

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Karim EL BOUYAHYIOUY

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

Le Samedi 26 Novembre 2022 à 10H30 au Grand Amphi à l'ENSIAS

Intitulé de la thèse

EXACT AND APPROXIMATE METHODS FOR SOLVING FULL TRUCKLOAD VEHICLE ROUTING PROBLEM

Devant le Jury composé de :

Président :

Pr. Ismail KASSOU, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Adil BELLABDAOUI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Jaouad BOUKACHOUR, Maître de Conférences HDR, Université du Havre

Pr. Abdellah EL FALLAHI, PES, ENSA de Tétouan, Université Abdelmalek Essaadi

Pr. Mohamed ETTAOUIL, PES, FST de Fès, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah

Examineur :

Pr. Mohamed NAIMI, PH, ENSA de Berrechid, Université Hassan I, Settat

Invité :

Pr. Fouad RIANE, PES, FST, Université Hassan I-Settat et Ecole Centrale de Casablanca





Résumé : Les problèmes de tournées de véhicules sont des problèmes d'optimisation combinatoire bien connus dans le domaine du transport et de la logistique, qui impliquent la planification dans des environnements contraints. De nombreuses variantes de ces problèmes peuvent être formulées sous forme de modèles mathématiques monolithiques (par exemple, programmes linéaires mixtes en nombres entiers), qui peuvent être résolus de façon optimale, dans le cas des petites instances, à l'aide d'un solveur commercial. Cependant, en exploitant la structures du problème, on peut concevoir des algorithmes approximatifs spécialisés qui peuvent résoudre efficacement des instances de grande taille. Dans cette thèse, nous nous intéressons à un problème de tournées de véhicules sélectives en chargement complet avec fenêtres de temps et multiples dépôts (SFTMDVRPTW) dans un scénario de retour à vide. L'objectif consiste à construire des tournées sélectives maximisant le profit total. La résolution de ce problème est basée sur le développement de modèles mathématiques et de méthodes d'optimisation : méthodes exactes, métaheuristiques et méthodes hybrides. Dans un premier temps, nous avons modélisé le SFTMDVRPTW sous la forme d'un programme linéaire en variables mixtes (MILP). Des résultats numériques sur des instances de petite et moyenne taille sont présentés en utilisant le solveur CPLEX. Ensuite, pour résoudre approximativement des instances de grande taille, nous avons développé, adapté et appliqué certaines méthodes heuristiques : un algorithme génétique (AG) et un système de colonies de fourmis (ACS) hybride. Pour simplifier les contraintes complexes du problème, une nouvelle formulation am-TSPTW du SFTMDVRPTW est conçue. Puis, et sur la base de cette dernière formulation, un algorithme génétique (AG) est développé. Notre AG utilise une nouvelle technique de représentation des chromosomes et un nouvel opérateur de croisement. Finalement, nous avons développé un algorithme hybride combinant l'ACS avec la recherche tabou réactive (RTR). Pour améliorer la performance de l'ACS, une recherche de voisinage est proposée. En outre, lorsque l'ACS converge prématurément vers un optimum local, la RTR est utilisée pour maintenir la diversité de l'ACS et rechercher des nouvelles solutions. Des résultats expérimentaux sur des nouvelles instances générées aléatoirement montrent l'efficacité et l'efficacité de nos méthodes proposées. Ces résultats indiquent que CPLEX peut résoudre efficacement et rapidement des instances de petite taille et peut résoudre de manière optimale des instances comportant jusqu'à 30 commandes. L'AG surpasse considérablement le solveur en termes de qualité de solution et de temps CPU, surtout pour les instances de grande taille où CPLEX identifie une solution qui est pire que celle produite par notre AG ou ne parvient pas à en identifier une solution réalisable. L'ACS-RTS surpasse l'AG en termes de qualité de solution, mais l'ACS-RTS est beaucoup plus coûteux en termes de temps de calcul que l'AG.

Mots clés : Algorithme génétique, Chargement complet, Sélection des commandes, Fenêtres de temps, MILP, Recherche tabou réactive, Retour à vide, Système de colonie de fourmis,



Abstract : Vehicle routing problems (VRPs) are well-known combinatorial optimization problems in transport and logistics, involving scheduling in constrained environments. Several mathematical models (e.g., mixed-integer linear programming (MILP) model) have been built for many families of VRPs, which commercial optimization solvers can solve within reasonable computation times. However, by exploiting the problem structure, one may design specialized approximate algorithms that can solve large-sized problems efficiently. This thesis studies commodity selection and backhaul vehicle routing planning in the full truckload industry (SFTMDVRPTW). The problem consists of selecting a subset of commodities available in the transport network and assigning them to optimal routes for truckers in their return journeys to increase the total profit while respecting the constraints of availability and time windows. The resolution of this problem is based on the development of mathematical models, exact solvers, meta-heuristics, and hybrid methods. Firstly, we described a mathematical formulation of the SFTMDVRPTW as a MILP model. Numerical results on small and medium-size instances are presented using the CPLEX solver. Then, to solve larger instances, we developed, adapted, and applied some heuristic methods: a genetic algorithm (GA) and a hybrid ant colony system (ACS). To simplify the problem's complex constraints, a new am-TSPTW formulation of the SFTMDVRPTW is devised, and a GA is developed based on it. Our GA uses a new chromosome representation and a new crossover operator. Finally, a hybrid algorithm (ACS-RTS), combining ACS and reactive tabu search (RTS), is developed to solve the problem. To enhance the performance of ACS, a neighborhood search is suggested. Furthermore, when ACS prematurely converges to local optima, RTS is used to maintain the ACS diversity and seek new solutions. We demonstrated the proposed methods' efficiency through experimental results on newly generated instances. The findings indicate that the CPLEX could efficiently optimally solve small instances quickly and could optimally solve instances up to 30 commodities; the GA significantly outperforms the solver in terms of solution quality and CPU time, especially on the largest instances where CPLEX either identifies a solution that is worse than that output by our GA or fails to identify a feasible one; the ACS-RTS outperforms the GA in terms of solution quality, but the ACS-RTS is much more computationally expensive than the GA.

Keywords : Ant colony system, Empty return trip, Full truckload, Genetic algorithm, MILP, Order selection, Reactive tabu search, Time windows, Vehicle routing.

