

Conversion de modèles CSP en QUBO

Eric Monfroy

Le nouveau domaine de l'optimisation quantique fait référence à l'utilisation des ordinateurs quantiques pour résoudre des problèmes d'optimisation combinatoire. Il suscite un intérêt croissant depuis une dizaine d'années. Cet engouement concerne à la fois le paradigme des circuits quantiques, avec le développement de l'algorithme d'optimisation quantique approximatif (QAOA), et le paradigme du calcul quantique adiabatique, avec le développement du recuit quantique (QA). Le paradigme du recuit quantique (QA) a été proposé il y a plus de vingt ans comme une alternative au modèle basé sur les portes logiques en informatique quantique. D'un point de vue computationnel, cela s'apparente au recuit simulé. Une formulation en optimisation quadratique binaire non contrainte (QUBO), est devenue l'entrée standard pour tous les matériels de recuit quantique et de recuit "inspiré du quantique".

D'un autre côté, la programmation par contraintes (CP) est un paradigme permettant de résoudre des problèmes combinatoires en utilisant diverses techniques issues de l'intelligence artificielle, de l'informatique et de la recherche opérationnelle. En CP, les utilisateurs spécifient ce qu'est le problème plutôt que comment le résoudre. Cette approche permet aux utilisateurs de formuler le problème de manière déclarative : programmer revient à modéliser, et un programme est un modèle. Un modèle représente un problème ; associé à des données, il constitue une instance du problème (ou simplement une instance), qui est ensuite résolue par un solveur.

Le but de ce projet sera donc de transformer des modèles CSP en QUBO. Dans un premier temps, il s'agira de travailler sur le problème du "cyclic bandwidth" vu en M1. Un article récent montre la transformation pour passer du modèle CSP au modèle QUBO correspondant. Il faudra donc générer ce modèle en suivant la méthodologie de l'article. Ensuite, D'autres problèmes pourront être abordés.

Ce projet s'adresse à deux étudiants, ayant des connaissances en python (par besoin d'être expert non plus). L'objectif sera la génération de modèles QUBO (matrice de pénalité), avec au moins le "cyclic bandwidth problem" (un article donne la méthodologie et comment calculer la matrice correspondante). Il faudra également faire quelques tests de résolution, dans le cas du problème précédent, sur de petits graphes (donnés également).