

Sujet de stage de fin d'étude

Branch&Cut et approches polyédrales pour le TSP biobjectif

Contexte

Le problème du voyageur de commerce (Traveling Salesman Problem, TSP) est un problème bien connu de la recherche opérationnelle qui consiste, étant donné n points (appelés « villes ») et les distances séparant chaque point, à trouver un chemin de longueur totale minimale qui passe exactement une fois par chaque point et revient au point de départ (i.e. trouver un cycle Hamiltonien de coût minimal). Ce problème, et ses nombreuses variantes, a été beaucoup étudié dans la littérature. Dans le but d'en déterminer une solution optimale, il a été résolu le plus efficacement via une formulation, dite non compacte, contenant un nombre exponentiel de contraintes [1].

Une solution optimale concernant les distances ne reflète pas la réalité des problèmes concrets, en effet, le choix d'un itinéraire ne dépend pas uniquement des distances, mais aussi du temps de trajet, de son coût ou de son gain à être effectué. Ainsi nous nous intéresserons dans ce stage à la résolution exacte de la variante biobjectif du TSP. Une telle résolution consiste à énumérer toute (ou partie) des solutions non-dominées au sens de Pareto, sur les deux critères considérés. [2, 3].

Des travaux précédant ce stage ont permis de mettre au point un outil de résolution générique des problèmes 0 – 1 biobjectifs linéaires modélisés par des formulations compactes: cet outil est basé sur une approche générique proposant un algorithme de coupes et branchements (Branch&Cut method) [4]. Il a été implémenté sur la base du framework libre et open-source VoptSolver [5].

Travail à réaliser

En s'appuyant sur ces travaux déjà réalisés, l'objectif principal de ce stage est de résoudre le TSP biobjectif par Branch&Cut en généralisant cette approche pour les formulations non compactes en nombre d'inégalités, et en y intégrant les inégalités de coupes connues pour le TSP mono-objectif. Cet ajout peut se faire dans le cadre des coupes multipoints en biobjectif, en adaptant les stratégies de branchement (classique et extended Pareto branching) et en utilisant les techniques de réoptimisation dans l'arbre de recherche pour la construction partielle des ensembles bornants.

Un deuxième objectif sera d'étudier les liens entre espace de solutions et espace des objectifs/critères dans le but de mieux comprendre l'impact du renforcement par des inégalités valides, à la fois algorithmiquement et théoriquement. Cette étude se base sur le polytope engendré par ces contraintes dans l'espace commun des solutions et des objectifs, afin d'en déduire ensuite des projections dans les deux espaces. Enfin, un troisième objectif pourra être d'étendre ces travaux à d'autres problèmes d'optimisation pouvant se formuler avec des formulations non compactes.

Informations pratiques

Employeur : Laboratoire LIPN dans le cadre d'une convention de stage académique
Lieu du stage : LIPN (Laboratoire d'Informatique de Paris Nord), UMR CNRS 7030
Université Sorbonne Paris Nord
99 avenue Jean-Baptiste Clément 93430 Villetaneuse
Durée : 4-6 mois au printemps 2024
Rémunération : Gratification de stage
Connaissances requises : Deuxième année de Master Recherche ou troisième année d'école d'ingénieur
Profil : Programmation, Informatique, Mathématiques appliquées,
Optimisation combinatoire, Recherche Opérationnelle

Encadrement

Pierre Fouilhoux	(LIPN, Sorbonne Paris Nord)	pierre.fouilhoux@lipn.univ-paris13.fr
Lucas Létocart	(LIPN, Sorbonne Paris Nord)	lucas.letocart@lipn.univ-paris13.fr
Yue Zhang	(LIPN, Sorbonne Paris Nord)	yue.zhang@lipn.univ-paris13.fr

Bibliographie :

- [1] Applegate D. L., Bixby R. E., Chvátal V., Cook W. J. The Traveling Salesman Problem: A Computational Study *Princeton University Press* (2006).
- [2] Cerqueus A. Bi-objective branch-and-cut algorithms applied to the binary knapsack problem: surrogate bound sets, dynamic branching strategies, generation and exploitation of cover inequalities. *Rapport de thèse*, 2015.
- [3] Przybylski A., Gandibleux X. Multi-objective branch and bound. *European Journal of Operational Research* 260:3(856-872), 2017.
- [4] Fouilhoux P., Létocart L., Zhang Y. How To Efficiently Cut In Bi-Objective Branch&Bound? *ECCO XXXVI CONFERENCE* (2023)
- [5] VoptSolver project <https://github.com/vOptSolver>