

Filtrage d'une contrainte globale pondérée de circuit

Application au Problème du Voyageur de Commerce

Thématique : Problème de Satisfaction de Contraintes, Théorie des Graphes, Optimisation combinatoire

Encadrant : Simon de Givry (degivry@toulouse.inra.fr Tel : 05 61 28 50 74)

Statistique et Algorithmique pour la Biologie, laboratoire de Biométrie et Intelligence Artificielle, INRA Auzeville.

Gratification : environ 400 euros / mois

Contexte

Le Problème du Voyageur de Commerce (Traveling Salesman Problem (TSP)) est un problème emblématique de l'optimisation combinatoire. Il a été abondamment traité par la communauté de Recherche Opérationnelle. Les outils de la Programmation Linéaire en Nombres Entiers (PLNE) sont en mesure de résoudre de manière optimale des problèmes contenant plusieurs milliers de villes dans sa formulation originale de TSP symétrique. Cependant de nombreuses variantes du TSP existent qui sont très utiles en pratique (par exemple, tournées de véhicules avec contraintes additionnelles de fenêtres temporelles / TSP with Time Windows (TSPTW)) et pour lesquelles la PLNE a davantage de difficulté à les résoudre.

Récemment, une publication dans la communauté Intelligence Artificielle (Benchimol et al, 2012) propose d'intégrer les techniques connues de relaxation du TSP telles que le problème d'affectation et la borne de Held and Karp fondée sur la notion de 1-arbre dans le cadre de la programmation par contraintes. Le problème du TSP est modélisé par une contrainte globale pondérée de circuit. Les auteurs présentent un algorithme de filtrage associé combinant ces deux relaxations. Les résultats expérimentaux sur des instances de TSP symétriques et asymétriques améliorent l'état de l'art en programmation par contraintes et sont compétitifs avec la PLNE sur des problèmes de petites et moyennes tailles (ce qui est souvent le cas pour les problèmes de tournées de véhicules).

Parallèlement à ces travaux, plusieurs contraintes globales pondérées exploitant la théorie des graphes (algorithme de flot maximum de coût minimum) ont été proposées dans le cadre plus général des problèmes de satisfaction de contraintes pondérées (Weighted Constraint Satisfaction Problem (WCSP)). Ce cadre vise à minimiser une somme de fonctions de coûts sur des variables discrètes, ce qui définit un problème NP-dur, à l'instar du TSP. L'intérêt pour ce cadre est de développer des algorithmes de filtrage et de relaxation génériques fondés sur la notion de propagation de fonctions de coûts (Cooper et al, 2010) et du calcul du minimum d'une fonction en temps polynomial (Lee et al, 2012). En particulier, une de ces contraintes globales pondérées, *soft-alldifferent*, résout le problème d'affectation.

Sujet

L'objectif du stage est d'étudier la possibilité d'étendre l'approche développée sur les contraintes globales pondérées proposée par (Lee et al, 2012) au cas de la contrainte globale pondérée de circuit (Benchimol et al, 2012). Suivant les résultats obtenus, d'autres niveaux de filtrage, comme celui appelé *filtrage par cohérence d'arc virtuelle* (Cooper et al, 2010), seront également étudiés pour la contrainte de circuit.

Une implémentation des algorithmes de filtrage développés dans (Benchimol et al, 2012) et des expérimentations sur des instances benchmark de TSP et TSPTW pourront se faire sur la plate-forme C++ d'optimisation *toulbar2* (<http://costfunction.org/> et <http://mulcyber.toulouse.inra.fr/projects/toulbar2/>) qui intègre déjà les travaux de (Lee et al, 2012). *toulbar2* a remporté plusieurs compétitions internationales dans le cadre des modèles graphiques probabilistes (*UAI 2008 and 2010 Challenge*) et est utilisé dans le laboratoire pour plusieurs applications en biologie et en agronomie.

Bibliographie

Pascal Benchimol, Willem Jan van Hoeve, Jean-Charles Régin, Louis-Martin Rousseau, Michel Rueher.
Improved filtering for weighted circuit constraints.
Constraints 17(3): 205-233, 2012.

Jimmy Ho-Man Lee, Ka Lun Leung.

Consistency Techniques for Flow-Based Projection-Safe Global Cost Functions in Weighted Constraint Satisfaction.
J. Artif. Intell. Res. (JAIR) 43: 257-292, 2012.

Cooper, M.C., de Givry, S., Sanchez, M., Schiex, T., Zytnicki, M., and Werner, T.
Soft Arc-consistency revisited.
Artificial Intelligence, 2010.