

Reformulation quadratique de problèmes polynomiaux pour QAOA

Zoé Verchère¹, Sourour Elloumi^{1,2} Andrea Simonetto¹

¹ Institut Polytechnique de Paris, ENSTA, UMA, France
{zoe.verchere,sourour.elloumi,andrea.simonetto}@ensta-paris.fr

² CNAM, CEDRIC, France

Mots-clés : *optimisation polynomiale, reformulation quadratique, algorithmes quantiques*

1 Introduction

Divers algorithmes quantiques existent pour traiter des problèmes d'optimisation combinatoire : il y a notamment les méthodes variationnelles comme QAOA (Quantum Approximate Optimization Algorithm [1]), mais il existe aussi le recuit quantique, ou des méthodes utilisant l'algorithme de Grover. Étant donnée la technologie actuelle, QAOA permet notamment de résoudre des problèmes de taille modeste lorsqu'ils sont formulés en problème d'optimisation quadratique non contraint (QUBO, pour Quadratic Unconstrained Binary Optimization).

Dans un article récent, Herrman et al. [2] proposent une méthode permettant de reformuler des problèmes k -SAT sous forme de QUBO de façon à minimiser la profondeur du circuit quantique nécessaire pour encoder le problème. Ce travail est motivé par la corrélation entre la profondeur d'un circuit quantique et le niveau de bruit [3].

2 Contribution

Plutôt que de traiter uniquement le problème k -SAT, nous traitons un problème d'optimisation polynomiale en variables binaires de forme générale.

Au-delà de la profondeur du circuit utilisé, un autre facteur limitant de l'ordinateur quantique actuel est le nombre de qubits disponibles. Dans cette présentation, nous proposons une méthode permettant de reformuler un problème polynomial en un problème quadratique, avec pour but de réduire le nombre de qubits nécessaires à l'implémentation de QAOA.

Nous montrons également une alternative aux travaux de [2] pour les problèmes polynomiaux de degré trois, utilisant une pénalisation quadratique différente. Enfin, nous proposons une réflexion sur l'extension des travaux et résultats aux problèmes de degré quatre et au-delà.

Références

- [1] Edward Farhi, Jeffrey Goldstone, and Sam Gutmann. A quantum approximate optimization algorithm. *arXiv preprint arXiv :1411.4028*, 2014.
- [2] Rebekah Herrman, Lorna Treffert, James Ostrowski, Phillip C Lotshaw, Travis S Humble, and George Siopsis. Globally optimizing qaoa circuit depth for constrained optimization problems. *Algorithms*, 14(10) :294, 2021.
- [3] Jeffrey Marshall, Filip Wudarski, Stuart Hadfield, and Tad Hogg. Characterizing local noise in qaoa circuits. *IOP SciNotes*, 1(2) :025208, aug 2020.