

Stage de master 2 informatique : Résolution de problèmes entiers paramétriques linéaires par SAT

2023-2024

Responsable du projet : M. Sid TOUATI, professeur des universités

Contacts : Sid.Touati@inria.fr

Laboratoires : I3S/INRIA-Sophia, Université Côte d'Azur

Co-encadrant du projet : M. Denis BARTHOU, Huawei Paris Research

1 Motivations

La résolution de problèmes entiers paramétriques linéaires se retrouve au cœur de la parallélisation des entraînements actuellement pour de grands modèles de langage (Large Language Models) [7]. C'est une étape importante de l'optimisation, qui s'appuie notamment sur quelques solveurs linéaires entiers et paramétriques. Basés sur l'algorithme du simplexe et sur des coupes pour ne retenir que les solutions entières, ces méthodes sont très coûteuses ont fait l'objet de nombreux travaux proposant des alternatives pour la parallélisation [2,3,4]. Les méthodes théoriques ont peu évolué récemment. A l'opposé, des méthodes de résolution SAT testant la satisfiabilité de clauses conjonctives/disjonctives de variables booléennes ont bénéficié récemment d'heuristiques permettant une accélération importante.

L'objectif de ce sujet est de transformer un problème linéaire en nombres entiers, avec paramètres, en un problème équivalent SAT et tester son temps de résolution avec les deux méthodes. Le codage d'un problème linéaire en nombre entier revient à coder chaque bit des entiers par une variable différente et a déjà été étudié [1]. On pourra s'appuyer sur le fait que les problèmes pour la parallélisation ne manipulent que des nombres entiers de faible amplitude (5 bits avec le signe). La résolution de problème de programmation entière pourra se faire avec PipLIB [5] et pour les problèmes SAT, avec Google OR-tool [6].

2 Contenu du stage

1. Faire une étude bibliographique détaillée sur le sujet ;

2. Développer un programme en open-source qui permet de générer un problème de résolution SAT à partir d'un modèle ILP ;
3. Faire une étude de comparaison des performances entre résolution ILP et résolution SAT.

3 Mots clés

Comparaison entre SAT et ILP, problèmes linéaire en nombre entiers, codage binaire des nombres.

4 Prérequis

Informatique fondamentale

5 Références bibliographiques

- [1] Ruirning Li, Dian Zhou and Donglei Du, "Satisfiability and integer programming as complementary tools," ASP-DAC 2004 : Asia and South Pacific Design Automation Conference 2004 (IEEE Cat. No.04EX753), Yokohama, Japan, 2004, pp. 880-883.
- [2] R. Upadrasta and A. Cohen. 2013. Sub-polyhedral scheduling using (unit-)two-variable-per-inequality polyhedra. SIGPLAN Not. 48, 1 (January 2013), 483–496.
- [3] Aravind Acharya, Uday Bondhugula, and Albert Cohen. 2018. Polyhedral auto-transformation with no integer linear programming. In Proceedings of the 39th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation (PLDI 2018).
- [4] B. Pradelle, B. Meister, M. Baskaran, A. Konstantinidis, T. Henretty and R. Letthin, "Scalable Hierarchical Polyhedral Compilation," 2016 45th International Conference on Parallel Processing (ICPP), Philadelphia, PA, USA, 2016, pp. 432-441, doi : 10.1109/ICPP.2016.56.
- [5] Piplib, <http://www.piplib.org/>
- [6] SAT Solver, https://developers.google.com/optimization/reference/sat/sat_solver/SatSolver/
- [7] Zhao et al, AKG : Automatic Kernel Generation for Neural Processing Units using Polyhedral Transformations, PLDI 2021