

Un algorithme évolutionnaire multi-objectif pour le VRP avec coût de trajet incertain

Hiba Bederina, Mhand Hifi

Unité de Recherche EPROAD, Université de Picardie Jules Verne
7 rue du Moulin Neuf - 80000 Amiens, France
hiba.bederina@etud.u-picardie.fr, hifi@u-picardie.fr

Mots-clés : *multi-objectif, optimisation, population, recherche locale, robuste.*

1 Introduction

Le problème de tournées de véhicules (VRP) est l'un des problèmes les plus importants de l'optimisation combinatoire. Le rôle du VRP consiste à chercher un ensemble d'itinéraires pour des véhicules ayant une capacité limitée. Ces véhicules partent du dépôt pour desservir un ensemble de clients dispersés, puis reviennent au dépôt. Chaque client doit être visité une seule fois par un seul véhicule et la somme des poids chargés dans chaque véhicule ne doit pas dépasser sa propre capacité. Nous nous intéressons dans cet article aux VRP caractérisés par un coût de trajet incertain. Ces coûts sont décrits par un ensemble de valeurs où chaque valeur représente un scénario possible. L'objectif du VRP est de trouver une solution satisfaisant la majorité des scénarios, en définissant un critère de robustesse (VRP robuste ou RVRP). De plus, l'analyse de la robustesse s'appuie sur le critère "min-max" qui a pour but de minimiser le pire des scénarios (Bederina *et al.* [1, 4]).

Dans la littérature, deux objectifs antagonistes sont souvent considérés dans l'optimisation des problèmes de type RVRP, à savoir, le coût total des trajets effectués et le nombre de véhicules mis à disposition. Cependant, ces deux objectifs sont souvent optimisés par une fonction permettant l'agrégation des deux objectifs. Dans cette étude, nous nous intéressons à l'optimisation simultanée de ces deux objectifs en utilisant les Algorithmes Evolutionnaires Multi-Objectif (AEMO) basées sur le concept de dominance. Plusieurs AEMO ont été proposés dans la littérature, parmi les quels nous citons : NSGA-II, SPEA2 et IBEA. Dans ce travail, nous proposons une approche hybride, appelée HMOEA basée sur l'adaptation des AEMO couplés avec des procédures de recherche local pour la résolution des problèmes RVRP. L'AEMO utilisé est l'algorithme NSGA-II, qui est l'un des algorithmes les plus populaires et robustes de l'état de l'art dont nous adaptons les opérateurs de croisement et de mutation (cf., Cheong *et al.* [2]).

2 L'algorithme NSGA-II

NSGA-II (Deb *et al.* [3]) est un AEMO s'appuie sur le tri utilisant la dominance pour classifier des solutions. NSGA-II commence par la création d'une population aléatoire dite "population de parent" P_0 . Par la suite, à chaque génération t , une population d'enfants Q_t est créée en sélectionnant les meilleurs individus de P_t et en appliquant les procédures de croisement et de mutation. Les points de Q_t remplaceront ceux de P_t s'il sont meilleurs et formeront la nouvelle population de parents de la prochaine génération. Cette procédure est répétée jusqu'à ce qu'un critère d'arrêt soit satisfait.

La méthode utilise une recherche locale (RL) afin d'améliorer la qualité des solutions. L'utilisation de ce type d'approche, pour hybrider des approches globale, a connu un grand succès ces dernières années, en permettant une intensification de l'exploration de l'espace de recherche.

Dans ce travail, nous couplons la RL à l’algorithme NSGA-II adapté aux problèmes VRP et basé sur une approche plutôt globale. Cinq opérateurs de RL bien connus dans le domaine du VRP ont été utilisés, à savoir, *2opt*, *inverted 2-opt*, *best insertion*, *one-point* et *two-points*. A noter que les 3 premiers opérateurs servent à améliorer la qualité de chaque route tandis que les deux derniers tentent d’améliorer la globalité de la solution.

3 Partie expérimentale

Les résultats de l’algorithme proposé HMOEA ont été comparés aux résultats issus de GLPK ainsi qu’à ceux obtenus par un algorithme génétique (GA) proposé par Solano *et al.* [5]. L’ensemble des instances utilisé est tiré aussi de Solano *et al.* [5]. Les réglages suivants ont été utilisés pour la réalisation des simulations : la taille de la population ainsi que le nombre de génération sont fixés à 1000. La RL est appliquée chaque 50 générations. L’opérateur de croisement (resp. mutation) est utilisé avec une probabilité égale à 1 (resp. 0.4).

L’analyse des résultats obtenus a permis d’affirmer la supériorité des résultats obtenus par HMOEA (elle a permis d’obtenir 56% des solutions optimales, contre 39% pour l’algorithme GA) lorsque le critère min-max du coût de trajet est considéré. De plus, pour les autres solutions approchées, HMOGA a réalisé des solutions de meilleures qualités comparées à ceux trouvées par GA pour toutes les instances.

4 Conclusion

Dans cet article, nous avons décrit une approche d’optimisation évolutionnaire multi-objectif hybride (HMOEA) pour la résolution du VRP avec des coûts de trajet incertains. Deux objectifs ont été considérés à savoir : le nombre de véhicules utilisés et le critère de robustesse minmax du coût de trajet. Certaines procédures de RL ont été incorporées afin d’assurer une meilleure exploration de l’espace de recherche. Les résultats fournis montrent que l’approche proposée est capable d’atteindre les solutions optimales pour plusieurs instances et qu’elle domine l’une des méthodes métaheuristiques récemment proposée.

Références

- [1] H. Bederina and M. Hifi. Evolutionary multiobjective optimization approach for the vehicle routing problem with uncertain travel time. In *Proceedings of the 4th International Conference on Control Engineering & Information Technology CEIT 2016 (Forthcoming)*. IEEE, 2016.
- [2] C Y Cheong, K C Tan, DK Liu, and J-X Xu. A multiobjective evolutionary algorithm for solving vehicle routing problem with stochastic demand. In *Evolutionary Computation, 2006. CEC 2006. IEEE Congress on*, pages 1370–1377. IEEE, 2006.
- [3] K Deb, A Pratap, S Agarwal, and T Meyarivan. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm : Nsga-ii. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, 6(2) :182–197, 2002.
- [4] M Hifi H Bederina and L Wu. New model for the robust vehicle routing problem with uncertain travel time. In *Proceedings of the International Conference on Computers and Industrial Engineering - CIE45, October 28-30, Metz*. IEEE (ISSN : 9781510817456), 2016.
- [5] E L Solano-Charris, C Prins, and A C Santos. A robust optimization approach for the vehicle routing problem with uncertain travel cost. In *Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), 2014 International Conference on*, pages 098–103. IEEE, 2014.