Temps de recharge linéaire en fonction de la quantité d'électricité à charger
- Capacité véhicule
 - C quantité max de produit que peut emporter un véhicule
- Stations rechargement contiennent plusieurs postes \Rightarrow pas de file d'attente
- Le modèle est décrit dans [1]

Travail à réaliser

- Résolution exacte : implémenter le modèle mathématique MILP décrit dans [1]
- Borne inférieure : implémenter un algorithme de génération de colonnes
 - Colonnes : routes partant du dépôt et revenant au dépôt et satisfaisant les contraintes (fenêtres de temps , batterie non vide, capacité véhicule)
 - Problème maître : recouvrement des clients par des routes où chaque client doit être couvert par une unique route. Les variables (routes) sont relâchées en fractionnaires.
 - Sous-problème : rechercher la variable (colonne) de coût réduit minimum = rechercher un plus court chemin sous contraintes [3]
- Borne supérieure : implémenter une heuristique ou metaheuristique (libre choix)

Implémentation

- Implémenter en Julia et JuMP
- Tutoriel à disposition sur le lien http://dimitri.watel.free.fr/teaching/mpro_rort/mpro_rort.php
- C'est un tutoriel de la version 0.19 qui est proche de la version courante 0.20

Des instances

- Instances sans quantité de produit à délivrer i.e. $q_i=0 \forall$ client i . On doit simplement visiter les clients
- Quelques instances de test pour la mise au point
 - E_data.txt, E_data_i.txt avec $i=1,2,3$
 - Si n est le nombre de sommets, le sommet 1 est le dépôt-départ et le sommet n est le dépôt-arrivée
- Générateur d'instances disponible
 - Générateur de graphe grille écrit en python : E_gener_instance_python.py
 - Le sommet 1 est le dépôt-départ et le dernier sommet est le dépôt-arrivée
 - Le générateur génère le fichier grille_test.txt . Le format est identique aux fichiers E_data.txt
 - Les paramètres sont au début du générateur et peuvent se modifier facilement
- Voir le lien http://web4.ensiie.fr/~faye/mpro/MPRO_reseau/Projet_2020/

Instances de [1]

- Instances plus générales utilisées dans [1]
- Elles sont disponibles sur le lien
- <https://data.mendeley.com/datasets/h3mrm5dhxw/1>

Restitution du travail

- Travail en équipe. Equipes de 3 à 4 personnes
- Rendre
 - un rapport : description des algorithmes, résultats numériques, 10-15 pages
 - programmes en Julia

Bibliographie

- [1] Michael Schneider, Andreas Stenger, Dominik Goeke. The Electric Vehicle Routing Problem with Time Windows and Recharging Stations. University of Kaiserslautern. Technical Report 02/2012
- [2] Alejandro Montoya. Electric Vehicle Routing Problems: models and solution approaches. Thesis University Angers France (9 December 2016)
- [3] Jacques Desrosiers , Paul Pelletier , François Soumis . Plus court chemin avec contraintes d'horaires. RAIRO. Recherche opérationnelle, tome 17, no 4 (1983), p. 357-377
- [4] Nasser A. El-Sherbeny. Vehicle routing with time windows: An overview of exact, heuristic and metaheuristic methods . Journal of King Saud University (Science) (2010) 22, 123-131
- [5] Pessoa A., Sadykov R., Uchoa E., Vanderbeck F. In-Out separation and column generation stabilization by dual price smoothing (2013). INRIA research report hal-00750412